



Detaljplan för
Lockryd-Åsalund
(Lockryd 2:6 m.fl),
Svenljunga kommun

PM Geoteknik, bergteknik och hydrogeologi

PM Geoteknik, bergteknik och hydrogeologi

Uppdragsledare
Jakob Dinger
Telefon
+46 10 505 80 46
Mobiltelefon
+46 10 505 80 46
E-mail
jakob.dinger@afry.com

Datum
2024-01-19
G.nr
G22080

Uppdragsnummer
D0071030
Beställare
Svenljunga kommun

Detaljplan för Lockryd-Åsalund (Lockryd 2:6 m.fl),
Svenljunga kommun

Upprättad av:

Granskad av:

Axel Persson

Fredrik Ekmark, Axel Josefson

Sammanfattning

På uppdrag av Svenljunga kommun har AFRY utfört geotekniska, bergtekniska och hydrogeologiska undersökningar inom fastigheterna; Gälared 6:2, Handbynäs 1:2, Hillared 1:2, Hillared 1:4, Lockryd 1:33, Lockryd 2:6, Laggared 3:3 och Laggared 7:24 i Svenljunga kommun inför en storskalig industrietablering. Vid etablering av fabriken planeras en omfattande uppfyllnad av planområdet.

Marken utgörs av isälvsmaterial (sand eller grusig sand), morän eller ytnära berg med goda egenskaper för yttlig grundläggning. Inom en relativt stor del av planområdet täcks dock dessa jordar av torv. Torvmäktigheten är som störst i den norra delen av planområdet där löst lagrade, organiska jordar påträffats ned till åtminstone 9 meters djup. Områden med torv kräver förstärkningsåtgärder som utskiftning, masstabilisering eller pålning innan vägar, planer eller byggnader kan anläggas. Större torvmäktigheter innebär svåra grundläggningsförhållanden. Vidare innebär de varierande grundläggningsförutsättningarna att differenssättningar kan komma att bli problematiska givet den föreslagna exploaterings storlek.

En detaljerad stabilitetsutredning har utförts för att utreda släntstabiliteten efter den planerade exploaterings pålastning. Utredningen visar att säkerheten mot stabilitetsbrott är fullgod då pålastning sker med släntlutning 1:1,5 på den naturliga friktionsjorden. Då organisk jord täcker friktionsjorden i randzonen för uppfyllanden krävs stabilitetshöjande åtgärd vars omfattning beror på torvens mäktighet och jordlagerföljden under denna.

Den bergtekniska utredningen visar på god bergkvalité och de befintliga bergtekniska förhållandena medför inga restriktioner för byggnation. Föreslagen exploatering kommer innebära intrång i befintligt berg och slutliga slänter skall vara yt- och storstabila. Selektiv förstärkning av framtida slänter kommer behövas. Framtida bergschakt kommer sannolikt vara i behov av bergförstärkande åtgärder för att förhindra utfall.

Den hydrogeologiska utredningen har identifierat flera grundvattenberoende riskobjekt inom och i närområdet till undersökningsområdet. Vid exploatering av en yta på minst 80 ha kommer grundvattensänkning och avvattning bli en nödvändighet vilket även kan komma att påverka omgivningens vattenbalans. Schaktarbeten, förändrade förhållanden avseende grundvattenbildning eller grundvattenbortledning som medför en grundvattensänkning inom eller utanför detaljplaneområdet innebär att verksamhetsutövaren behöver ansöka om tillstånd för vattenverksamhet.

Utförda mätningar med gammaspectrometer på blottad håll är inom intervallet för lågrisk. Marken inom det undersökta området bedöms som lågriskområde med avseende på radon.

Vid sprängning, schaktnings- 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.

Innehållsförteckning

1	Objekt	6
2	Syfte	7
3	Styrande dokument	7
4	Underlag för projektering	8
4.1	Planerad exploatering	8
4.2	Utförda undersökningar	9
4.2.1	Geotekniska undersökningar	9
4.2.2	Bergtekniska undersökningar	9
4.2.3	Hydrogeologiska undersökningar	10
4.2.4	Markgasundersökning i berg	10
5	Befintliga förutsättningar	10
5.1	Grundvattenberoende objekt	10
5.1.1	Allmänna intressen	10
5.1.2	Enskilda intressen	12
5.2	Befintliga byggnader och konstruktioner	13
5.3	Topografiska förhållanden och ytbeskaffenhet	13
5.4	Geotekniska förhållanden	14
5.4.1	Jorddjup och jordlagerföljd	14
5.4.2	Jordegenskaper	17
5.4.3	Sättningsförhållanden	19
5.4.4	Stabilitetsförhållanden	19
6	Detaljerad stabilitetsutredning	20
6.1	Allmänt	20
6.2	Partialkoefficientmetoden	20
6.3	Geometri	20
6.4	Beräkningssektioner	20
6.5	Materialegenskaper	21
6.5.1	Partialsäkerhetsmetoden	21
6.6	Vattenstånd och portryck	24
6.7	Laster	24
6.8	Resultat	25
6.9	Bergtekniska förhållanden	26
6.10	Hydrogeologiska förhållanden	27
6.10.1	Hydrauliska egenskaper	29
6.11	Markgasförhållanden	29
6.11.1	Radonriskområde eller radonmarkklassning	30

7	Slutsats och rekommendation	31
7.1	Geoteknik	31
7.1.1	Stabilitet.....	31
7.1.2	Grundläggning.....	31
7.1.3	Fortsatt arbete	32
7.2	Bergteknik	33
7.3	Hydrogeologi.....	33
7.3.1	Vattenverksamhet.....	33
7.4	Markgasförhållanden	34
7.5	Omgivningspåverkan.....	34
	Bilaga 1 – Stabilitetsberäkningar	35

Bilagor

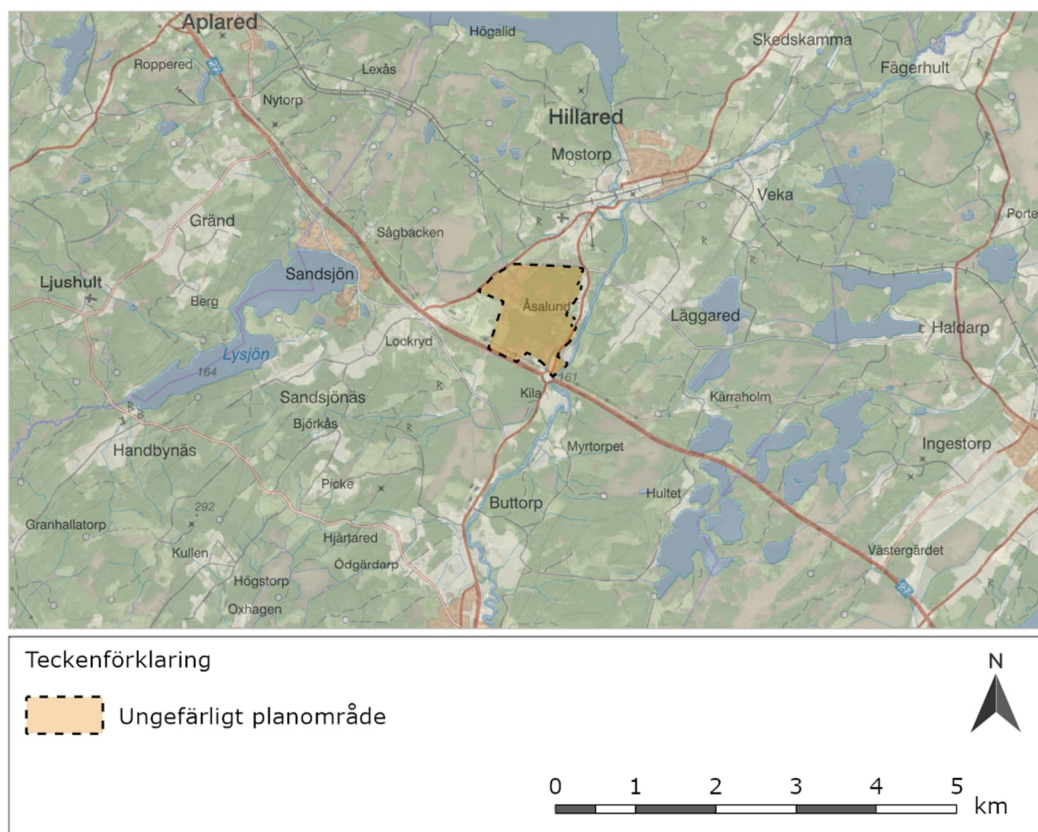
Bilaga 1	Stabilitetsberäkningar
----------------	------------------------

Rapportshistorik

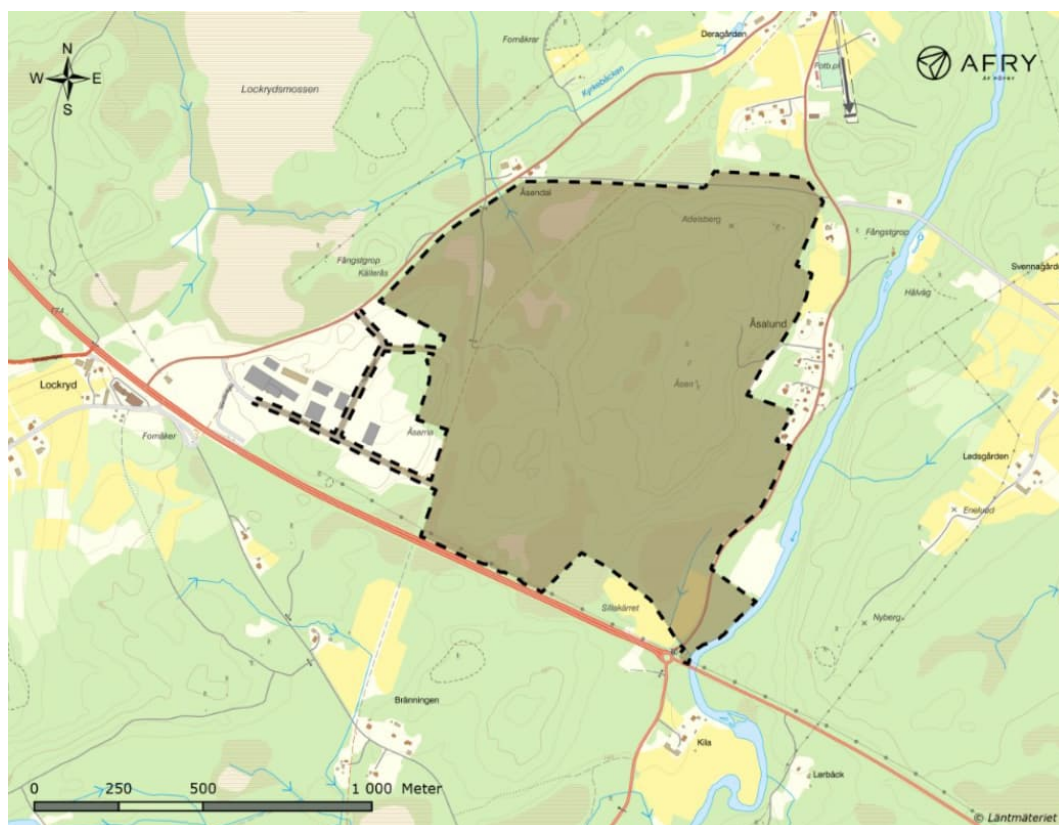
Ver.	Justering/kommentar	Datum	Sign
-	Original PM och MUR	2022-12-02	JD
A	Uppdatering av PM och MUR med tillkommande sticksonderingar	2023-01-30	JD
B	Uppdatering av PM efter intern samgranskning och synpunkter från Svenljunga kommun	2023-03-10	JD
C	Efter planerade nivåer för byggnation närmare bestämts har kompletterande geotekniska undersökningar och stabilitetsberäkningar för den planerade nivån utförts.	2023-08-18	JD
D	Revieringar gällande grundvattenförekomst, drickvattenbrunnar, blockutfall, figur 1.2	2024-01-19	MH

1 Objekt

På uppdrag av Svenljunga kommun har AFRY utfört geotekniska, bergtekniska och hydrogeologiska undersökningar inom fastigheterna; Gälared 6:2, Handbynäs 1:2, Hillared 1:2, Hillared 1:4, Lockryd 1:33, Lockryd 2:6, Laggared 3:3 och Laggared 7:24 i Svenljunga kommun (se Figur 1.1 och Figur 1.2) inför en större industrietablering.



Figur 1.1. Översiktskarta visande ungefärligt planområde med omgivningar.



Figur 1.2. Översiktskarta visande planområde samt fastighetsindelning.

2 Syfte

Utredningen har för avsikt att redovisa områdets förhållanden avseende jord, berg och grundvatten samt förutsättningar och eventuella åtgärder som kan komma att behöva vidtas i samband med planerad exploatering. Utredningen omfattar geoteknik, bergteknik samt hydrogeologi för detaljplan och nivån motsvarar en översiktlig utredning.

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).

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

Följande dokument är rådgivande för objektet:

IEG Rapport 2:2008, Rev. 2	Tillämpningsdokument Grunder, SGF
IEG Rapport 6:2008, Rev. 1	Tillämpningsdokument Slänter och bankar, SGF
IEG Rapport 7:2008	Tillämpningsdokument Plattgrundläggning, SGF
IEG Rapport 8:2008	Tillämpningsdokument Pålgrundläggning, SGF
IEG Rapport 4:2010	Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar, SGF

4 Underlag för projektering

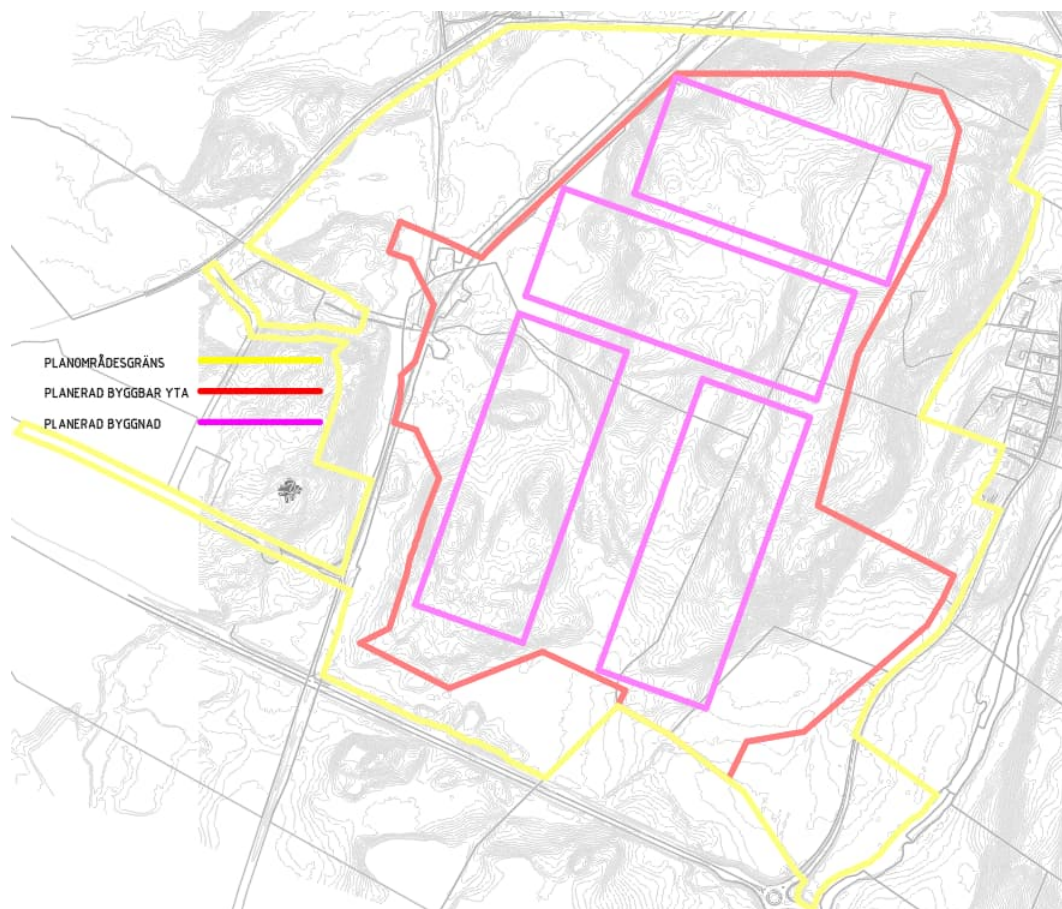
Som underlag för upprättande av PM har följande använts:

- Information om uppdraget som har erhållits från beställaren
- Jordarts-, berggrunds- och jorrdjupskartor har inhämtats från Sveriges geologiska undersökning (SGU) tjänst Kartgeneratorn (<https://www.sgu.se/>)
- Ledningsunderlag har inhämtats från Post- och telestyrelsens (PTS) tjänst Ledningskollen (www.ledningskollen.se)
- Brunnsarkivet, information om grundvattenmagasin och karta över grundvattnet i Västra Götalands län (västra delen, f.d. Göteborg och Bohus län) har inhämtats ifrån Sveriges geologiska undersökning (SGU) tjänst Kartgeneratorn och geolagret (<https://www.sgu.se/>)
- Naturvårdsverket (<https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>)
- Vatteninformationssystem i Sverige, VISS (<https://viss.lansstyrelsen.se/>)
- Resultat från naturvärdesinventering utförd av WSP under 2022 har erhållits i digitalt format.

4.1 Planerad exploatering

Svenljunga kommun planerar för en storskalig industrietablering, exempelvis en batterifabrik, i Lockryd. Planerad exploatering omfattar ca 40 ha för byggnader och 40 ha tillgängliga ytor upplag.

För projekteringen har en planerad byggbar yta i nivå +174 antagits. Se Figur 4.1 för underlag på planerad uppfyllnad, planområdets gräns samt ungefärligt läge på planerade byggnader.



Figur 4.1. Planerad byggbar yta på nivå +174 i rött, planområde i gult.

Inga precisa dimensioner på planerade byggnader har erhållits inför projektering, det antas att planerade byggnader utförs utan källarplan.

Väganslutning till planerad exploatering sker via befintlig infart norr om Europavägen i planområdets västra del.

4.2 Utförda undersökningar

Resultat av utförda undersökningar redovisas i separat handling "Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik, bergteknik och hydrogeologi (MUR/Geo/berg/hydro)", daterad 2022-08-11.

4.2.1 Geotekniska undersökningar

AFRY har utfört geotekniska undersökningar under september 2022 samt maj 2023.

4.2.2 Bergtekniska undersökningar

AFRY har utfört bergtekniska undersökningar under september 2022. Undersökningarna omfattar kartering av blottat berg, inspektion av befintliga slänter, sprickartering och bergprovtagning.

Bergprovtagningen har analyserats på ackrediterat laboratorium i Kungälv (Svevia) med avseende på Micro-Deval (MD), Los-Angeles (LA), Kulkvarn samt svavel- och glimmerhalt.

4.2.3 Hydrogeologiska undersökningar

I samband med den geotekniska undersökningen har grundvattenrör installerats i torv och friktionsjord (morän). Manuella nivåmätningar har utförts under perioden 2022-10-28 till 2022-11-17.

Slugtester har utförts i utvalda grundvattenrör för att utvärdera jordens hydrauliska konduktivitet.

4.2.4 Markgasundersökning i berg

Den lokala berggrunden har undersökts av AFRY den 5 september 2022 med en gammasppektrometer av typ Surveyor VB6 i 9 punkter.

5 Befintliga förutsättningar

Undersökningsområdet ligger norr om riksväg 27 ca 20 km sydöst om Borås i närheten av Lockryd, Hillared och Lägged. Se översikt och områdesindelning i Figur 5.4.

Undersökningspunkterna är utsatta med GPS. Inmätning har skett i enlighet med geoteknisk mätningssklass B.

Koordinatsystem: SWEREF 99 13 30

Höjdsystem: RH2000

5.1 Grundvattenberoende objekt

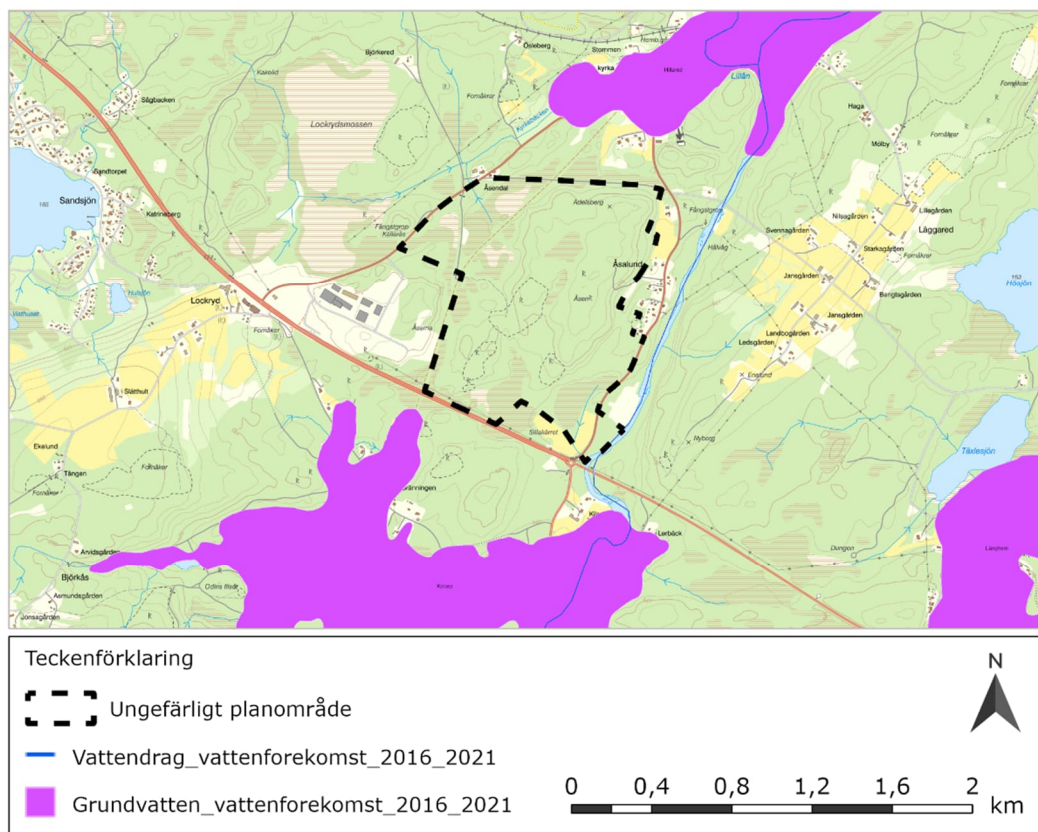
Objekt som riskerar att skadas till följd av vattenverksamhet omfattar huvudsakligen grundvattenberoende naturvärden, yt- och grundvattenförekomster, dricksvatten- och energibrunnar samt markföroreningar.

5.1.1 Allmänna intressen

5.1.1.1 Utpekade grundvattenförekomster och grundvattenmagasin

Inom planområdets sydöstra del finns en utpekad grundvattenförekomst, sand- och grusförekomst (SE638540-133907). Avgränsningen av grundvattenförekomsten varierar men det är sannolikt att dess utbredning åt norr överensstämmer med SGU:s jordartskarta avseende utbredningen av isälvsmaterial.

Det finns mycket goda eller utmärkta uttagsmöjligheter i bästa del av grundvattenmagasinet, storleksordningen 5 – 25 l/s. Avgränsningen baserad på lokala jordarts- och/eller hydrogeologiska kartor. Enligt befintlig statusklassning (VISS) uppfyller grundvattenmagasinet god kemisk och kvantitativ status. Det aktuella grundvattenmagasinet har inte provtagits. Grundvattenförekomster som inte provtagits klassas alltid som god status.



Figur 5.1. Utpekade vattenförekomster, yt- och grundvatten.

5.1.1.2 Vattendrag och ytvattenförekomster

Närmaste ytvattenförekomst är Ätran (WA17538765 - SE638502-133936) som rinner i sydlig riktning öster om utredningsområdet.

Information gällande Ätran och dess kemiska och ekologiska ytvattenstatus har inhämtats från Sveriges vatteninformationssystem (VISS). Enligt miljökvalitetsnormer för vattendrag uppfyller Ätran måttlig ekologisk status men uppvisar ej god kemisk ytvattenstatus.

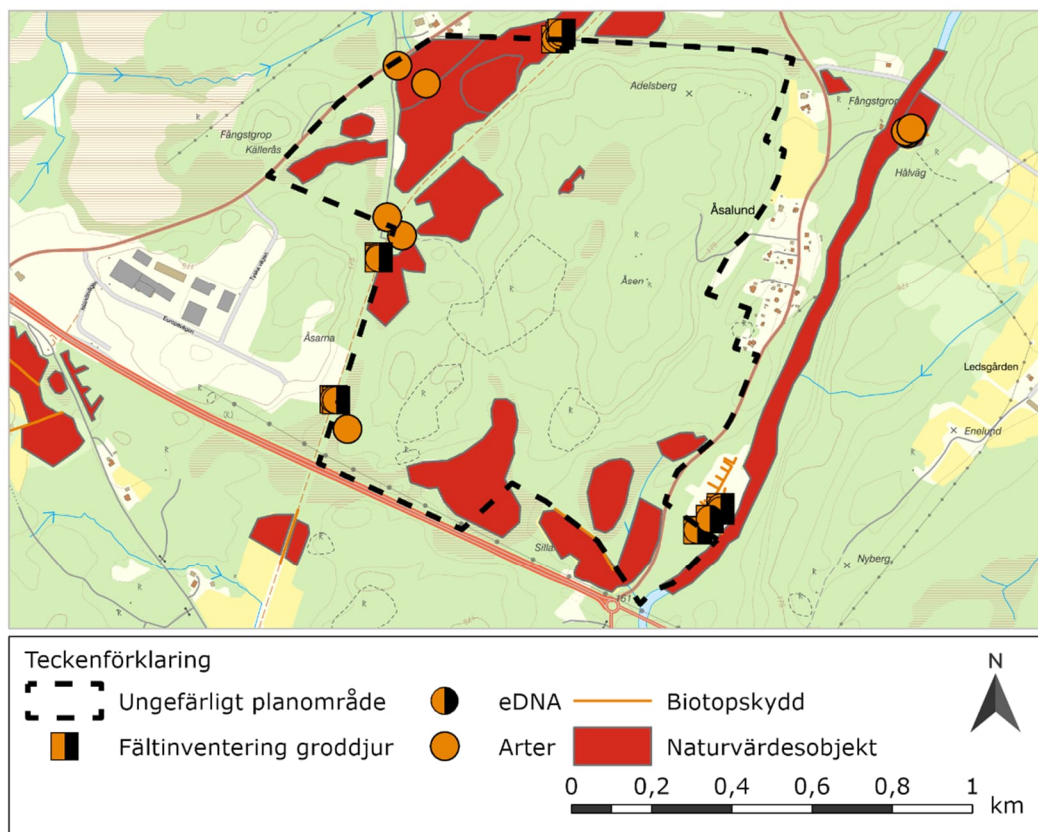
Avseende påverkanskällor på den ekologiska statusen pekas huvudsakligen konnektivitet (dammar, barriärer och slussar) ut som en försämrande faktor.

Avseende påverkanskällor gällande den kemiska klassificeringen anges huvudsakligen utsläpp från förorenade områden samt atmosfärisk deposition medföra en betydande negativ påverkan. Särskilda förorenande ämnen är kvicksilver och bromerad difenyleter.

5.1.1.3 Grundvattenberoende naturvärden

Omfattar värdefulla våtmarker, träd och biotoper vilka kan skadas till följd av en grundvattenpåverkan.

En naturvärdesinventering har utförts av WSP där flera utpekade skyddsvärda objekt har identifierats. Huvudsakligen påträffas identifierade naturvärden i närheten av torvområdena i planområdets nordvästra och södra del.



Figur 5.2. Utdrag ur WSP naturvärdesinventering.

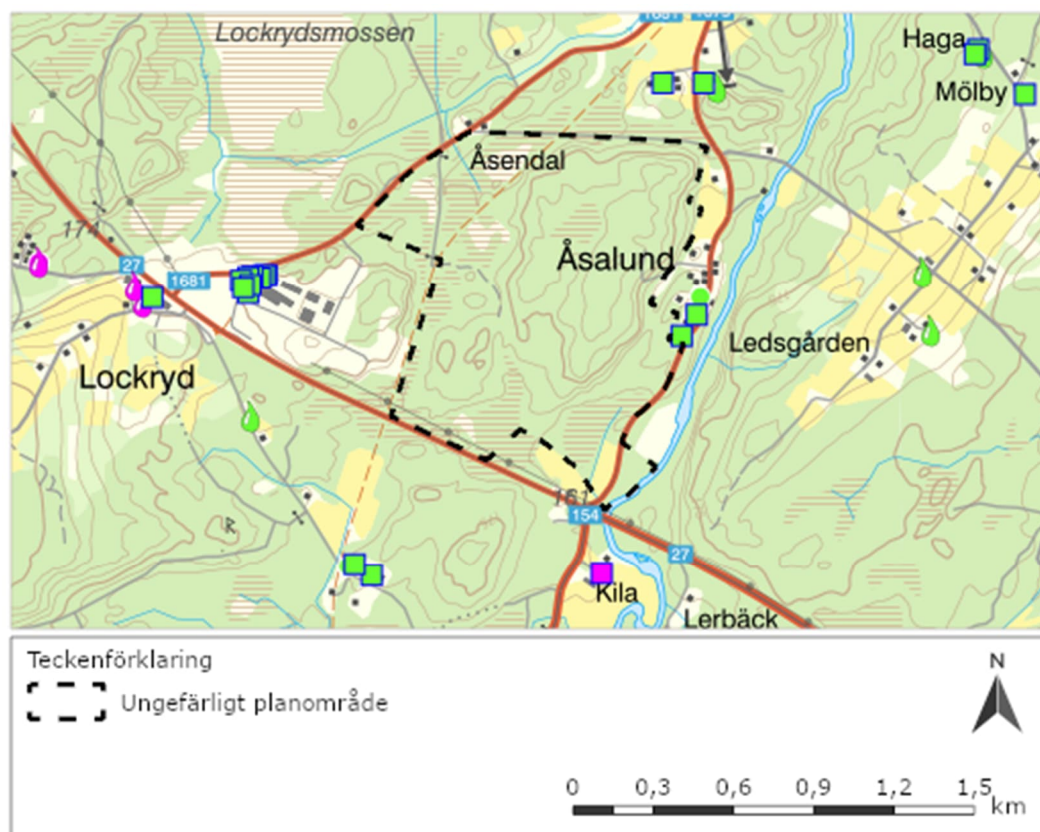
5.1.2 Enskilda intressen

5.1.2.1 Dricksvatten- och energibrunnar

Dricksvattenbrunnar i jord eller berg som kan påverkas negativt med en sämre kapacitet eller kvalitet till följd av sänkta grundvattennivåer. Energibrunnar i berg vilka kan påverkas negativt med ett sämre energiutbyte som följd av sänkta grundvattennivåer i berg.

I SGU:s brunnsarkiv förekommer ett mindre antal dricksvattenbrunnar i Åsalund öster om undersökningsområdet, men också norr och söder om området. Flera energibrunnar förekommer inom befintlig företagspark väster om området, samt i Åsalund öster om undersökningsområdet.

Ingen brunnsinventering har utförts och det kan finnas fler privata brunnar i närområdet.



Figur 5.3. Utdrag ur SGU:s brunnarsarkiv.

5.2 Befintliga byggnader och konstruktioner

En cykelbana som korsar området från norr mot söder. Cykelbanan har anlagts på befintlig banvall.

Områdets sydvästra del angränsar mot nyetablerad företagspark.

5.3 Topografiska förhållanden och ytbeskaffenhet

Marknivån inom undersökningsområdet varierar mellan ca +158 och +184. De inmätta provpunkterna varierar mellan +158 och +184. Högre nivåer återfinns mellan de norra och södra provklustren där berget går i dagen väster om Åsalund. Se planritningar G10.1-001, G10.1-002, G10.1-003, G10.1-004. Se Figur 5.4 för områdesindelning.

I område 01 ligger marknivån på ca +165. Område 02 ligger delvis på en höjd där punkter mätts in mellan +176 och +186. I syd minskar marknivån, i område 03 har punkter mätts in mellan +162 och +176 och område 04 ligger generellt på ca +158.



Figur 5.4. Översikt områdesindelning

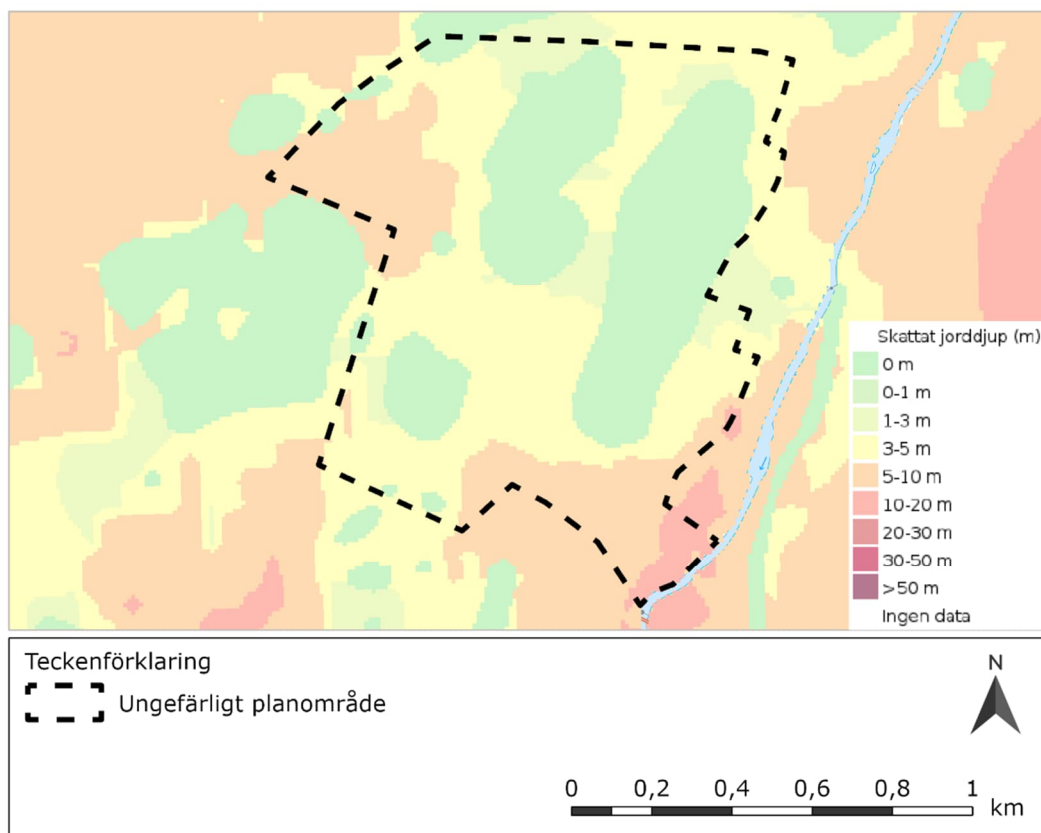
5.4 Geotekniska förhållanden

5.4.1 Jorddjup och jordlagerföljd

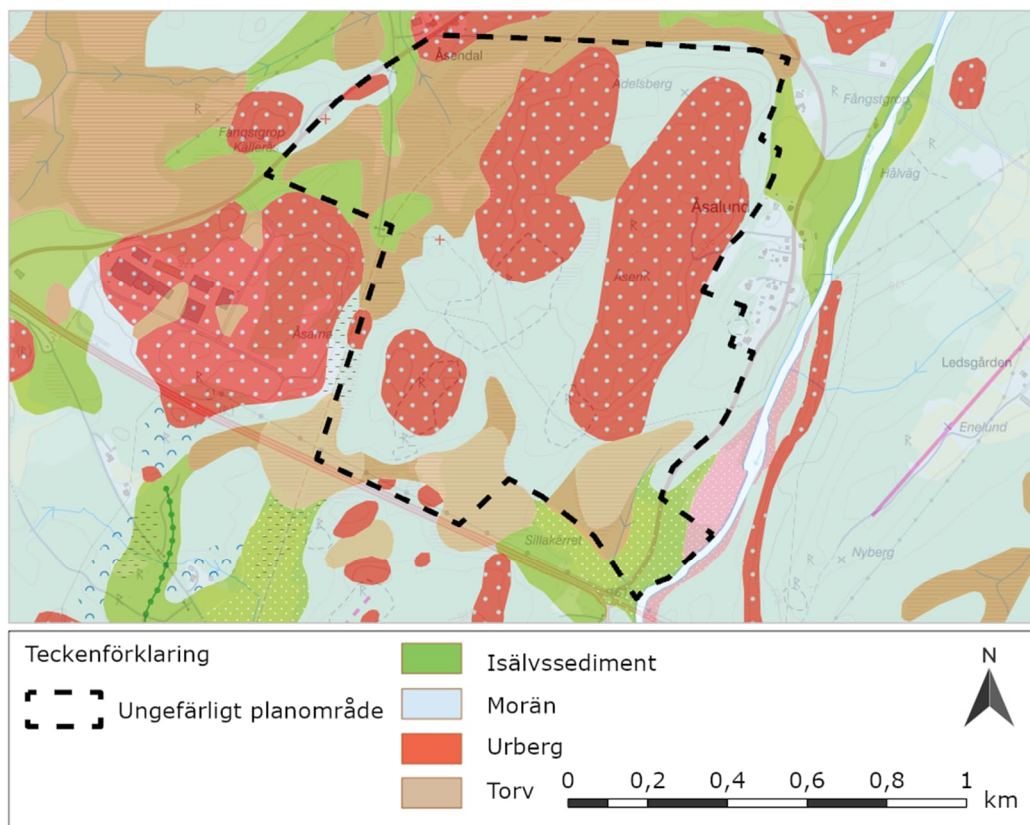
5.4.1.1 Planområde

Enligt SGU:s jorddjupskarta utgörs de tre höjdområdena av berg som går i dagen (se Figur 5.5 och Figur 5.6). I svackan mellan berget påträffas huvudsakligen friktionsjord (morän) och jorddjupet uppgår till ca 3–5 m. I områdets nordvästra och södra delar påträffas våtmarksområden karterade till torv med ett bedömt jorddjup på ca 0,5–6 m följt av dyg silt eller gyttja till ett djup som överstiger 9 m. Den organiska jord underlagras av sand ovan morän på berg. Sandens mäktighet varierar mellan ca 0,5–7,5 m i de undersökta punkterna. Moränens mäktighet har inte fastställts då få jordbergsonderingar har utförts. I delområde fyra finns vad som bedöms som en dyg silt mellan torven och sanden med mäktighet på ca 4 m. I undersökningsområdets norra

del påträffas ett mindre torvområde mellan de två bergsknallarna. Mindre förekomster av isälvsediment påträffas i planområdets västra och sydöstra del.



Figur 5.5. Utdrag ur SGU:s jorddjupskarta.



Figur 5.6. Utdrag ur SGU:s jordartskarta.

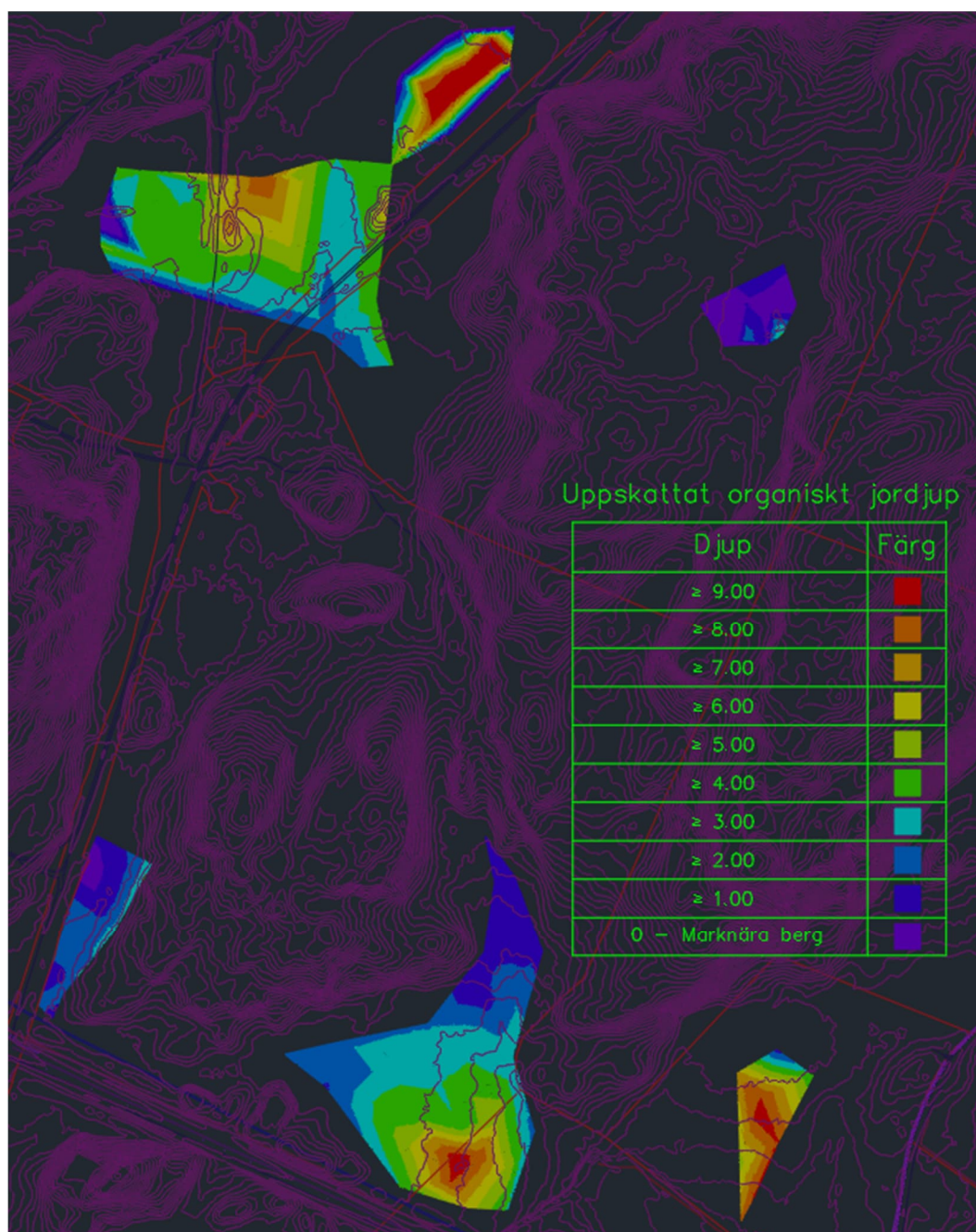
5.4.1.2 Undersökningsområde

Ytnära berg förekommer i samtliga undersökningsområden. Största uppmätta jorddjup uppgår till ca 20 m i område 1, följt av 17 m i område 4. Stoppet för varje delområdes djupaste sticksondering redovisas i Tabell 1. Detta ger en god indikation på den organiska jordens mäktighet. Har sondering inte stoppat före 9 meter avbryts den utan stopp. I de djupaste partierna av område 1, 3 och 4 finns troligen ett ca 3 m tjockt lager av finjordshaltig organisk jord under torven, dyg silt exempelvis.

Tabell 1. Uppskattad variation i torvmäktighet baserat på sticksondering och skruvprovtagning.

Delområde	Uppskattad variation i torvmäktighet	Stopp för djupaste sticksondering
1	2,5 – 6 m	>9 m
2	0,5 – 2,5 m	2,5 m
3	1 – 6 m	>9 m
4	1,5 – 6 m	>9 m

Ytliga jordar utgörs av mulljord eller torv. Lagret av mulljord har en tjocklek av ca 0,2 m. Torv förekommer i samtliga undersökningsområden. Uppskattad mäktighet av torv eller annan organisk jordart i de undersökta områdena varierar enligt Figur 5.7.



Figur 5.7. Uppskattad mäktighet av organisk jord från sticksonderingar.

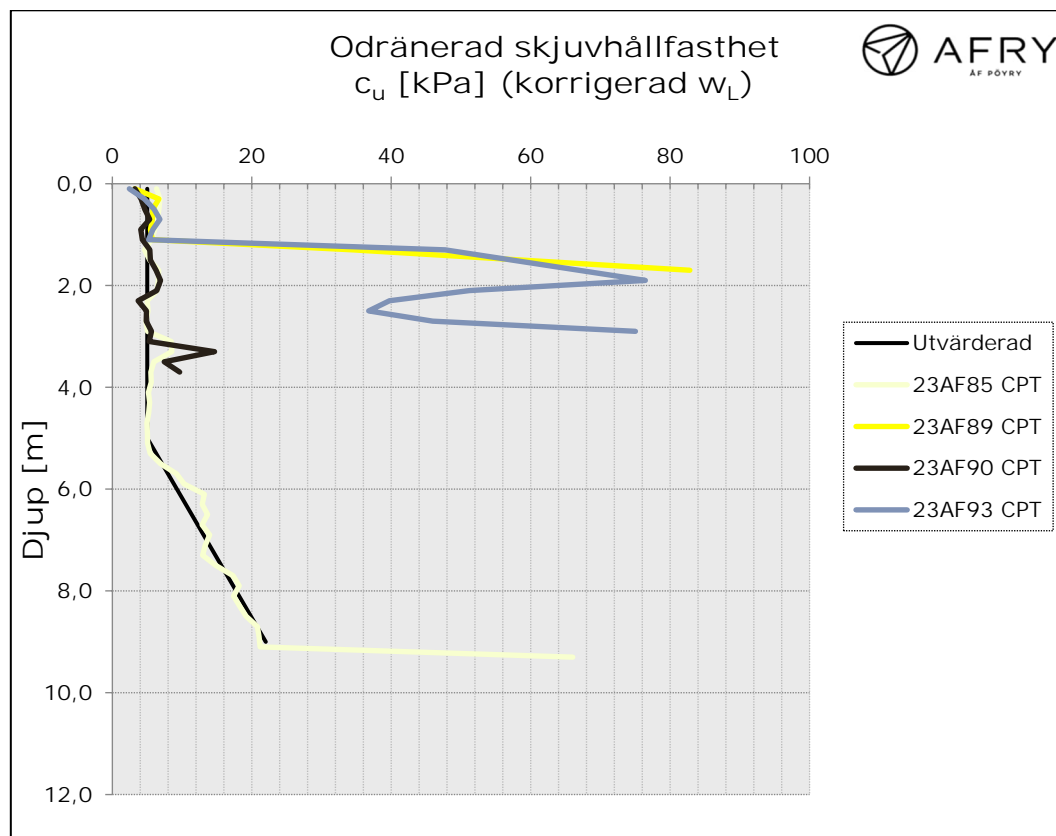
De organiska jordarna av mulljord, torv och gytta underlagras av sand eller grusig sand (isälvsediment) som vilar på morän eller direkt på berg. Där berget ligger nära markytan saknas generellt isälvsedimenten.

5.4.2 Jordegenskaper

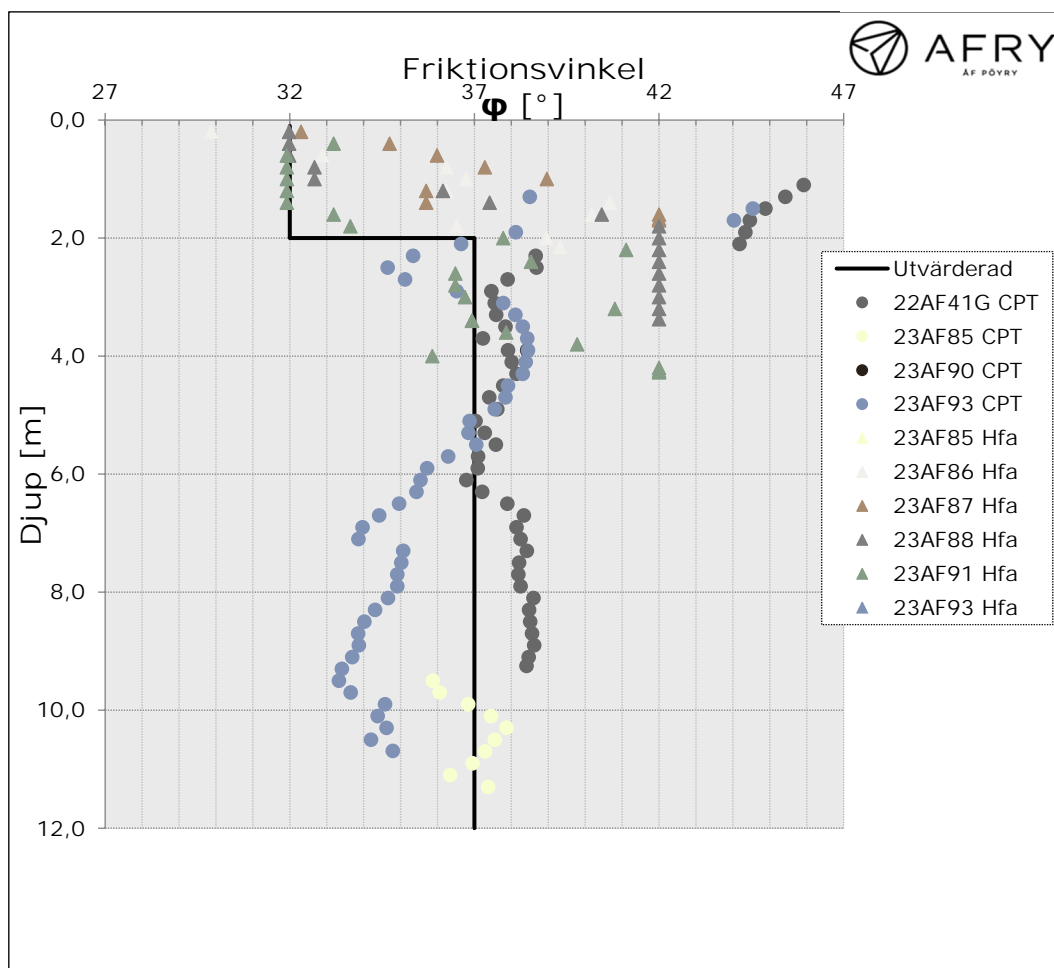
Torvens förmultningsgrad varierar mellan låg, mellan och hög. Den är generellt mörkbrun till färgen. Sanden har generellt innehåll av dy i samtliga delområden.

Vattenkvoten har i laboratorium uppmätts variera mellan 3–33% i friktionsjorden och mellan 162–1338% i den organiska jorden.

Torvens odränerade skjuvhållfasthet har ur CPT-sonderingar utvärderats till 5 kPa konstant mot djupet. Den dyiga siltens odränerade skjuvhållfasthet har utvärderats till 5 kPa med en ökning av 4,3 kPa/m mot djupet. Sandens friktionsvinkel har från CPT- och hejarsonderingar utvärderats till 32 grader och moränen till 37 grader.



Figur 5.8. Utvärderad odränerad skjuvhållfasthet, korrigerad m.a.p w_L .



Figur 5.9. Utvärderad friktionsvinkel.

5.4.3 Sättningsförhållanden

Inom planområdet är det endast organiska jordar som kan uppvisa pågående sättningar. Sättningar kan uppstå till följd av belastning eller nedbrytning av organiskt material. Torven i området bedöms som mycket sättningsbenägen. Torv har påträffats vid provtagning i delområde 1 men torv förekommer även i övriga delområden. Där jordprofilen består av friktionsjord sker en momentan deformation av jorden vid belastning, men ytterligare sättningar efter belastning under lång tid bedöms som små.

5.4.4 Stabilitetsförhållanden

Befintliga slänter bedöms vara stabila med avseende på marklutning, jordlagerföljd samt djup till fast botten.

För planerade förhållanden har en detaljerad stabilitetsutredning utförts för att kontrollera stabiliteten vid uppfyllnad till nivå +174 inom planområden enligt Figur 6.1. Tre sektioner har kontrollerats. Se kapitel 6 för detaljer om stabilitetsutredningen.

6 Detaljerad stabilitetsutredning

6.1 Allmänt

För majoriteten av planområdet är avståndet från Ätran 100 m eller större och stabiliteten bedöms här som tillfredställande i såväl befintligt som planerat skede. I sydost där planområdet är direkt angränsande vattendraget kan stabilitetsproblem uppstå om pålastning sker och ytterligare undersökning krävs för att värdera stabiliteten mot Ätran innan pålastning får ske här.

Stabilitetsberäkningar har utförts i tre sektioner med uppfyllnad av sprängsten till planerad byggbar yta i nivå +174 med utbredning enligt Figur 6.1. Stabilitetsberäkningarna har utförts med datorprogrammet Slope/W, version 11.21.2.23310. I Slope/W beräknas säkerhetsfaktorer mot skred med jämviktsteorier i det vertikala planet. I de aktuella analyserna har cirkulärcylindriska glidytor beräknats med Morgenstern-Prices lamellmetod. Beräkningarna för planerade förhållanden har utförts med odränerad och kombinerad analys.

6.2 Partialkoefficientmetoden

För tillståndsbedömning av stabiliteten har IEG Rapport 4:2021 tillämpats. Stabilitetsutredningen har utförts med partialsäkerhetsmetoden och med en säkerhetsfaktor mot brott som är lägst 1,0 enligt säkerhetsklass 2 (SK 2). Tillståndsbedömningen utgår från Skredkommisionens Rapport 3:95. Val av koefficienter och faktorer för dimensionerande materialparametrar utgår från IEG Rapport 6:2008 Slänter och Bankar. Omfattningen motsvarar en detaljerad utredning.

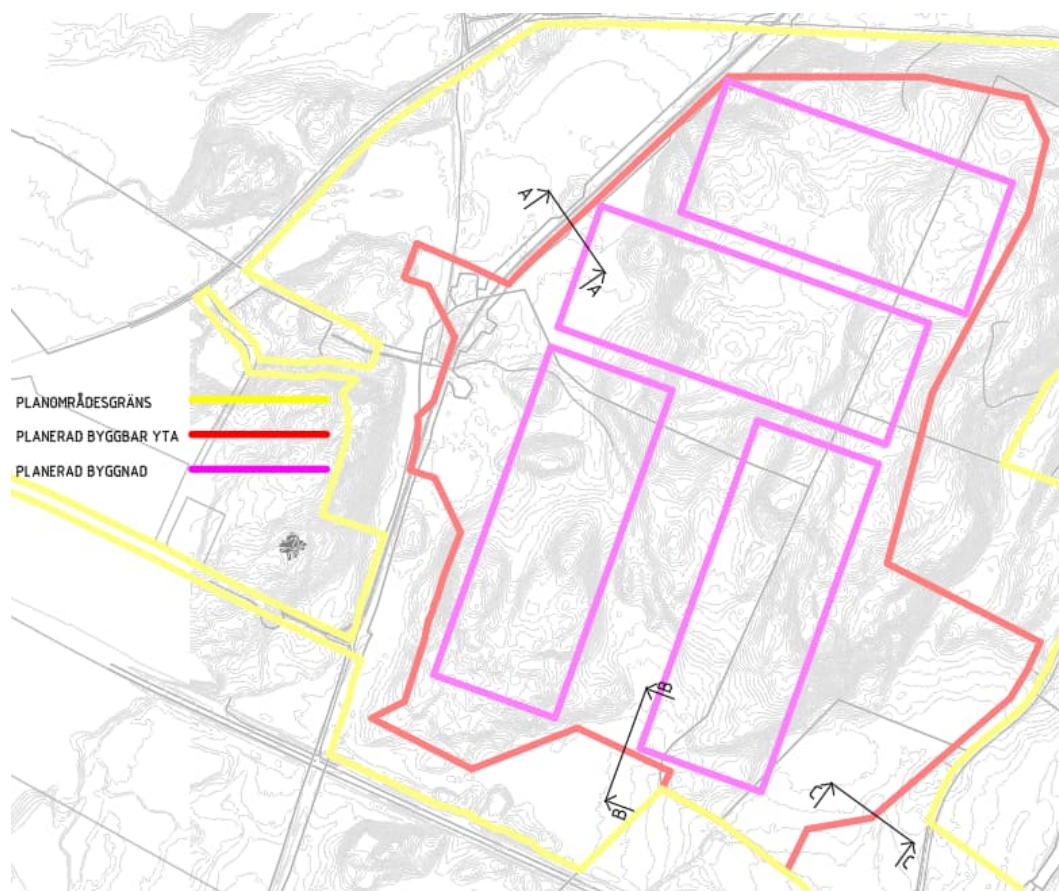
6.3 Geometri

Marknivåer i beräknad sektion utgår från inmätta höjder vid borrhälsningar samt med ledning av från beställaren tillhandahållen primärkarta. Uppfyllandens geometri är baserad på intern projektering och en släntlutning på 1:1,5 har använts som utgångspunkt för det oförstärkta fallet.

Jordlagergränser i beräkningssektioner har bedömts med ledning utifrån utförda geotekniska undersökningar.

6.4 Beräkningssektioner

Stabilitetsberäkningen har utförts i sektioner A-A, B-B, C-C. Beräkningssektionerna redovisas i Figur 6.1. Samtliga sektioner hänförs säkerhetsklass 2.



Figur 6.1. Beräkningssektioner.

6.5 Materialegenskaper

6.5.1 Partialsäkerhetsmetoden

Geokonstruktioners dimensionerande värde beräknas enligt IEG Rapport 6:2008 Slänter och Bankar.

Geokonstruktioners dimensionerade värde, X_d sätts till:

$$X_d = \frac{1}{\gamma_M} \times \eta \times \bar{X}$$

Där γ_M är en fast partialkoefficient, η är en omräkningsfaktor som tar hänsyn till osäkerheter relaterade till jordens egenskaper och aktuell geokonstruktion och \bar{X} är valt medelvärde baserad på härledda värden.

Härledda valda värden för materialparametrar, \bar{X} , redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Härledda valda värden för materialparametrar.

Jordlager	Materialparameter	Härledda valda värden
Sand	Tunghet	$\gamma_k = 18 \text{ kN/m}^3$ $\gamma'_k = 10 \text{ kN/m}^3$
	Friktionsvinkel	$\varphi' = 32^\circ$
Morän	Tunghet	$\gamma_k = 20 \text{ kN/m}^3$ $\gamma'_k = 12 \text{ kN/m}^3$
	Friktionsvinkel	$\varphi' = 37^\circ$
Sprängsten [Empiri]	Tunghet	$\gamma_k = 18 \text{ kN/m}^3$ $\gamma'_k = 11 \text{ kN/m}^3$
	Friktionsvinkel	$\varphi' = 38^\circ$
Torv	Tunghet	$\gamma_k = 12 \text{ kN/m}^3$ $\gamma'_k = 2 \text{ kN/m}^3$
	Odrän. skjuvhållfasthet	$c_u = 5 \text{ kPa}$
	Odrän. Skjuvhållfasthet / m	$c_u/m = 0 \text{ kPa/m}$
	Friktionsvinkel	$\varphi' = 26^\circ$
	Effektiv kohesion	$c' = 0,50 \text{ kPa}$
	Effektiv kohesion / m	$c'/m = 0 \text{ kPa/m}$
Dyig silt	Tunghet	$\gamma_k = 16 \text{ kN/m}^3$ $\gamma'_k = 6 \text{ kN/m}^3$
	Odrän. skjuvhållfasthet	$c_u = 5 \text{ kPa}$
	Odrän. Skjuvhållfasthet / m	$c_u/m = 4,3 \text{ kPa/m}$ från nivå +155
	Friktionsvinkel	$\varphi' = 26^\circ$
	Effektiv kohesion	$c' = 0,5 \text{ kPa}$
	Effektiv kohesion / m	$c'/m = 0,43 \text{ kPa/m}$

Val av omräkningsfaktorer för materialparametrar, η , redovisas i Tabell 3. För empiriskt härledda och erfarenhetsmässigt valda tabellvärden för materialparametrar samt dränerade materialparametrar i kohesionsjordar nyttjas $\eta = 1,0$. Den relativt lågt valda friktionsvinkeln för sprängstensmaterialet beror på att den stora uppfyllnadshöjden förväntas leda till svårigheter att packa materialet. Detta går givetvis att utföra på ett sätt som ger en bättre friktionsvinkel, men det är mycket tidskrävande.

 Tabell 3. Omräkningsfaktorer η .

Jordlagertyp	Materialparameter	$\eta_{(1,2)}$	η_3	$\eta_{(4,5,6,7)}$	η_{tot}
Sand	Friktionsvinkel	1	1	1	1
Morän	Friktionsvinkel	1	1	1	1
Sprängsten	Friktionsvinkel	1	1	1	1
Torv	Odränerad skjuvhållfasthet	0,88	0,90	1	0,79

Jordlagertyp	Materialparameter	$\eta_{(1,2)}$	η_3	$\eta_{(4,5,6,7)}$	η_{tot}
Dyig silt	Odränerad skjuvhållfasthet	0,80	0,9	1	0,72

Partialkoefficienter för materialparametrar, γ_M , redovisas i Tabell 4.

Tabell 4. Partialkoefficienter för materialparametrar γ_M .

Materialparameter	Beteckning	Värde
Friktionsvinkel	$\gamma_{M,\varphi}$	1,3
Effektiv kohesion	$\gamma_{M,c'}$	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet	γ_{M,c_u}	1,5
Tunghet	$\gamma_{M,\gamma}$	1,0

Geokonstruktionens dimensionerande värden redovisas i sin helhet i Tabell 5.

Tabell 5. Dimensionerande materialparametrar.

Jordlager	Materialparameter	Härledda valda värden
Sand	Tunghet	$\gamma_k = 18 \text{ kN/m}^3$ $\gamma'_k = 10 \text{ kN/m}^3$
	Friktionsvinkel	$\varphi' = 25,7^\circ$
Morän	Tunghet	$\gamma_k = 20 \text{ kN/m}^3$ $\gamma'_k = 12 \text{ kN/m}^3$
	Friktionsvinkel	$\varphi' = 28,5^\circ$
Sprängsten [Empiri]	Tunghet	$\gamma_k = 18 \text{ kN/m}^3$ $\gamma'_k = 11 \text{ kN/m}^3$
	Friktionsvinkel	$\varphi' = 29,2^\circ$
Torv	Tunghet	$\gamma_k = 12 \text{ kN/m}^3$ $\gamma'_k = 2 \text{ kN/m}^3$
	Odrän. skjuvhållfasthet	$c_u = 2,6 \text{ kPa}$
	Odrän. Skjuvhållfasthet / m	$c_u/m = 0 \text{ kPa/m}$
	Friktionsvinkel	$\varphi' = 20,6^\circ$
	Effektiv kohesion	$c' = 0,38 \text{ kPa}$
	Effektiv kohesion / m	$c'/m = 0 \text{ kPa/m}$
Dyig silt	Tunghet	$\gamma_k = 16 \text{ kN/m}^3$ $\gamma'_k = 6 \text{ kN/m}^3$
	Odrän. skjuvhållfasthet	$c_u = 2,4 \text{ kPa}$
	Odrän. Skjuvhållfasthet / m	$c_u/m = 2,1 \text{ kPa/m}$ från nivå +155
	Friktionsvinkel	$\varphi' = 20,6^\circ$
	Effektiv kohesion	$c' = 0,38 \text{ kPa}$
	Effektiv kohesion / m	$c'/m = 0,331 \text{ kPa/m}$

6.6 Vattenstånd och portryck

Den fria grundvattenytan har bedömts ligga i markytan för sektioner där marken täcks av torrvavlagringar och 0,6 m under markytan där sand påträffats i markytan.

6.7 Laster

Vid stabilitetsberäkningar förutsätts utbredda laster enligt IEG Rapport 4:2010, SR 3:95 kapitel 7.1.2.2 Ytlaster. Ingen lasteffekt för planerade byggnader har kunnat tillhandahållas av beställare eller intern projektering. En karakteristisk lasteffekt motsvarande 100 kPa/m har antagits för byggnaderna. I beräkningarna har denna permanenta last modellerats i samtliga sektioner, även om en sektion med byggnadernas i dagsläget planerade utbredning inte påverkas, då byggnadernas planerade lägen bedöms som osäkra. För planerade byggnaders läge och beräknade sektioner se Figur 6.1. Lasten har beräknats belasta uppfyllanden hela vägen fram till släntkrön.

Karakteristiska värden för i uppdraget aktuella laster redovisas i Tabell 6.

Tabell 6. Karakteristisk lasteffekt.

Last	Lasttyp	Karakteristisk lasteffekt
Planerad byggnad	Permanent, G_{kj}	100 kPa/m

Dimensionerande lasteffekt beräknas enligt ekvation 6.10 i SS-EN1990, se nedan.

$$\text{Geoteknisk last} = \gamma_d \cdot 1,1 \cdot v + \gamma_d \cdot 1,4 \cdot Q_{kj}$$

Där γ_d är en faktor beroende av val av säkerhetsklass (SK), är permanent last och Q_{kj} är variabel last. Vid säkerhetsklass 2 (SK 2) ansätts ett värde om 0,91 för faktor γ_d .

Dimensionerande värden för aktuella laster redovisas i Tabell 7.

Tabell 7. Dimensionerande lasteffekt.

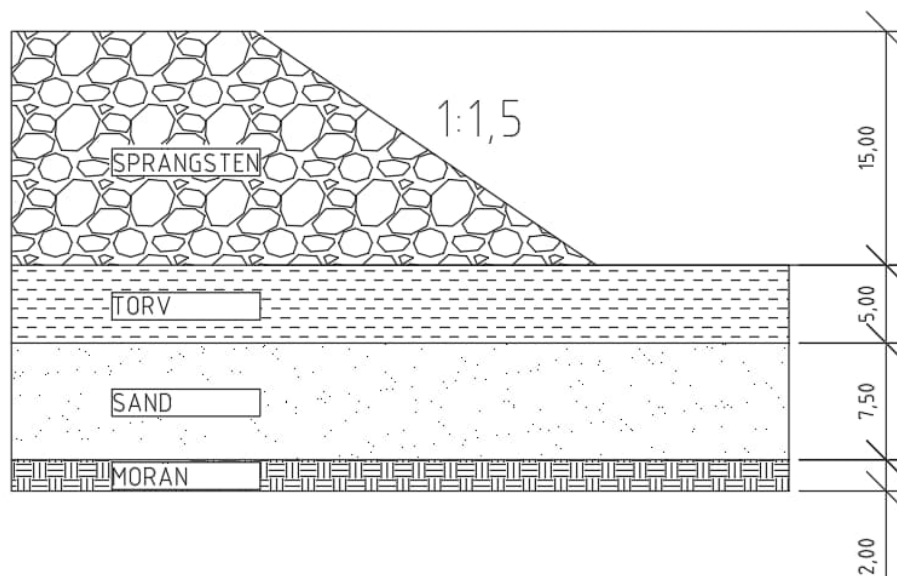
Last	Lasttyp	Dimensionerande lasteffekt
Planerad byggnad	Permanent, G_{kj}	100 kPa/m

6.8 Resultat

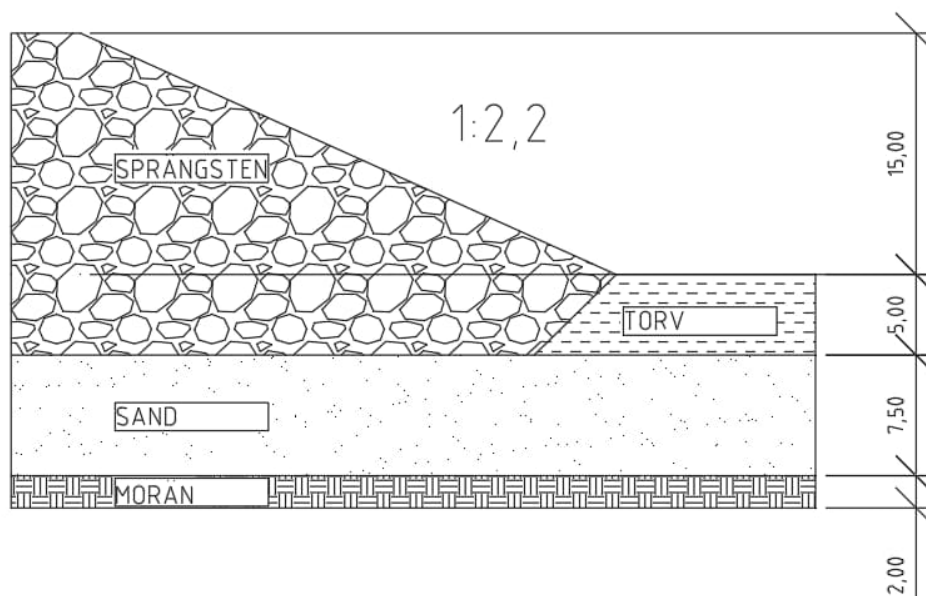
Tabell 8. Beräkande säkerhetsfaktorer från stabilitetsutredning.

Sektion	Förhållanden	Analys	S. faktor beräknad	S. faktor erforderlig	Fullgod säkerhet	Bilaga
Sektion A - A	Oförstärkt, planerade, slänt 1:1,5	Odränerad	0,11	$\geq 1,0$	Ej ok	
		Kombinerad	0,24	$\geq 1,0$	Ej ok	
	Utskiftning, planerade, slänt 1:2,2	Odränerad	1,01	$\geq 1,0$	Ok	
		Kombinerad	1,01	$\geq 1,0$	Ok	
Sektion B - B	Oförstärkt planerade, slänt 1:1,5	Odränerad	0,67	$\geq 1,0$	Ej ok	
		Kombinerad	0,67	$\geq 1,0$	Ej ok	
	Utskiftning, planerade, slänt 1:1,85	Odränerad	1,08	$\geq 1,0$	Ok	
		Kombinerad	1,06	$\geq 1,0$	Ok	
Sektion C - C	Oförstärkt planerade, slänt 1:1,5	Odränerad	1,04	$\geq 1,00$	Ok	
		Kombinerad	1,04	$\geq 1,00$	Ok	

Enligt stabilitetsberäkningarna uppnås inte fullgod säkerhet i sektion A-A eller B-B under planerade förhållanden, utan stabilitetshöjande åtgärd och med en släntlutning på 1:1,5 på fyllningen. Med stabilitetshöjande åtgärd i form av utskiftning av organiskt material från släntfot och bakåt samt fyllnad med sprängsten med slänt in mot planområdet på 1:1 så uppnås fullgod säkerhet i båda sektionerna, se Figur 6.2 och Figur 6.3 för principiell redogörelse av åtgärden. I beräkningssektion C-C uppnås fullgod säkerhet vid uppfyllnad med släntlutning 1:1,5 utan åtgärd. Samtliga beräkningssektioner redovisas i bilaga 1.



Figur 6.2. Principskiss föreställande planerad uppfyllnad utan stabilitetshöjande åtgärd och släntlutning 1:1,5.



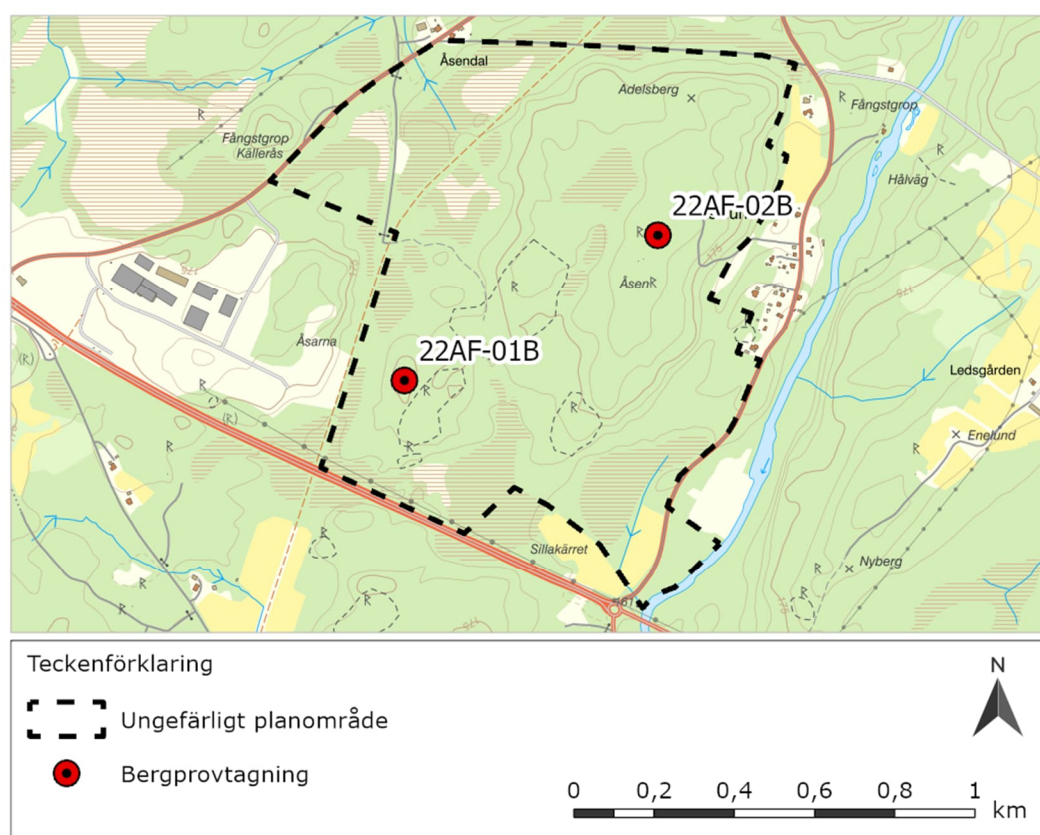
Figur 6.3. Principskiss föreställande planerad uppfyllnad med stabilitetshöjande åtgärd i form av utskiftning av organisk jord samt utfyllnad med sprängsten och en ökning av släntlutning till 1:2,2.

6.9 Bergtekniska förhållanden

Berget inom undersökningsområdet består av en grå-röd granitisk gnejs. Det förekommer få blottade hållar inom undersökningsområdet och berget täcks även i höjdområdena av ett tunnare lager morän. Utförd bergprovtagning har undersökt berg från sprängd slänt längs banvall samt naturlig håll, se Figur 6.4.

Analys av bergmaterial visar på stor skillnad i kvalitet mellan proverna tagna vid lokal 22AF-01B relativt 22AF-02B. Bergmaterial vid lokal 22AF-01B klassificeras som Bergtyp 3 medan bergmaterial vid lokal 22AF-02B uppvisar betydligt bättre kvalitet och klassificeras som Bergtyp 1. Erhållet resultat för bergmaterial taget vid lokal 22AF-01B är inte inom normala värden för en granitisk gnejs. Det avvikande resultatet är troligen på grund av ett påskyndat vittringsförlopp till följd av sprängskador som uppstått vid tidigare schaktning i berg. Resultatet bör därför inte betraktas som representativt för berget. Utan ytterligare provtagning bedöms bergmaterial vid lokal 22AF-02B ge god indikation på vilken bergkvalité man kan förvänta sig vid loss hållning av bergmaterial inom området.

Längs befintlig cykelbana genom området förekommer bergslanter vars storstabilitet bedöms som god men det föreligger risk för mindre blockutfall utan åtgärder.

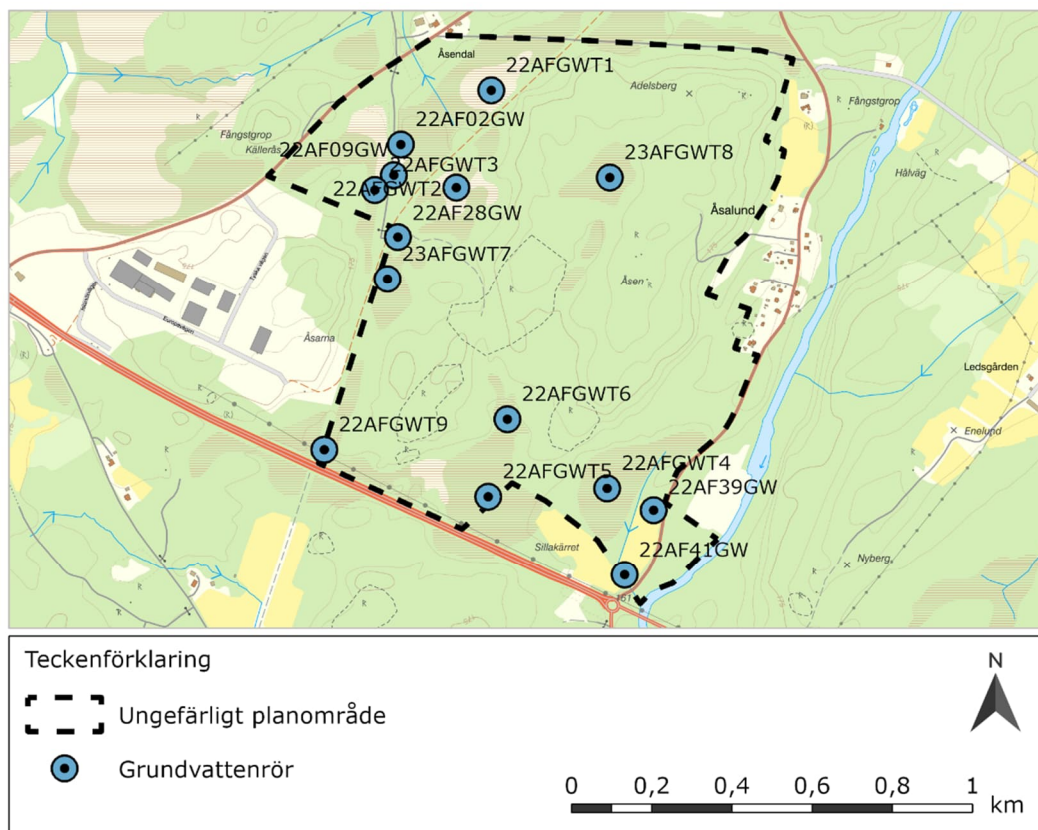


Figur 6.4. Översiktskarta visande lokal för bergprovtagning. Vid lokal 22AF-01B har prover tagits från utsprängd bergslant och vid lokal 22AF-02B har prover tagits från naturlig håll.

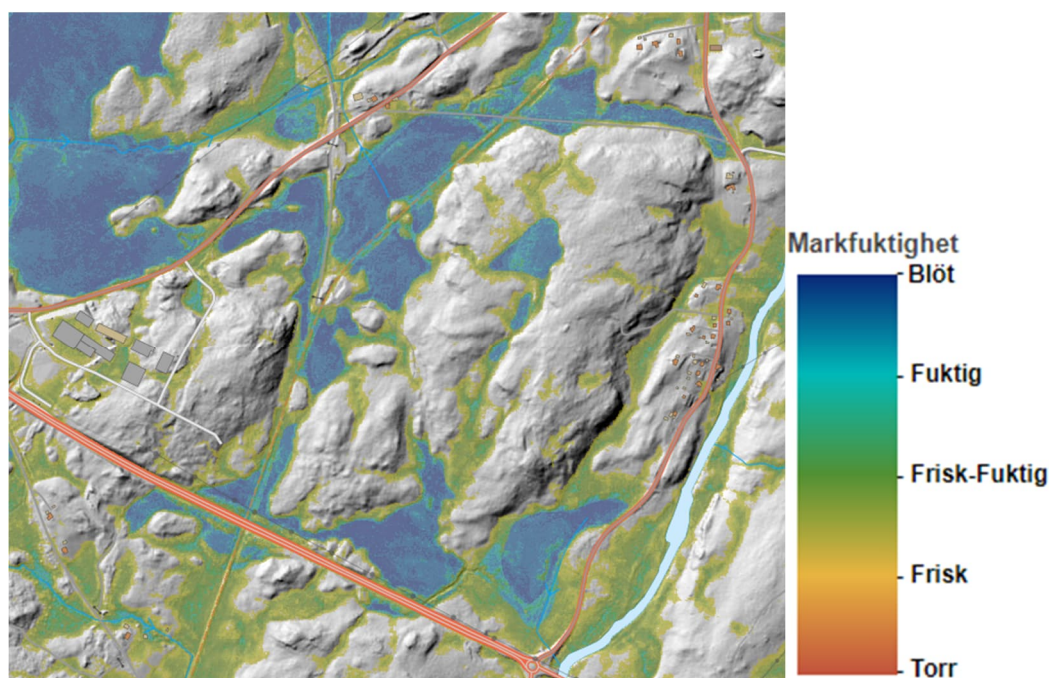
6.10 Hydrogeologiska förhållanden

Huvudsaklig grundvattenströmning sker i konduktiva jordlager, i sprickrikt ytligt berg, samt i vattenförande kross- eller sprickzoner i berggrunden. Inom aktuellt område bedöms grundvatten förekomma i ett övre grundvattenmagasin i jord och som grundvatten i berg. Grundvattennivån varierar beroende på årstid och nederbörd, den normala årstidsvariationen medför att grundvattennivån vanligen är som högst under våren efter snösmältningen och som lägst under sen sommar och tidig höst. Grundvattenmätningar visar att grundvattennivån står ca 0 – 2 meter under marknivån inom undersökningsområdet, med grundare nivåer i torvområden, se Figur 6.5.

Grundvattnets strömningsriktning begränsas av bergsryggen som sträcker sig i nord-sydlig utbredning inom området, huvudsaklig grundvattenströmning sker således åt norr eller åt söder. Se Figur 6.6 för utdrag ur Skogsstyrelsens karttjänst "skogens pärlor" visande markfuktighet, områden med hög markfuktighet sammanfaller med bedömda områden med grundvattennivåer nära markytan.



Figur 6.5. Översiktskarta visande grundvattenrörens placering.



Figur 6.6. Utdrag ur Skogsstyrelsens karttjänst "skogens pärlor" visande markfuktighet.

6.10.1 Hydrauliska egenskaper

Hydraulisk konduktivitet i morän har undersökts med slugtest i grundvattenrör, resultatet visar på en genomsläpplighet av ca 6×10^{-6} m/s, detta är inom intervallet för vad jordarten kan uppvisa och bedöms vara representativt för jordarten.

Hydraulisk konduktivitet i isälvsmaterial har undersökts med slugtest i grundvattenrör, resultatet visar på en genomsläpplighet av ca 1×10^{-7} till 5×10^{-7} m/s. Detta är inom intervallet för vad jordarten kan uppvisa men det är sannolikt att materialets genomsläpplighet varierar spatialt och kan vara betydligt högre.

Tryckförändringen vid slugtest är i allmänhet relativt liten och därmed är influensområdet kring grundvattenrören mycket begränsat. Filterdelen av grundvattenrören är installerade i en begränsad del av grundvattenmagasinet och därför ska de utvärderade hydrauliska konduktiviteterna ses som stickprov på de hydrauliska egenskaperna för det absoluta närområdet kring grundvattenrören i den del av grundvattenmagasinet i vilken filterdelen är installerad.

6.11 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 sugs 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 gammaspektrometer 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).

6.11.1 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 plats-specifik mätning för aktuell plats.

Vid klassning av radonmark (låg-, normal- och högradonmark) ska hänsyn tas till markförhållandena när byggnaden är färdigställd, vilket innebär hänsyn till bl.a. schaktning, sprängning, uppfyllnader och ledningsgravar. Berg och jord som påverkas av byggnationen behöver vara åtkomligt för provtagning/mätning. Till radonmarkklassning kommer dessutom krav på åtgärder vid nybyggnation.

AFRY:s undersökningar i området är gjorda enligt definitionen för radonriskområde (Tabell 9) och inför uppförandet av nya byggnader bör en radonmarkklassificering utföras för att utvärdera den samverkande effekten av fyllningsmassor och undergrunden.

Tabell 9. 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)
<i>Berggrund</i>	<ca 0,10	<35	-
<i>Morän, grus, sand</i>	-	-	<10 000
<i>Lera, silt</i>	-	-	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)
<i>Berggrund</i>	> 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 radiumhalt från berggrunden är 35 – ca 100 Bq/Kg eller radonhalt i jordluften är 10 000 – 50 000 Bq/m³.

6.11.1.1 Gammastrålning från berggrund

Berggrundens strålningsnivåer visar på värden motsvarande lågriskområde. Den lokala berggrunden ska betecknas som lågriskområde avseende radonförhållanden.

Enligt strålskyddsmyndigheten gäller att högsta tillåtna gammastrålning från byggnadsmaterial är 1,0 mSv/år enligt strålskyddsförordningen 2018:506. Detta motsvarar ett byggnadsmaterial med ett aktivitetsindex på 1. Aktivitetsindex beräknas enligt Ekvation 1.

$$\frac{cK}{3000} + \frac{cRa}{300} + \frac{cTh}{200} = \text{Aktivitetsindex} \quad \text{Ekvation 1.}$$

Där cK, cRa och cTh representerar aktivitetskoncentrationerna av Kalium-40, Radium-226 och Torium-232.

Uppmätt aktivitetsindex varierar mellan 0,48 – 0,84 och eventuellt lossgjort material från den lokala berggrunden är därmed lämpligt som byggnadsmaterial avseende radonrisk.

7 Slutsats och rekommendation

7.1 Geoteknik

7.1.1 Stabilitet

För permanenta slänter i den naturliga friktionsjorden bedöms 1:1,5 vara en lämplig släntlutning givet grundvattenytan är belägen under schaktbotten och slänterna erosionsskyddas.

För uppfyllnad till planerad nivå +174 på den naturliga friktionsjorden uppnås fullgod säkerhet mot stabilitetsbrott med en släntlutning 1:1,5 på uppfyllanden.

Ur den detaljerade stabilitetsutredningen framgår att sektioner där torv förekommer i den planerade uppfyllnadens randzon inte uppnår fullgod stabilitet utan stabilitetshöjande åtgärd. I utredningen har ett maximalt torvdjup om 4 m under slänthot beräknats i sektion A-A och för denna jordlagerföljd nås tillräcklig säkerhet genom att den organiska jorden skiftas ut och ersätts med sprängsten lagd 1:1 in mot planområdet, samt en ökning av släntlutningen på uppfyllanden till 1:2,2. För principskiss av åtgärden se Figur 6.3. Vid större mäktigheter av organisk jord förväntas samma metod gå att nyttja, eventuellt kan dock vattenfylld schakt krävas för att säkerheten ska vara fullgod. Vid detaljprojektering måste torvdjupet i randzonen för den planerade byggbara ytan noggrant kartläggas och erforderlig åtgärd beräknas och förslagsvis optimeras för hela ytans gräns. Andra stabilitetshöjande åtgärder kan vara möjliga men i detta skede har endast utskiftning och ökad släntlutning beaktats då det bedömts som det lämpligaste.

7.1.2 Grundläggning

Vid grundläggning skiftas allt organiskt material ur och ersätts med friktionsmaterial. Utskiftning kan generellt antas vara genomförbart där torvmäktigheten är mindre än 3

m. I torvpartier kan det vara möjligt att i stället masstabilisera den organiska jorden, om torvens mäktighet inte överskrider 5 meter. Förbelastning kan även vara möjligt vid större torvmäktigheter, där vertikaldränering kan användas för att påskynda förloppet.

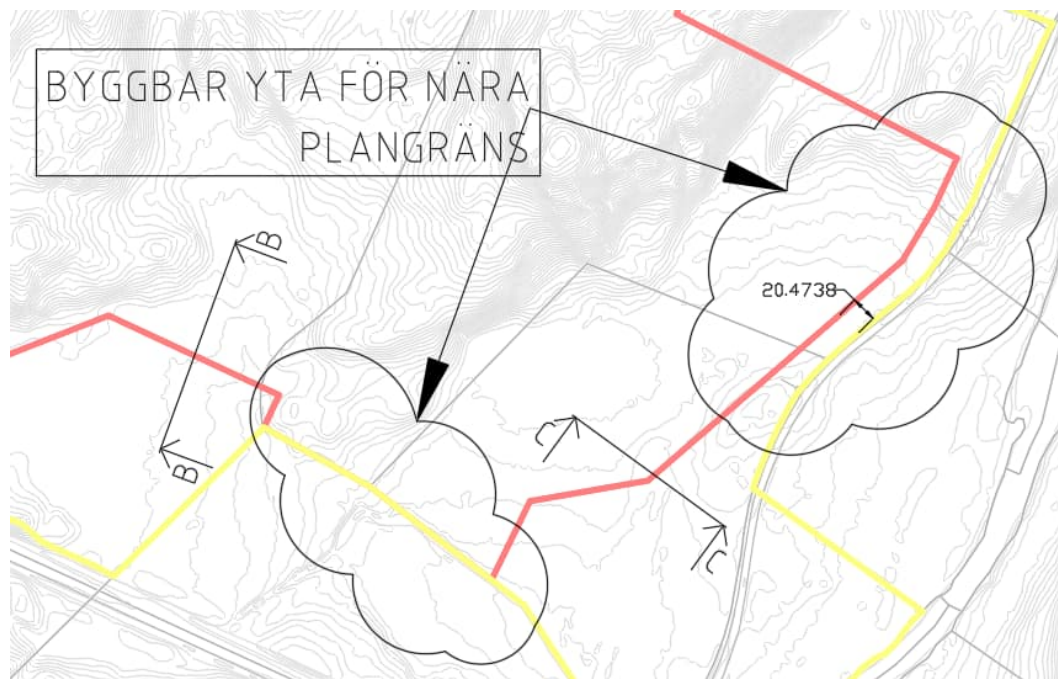
Grundläggning på den naturliga friktionsjorden bedöms kunna utföras med plattgrundläggning på packad fyllning.

Givet den stora divergensen i sandens och torvens deformationsegenskaper samt den planerade exploaterings utbredning förväntas svårigheter i att hantera differenssättningar. Detta gäller även övergångar mellan grundförstärkt och oförstärkt mark.

7.1.3 Fortsatt arbete

Vidare krävs att sättningsproblematiken inom området relaterat till den planerade exploateringen utreds i detalj. För att detta ska vara möjligt behöver tydligt underlag tas fram gällande tolerans av rörelser för de ingående delarna såväl som pålastningens storlek och bestämt läge.

Innan detta underlag kan tas fram måste dock den byggbara ytan noggrant revideras i samråd med geotekniker så att den planerade byggbara ytans utbredning fungerar med erforderliga slänter i relation till planområdets gräns. Den utredning som hittills projekteras är på vissa sträckor inte möjligt ur ett geotekniskt perspektiv. Detta till exempel då den tänkta byggbara ytan ligger i linje med planområdet på en sträckning där en uppfyllnad på ca 15 meter är tänkt. Med en släntlutning på 1:1,5 krävs alltså ett horisontellt avstånd mellan planområdets gräns och den byggbara ytans släntkrön på 22,5 m i det fallet. En sådan brant släntlutning är som tidigare redogjort överhuvudtaget endast möjlig där ingen organisk jord påträffas vid slänkfot. Se Figur 7.1.



Figur 7.1. Identifierade sträckor där den byggbara ytan behöver justeras m.a.p möjlig släntlutning och planområdets gräns.

7.2 Bergteknik

De bergtekniska förhållandena medför inga restriktioner för byggnation. Slutliga slänter ska var yt- och storstabila. Bergmassans egenskaper tyder på god hållfasthet, men det föreligger alltid risk för ras vid större bergslänter och framtida bergschakt kommer sannolikt vara i behov av bergförstärkande åtgärder för att förhindra utfall.

Vid analys av bergmaterial framgår att berget lämpar sig väl till byggnation av väg eller som ballastmaterial. Bergmaterialet innehåller mycket låg till låg halt svavel (ca 100 mg/kg).

7.3 Hydrogeologi

Det förekommer flera grundvattenberoende riskobjekt inom och i nära anslutning till undersökningsområdet som kan komma att påverkas negativt vid en framtida exploatering. Huvudsakligen föreligger risk för påverkan på grundvattenberoende naturvärden samt utpekade grundvattenmagasin.

Inga dimensioner på planerade byggnader har erhållits inför projektering och således har ej beräkningar för analytisk bedömning av omgivningspåverkan avseende grundvatten utförts. När byggnaders placering, grundläggning och dimensioner fastställts bör beräkningar avseende omgivningspåverkan utföras. Men vid exploatering av en yta på minst 80 ha kommer grundvattensänkning och avvattning bli en nödvändighet. Schaktarbeten, förändrade förhållanden avseende grundvattenbildning eller grundvattenbortledning som medför en grundvattensänkning inom eller utanför detaljplaneområdet innebär att verksamhetsutövaren behöver ansöka om tillstånd för vattenverksamhet.

Utan ytterligare undersökning rekommenderas att exploatering och schakt i isälvs materialet i områdets sydöstra del undviks. Utvärderad hydraulisk konduktivitet från slugtester visar på en förhållandevis låg permeabilitet men sannolikt varierar isälvs materialets hydrauliska konduktivitet spatialt och det finns risk för att materialet kan uppvisa en betydligt högre genomsläpplighet av vatten. Vilket kan medföra ett omfattande påverkansområde även vid en mindre avsänkning i grundvattennivå. Även risk för utsläpp och förorening av utpekade grundvattenmagasin behöver beaktas och förebyggas.

Det föreligger i verksamhetsutövarens intresse att inför byggskedet upprätta ett kontrollprogram för att övervaka grundvattennivåer. Detta för att kontrollera och bevaka en eventuell grundvattensänkning så att man i god tid innan skada uppstår kan införa åtgärder för att förhindra att grundvattenberoende riskobjekt påverkas negativt. I samband med ett kontrollprogram bör nya grundvattenrör installeras i riktning mot grundvattenberoende objekt.

7.3.1 Vattenverksamhet

Vattenverksamhet omfattas av en generell tillståndsplikt enligt 11 kapitlet 9 § Miljöbalken och prövning sker i Mark- och miljödomstolen. Med begreppet vattenverksamhet avses bland annat åtgärder som antingen syftar till att förändra vattnets djup eller läge, avvattnar mark, leder bort grundvatten eller ökar grundvattenmängden genom tillförsel av vatten. Undantag från tillståndsplikt kan gälla om det är uppenbart att inga allmänna eller enskilda intressen kan komma att skadas av grundvattensänkningen. Endast verksamhetsutövaren kan avgöra om undantaget enligt 11 kap 12 § Miljöbalken ska åberopas.

7.4 Markgasförhållanden

Marken inom det undersökta området bedöms som lågriskområde med avseende på radon. För byggnader inom lågriskområde krävs inga åtgärder ur radonsynpunkt. I samband med byggnation skall dock säkerställas att fyllnadsmassor i ledningsgravar under och i anslutning till planerade hus samt övriga ditforslade massor ej utgörs av material med förhöjda radonhalter, eftersom det då kan finnas risk för att radongas transporteras in i byggnader via exempelvis ledningar.

Inför byggnation rekommenderas att en klassificering av radonmark utförs med en gammastrålningsmätning över terrassnivå. Vid klassificering av radonmark beaktas radontillförsel från berggrund och fyllning till byggnad. Denna klassificering ska gälla för rådande markförhållanden där byggnaden skall uppföras, varför hänsyn måste tas till bland annat; schaktning, sprängning, fyllning och ledningsgravar. Klassificeringen av radonmark är kopplad till rekommendationer för åtgärdskrav.

7.5 Omgivningspåverkan

Vid sprängning, schaktnings- 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.

Det förekommer flera grundvattenberoende riskobjekt inom och i nära anslutning till undersökningsområdet som kan komma att påverkas negativt vid en framtida exploatering.

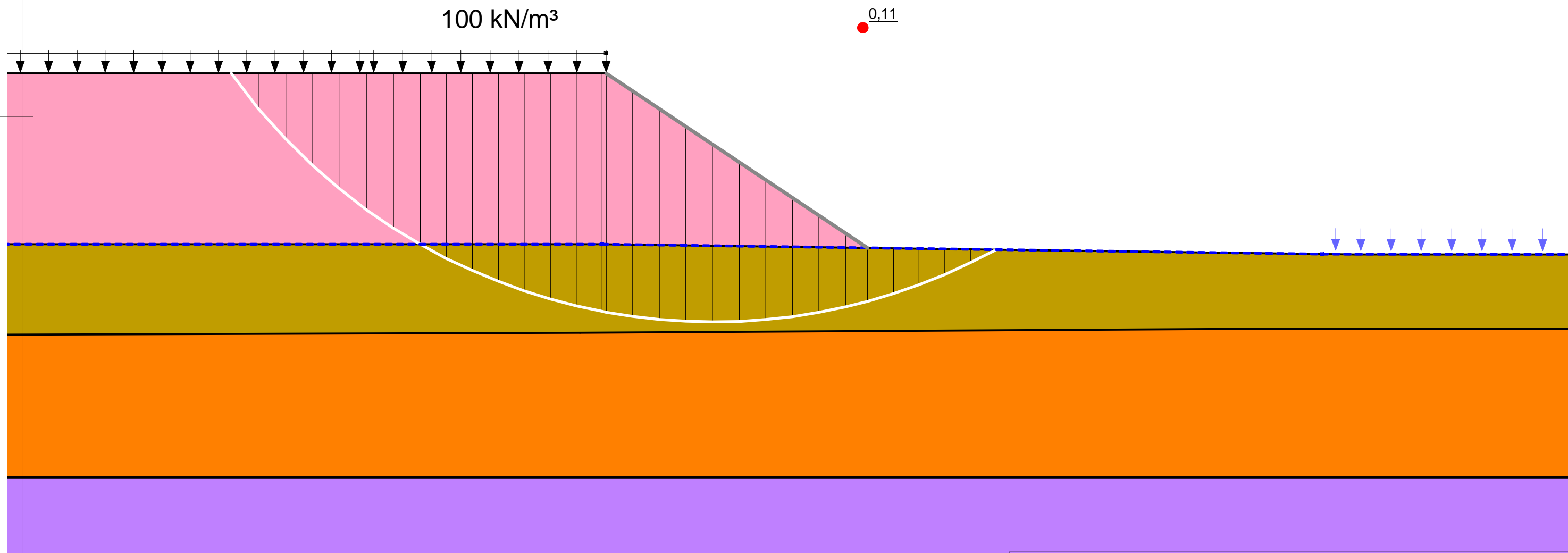
Bilaga 1 – Stabilitetsberäkningar

- 1: A-A Oförstärkt, planerade förhållanden, odränerad analys
- 2: A-A Oförstärkt, planerade förhållanden, kombinerad analys
- 3: A-A Utskiftning och ökad släntlutning, planerade förhållanden, odränerad analys
- 4: A-A Utskiftning och ökad släntlutning, planerade förhållanden, kombinerad analys
- 5: B-B Oförstärkt, planerade förhållanden, odränerad analys
- 6: B-B Oförstärkt, planerade förhållanden, kombinerad analys
- 7: B-B Utskiftning och ökad släntlutning, planerade förhållanden, odränerad analys
- 8: B-B Utskiftning och ökad släntlutning, planerade förhållanden, kombinerad analys
- 9: C-C Oförstärkt, planerade förhållanden, odränerad analys
- 10: C-C Oförstärkt, planerade förhållanden, kombinerad analys

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
■	Morän	Mohr-Coulomb	22					0,1	28,5	0	20	1
■	Sand	Mohr-Coulomb	20					0,1	25,7	0	18	1
■	Sprängsten 38	Mohr-Coulomb	21					0,1	29,2	0	18	1
■	Torv OD	S=f(datum)	12	2,6	0	0	0					1



3 Sektion A - A Planerat - Fyll 174 m
 Beställare
 Totalsäkerhetsanalys/Partialsäkerhetsanalys
 Morgenstern-Price
 2023-06-30



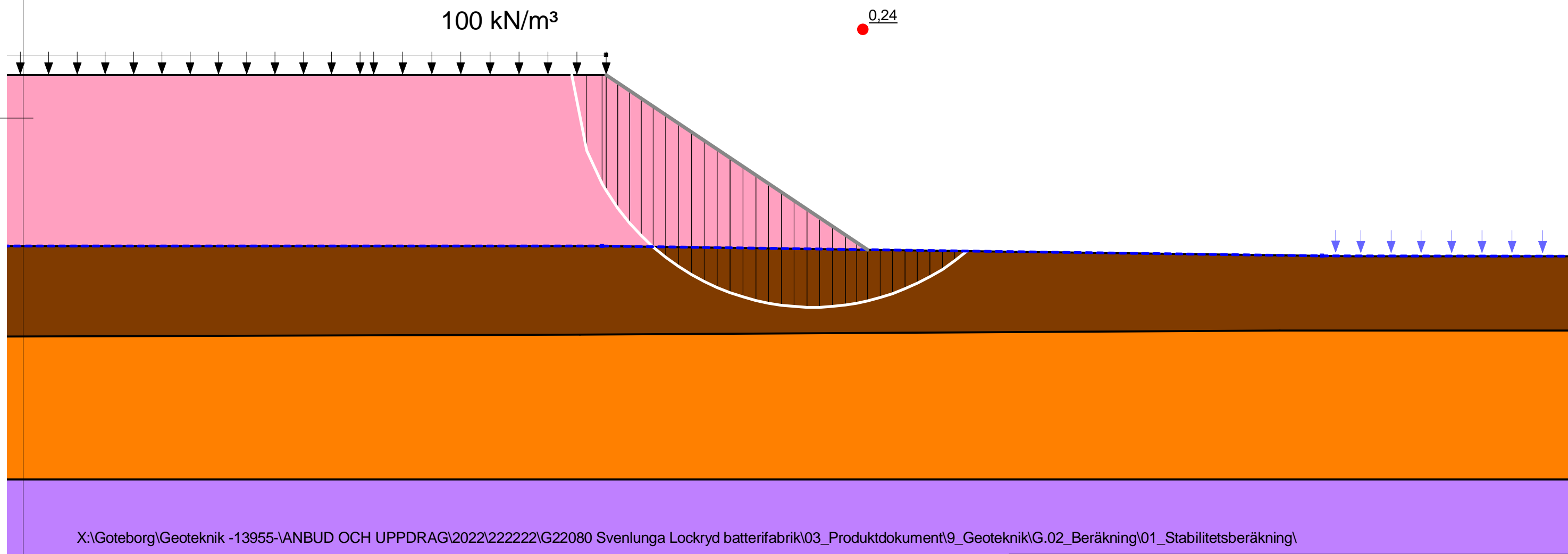
3_1 Odränerad analys
Svenljunga.gsz
2023-06-30
A3 1:200



Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)	Piezometric Line
■	Morän	Mohr-Coulomb	22	0,1	28,5						0	20	1
■	Sand	Mohr-Coulomb	20	0,1	25,7						0	18	1
■	Sprängsten 38	Mohr-Coulomb	21	0,1	29,2						0	18	1
■	Torv KOMB	Combined, S=f(depth)	12		20,6	0,38	0	2,6	0	0,1			1



3 Sektion A - A Planerat - Fyll 174 m
 Beställare
 Totalsäkerhetsanalys/Partialsäkerhetsanalys
 Morgenstern-Price
 2023-06-30



X:\Goteborg\Geoteknik -13955-VANBUD OCH UPPDRAG\2022\222222\G22080 Svenljunga Lockryd batterifabrik\03_Produktokument\9_Geoteknik\G.02_Beräkning\01_Stabilitetsberäkning\

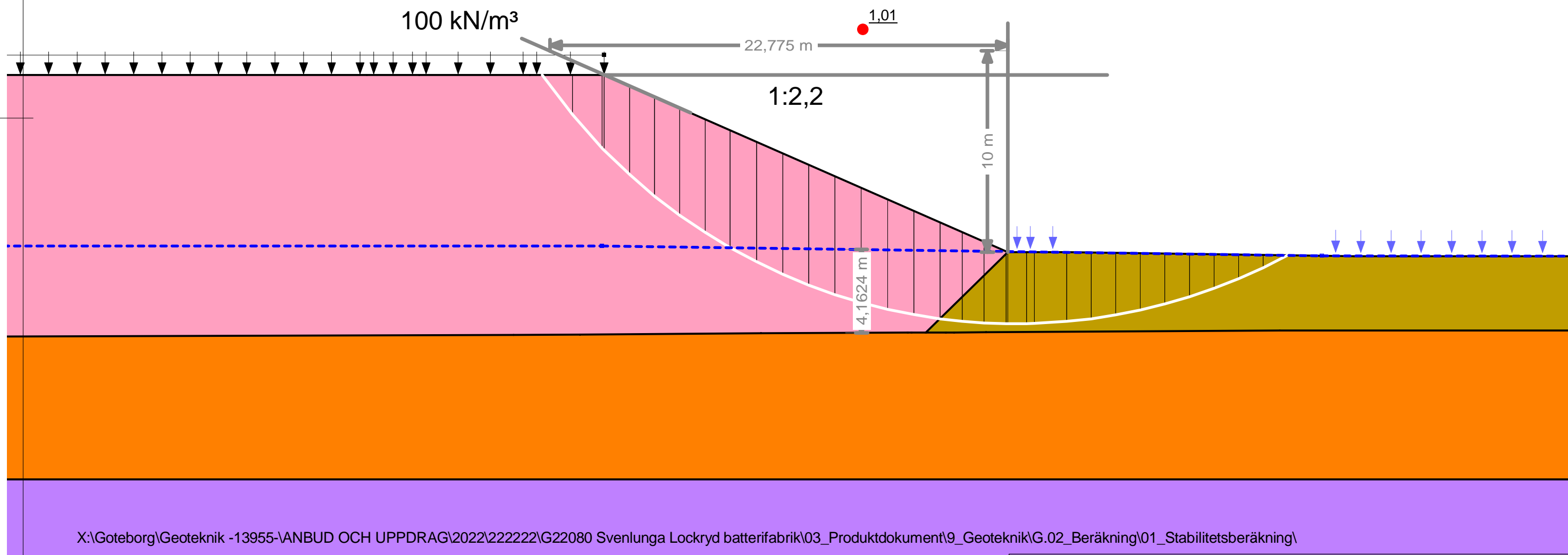
3_1 Komb analys
Svenljunga_batterifabrik.gsz
2023-06-30
A3 1:200



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
■	Morän	Mohr-Coulomb	22					0,1	28,5	0	20	1
■	Sand	Mohr-Coulomb	20					0,1	25,7	0	18	1
■	Sprängsten 38	Mohr-Coulomb	21					0,1	29,2	0	18	1
■	Torv OD	S=f(datum)	12	2,6	0	0	0					1



4 Sektion A - A Planerat med utskiftn. och flackare Fyll 1
 Beställare
 Totalsäkerhetsanalys/Partialsäkerhetsanalys
 Morgenstern-Price
 2023-06-30



X:\Goteborg\Geoteknik -13955-\ANBUD OCH UPPDRAG\2022\222222\G22080 Svenljunga Lockryd batterifabrik\03_Produktokument\9_Geoteknik\G.02_Beräkning\01_Stabilitetsberäkning\

4_1 Odränerad analys

Svenljunga_batterifabrik.gsz

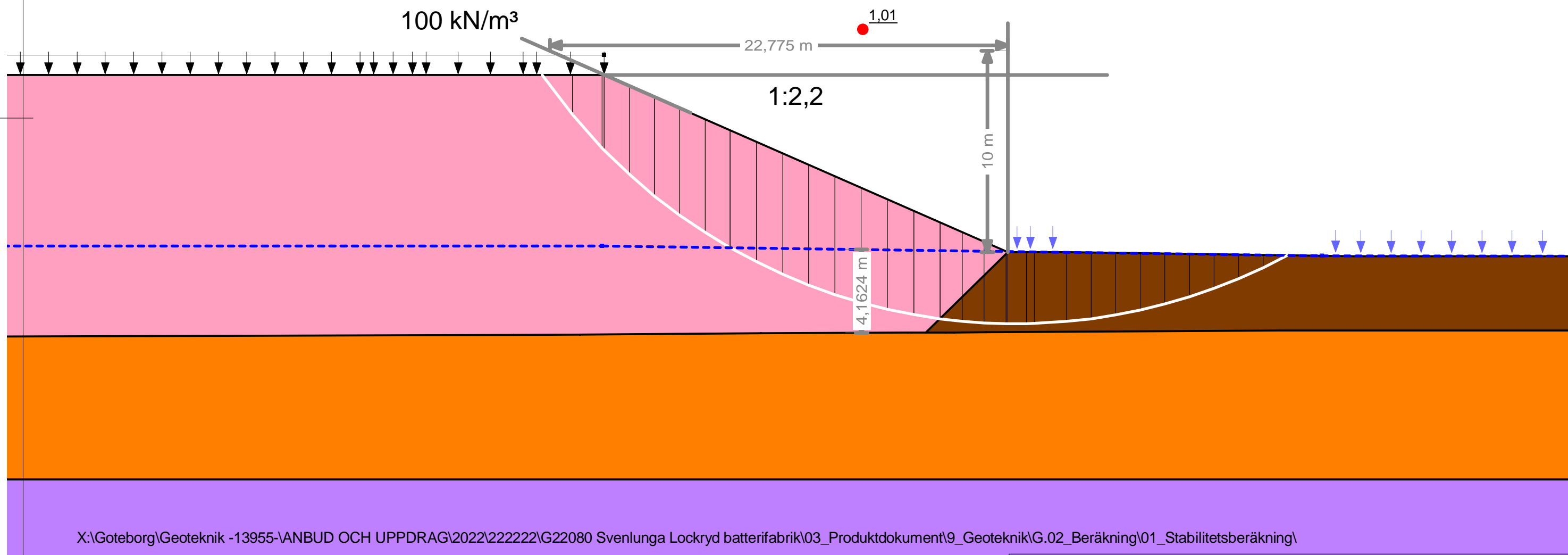
2023-06-30

A3 1:200

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)	Piezometric Line
■	Morän	Mohr-Coulomb	22	0,1	28,5						0	20	1
■	Sand	Mohr-Coulomb	20	0,1	25,7						0	18	1
■	Sprängsten 38	Mohr-Coulomb	21	0,1	29,2						0	18	1
■	Torv KOMB	Combined, S=f(depth)	12		20,6	0,38	0	2,6	0	0,1			1



4 Sektion A - A Planerat med utskiftn. och flackare Fyll 1
 Beställare
 Totalsäkerhetsanalys/Partialsäkerhetsanalys
 Morgenstern-Price
 2023-06-30

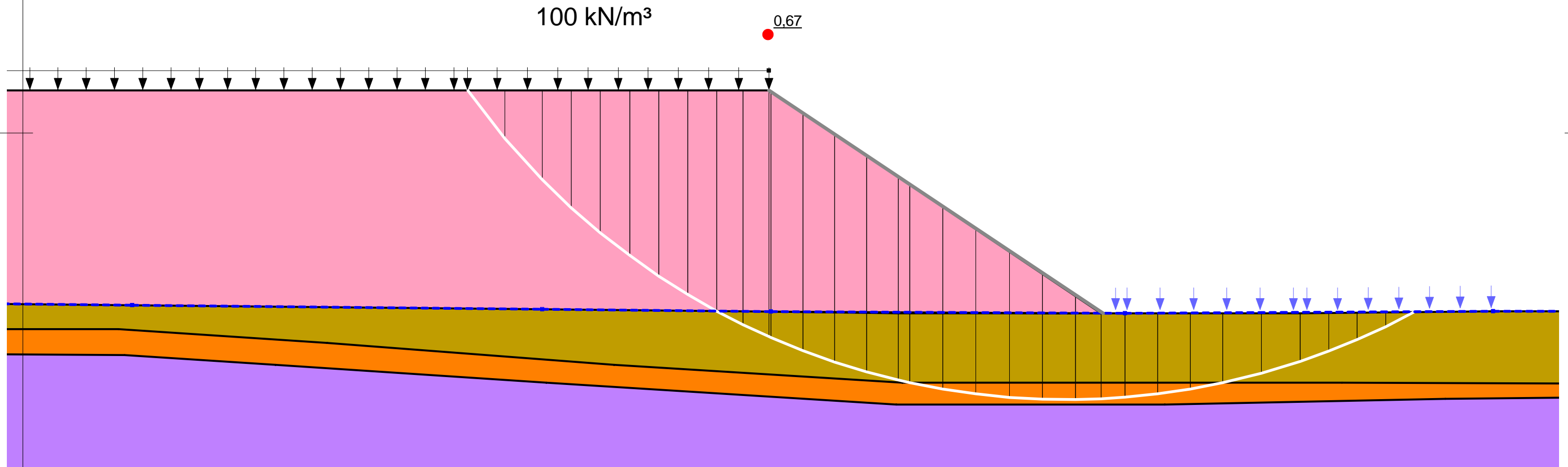


4_1 Komb analys
Svenljunga_batterifabrik.gsz
2023-06-30
A3 1:200

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
■	Morän	Mohr-Coulomb	22					0,1	28,5	0	20	1
■	Sand	Mohr-Coulomb	20					0,1	25,7	0	18	1
■	Sprängsten 38	Mohr-Coulomb	21					0,1	29,2	0	18	1
■	Torv OD	S=f(datum)	12	2,6	0	0	0					1



2 Sektion B - B Planerat - Fyll 174 m
 Beställare
 Totalsäkerhetsanalys/Partialsäkerhetsanalys
 Morgenstern-Price
 2023-06-30



X:\Goteborg\Geoteknik -13955-VANBUD OCH UPPDRAG\2022\222222\G22080 Svenljunga Lockryd batterifabrik\03_Produktokument\9_Geoteknik\G.02_Beräkning\01_Stabilitetsberäkning\

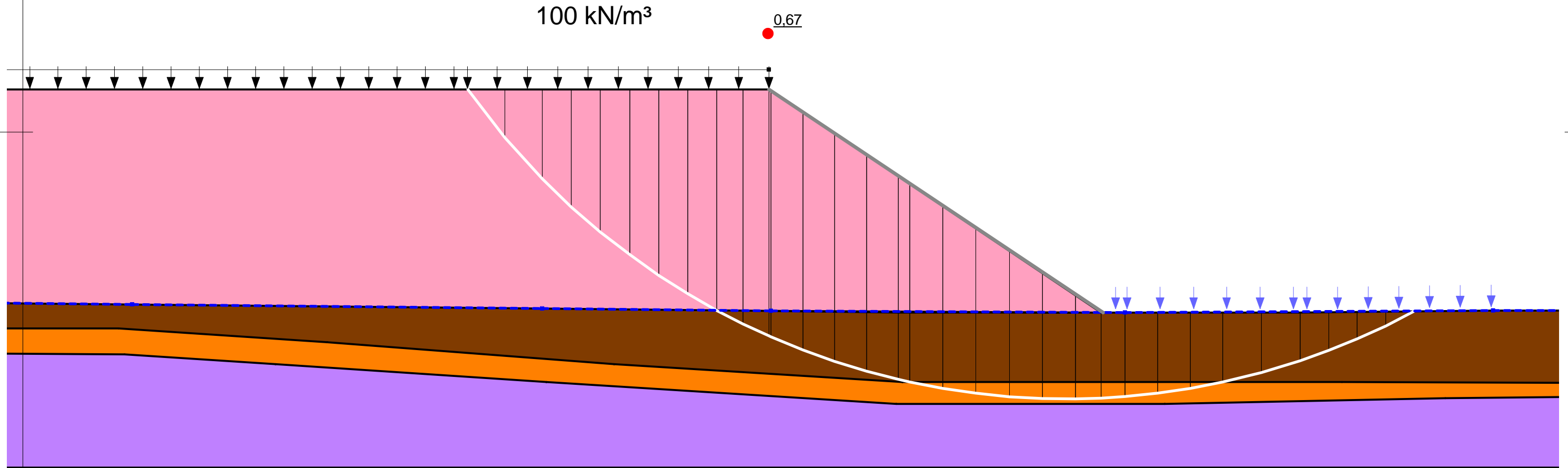
2_1 Odränerad analys
Svenljunga_batterifabrik.gsz
2023-06-30
A3 1:200



Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)	Piezometric Line
■	Morän	Mohr-Coulomb	22	0,1	28,5						0	20	1
■	Sand	Mohr-Coulomb	20	0,1	25,7						0	18	1
■	Sprängsten 38	Mohr-Coulomb	21	0,1	29,2						0	18	1
■	Torv KOMB	Combined, S=f(depth)	12		20,6	0,38	0	2,6	0	0,1			1



2 Sektion B - B Planerat - Fyll 174 m
 Beställare
 Totalsäkerhetsanalys/Partialsäkerhetsanalys
 Morgenstern-Price
 2023-06-30



X:\Goteborg\Geoteknik -13955-VANBUD OCH UPPDRAG\2022\222222\G22080 Svenljunga Lockryd batterifabrik\03_Produktokument\9_Geoteknik\G.02_Beräkning\01_Stabilitetsberäkning\

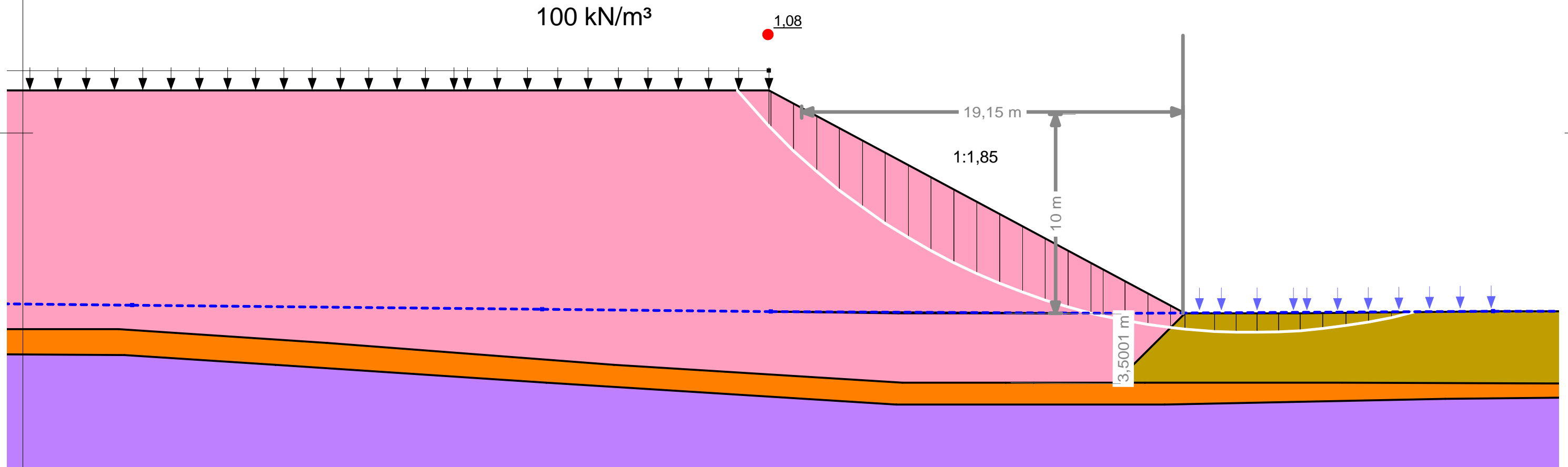
2_1 Komb analys
Svenljunga_batterifabrik.gsz
2023-06-30
A3 1:200



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
■	Morän	Mohr-Coulomb	22					0,1	28,5	0	20	1
■	Sand	Mohr-Coulomb	20					0,1	25,7	0	18	1
■	Sprängsten 38	Mohr-Coulomb	21					0,1	29,2	0	18	1
■	Torv OD	S=f(datum)	12	2,6	0	0	0					1



6 Sektion B - B Planerat - Fyll 174 m med utskiftn.
 Beställare
 Totalsäkerhetsanalys/Partialsäkerhetsanalys
 Morgenstern-Price
 2023-06-30



X:\Goteborg\Geoteknik -13955-VANBUD OCH UPPDRAG\2022\222222\G22080 Svenljunga Lockryd batterifabrik\03_Produktokument\9_Geoteknik\G.02_Beräkning\01_Stabilitetsberäkning\

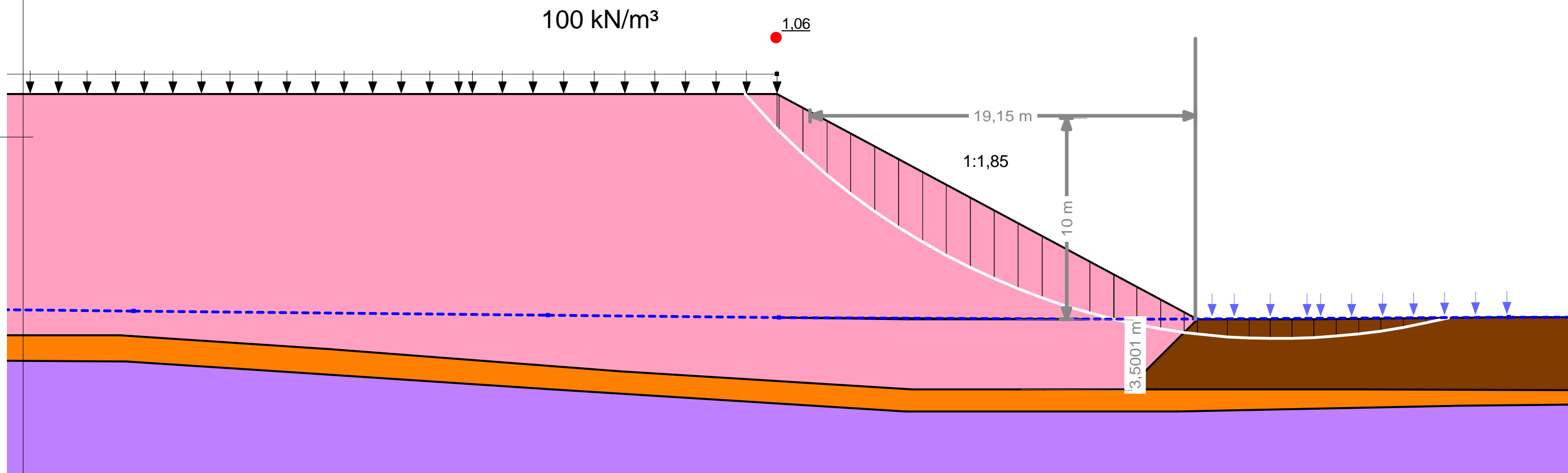
6_1 Odränerad analys
Svenljunga_batterifabrik.gsz
2023-06-30
A3 1:200



Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)	Piezometric Line
■	Morän	Mohr-Coulomb	22	0,1	28,5						0	20	1
■	Sand	Mohr-Coulomb	20	0,1	25,7						0	18	1
■	Sprängsten 38	Mohr-Coulomb	21	0,1	29,2						0	18	1
■	Torv KOMB	Combined, S=f(depth)	12		20,6	0,38	0	2,6	0	0,1			1



6 Sektion B - B Planerat - Fyll 174 m med utskiftn.
 Beställare
 Totalsäkerhetsanalys/Partialsäkerhetsanalys
 Morgenstern-Price
 2023-06-30



X:\Goteborg\Geoteknik -13955-VANBUD OCH UPPDRAG\2022\222222\G22080 Svenljunga Lockryd batterifabrik\03_Produktokument\9_Geoteknik\G.02_Beräkning\01_Stabilitetsberäkning\

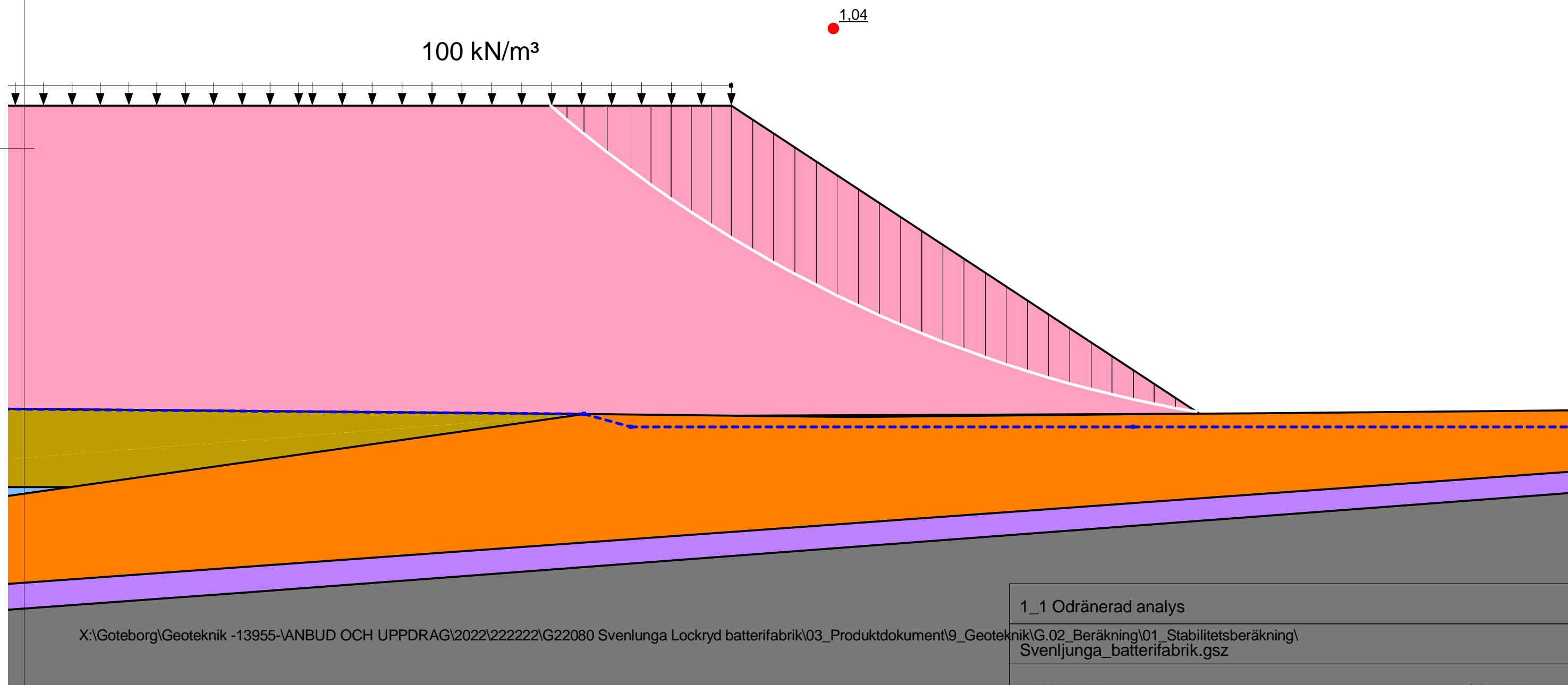
6_1 Komb analys
Svenljunga_batterifabrik.gsz
2023-06-30
A3 1:200



Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Piezometric Line
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)										1
■	Dyig sandig silt OD	S=f(datum)	16					2,4	2,1	0	155	1
■	Morän	Mohr-Coulomb	22	0,1	28,5	0	20					1
■	Sand	Mohr-Coulomb	20	0,1	25,7	0	18					1
■	Sprängsten 38	Mohr-Coulomb	21	0,1	29,2	0	18					1
■	Torv OD	S=f(datum)	12					2,6	0	0	0	1



1 Sektion C - C Planerat Fyll 174 m
 Beställare
 Totalsäkerhetsanalys/Partialsäkerhetsanalys
 Morgenstern-Price
 2023-06-30



Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Piezometric Line
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)														1
■	Dygig sandig silt KOMB	Combined, S=f(datum)	14		20,6				0,38	0,331		2,4	2,1	0,1	155	1
■	Morän	Mohr-Coulomb	22	0,1	28,5		0	20								1
■	Sand	Mohr-Coulomb	20	0,1	25,7		0	18								1
■	Sprängsten 38	Mohr-Coulomb	21	0,1	29,2		0	18								1
■	Torv KOMB	Combined, S=f(depth)	12		20,6	0,38				0	2,6		0	0,1		1



1 Sektion C - C Planerat Fyll 174 m
 Beställare
 Totalsäkerhetsanalys/Partialsäkerhetsanalys
 Morgenstern-Price
 2023-06-30

