

HÖRNEÅ 8:3 GEOTEKNISK UTREDNING

Uppdrag: 325057 Hörneå 8:3
Titel på rapport: Hörneå 8:3 Geoteknisk utredning
Status: Slutrapport
Datum: 2022-09-16

Medverkande

Beställare: Umeå Kommun
Kontaktperson: Susanne Ohlsson
Konsult: Tyréns Sverige AB
Uppdragsansvarig: Lars Hagström
Handläggare: Lars Hagström, Niklas Ekholm
Kvalitetsgranskare: Lena Mören

Revideringar

Revideringsdatum: 2022-12-06
Version: 1
Initialer: LH

Sammanfattning

På uppdrag av Umeå Kommun har Tyréns Sverige AB utfört en geoteknisk undersökning för fastigheten Hörneå 8:3 m.fl. i Hörnefors. Undersökningsområdet ligger i en slänt intill vattendraget Hörneån. Slänten utreds avseende risk för skred, ras och erosion med stabilitetsanalys. Den geotekniska undersökningen ska även klargöra förutsättningar för byggbarhet. Kontroll av släntstabilitet har utförts utifrån slänternas befintliga utseende och form. Beräkningar har utförts i 2 sektioner och har valts ut som de mest representativa för aktuellt undersökningsområde utgående från utbredning och utformning av terräng.

I den brantare delen av området längs ån står slänterna i sin naturliga rasvinkel. Detta innebär att slänterna är stabila utifrån rådande förhållanden men om förutsättningarna ändras finns inga säkerhetsmarginaler och ras och skred kan inträffa. För att området ska kunna planläggas ska säkerhetsfaktorn överstiga 1,0 för exploaterade ytor så som parkmark, gator och vägar samt all typ av bebyggelse

I utförd utredning har därför ett område markerats där säkerhetsfaktorn för nyexploatering inte nås. I detta område krävs stabilitetshöjande åtgärder om ytan inom detta område ska detaljplanläggas. Stabilitetshöjande åtgärder kan vara utflackning och/eller avlastning (avschaktning) av slänten.

Aktuella beräkningar är utförda för rådande förhållanden och resultatet gäller därmed under rådande förhållanden. Totalstabiliteten i slänten bibehålls förutsatt att ingen erosion sker i slänten. Erosion innebär en ökad risk för släntskred varför det är viktigt att slänterna förblir erosionsskyddade. Det är därför mycket viktigt att den växtlighet som finns i slänten bibehålls. Skulle tecken på erosion uppkomma ska åtgärder vidtas, så som erosionsskydd samt återställande av eroderade massor och växtlighet.

Innehållsförteckning

Inledning	6
1 Objekt	6
2 Ändamål	7
3 Underlag för PM	7
4 Styrande dokument	7
5 Planerad/föreslagen konstruktion och (tillhörande) geotekniska frågeställningar	8
5.1 Planerad konstruktion/anläggning	8
5.2 Geotekniska frågeställningar.....	9
6 Markförhållanden	9
6.1 Geotekniska förhållanden	9
6.2 Hydrogeologiska förhållanden.....	12
7 Stabilitet: Dimensionering och beräkning	12
7.1 Förutsättningar.....	12
7.2 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass	12
7.2.1 Geoteknisk kategori	12
7.2.2 Säkerhetsklass	12
7.3 Utvärdering av geokonstruktionens dimensionerande värden	13
7.3.1 Valda värden.....	14
7.3.2 Karakteristiska värden	14
7.3.3 Dimensionerande värden	16
7.3.4 Dimensionerande hydrogeologiska förutsättningar.....	17
7.4 Modellosäkerheter	17
7.5 Gjorda antaganden	17
7.5.1 Laster.....	17
7.5.2 Krav på geokonstruktionen	17
7.6 Beräkningar	18
8 Utvärdering	19
8.1 Inledning	19

8.2 Geotekniska förhållanden	19
8.3 Beräkningar	19
8.3.1 Stabilitet.....	19
8.3.2 Sättningar	21

9 Rekommendationer.....21

9.1 Inledning	21
9.2 Stabilitet och erosion.....	21
9.3 Grundläggning	22
9.4 Schaktarbeten.....	22
9.5 Fyllningsarbeten	22
9.6 Anläggning av hårdgjorda ytor	23
9.7 Va-ledningar	23
9.8 Grundvattensänkning.....	23

10 Kontroller under byggskedet23

10.1 Entreprenörens egenkontroll.....	23
---------------------------------------	----

Bilagor

Beteckning	Datum	Rev. datum
Bilaga 1 - Valda Värden	2022-08-19	
Bilaga 2 - Stabilitetsberäkningar	2022-09-16	

Ritningar

Beteckning	Typ, skala	Datum	Rev. datum
G110101	Plan, 1:300 (A1)	2022-09-16	2022-12-06
G110301	Sektion, H 1:100 L 1:100	2022-09-02	
G110302	Sektion, H 1:100 L 1:300	2022-09-02	

Tillhörande dokument/hänvisningar

Beteckning	Datum	Rev. datum
MUR (Markteknisk Undersökningsrapport)/Geoteknik Hörneå 8:3 Geoteknisk utredning	2022-09-02	

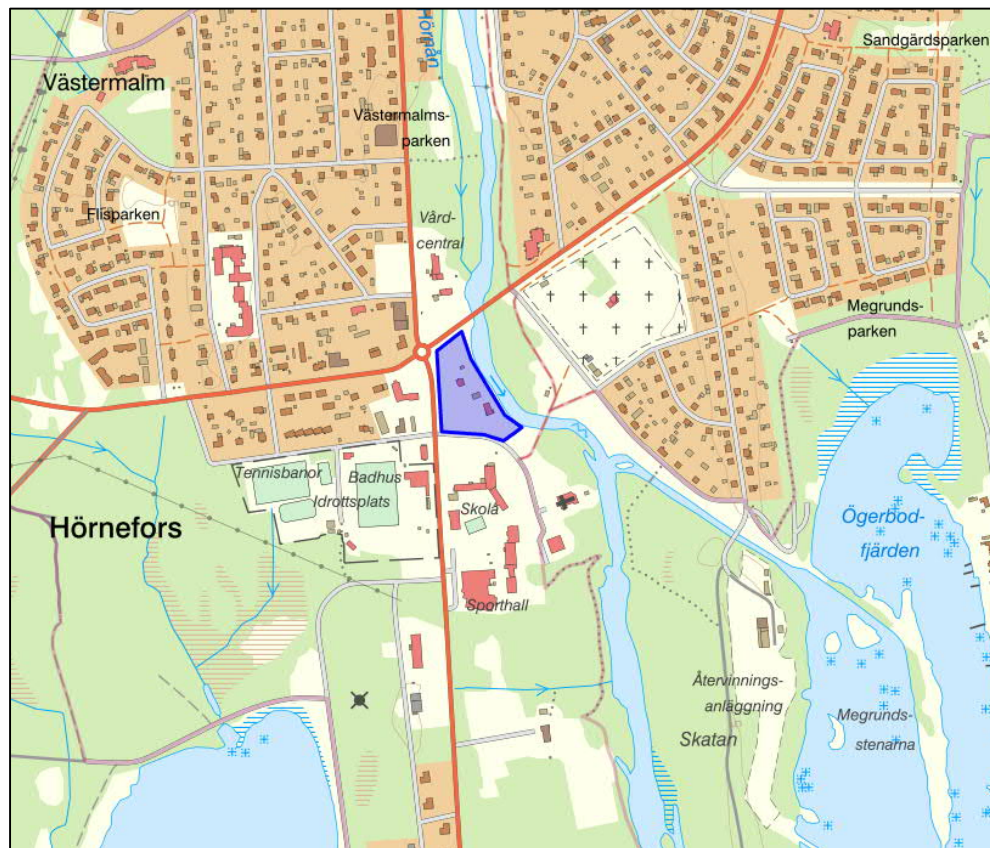
Inledning

Föreliggande PM behandlar förutsättningar avseende geoteknik och grundvatten för rubricerat objekt. Sammanställning av nu utförda undersökningar redovisas i en separat rapport, Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik (MUR/Geoteknik).

PM/Geoteknik redogör för geotekniska förutsättningar som underlag till fortsatt dimensionering.

1 Objekt

På uppdrag av Umeå Kommun har Tyréns Sverige AB utfört en geoteknisk undersökning för fastigheten Hörneå 8:3 m.fl. i Hörnefors. Se Figur 1. Uppdragsansvarig för Tyréns Sverige AB är Lars Hagström och handläggande geotekniker är Lars Hagström och Niklas Ekholm.



Figur 1. Översiktskarta med undersökt område markerat i blått (Källa: Lantmäteriet)

2 Ändamål

Syftet med den geotekniska utredningen och föreliggande PM Geoteknik är att ge underlag avseende de geotekniska förhållandena och utreda förutsättningar för grundläggning av byggnader inom planområdet, samt förutsättningar för ras, skred och erosion.

3 Underlag för PM

Underlaget som studerats inför upprättande av föreliggande rapport är listat i tillhörande dokumentet *MUR(Markteknisk undersökningsrapport)/Geoteknik - Hörneå 8:3 Geoteknisk utredning*. Daterad 2022-09-02.

4 Styrande dokument

I Tabell 1 nedan redovisas styrande och rådgivande dokument för utredningen.

Tabell 1. Styrande dokument

Dokument	Datum
Eurokod 7, Dimensionering av geokonstruktioner del 1 och 2 SS-EN 1997	2016-02-29
TK Geo 13, version 2.0 (om TRVFS)	
BFS 2019:1, EKS 11 Boverkets författningssamling	
AMA Anläggning 20	
IEG Plattgrundläggning Rapport 7:2008	
IEG Rapport 6:2008. Tillämpningsdokument EN 1997-1 Kapitel 11 och 12, Slänter och bankar	
Skredkommissionen Rapport 3:95 - Anvisningar för släntstabilitetsutredningar	

5.2 Geotekniska frågeställningar

Undersökningsområdet ligger i en slänt intill vattendraget Hörneån. Slänten utreds avseende risk för skred, ras och erosion med stabilitetsanalys för att undersöka förutsättningar för byggbarhet.

6 Markförhållanden

6.1 Geotekniska förhållanden

Med utgång från samtliga undersökningspunkter utgörs marken från ytan inom undersökningsområdet av ett 0,1 m tjockt lager mulljord. Det följs av något siltig sand, något grusig sand och sand ner till ett djup varierande om ca 1,2 - 1,7 m under markytan.

Under mulljorden och sanden uppstår skillnader i jordarter inom undersökningsområdet.

I norra delen av undersökningsområdet (22T01 och 22T02) underlagras sanden av siltig sand ner till ett djup om 2,3 m under markytan där siltig sandmorän påträffas.

I centrala delarna (22T03, 22T04 och 22T05) påträffas silt och något sandig silt från 1,7 m under markytan ner till 3,0 m under markytan där siltig sandmorän påträffas.

Vid undersökningspunkt 22T04 påträffas växtdelar i sand på ett djup från 1,0 m ner till 1,45 m under markytan. Ner mot djupet följs det av sand ner till ca 1,7 m under markytan innan jorden alternerar mellan siltig sand och sandig silt ner till ca 2,6 m under markytan. Det följs av ett 0,1 m tunt lager sand som sedan övergår till silt ner till ca 3,3 m under markytan.

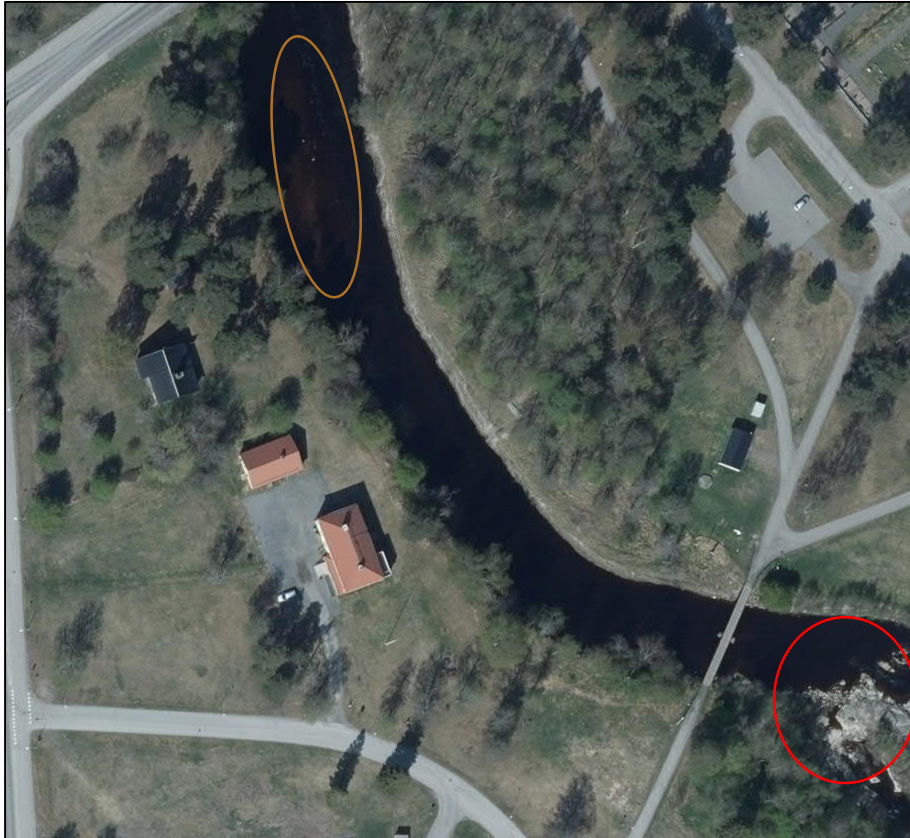
Sandig silt påträffas ner mot djupet ner till ca 4,0 m under markytan, där siltig sandmorän påträffas.

I södra delarna av undersökningsområdet (22T06, 22T07 och 22T08) påträffas siltig sand ner till 1,9 m under markytan som följs av något sandig silt ner till ett djup om ca 2,7 m som sedan över går till silt ner till ett djup om 4,0 m under markytan, där sedan siltig sandmorän påträffas.

Viktsonderingarna stoppades mot sten eller block på djup varierande mellan 2,6 - 5,4 m under markytan.

Vattendraget Hörneå går parallellt undersökningsområdet. I centrala delarna av vattendraget, har material avsatts i N-S riktning och var vid undersökningstillfället en vattendelare. Se Figur 3, 4 och 5.

Längre ner längs vattendraget påträffas berg i dagen. Se Figur 3.



Figur 3 Översiktsbild där bank med avsatt jordmaterial är markerat med orange ellips. Längre ner längs vattendraget i sydöstra hörnet syns berg i dagen markerat i rött (Källa: Lantmäteriet).



Figur 4. Avsatt material som bildar en bank i mitten av vattendraget Hörneå. Bild tagen från okulär besiktning.



Figur 5. Befintliga slänter nedanför undersökningsområdet.

6.2 Hydrogeologiska förhållanden

I installerade grundvattenrör påträffades grundvattennivån påträffades på djup varierande mellan 3,10 - 3,82 m under markytan, motsvarande marknivåer om +1,35 och + 0,49.

Fri vattenyta i borrhål har noterats i 22T07 på ett djup av 2,7 m motsvarande en nivå + 0,3.

7 Stabilitet: Dimensionering och beräkning

7.1 Förutsättningar

Kontroll av släntstabilitet har utförts för slänternas befintliga utseende och form. Beräkningar har utförts i brottgränstillstånd med antagande om plant spänningstillstånd (2-Dimensionellt).

Beräkningar har utförts i 2 sektioner, A-A och B-B, se planritning G110101. Sektionerna har valts ut som de mest representativa för aktuellt undersökningsområde utgående från utbredning och utformning av terräng.

7.2 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass

7.2.1 Geoteknisk kategori

Planerad anläggning avseende grundläggning och eventuella stödkonstruktioner hänförs till geoteknisk kategori 2 (GK2).

7.2.2 Säkerhetsklass

Planerad anläggning avseende grundläggning och eventuella stödkonstruktioner hänförs till säkerhetsklass 2 (SK 2).

Tabell 2. Partialkoefficient som beaktar säkerhetsklass.

Säkerhetsklass	Partialkoefficient som beaktar säkerhetsklass, γ_d
SK 1	0,83
SK 2	0,91
SK 3	1,0

7.3 Utvärdering av geokonstruktionens dimensionerande värden

Grundläggningen dimensioneras enligt Eurokod 7 (EN 1997) där geokonstruktionen hänförs till geoteknisk kategori enligt ovan.

Beräkningar i brott- och bruksgränstillstånd utförs med nedanstående parametrar och partialkoefficienter. Dessa är utvärderade ur undersökningsresultaten med stöd av IEG:s tillämpningsdokument Grunder (Rapport 2:2008).

Utgångspunkt är härledda värden som är uppmätta vid fält- eller laboratorieundersökning.

Utifrån härledda värden bedöms ett valt värde X_{valt} vilket är utvärderat från sammanställning av härledda värden för respektive parameter, där felaktiga mätvärden exkluderats. Hänsyn tas till empiri och olika undersökningsmetoders relevans för aktuell brottmekanism.”

Karakteristiska värden X_k erhålls genom att reducera eller öka det valda värdet X_{valt} med en omräkningsfaktor η enligt ekvation (1).

Omräkningsfaktorn beaktar bland annat tillförlitligheten i undersökningen samt osäkerheter relaterade till jordens egenskaper och aktuell konstruktion.

$$X_k = \eta \cdot X_{valt} \quad (1)$$

η Omräkningsfaktor som tar hänsyn till osäkerheter relaterade till jordens egenskaper och aktuell geokonstruktion enligt.

X_{valt} Det valda värdet (bör beräknas eller uppskattas som medelvärdet av härledda värden).

Dimensionerande värdet X_d erhålls genom att applicera den geotekniska parametern γ_M till det karakteristiska värdet enligt ekvation (2) och används då ett lågt värde är dimensionerande.

$$X_d = \frac{1}{\gamma_M} \cdot X_k \quad (2)$$

Ekvation (3) nyttjas när ett högt värde är dimensionerande.

$$X_d = \gamma_M \cdot X_k \quad (3)$$

Där γ_M är en fast partialkoefficient.

7.3.1 Valda värden

Valda värden på friktionsvinkel och modul har utvärderats från härledda värden och återfinns i Bilaga 1 och sammanställs i Tabell 3 nedan.

Tabell 3. Valda värden för parametrar i jordmodellen.

Nivå ök [möh]	Material	Mtrl.typ/Tjäl- farlighetsklass	γ_{valt} [kN/m ³]	$\varphi_{valt}/C_{u,valt}$	$E_{valt}/M_{L,valt}$
+3,0	Sand (Sa)	2/1	18	$\varphi_{valt} = 35^\circ$	E_{valt} = 20 MPa
+2,0	Siltig sand (siSa) / sandig silt (saSi)	3B/2	18	$\varphi_{valt} = 33^\circ$	E_{valt} = 5 MPa
+0,5	Fast silt (Si) / Sand (Sa)	5A/4 2/1	18	$\varphi_{valt} = 38^\circ$	E_{valt} = 45 MPa
-1,0	Siltig sandmorän (siSaTi)	4A/3	18	$\varphi_{valt} = 42^\circ$	E_{valt} = 65 MPa

*Materialtyp/Tjälfarlighetsklass enligt AMA 20

7.3.2 Karakteristiska värden

Valt värde enligt ovan justeras med faktorn η enligt TK Geo 5.2.4 och avser då i enlighet med SS-EN 1997-1 egenskapens karakteristiska värde. Ett tabellvärde i enlighet med TK Geo är att betrakta som ett karakteristiskt värde på vilket ingen η -faktor ska appliceras.

Omräkningsfaktorer har bedömts enligt IEG Tillämpningsdokumentet för slänter och bankar och redovisas i Tabell 4.

Undersökningspunkterna är belägna inom ett relevant område från de tänkta stödkonstruktionerna och stabilitetsberäkningarna. De påvisar även en homogenitet i resultat, bedöms ha samma geologiska bildningsätt och geologiska historia.

Vid val av omräkningsfaktorer har följande riktlinjer använts:

- Värden för η_{12} utvärdering φ' har valts för silt och sand med ledning att CPT-sondering samt viktsondering använts och att det finns minst 3 prover med liten spridning.
- Värden för η_3 har valts utifrån att upp till två metoder har använts och liten spridning i resultat har erhållits.
- Värden för η_{4567} har valt med hänsyn till att potentiell brottyta bedöms liten, med stor konsekvens av brott.
- För dimensionering av slänter och bankar sätts $\eta_8 = 1,0$

Tabell 4. Sammanställning omräkningsfaktorer

Materialegenskap	η_{12}	η_3	η_{4567}	η_8	η_{tot}
Friktionsvinkel, φ_k	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Skjuvhållfasthet, C_{uk}	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Anm.: För tunghet och deformationsegenskaper väljs alltid η till 1,0.

Tabell 5. Karakteristiska värden för parametrar i jordmodellen.

Nivå ök [möh]	Material	Mtrl.typ/Tjäl- farlighetsklass	γ_{valt} [kN/m ³]	$\varphi_k/C_{u,k}$	$E_k/M_{L,k}$
+3,5 till + 3,0	Sand (Sa)	2/1	18	$\varphi_k = 35^\circ$	E_k = 20 MPa
+2,0	Siltig sand (siSa) / sandig silt (saSi)	3B/2	18	$\varphi_k = 33^\circ$	$E_k = 5 MPa$
+0,5	Fast silt (Si) / Sand (Sa)	5A/4 2/1	18	$\varphi_k = 38^\circ$	E_k = 45 MPa
-1,0	Siltig sandmorän (siSaTi)	4A/3	18	$\varphi_k = 42^\circ$	E_k = 65 MPa

*Materialtyp/Tjälfarlighetsklass enligt AMA 20

7.3.3 Dimensionerande värden

Karaktäristiska värden enligt ovan justeras med partialkoefficient enligt TK Geo 5.2.4 och avser då i enlighet med SS-EN 1997-1 egenskapens dimensionerande värde. Detta gäller även tabellvärde i enlighet med TK Geo.

Tabell 6. Värde för den fasta partialkoefficienten γ_m

Jordparameter	Symbol	Värde på γ_m
Friktionsvinkel*	γ_ϕ	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet	γ_c	1,5
Tunghet	γ_V	1,0
E-modul**	E	1,0

*denna koefficient tillämpas på $\tan\phi$

Utvärderade dimensionerande värden för aktuella jordmaterial redovisas i Tabell 7.

Tabell 7. Dimensionerande värden för parametrar i jordmodellen.

Nivå ök [möh]	Material	M/T*	γ_d [kN/m ³]	$\varphi_d/C_{u,d}$	$E_d/M_{L,d}$
+3,5 till +3,0	Sand (Sa)	2/1	18	$\varphi_d = 28,3^\circ$	$E_d = 20 \text{ MPa}$
+2,0	Siltig sand (siSa) / sandig silt (saSi)	3B/2	18	$\varphi_d = 26,5^\circ$	$E_d = 5 \text{ MPa}$
+0,5	Fast silt (Si) / Sand (Sa)	5A/4 2/1	18	$\varphi_d = 31,0^\circ$	$E_d = 45 \text{ MPa}$
-1,0	Siltig sandmorän (siSaTi)	4A/3	18	$\varphi_d = 34,7^\circ$	$E_d = 65 \text{ MPa}$

*Materialtyp/Tjälfarlighetsklass enligt AMA 20

7.3.4 Dimensionerande hydrogeologiska förutsättningar

Dimensionerande grundvattennivå är svår att avgöra då inga långtidsmätningar är utförda. Utifrån utförda grundvattenmätningar låg grundvattnet på djup om 2,9 m - 2,1 m under markytan, motsvarande nivåer om + 0,5 och + 1,4.

Vid undersökningstillfället var vattenytan i Hörneån på en nivå om + 0,35.

Grundvattenytan har simulerats att ligga på nivåer varierande från ca +0,5 till + 1,5 med och utan vatten i Hörneån. Då grundvattenytans läge påverkar resultatet relativt mycket har nivån motsvarande +1,5 och torr Hörneå använts som dimensionerande fall då detta kan anses som ett "värsta" scenarion vad gäller de hydrogeologiska förutsättningarna.

7.4 Modellosäkerheter

Vid bruksgränsdimensionering skall hänsyn tas till pålastning pga. uppfyllnad av marknivå och avlastning på grund av urschaktning.

7.5 Gjorda antaganden

7.5.1 Laster

Beräkningar har utförts baserat på befintlig topografi och uppskattad jordlagerföljd från utförd undersökning. Beräkningar har även utförts med en tillförd last om 20 kPa (motsvarande en 2-våningsbyggnad).

Beräkningar har utförts utan eventuellt tillförd trafiklast från gångstig.

Lasten har placerats enligt *Plankarta Hörneå 8:3 m.fl.* som återfinns listat i tillhörande dokumentet *MUR (Markteknisk undersökningsrapport)/Geoteknik Hörneå 8:3 Geoteknisk utredning*.
Daterad 2022-09-02.

7.5.2 Krav på geokonstruktionen

Beräkningar har utförts enligt IEG Rapport 6:2008, Tabell 4.2 där följande rekommendationer till säkerhetsfaktor ges:

$F\phi \geq 1,0$ (Lägsta säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott vid dränerad analys)

7.6 Beräkningar

Stabilitetsberäkningar har utförts för att utreda släntstabiliteten inom området, samt om planerade konstruktioner påverkar områdets stabilitet.

Stabilitetsberäkningar har utförts i programmet Geostudio 2020 v.10.2.0 Slope W. Beräkningarna har utförts med partialkoefficientmetoden med en dränerad analys enligt IEG Rapport 6:2008 samt Skredkommissionens Rapport 3:95.

Stabiliteten har beräknats på två sektioner, A-A och B-B, se Bilaga 2. Beräkningar har utförts med 5 olika typer av förutsättningar:

- Utan tillförd last och grundvattenyta på nivå om + 0,5.
- Med tillförd last och grundvattenyta på nivå om + 0,5.
- Med tillförd last och torrlagt vattendrag.
- Med tillförd last och grundvattenyta på nivå om +1,5
- Med tillförd last och grundvattenyta på nivå om +2,5

Förekommande siltjord har bedömts vara dränerande, varpå dränerad analys har utförts på samtliga sektioner.

Geometrin på slänterna i modellen har framtagits från utförd inmätning av slänterna. Bottenprofilen har antagits utifrån observationer utförda vid fältbesiktningen av området.

Då jorden inom undersökt område ligger inom samma geologiska bildningsområde och utförda sonderingsresultat är likartade för provtagningspunkterna bedöms jordlagren ha samma egenskaper i bägge sektioner. Det som skiljer de undersökta sektionerna åt, beräkningsmässigt, är geometrin för sektionerna.

Resultat från utförda stabilitetsberäkningar redovisas i Bilaga 2 samt Tabell 9 nedan.

Tabell 9. Beräkningsresultat från stabilitetsberäkningar (lägsta säkerhetsfaktor)

Sektion	Krav $F\phi \geq 1,0$	Krav $F\phi \geq 1,0$	Krav $F\phi \geq 1,0$	Krav $F\phi \geq 1,0$	Krav $F\phi \geq 1,0$
	GW+0,5	Last GW+0,5	Last Torrlagd	Last GW +1,5	Last GW +2,5
A - A	1,50	1,50	1,20	1,24	1,06
B - B	0,56	0,56	0,57	0,55	0,54

8 Utvärdering

8.1 Inledning

Utvärdering av resultat redovisas nedan, delvis med utgångspunkt från geotekniska förhållanden från okulär besiktning av befintliga slänter inom undersökningsområdet, påträffade jordarter samt utformning av vattendrag.

Utvärdering sker också delvis med stabilitetsberäkningar på befintliga slänter och dess resultat.

8.2 Geotekniska förhållanden

Med utgångspunkt från den okulära besiktningen och Figur 3, 4 och 5 bedöms vattendraget att vara som djupast längs slänterna inom sektionerna A-A och B-B. Hela sträckan är bevuxen med riklig vegetation av gräs, sly och träd.

Det avsatta material som transporterats i Hörneå bildar en bank mellan sektionerna. I vattendraget förekommer stenar och block på och utanför banken som agerade vattendelare vid undersökningstillfället.

I nivå med vattendraget förekommer en siltig sandmorän som är osorterad och därför mindre känslig för erosion. I strandkanten längs slänterna förekommer stenar och block som agerar erosionsskydd åt slänterna.

Berg i dagen förekommer längre ner söderut i vattendraget och bedöms kunna agera som dämmande till eventuellt högre flöden.

Eftersom botten och strandkanten längs undersökt sträcka utgörs av morän, med stort innehåll av sten och block bedöms risken för erosion längs den aktuella stranden som liten.

8.3 Beräkningar

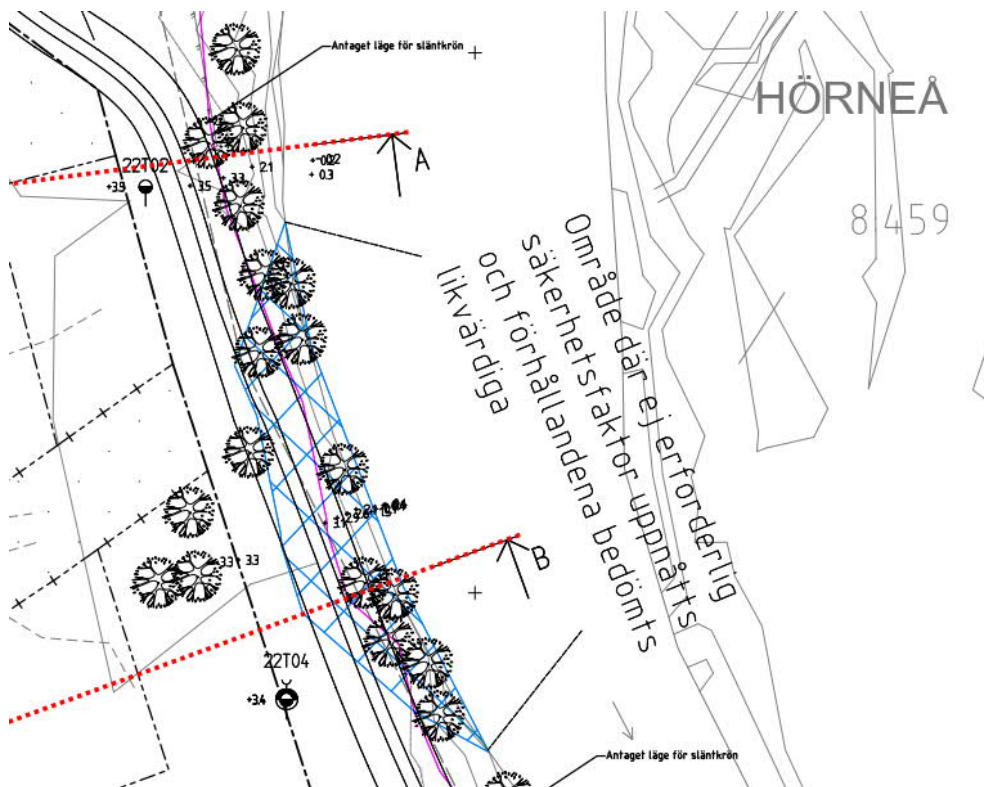
8.3.1 Stabilitet

Utifrån resultatet från utförda stabilitetsberäkningar bedöms slänten i Sektion A-A vara stabil utan risk för stabilitetsbrott vid gjorda antaganden.

Det vill säga i detta område nås erforderlig säkerhetsfaktor för nyexploatering för hela sektionen. Planerad exploatering i form av bebyggelse påverkar inte heller stabiliteten.

I Sektion B - B, i området närmast Hörneån uppnås inte erforderlig säkerhetsfaktor. Planerad exploatering i form av byggnader enligt *Plankarta Hörneå 8:3 m.fl.*, i beräknad sektion påverkar dock inte stabiliteten.

För gångstigen påvisar den ej uppfyllda säkerhetsfaktorn i sektion B-B att slänten inte når kraven på stabilitet som ställs för nyexploatering i planerat läge för gångstigen längs sträckan markerad med blå skraffering i planritningen G110101, se även Figur 6.



Figur 6. Område som ej uppfyller ställda krav på säkerhetsfaktor redovisas med blå skraffering i figuren.

Det område som inte bedöms uppfylla kraven avseende säkerhetsfaktor $F\phi \geq 1,0$ (Lägsta säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott vid dränerad analys) för nyexploatering och är markerat i blå skraffering. Se planritning G110101.

Därför redovisas också Sektion B - B med den glidyta som uppfyller kravet $F\phi \geq 1,0$ för släntstabiliteten vid de båda extremfallen, samt avstånd från släntrön, i Bilaga 2 sidan 12 och 13.

I Sektion C – C har inga beräkningar utförts då den slänten är lägre och flackare än övriga beräkningssektioner och med motsvarande jordlagerförhållanden.

Inom och i anslutning till planområdet är det endast den östra slänten mot Hörneån där risk för ras och skred kan finnas, i övrigt är området stabilt.

8.3.2 Sättningar

Översiktliga sättningsberäkningar har utförts med en antagen last motsvarande ett 3-våningshus. I beräkningarna har en jämnt fördelad last på 30 kPa antagits under byggnader. Sättningen uppgår enligt beräkningarna till ca 3-4 cm, varav den största andelen förväntas tas ut under byggskedet.

9 Rekommendationer

9.1 Inledning

Planläggs området så att blåskrafferat område enligt ritning G110101 ingår i detaljplanelagt område behöver slänten stabiliseras då det området i dagsläget inte uppfyller ställda krav på säkerhetsfaktor med avseende på stabilitet enligt avsnitt 8.3.1. Detta då hela det detaljplanelagda området behöver uppfylla dessa krav.

Inga övriga förstärkningsåtgärder eller erosionskyddande åtgärder är nödvändiga så länge rekommendationer enligt avsnitt 9.2 följs samt att grundläggning utförs enligt avsnitt 9.3.

9.2 Stabilitet och erosion

I den brantare delen av området längs ån står slänterna i sin naturliga rasvinkel. Detta innebär att slänterna är stabila utifrån rådande förhållanden men om förutsättningarna ändras finns inga säkerhetsmarginaler och ras och skred kan inträffa. För att området ska kunna planläggas ska säkerhetsfaktorn överstiga 1,0 för exploaterade ytor så som parkmark, gator och vägar samt all typ av bebyggelse

I utförd utredning har därför ett område markerats där säkerhetsfaktorn för nyexploatering inte nås, se ritning G110101. I detta område krävs stabilitetshöjande åtgärder om ytan inom detta område ska detaljplaneläggas. Stabilitetshöjande åtgärder kan vara utflackning och/eller avlastning (avschaktning) av slänten.

Aktuella beräkningar är utförda för rådande förhållanden och resultatet gäller därmed under rådande förhållanden. Totalstabiliteten i slänten

bibehålls förutsatt att ingen erosion sker i slänten. Erosion innebär en ökad risk för släntskred varför det är viktigt att slänterna förblir erosionsskyddade. Det är därför mycket viktigt att den växtlighet som finns i slänten bibehålls. Skulle tecken på erosion uppkomma ska åtgärder vidtas, så som erosionsskydd samt återställande av eroderade massor och växtlighet.

Vatten från dräningar, dagvatten- och spillvattenhantering får inte okontrollerat eller koncentrerat ledas ut över eller i slänten då detta kan ge upphov till erosion.

9.3 Grundläggning

Aktuella konstruktioner i form av flerbostadshus rekommenderas att grundläggas med platta på mark i den naturligt lagrade sanden efter att all mulljord eller annan jord innehållande organiskt material har schaktats bort.

Dimensionerande grundtryck för platta grundlagd i sand (GK1) får max uppgå till 100 kPa (Tillämpningsdokument Plattgrundläggning, EN 1997-1, Kapitel 6). Grundläggningsdjupet ska uppgå till minst 0,4 m för att det dimensionerande grundtrycket ska gälla. Uppfyllnader under byggnader får uppgå till maximalt 1,0 m för att det dimensionerande grundtrycket ska gälla.

Grundläggning ska ske frostfritt och i torrhet.

9.4 Schaktarbeten

Vid schakt kan schaktslänt hållas i 1:1,5 eller flackare ner till schaktbotten. Dock skall schaktansvarig alltid ta ställning till schaktslänTERS stabilitet på plats och anpassa till rådande förhållanden.

Befintliga slänter och dess vegetation bör bevaras i största möjliga mån för att bibehålla stabiliteten i slänterna samt motverka erosion.

Vid schaktarbeten ska entreprenören beakta SGI:s handbok Schakta säkert.

9.5 Fyllningsarbeten

Fyllning ska utföras med jord av materialtyp 2–3B enligt tabell CE/1 och packas enligt AMA Anläggning 20 tabell CE/4. All fyllning under byggnad, plintar och andra bärande delar ska utgöras av materialtyp 2 enligt AMA Anläggning 20.

Skär fyllnings- och packningsarbete under vintertid skall allt fyllningsmaterial utgöras av krossmaterial med en minsta storlek på 20 mm.

9.6 Anläggning av hårdgjorda ytor

Snöfria och hårdgjorda ytor är rekommenderade att dimensioneras enligt AMA Anläggning 20 enligt tillåten tjällyftning och rådande jordlager- och hydrogeologiska förhållanden.

9.7 Va-ledningar

VA-ledningar anläggs med normalt förfarande enligt AMA Anläggning 20 i den naturligt lagrade sanden.

9.8 Grundvattensänkning

Grundvattensänkning bör ej bli aktuellt inom detta område om byggnader uppförs enligt plankarta. Tillfällig avsänkning av grundvattennivån får endast utföras om det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas genom erforderlig pumpning. I annat fall krävs tillstånd enligt miljöbalken.

10 Kontroller under byggskedet

10.1 Entreprenörens egenkontroll

Kontroll utförs som entreprenörens egenkontroll enligt dennes kvalitetssystem. Kontrollprogram och arbetsberedning skall upprättas av entreprenören och godkännas av beställaren innan byggstart.

Kontrollprogram skall bland annat innefatta:

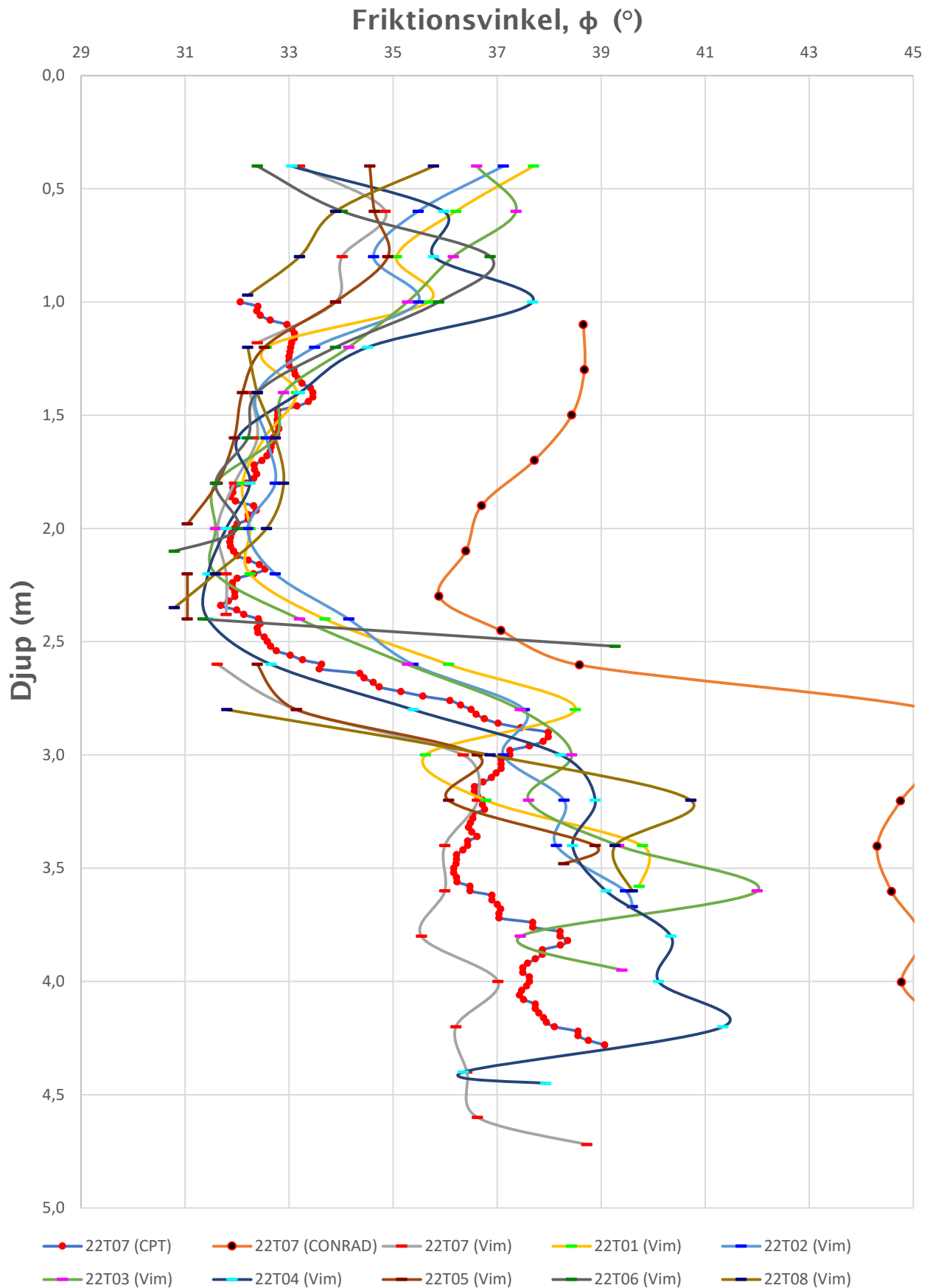
- Att stabiliteten hos öppen schakt inte äventyras genom sidoupplag, transportvägar etc.
- Att sidoslänter är stabila och inte utsatta för erosion.
- Kontroll av antagna jordlagerförhållanden och övriga antaganden överensstämmer med verkliga förhållanden.

**BILAGA 1.
VALDA VÄRDEN
UPPDRAGSNUMMER: 325057**

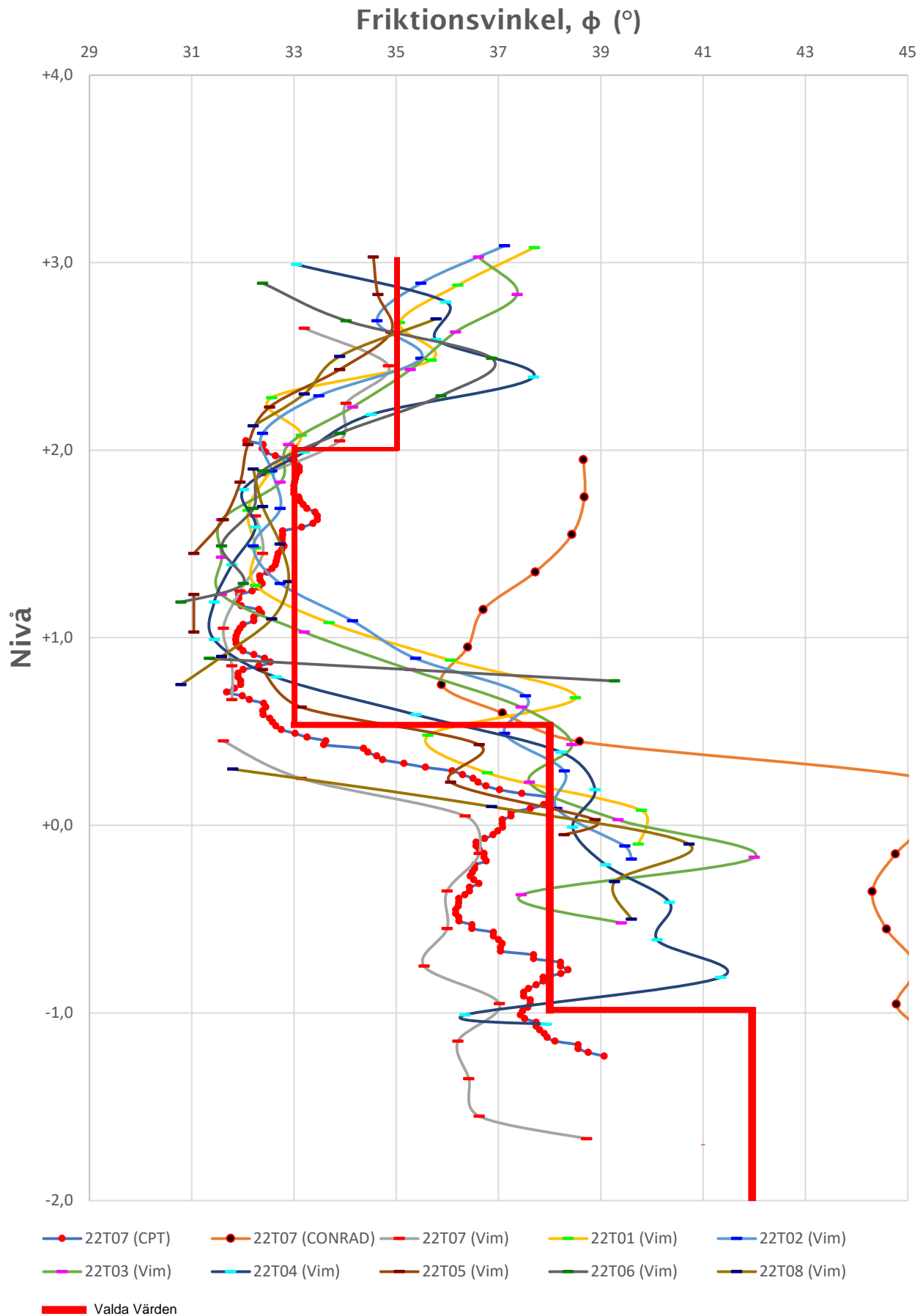


2022-08-19

Uppdrag: Hörneå 8:3 m.fl.
 Handläggare: Niklas Ekholm

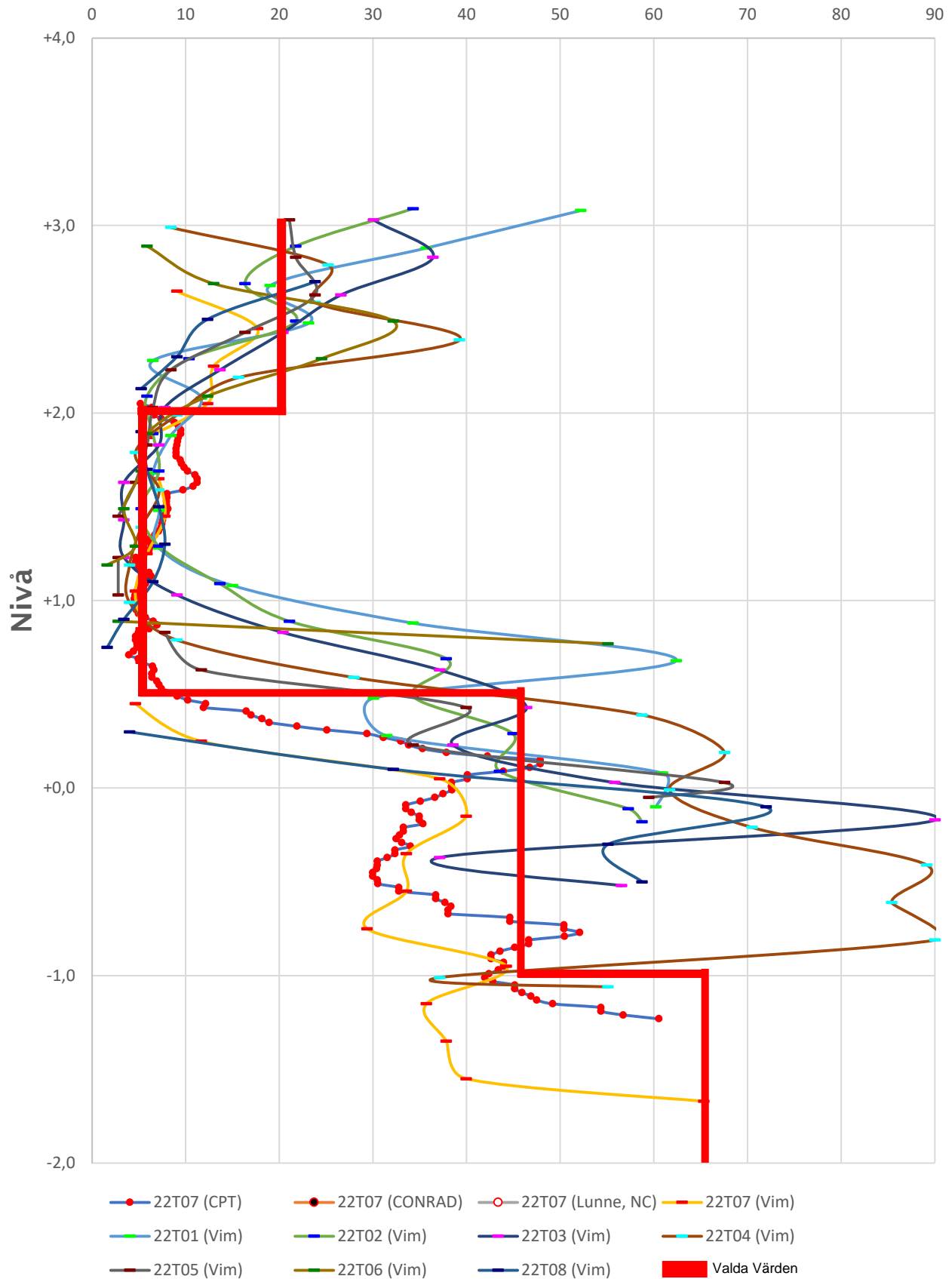
 Jppdragsnummer: 325057
 Datum: 2022-07-07


Uppdrag: Hörneå 8:3 m.fl.
 Handläggare: Niklas Ekholm

 Jppdragsnummer: 325057
 Datum: 2022-07-07


Uppdrag: Hörneå 8:3 m.fl.
 Handläggare: Niklas Ekholm

 Jppdragsnummer: 325057
 Datum: 2022-07-07

Modul friktionsjord, E (MPa)


**BILAGA 2.
STABILITETSBERÄKNINGAR
UPPDRAGSNUMMER: 325057**



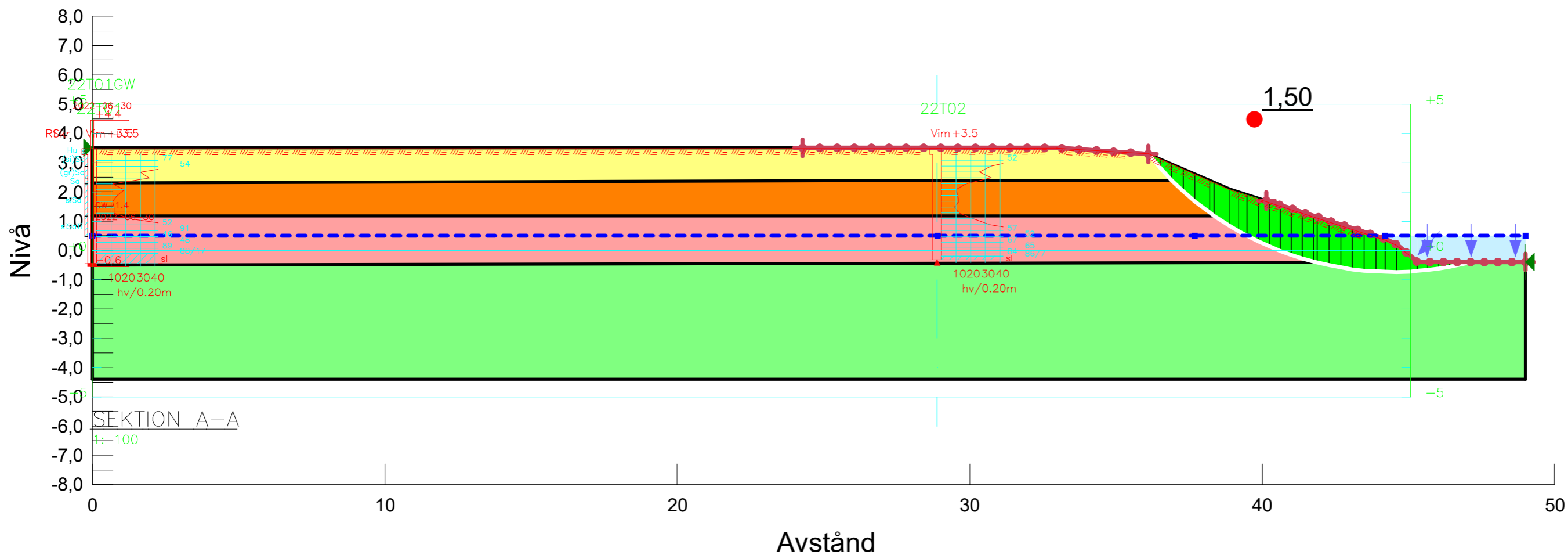
2022-09-05



Hörneå 8:3
 Umeå Kommun
 Titel: Sektion A + GW0,5
 Date: 2022-08-23
 Typ: SLOPE/W
 Metod: Morgenstern-Price
 Skala: 1:150
 Analys: Dränerad
 Höjdsystem: R H 2000

SEKTION A-A
 Utan tillförd last
 Grundvattennivå +0,5

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)
Light Red	Fast silt (Si) / Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	31	0
Yellow	Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	28,3	0
Orange	Siltig sand (siSa) / Sandig silt (saSi)	Mohr-Coulomb	18	0	26,5	0
Light Green	siltig sandmorän (siSaTi)	Mohr-Coulomb	18	0	29,2	0

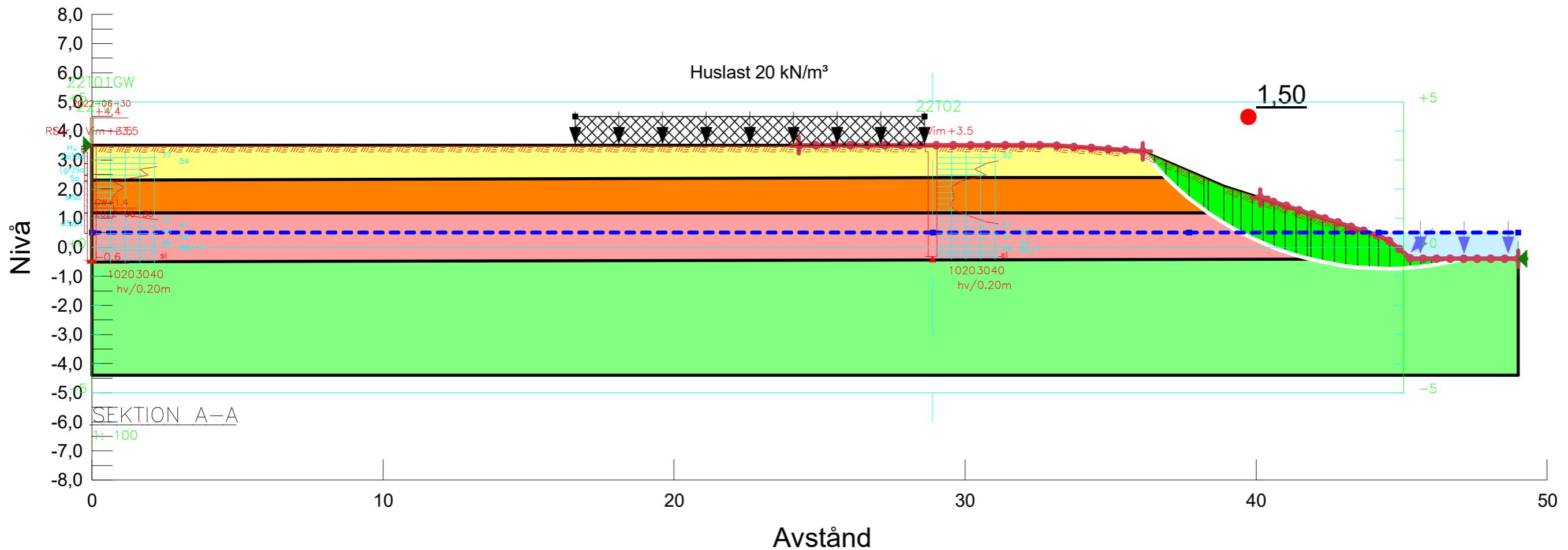




Hörneå 8:3
 Umeå Kommun
 Titel: Sektion A + last + GW0,5
 Date:2022-08-23
 Typ: SLOPE/W
 Metod: Morgenstern-Price
 Skala: 1:150
 Analys: Dränerad
 Höjdsystem: R H 2000

SEKTION A-A
 Med tillförd last
 Grundvattennivå +0,5

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)
Light Red	Fast silt (Si) / Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	31	0
Yellow	Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	28,3	0
Orange	Siltig sand (siSa) / Sandig silt (saSi)	Mohr-Coulomb	18	0	26,5	0
Light Green	siltig sandmorän (siSaTi)	Mohr-Coulomb	18	0	29,2	0

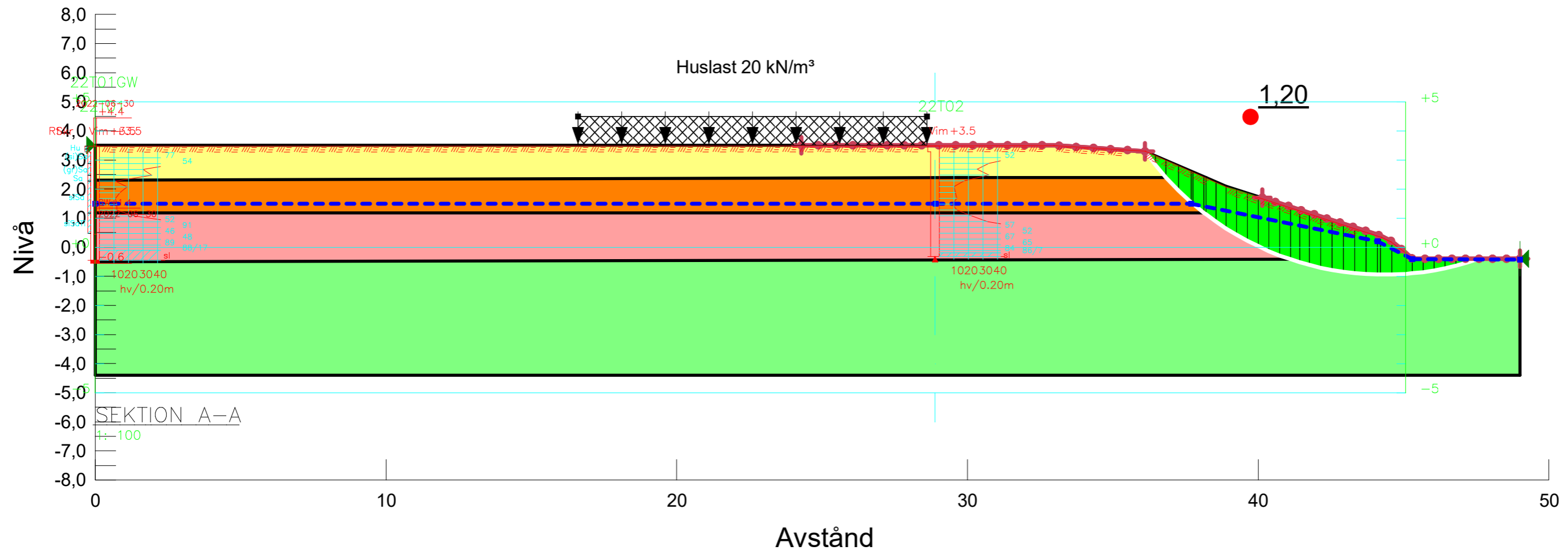




Hörneå 8:3
 Umeå Kommun
 Titel: Sektion A + last - GW
 Date: 2022-08-23
 Typ: SLOPE/W
 Metod: Morgenstern-Price
 Skala: 1:150
 Analys: Dränerad
 Höjdsystem: R H 2000

SEKTION A-A
 Med tillförd last
 Grundvattennivå +1,5
 Torrlagt vattendrag

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)
Red	Fast silt (Si) / Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	31	0
Yellow	Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	28,3	0
Orange	Siltig sand (siSa) / Sandig silt (saSi)	Mohr-Coulomb	18	0	26,5	0
Green	siltig sandmorän (siSaTi)	Mohr-Coulomb	18	0	29,2	0

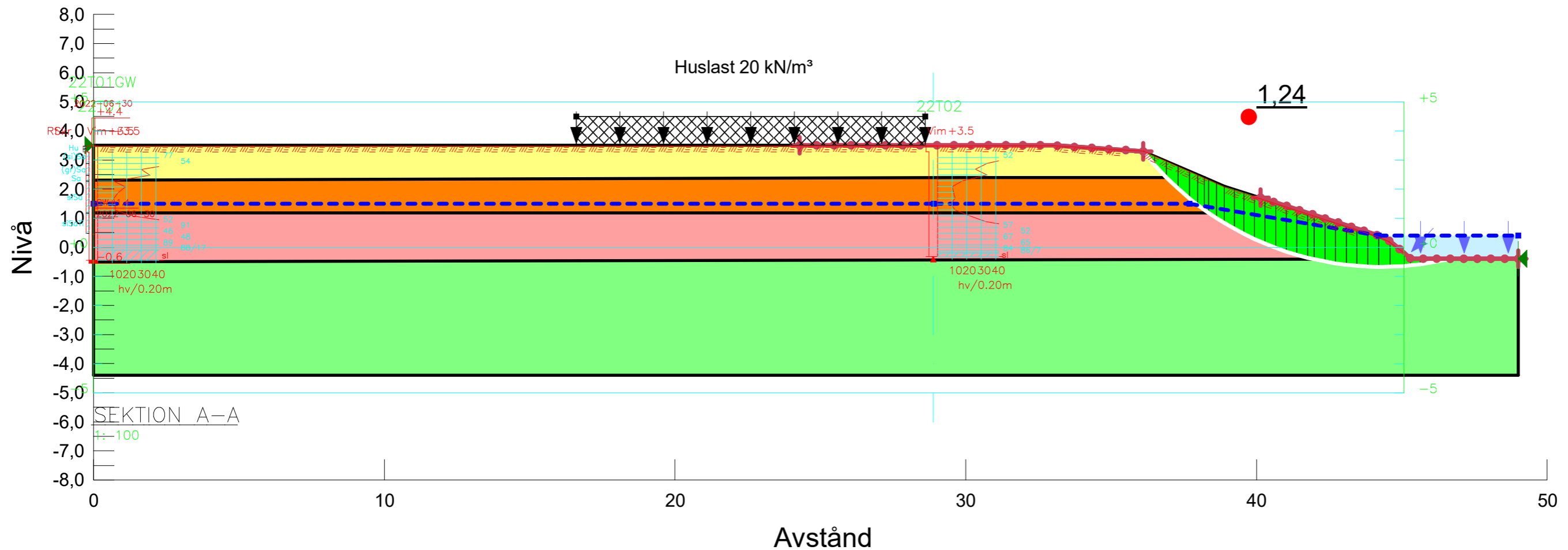




Hörneå 8:3
 Umeå Kommun
 Titel: Sektion A + last + GW
 Date: 2022-08-23
 Typ: SLOPE/W
 Metod: Morgenstern-Price
 Skala: 1:150
 Analys: Dränerad
 Höjdsystem: R H 2000

SEKTION A-A
 Med tillförd last
 Grundvattennivå +1,5

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)
Light Red	Fast silt (Si) / Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	31	0
Yellow	Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	28,3	0
Orange	Siltig sand (siSa) / Sandig silt (saSi)	Mohr-Coulomb	18	0	26,5	0
Light Green	siltig sandmorän (siSaTi)	Mohr-Coulomb	18	0	29,2	0

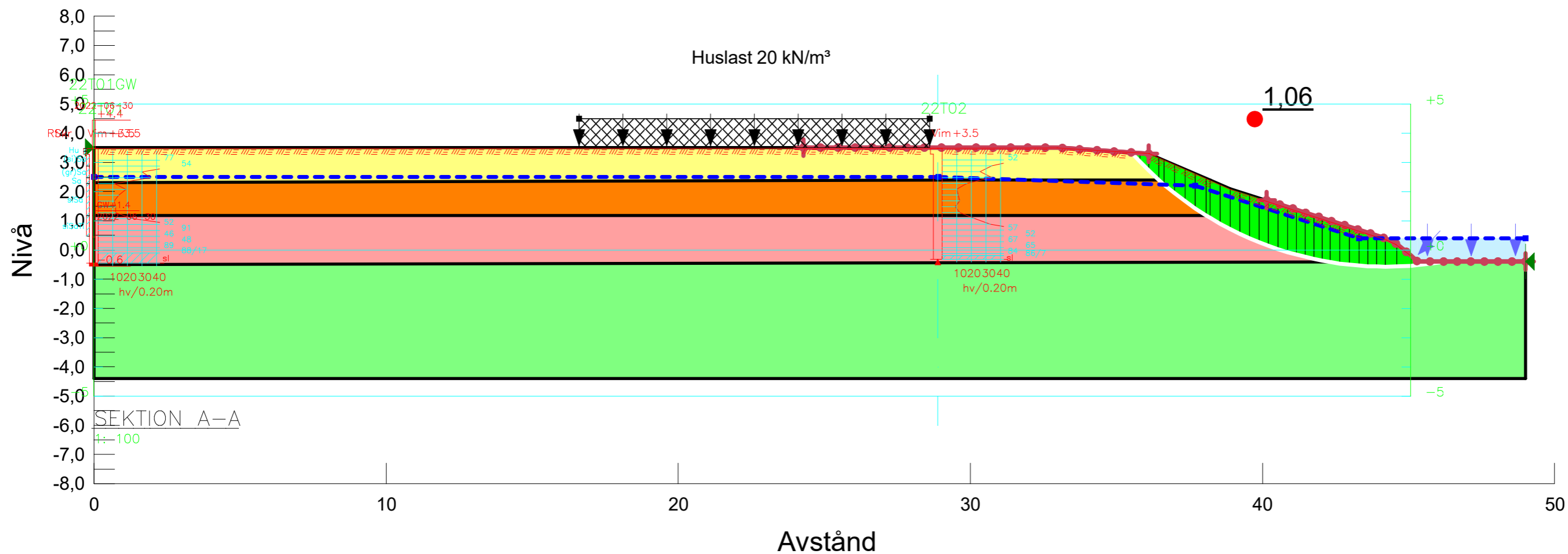




Hörneå 8:3
 Umeå Kommun
 Titel: Sektion A + last +GW2,5
 Date:2022-08-23
 Typ: SLOPE/W
 Metod: Morgenstern-Price
 Skala: 1:150
 Analys: Dränerad
 Höjdsystem: R H 2000

SEKTION A-A
 Med tillförd last
 Grundvattennivå +2,5

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)
Light Red	Fast silt (Si) / Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	31	0
Yellow	Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	28,3	0
Orange	Siltig sand (siSa) / Sandig silt (saSi)	Mohr-Coulomb	18	0	26,5	0
Light Green	siltig sandmorän (siSaTi)	Mohr-Coulomb	18	0	29,2	0

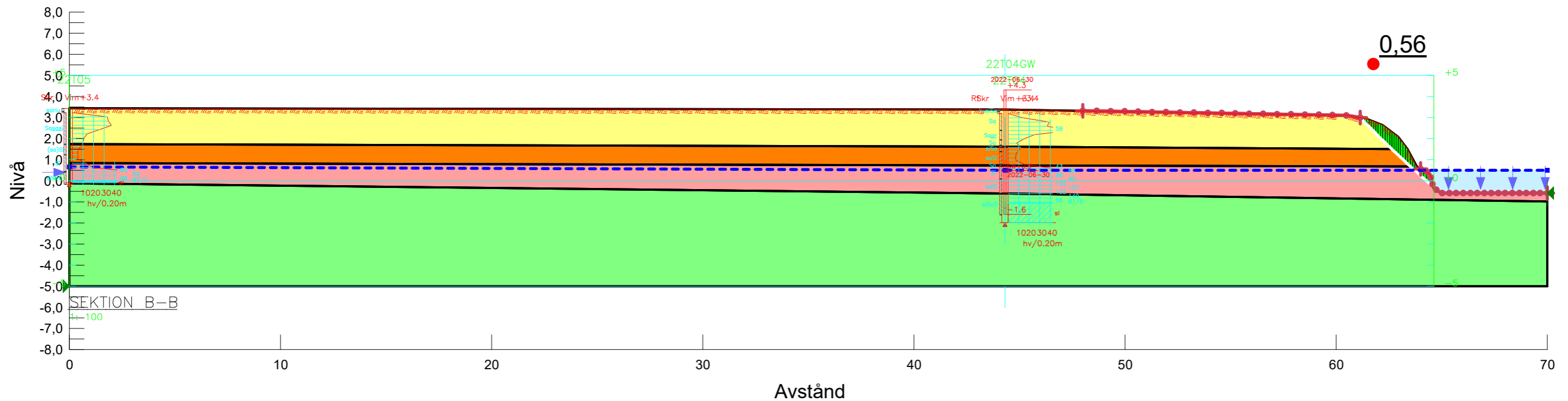




Hörneå 8:3
 Umeå Kommun
 Titel: Sektion B
 Date: 2022-08-23
 Typ: SLOPE/W
 Metod: Morgenstern-Price
 Skala: 1:200
 Analys: Dränerad
 Höjdsystem: R H 2000

SEKTION B-B
 Utan tillförd last
 Grundvattennivå +0,5

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)
Light Red	Fast silt (Si) / Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	31	0
Yellow	Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	28,3	0
Orange	Siltig sand (siSa) / Sandig silt (saSi)	Mohr-Coulomb	17	0	26,5	0
Light Green	Siltig sandmorän	Mohr-Coulomb	18	0	29,2	0

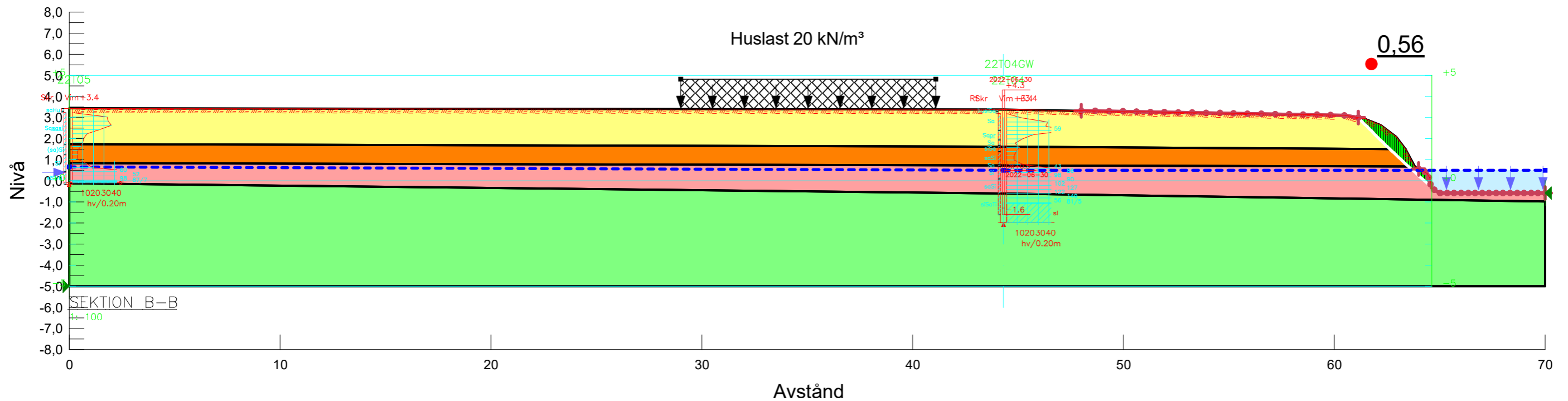




Hörneå 8:3
 Umeå Kommun
 Titel: Sektion B + last
 Date: 2022-08-23
 Typ: SLOPE/W
 Metod: Morgenstern-Price
 Skala: 1:200
 Analys: Dränerad
 Höjdsystem: R H 2000

SEKTION B-B
 Med tillförd last
 Grundvattennivå +0,5

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)
Light Red	Fast silt (Si) / Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	31	0
Yellow	Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	28,3	0
Orange	Siltig sand (siSa) / Sandig silt (saSi)	Mohr-Coulomb	17	0	26,5	0
Light Green	Siltig sandmorän	Mohr-Coulomb	18	0	29,2	0

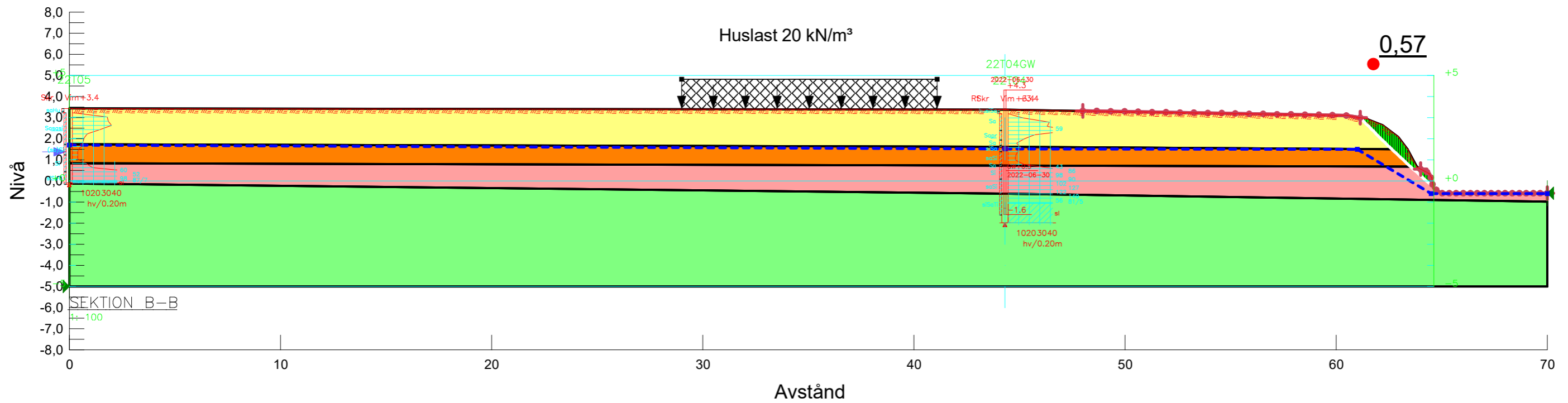




Hörneå 8:3
 Umeå Kommun
 Titel: Sektion B + last - GW
 Date: 2022-08-23
 Typ: SLOPE/W
 Metod: Morgenstern-Price
 Skala: 1:200
 Analys: Dränerad
 Höjdsystem: R H 2000

SEKTION B-B
 Med tillförd last
 Grundvattennivå +1,5
 Torrlagt vattendrag

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)
Light Red	Fast silt (Si) / Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	31	0
Yellow	Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	28,3	0
Orange	Siltig sand (siSa) / Sandig silt (saSi)	Mohr-Coulomb	17	0	26,5	0
Light Green	Siltig sandmorän	Mohr-Coulomb	18	0	29,2	0

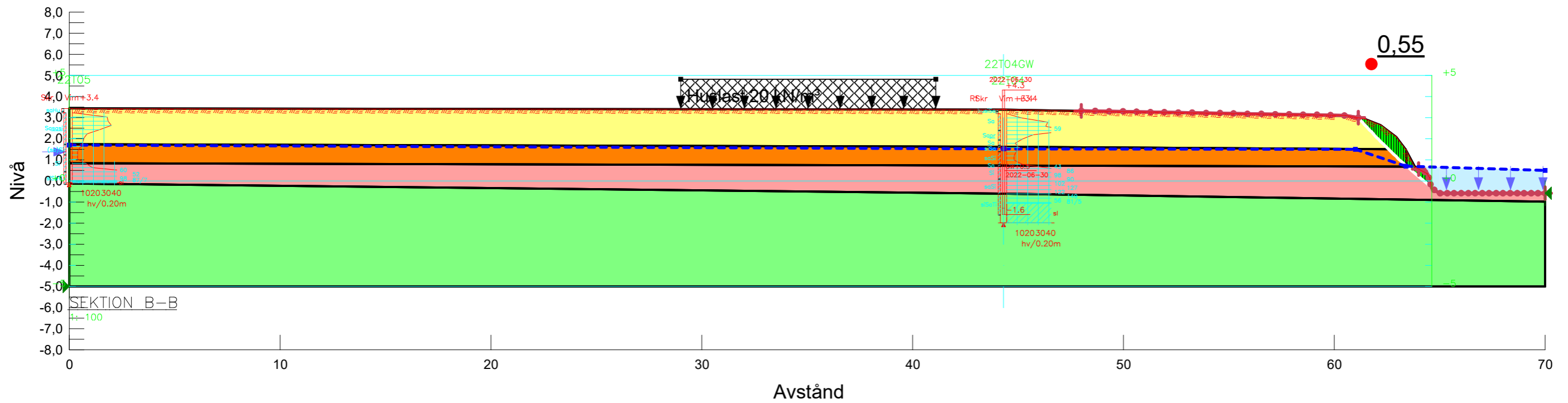




Hörneå 8:3
 Umeå Kommun
 Titel: Sektion B + last + GW
 Date: 2022-08-23
 Typ: SLOPE/W
 Metod: Morgenstern-Price
 Skala: 1:200
 Analys: Dränerad
 Höjdsystem: R H 2000

SEKTION B-B
 Med tillförd last
 Grundvattennivå +1,5

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)
Light Red	Fast silt (Si) / Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	31	0
Yellow	Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	28,3	0
Orange	Siltig sand (siSa) / Sandig silt (saSi)	Mohr-Coulomb	17	0	26,5	0
Light Green	Siltig sandmorän	Mohr-Coulomb	18	0	29,2	0

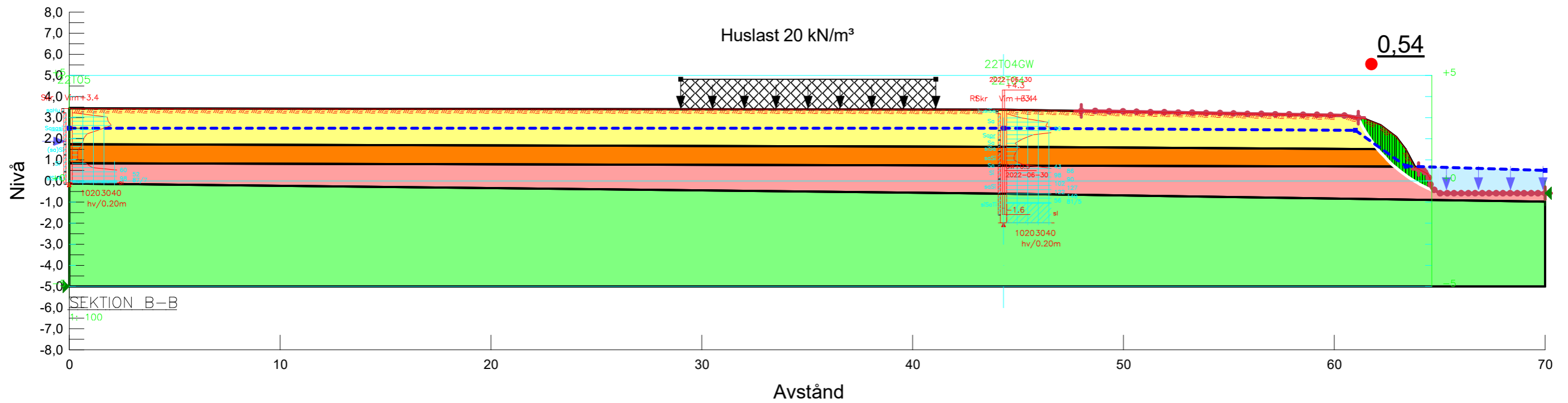




Hörneå 8:3
 Umeå Kommun
 Titel: Sektion B + last + GW2,5
 Date:2022-08-23
 Typ: SLOPE/W
 Metod: Morgenstern-Price
 Skala: 1:200
 Analys: Dränerad
 Höjdsystem: R H 2000

SEKTION B-B
 Med tillförd last
 Grundvattennivå +2,5

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)
Light Red	Fast silt (Si) / Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	31	0
Yellow	Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	28,3	0
Orange	Siltig sand (siSa) / Sandig silt (saSi)	Mohr-Coulomb	17	0	26,5	0
Light Green	Siltig sandmorän	Mohr-Coulomb	18	0	29,2	0







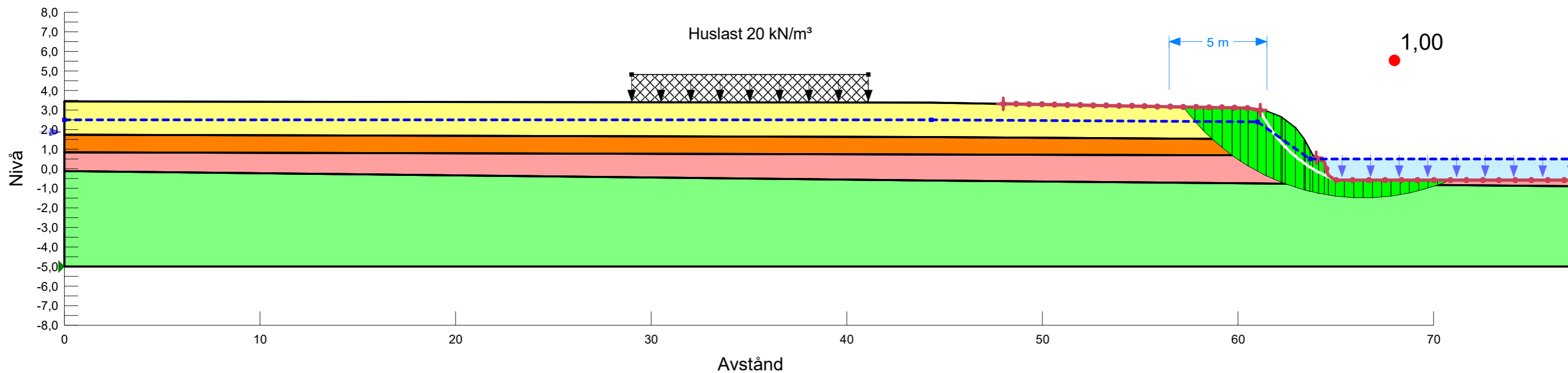


Hörneå 8:3
 Umeå Kommun
 Titel: Sektion B + last + GW2,5 Förlängd
 Date:2022-08-23
 Typ: SLOPE/W
 Metod: Morgenstern-Price
 Skala: 1:200
 Analys: Dränerad
 Höjdsystem: R H 2000

SEKTION B-B

Med tillförd last
 Grundvattennivå +2,5
 Erforderlig säkerhetsfaktor 5 m från släntkrön

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)
	Fast silt (Si) / Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	31	0
	Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	28,3	0
	Siltig sand (siSa) / Sandig silt (saSi)	Mohr-Coulomb	17	0	26,5	0
	Siltig sandmorän	Mohr-Coulomb	18	0	29,2	0





Hörneå 8:3
 Umeå Kommun
 Titel: Sektion B + last + GW2,5+torr
 Date:2022-08-23
 Typ: SLOPE/W
 Metod: Morgenstern-Price
 Skala: 1:200
 Analys: Dränerad
 Höjdsystem: R H 2000





SEKTION B-B

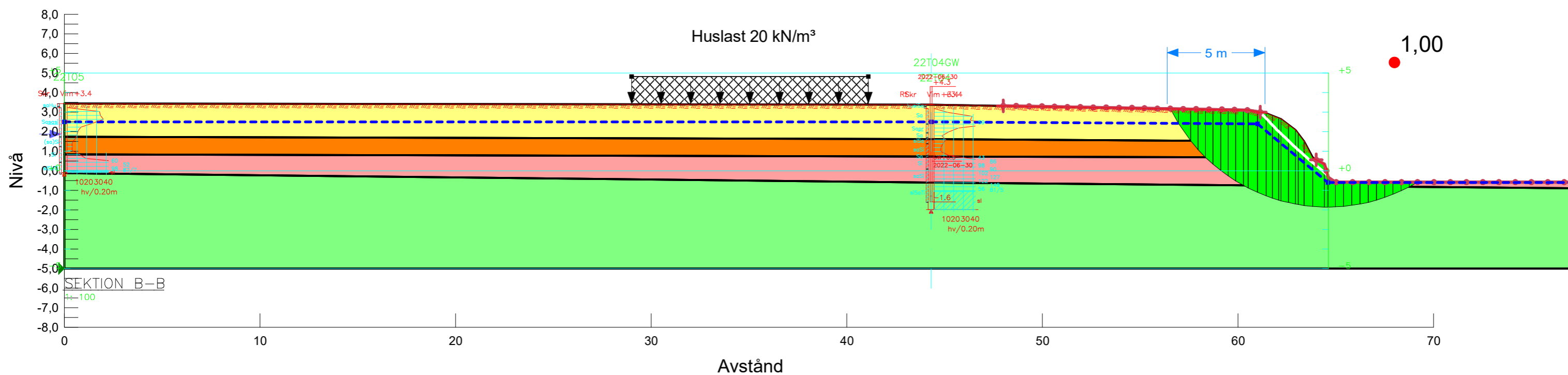
Med tillförd last

Grundvattennivå +2,5

Torrlagt vattendrag

Erforderlig säkerhetsfaktor 5 m från släntkrön

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)
	Fast silt (Si) / Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	31	0
	Sand (Sa)	Mohr-Coulomb	18	0	28,3	0
	Siltig sand (siSa) / Sandig silt (saSi)	Mohr-Coulomb	17	0	26,5	0
	Siltig sandmorän	Mohr-Coulomb	18	0	29,2	0

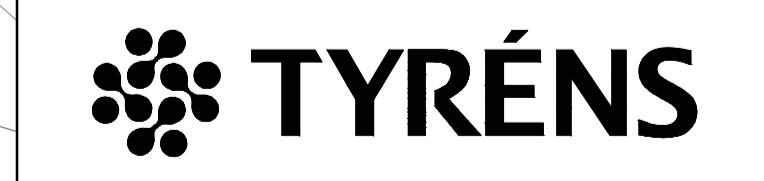




- KOORDINATSYSTEM**
 PLAN: SWREF99 20 15
 HÖJD: RH2000
- GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR**
- STATISK SONDERING (VIKTSONDERING)
 - DYNAMISK SONDERING (JORDBERG-/SLAG-/HEJARSONDERING)
 - GRUNDVATTENRÖR
 - UPPMÄTT VATTENNIVÅ I EXEMPELVIS BORRHÅL
 - SONDERING TILL FÖRMODAD FAST BOTTEN.
 - CPT
 - STÖRD PROVTAGNING AV JORD
- ▨ Område där ej erforderlig säkerhetsfaktor uppnåtts och där förhållandena bedöms lika

HÄNVISNINGAR
 FÖR MER DETALJERAD FÖRKLARING HÄNVISAS TILL SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM SOM ÅTERFINNS PÅ WWW.SGF.NET(PUBLIKATIONER-> SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM)

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

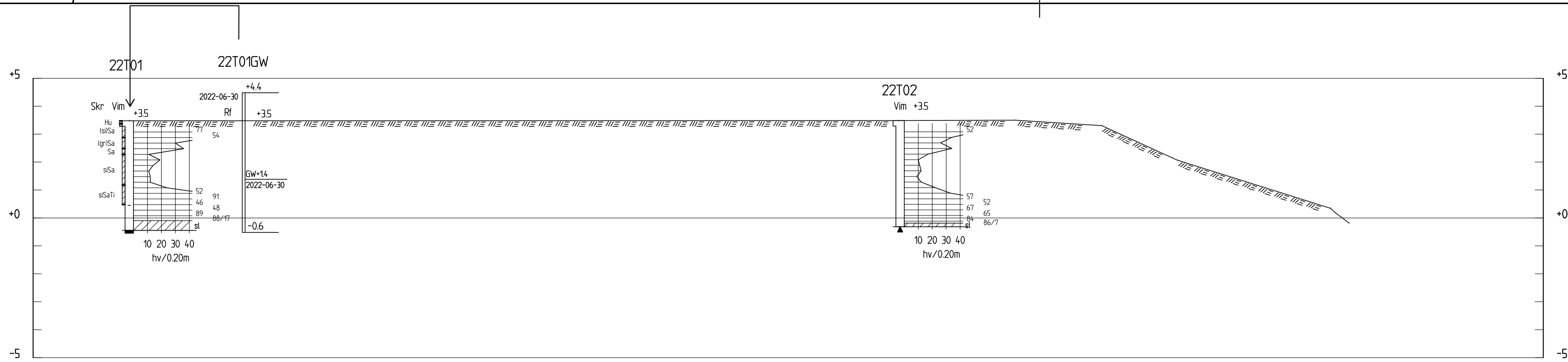


UPPDRAG NR 325057	RITAD AV J. RENSTRÖM	HANDLAGGARE N. EKHOLM
DATUM 2022-09-16	ANSVARIG N. NILSSON	

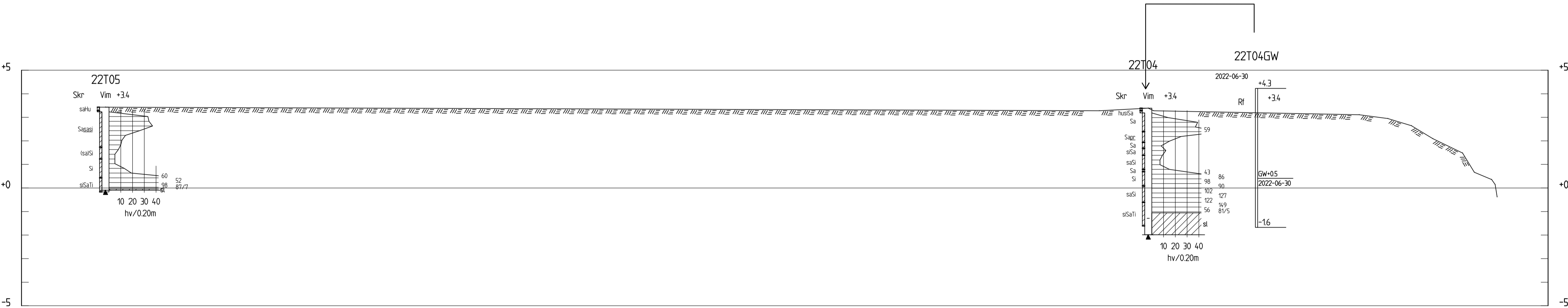
HÖRNEFORS
 GEOTEKNISK UNDERSÖKNING
 PLANRITNING

SKALA 1:300 (A1)	NUMMER G110101	BET
---------------------	-------------------	-----

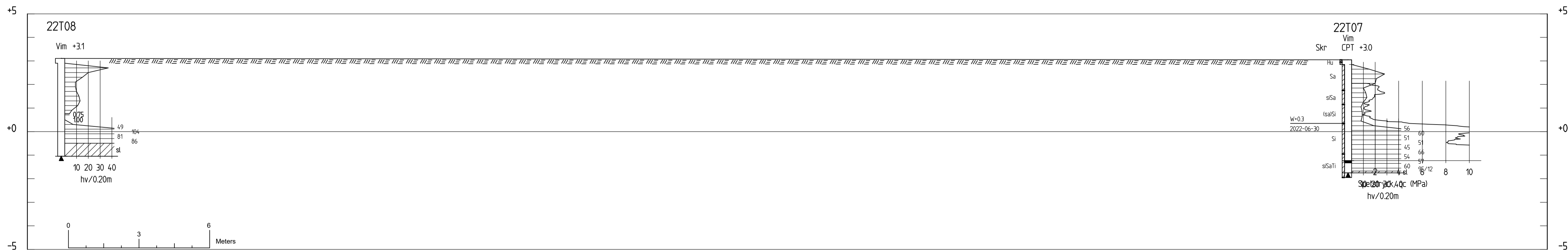
Plottad: 2022-12-06 09:03:42 by: Lars Hagstom
 Path: G:\UME\325057\Gunder\G110101_A1.dwg



SEKTION A-A
1:100



SEKTION B-B
1:100



SEKTION C-C
1:100

KOORDINATSYSTEM
PLAN: SWEREF99 20 15
HÖJD: RH2000

HÄNVISNINGAR
FÖR MER DETALJERAD FÖRKLARING
HÄNVISAS TILL SGF/BGS
BETECKNINGSSYSTEM SOM ÅTERFINNS PÅ
WWW.SGF.NET (PUBLIKATIONER -> SGF/BGS
BETECKNINGSSYSTEM)

ANMÄRKNINGAR
MÄRKYTA INTERPOLERAD MELLAN
BORRHÅL OCH INMÄTNING
TERRÄNGMODELL SAKNAS

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

**UMEÅ
KOMMUN**

TYRÉNS

UPPDRAG NR 325057	RITAD AV J. RENSTRÖM	HANDLAGGARE N. EKHOLOM
DATUM 2022-09-02	ANSVARIG N. NILSSON	

HÖRNEFORS
GEOTEKNISK UNDERSÖKNING
SEKTIONSRITNING

SKALA H:1:100, L:1:100 (A1)	NUMMER G110301	BET
--------------------------------	-------------------	-----

KOORDINATSYSTEM

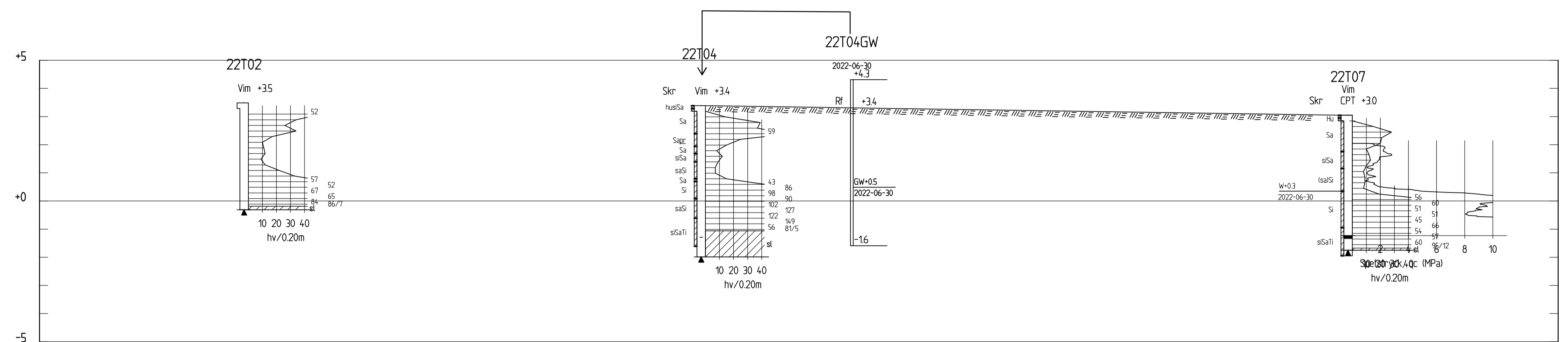
PLAN: SWEREF99 20 15
HÖJD: RH2000

HÄNVISNINGAR

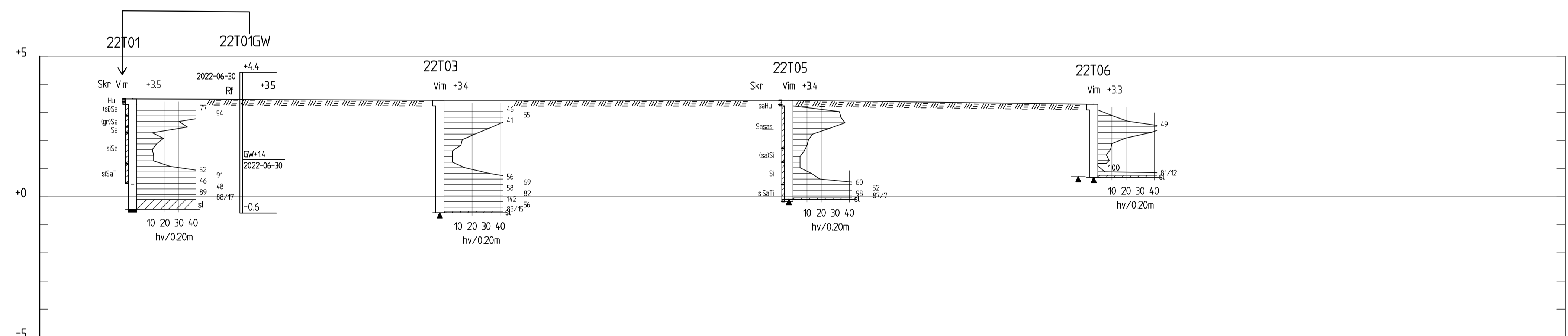
FÖR MER DETALJERAD FÖRKLARING
HÄNVISAS TILL SGF/BGS
BETECKNINGSSYSTEM SOM ÅTERFINNS PÅ
WWW.SGF.NET (PUBLIKATIONER -> SGF/BGS
BETECKNINGSSYSTEM)

ANMÄRKNINGAR

MÄRKTA INTERPOLERAD MELLAN
BORRHÅL OCH INMÄTNING
TERRÄNGMODELL SAKNAS



SEKTION D-D
H 1: 100 L 1: 300



SEKTION E-E
H 1: 100 L 1: 300

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

**UMEÅ
KOMMUN**

TYRÉNS

UPPDRAG NR 325057	RITAD AV J. RENSTRÖM	HANDLAGGARE N. EKHLÖM
DATUM 2022-09-02	ANSVARIG N. NILSSON	

HÖRNEFORS
GEOTEKNISK UNDERSÖKNING
SEKTIONSRITNING

SKALA H:1:100, L:1:300 (A1)	NUMMER G110302	BET
--------------------------------	-------------------	-----