

Klient: Timrå Kommun

Projekt: Solhöjden

PM Geoteknik



PM Geoteknik

Uppdrag
Solhöjden
Uppdragsnummer
208258
Beställare
Timrå Kommun
Beställarens referens
Stina Reinhammar

Datum
2021-12-22
Revidering
4
Revideringsdatum
2023-04-28

Uppdragsledare
Fredrik Thellbro
Telefon
070-679 22 99
Mejl
fredrik.thellbro@afry.com

Upprättad av:
Lovisa Hassellund, Geoteknik

Komplettering upprättad av:
Mattias Carlsson, Geoteknik

Granskad av:
Fredrik Thellbro, Geoteknik

Komplettering granskad av:
Lovisa Hassellund, Geoteknik

PM Geoteknik

Nytt exploateringsområde i Sörberget, Timrå Kommun.

Innehållsförteckning

1	Objekt	5
2	Syfte	5
3	Styrande dokument	6
4	Underlag för projektering.....	6
4.1	Planerad konstruktion.....	6
4.2	Geotekniska undersökningar.....	7
4.2.1	Utförda undersökningar.....	7
4.2.2	Tidigare utförda undersökningar	7
5	Befintliga förhållanden	7
5.1	Befintliga byggnader och anläggningar	7
5.2	Topografiska förhållanden	7
5.3	Ytbeskaffenhet	7
6	Geotekniska förhållanden	7
6.1	Område 1, Flerfamiljshus	7
6.1.1	Jorddjup och jordlagerföljd	7
6.1.2	Hydrogeologiska förhållanden.....	8
6.1.3	Materialegenskaper och parametrar	8
6.1.4	Dimensioneringsparametrar	8
6.1.5	Sättningsförhållanden	9
6.1.6	Stabilitetsförhållanden	9
6.1.7	Geoteknisk åtgärd	10
6.2	Område 2, Enfamiljshus och parhus.....	10
6.2.1	Jorddjup och jordlagerföljd	10
6.2.2	Hydrogeologiska förhållanden.....	10
6.2.3	Materialegenskaper och parametrar	10
6.2.4	Dimensioneringsparametrar	10
6.2.5	Sättningsförhållanden	10
6.2.6	Stabilitetsförhållanden	10
6.2.7	Geoteknisk åtgärd	10
6.3	Område 3, Enfamiljshus.....	11
6.3.1	Jorddjup och jordlagerföljd	11
6.3.2	Hydrogeologiska förhållanden.....	11
6.3.3	Materialegenskaper och parametrar	11
6.3.4	Dimensioneringsparametrar	11
6.3.5	Sättningsförhållanden	11
6.3.6	Stabilitetsförhållanden	11
6.3.7	Geoteknisk åtgärd	12
6.4	Område 4, Radhus	12

6.4.1	Jorrdjup och jordlagerföljd	12
6.4.2	Hydrogeologiska förhållanden.....	12
6.4.3	Materialegenskaper och parametrar	12
6.4.4	Dimensioneringsparametrar	12
6.4.5	Sättningsförhållanden	12
6.4.6	Stabilitetsförhållanden	12
6.4.7	Geoteknisk åtgärd	12
6.5	Område 5, Punkthus.....	13
6.5.1	Jorrdjup och jordlagerföljd	13
6.5.2	Hydrogeologiska förhållanden.....	13
6.5.3	Materialegenskaper och parametrar	13
6.5.4	Dimensioneringsparametrar	13
6.5.5	Sättningsförhållanden	13
6.5.6	Stabilitetsförhållanden	13
6.5.7	Geoteknisk åtgärd	13
6.6	Område 6, Radhus	13
6.6.1	Jorrdjup och jordlagerföljd	13
6.6.2	Hydrogeologiska förhållanden.....	14
6.6.3	Materialegenskaper och parametrar	14
6.6.4	Dimensioneringsparametrar	14
6.6.5	Sättningsförhållanden	15
6.6.6	Stabilitetsförhållanden	15
6.6.7	Geoteknisk åtgärd	15
6.7	Område 7, Enfamiljshus.....	15
6.7.1	Jorrdjup och jordlagerföljd	15
6.7.2	Hydrogeologiska förhållanden.....	16
6.7.3	Materialegenskaper och parametrar	16
6.7.4	Dimensioneringsparametrar	16
6.7.5	Sättningsförhållanden	16
6.7.6	Stabilitetsförhållanden	16
6.7.7	Geoteknisk åtgärd	16
6.8	Område 8, Enfamiljshus, radhus och parhus	16
6.8.1	Jorrdjup och jordlagerföljd	16
6.8.2	Hydrogeologiska förhållanden.....	17
6.8.3	Materialegenskaper och parametrar	17
6.8.4	Dimensioneringsparametrar	17
6.8.5	Sättningsförhållanden	18
6.8.6	Stabilitetsförhållanden	18
6.8.7	Geoteknisk åtgärd	18
7	Stabilitetsberäkningar	19
7.1	Beräkningsanvisningar.....	19



7.2	Resultat.....	20
8	Slutsats och rekommendation	20
8.1	Grundläggning.....	20
8.2	Markradon	22
8.3	Kontroll i byggskedet.....	22
8.4	Styrande krav för eventuell fortsatt projektering.....	23

Bilagor

Bilaga 1	Områdesindelning
Bilaga 2	Stabilitetsberäkningar

1 Objekt

På uppdrag av Timrå kommun har AFRY utfört geoteknisk undersökning för nytt exploateringsområde mellan Sörberget och Fagervik i Timrå kommun. Området är ca 34 hektar stort. Figur 1-1 visar var området är beläget.



Figur 1-1. Orientering av undersökt område mellan Fagervik och Sörberget.

2 Syfte

Föreliggande geotekniska utredning har utförts med syfte att utreda markförhållandena och beskriva områdets geotekniska förutsättningar med avseende på ny detaljplan för ovan beskrivna område.

Följande PM är en beställarhandling och nyttjas som underlag för fortsatt projektering. Vid upprättande av bygghandlingar inarbetas de geotekniska uppgifterna och rekommendationerna som överensstämmer med planerat grundläggningsarbete.

3 Styrande dokument

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

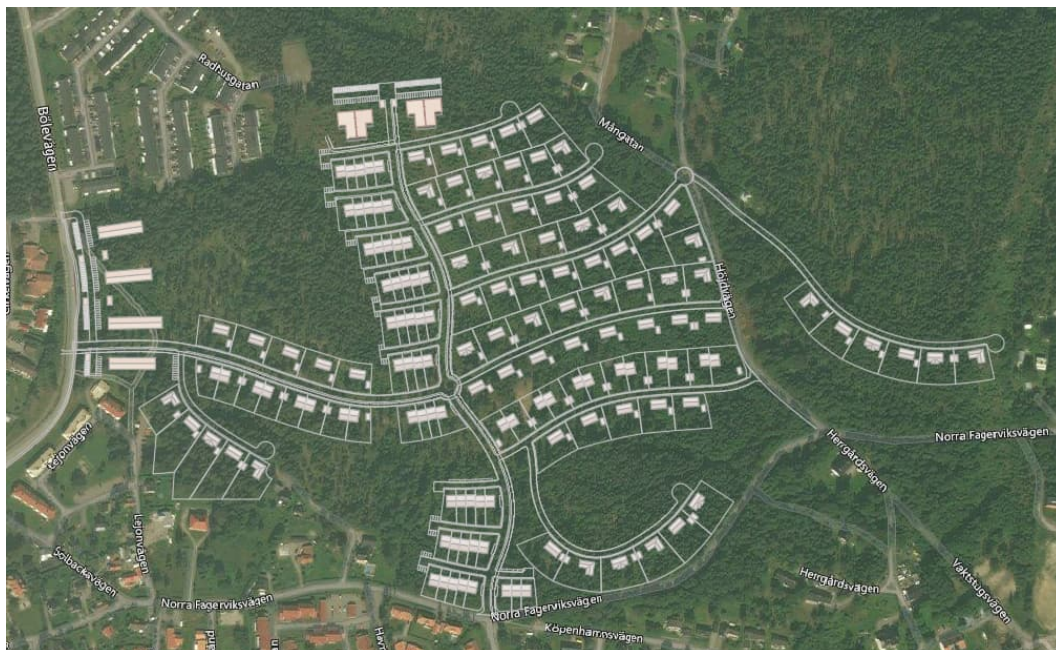
Tabell 3-1 Styrande dokument.

Dokument	Standard eller annat styrande dokument
SS-EN 1997–1:2005	Eurokod 7 - Dimensionering av geokonstruktioner – Del 1: Allmänna regler
<i>För nationella val till Eurokod gäller följande dokument</i>	
BFS 2011:10 med ändringar till och med BFS 2022:4	Boverkets föreskrifter och allmänna råd (2011:10) om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder (eurokoder)
<i>Följande dokument är rådgivande för objektet</i>	
IEG Rapport 2:2008, Rev. 2	Tillämpningsdokument Grunder, SGF

4 Underlag för projektering

4.1 Planerad konstruktion

Området planeras att detaljplaneras med punkthus, flerfamiljshus, parhus, radhus och enfamiljshus. Området planeras med nya vägar, väganslutningar samt VA-system. Figur 4-1 visar det planerade området.



Figur 4-1. Planerat område med punkthus, flerfamiljshus, parhus, enfamiljshus och radhus.

4.2 Geotekniska undersökningar

4.2.1 Utförda undersökningar

En översiktlig geoteknisk undersökning har utförts för att i ett första skede bedöma områdets lämplighet och geotekniska förhållanden inför upprättande av ny detaljplan.

Kompletterande geoteknisk undersökning utfördes november 2022 för att noggrannare bedöma jordegenskaperna inom delområde 1, 6 och 8.

4.2.2 Tidigare utförda undersökningar

Inga tidigare geotekniska undersökningar har arbetats in i detta PM.

5 Befintliga förhållanden

5.1 Befintliga byggnader och anläggningar

I dagsläget är området inte bebyggt, utan består främst av strövområden som nyttjas av kringboenden. Det finns en stig i det nordöstra hörnet av området där "Lustiga Stigen" finns anlagd. Denna stig är full med små figurer och arrangemang av lustiga figurer för barn att skåda.

5.2 Topografiska förhållanden

Marken varierar i hela området. Stora områden består av berg i dagen och där emellan finns lägre partier. Generellt lutar marken åt syd, sydöst.

5.3 Ytbeskaffenhet

Området utgörs av skogsmark.

6 Geotekniska förhållanden

De geotekniska förhållandena är uppdelade i olika områden. Dels beroende på bostadstyp (till exempel parhus, punkthus, enfamiljshus etc.) och dels med hänsyn till markens sammansättning och djup till fast botten. Två områden beskrivs ej då de ligger på eller i direkt anslutning till berg i dagen med gynnsamma grundläggningsförutsättningar. Det ena området ligger öster om Höjdvägen och norr om Fagerviksvägen och utgörs enfamiljshus och det andra området öster om område 6 och söder om område 8 och utgörs även det av enfamiljshus.

I Bilaga 1 finns en skiss på de olika områdena.

6.1 Område 1, Flerfamiljshus

I områdets västra sida planeras för 4 flerfamiljshus. Geotekniska undersökningar har utförts i 4 punkter, 21AF001-21AF004, inom området.

6.1.1 Jorddjup och jordlagerföljd

I detta område övergår marken från sand och siltigt sandmorän i norr till tunnare lager av torrskorpelera och sand och därefter vidare söderut till större mäktigheter av sand, siltig sand, sandig silt och även inslag av sulfidhaltig silt och lera.

I borrhål 21AF001 har ett tunt lager stenig sand som vilar på siltig sandmorän påträffats. Berg har påträffats ca 3,3 m under markytan.

I borrhpunkt 21AF002 finns grusig sand i ytan och därunder vilar ca 1 m mäktig torrskorpelera innan finsand har påträffats. Bergövertytan har bekräftats på ca 4,1 m under markytan.

I borrhpunkt 21AF003 och 21AF004 har sand, siltig sand samt finsand påträffats i de översta 5,2-7 m. Därunder vilar finsandig silt som övergår till något sulfidhaltig sandig silt, sulfidhaltig siltig lera och grovsilt. Mäktigheten varierar mellan ca 2,5-3,5 m. Under silten har sandmorän påträffats. Ingen bergnivå har påträffats i dessa sonderingar.

6.1.2 Hydrogeologiska förhållanden

Inget grundvattenrör är installerat i område 1. Men i två av punkterna har vatten påträffats i skruvborrhål vid korttidsobservation. I 21AF003 har vatten påträffats ca 4,4 m under markytan, vilket motsvarar nivån ca +26,2. I 21AF004 har vatten påträffats ca 2,5 m under markytan, vilket motsvarar nivån ca +25,9.

6.1.3 Materialegenskaper och parametrar

Tabell 6-1 visar jordens härledda materialparametrar från de utförda sonderingarna.

Tabell 6-1 Härledda materialparametrar från utförda sonderingar.

Djup [m]	Friktionsvinkel [°]	Odränerad skjuvhållfasthet [kPa]	Elasticitetsmodul [MPa]
0,0 – 1,0	32	-	3 – 7
1,0 – 1,5	34	-	7 – 15
1,5 – 5,6	31	-	2 – 5
5,6 – 8,4	28	-	2 – 5
8,4 – 9,4	31	-	3 – 7
9,4 –>	37	-	30 – 40

6.1.4 Dimensioneringsparametrar

Grundkonstruktioner dimensioneras och utformas i säkerhetsklass 2 (SK2) och geoteknisk kategori 2 (GK2). Dimensioneringen utförs enligt TK Geo 13 version 2.0. Faktorn η väljs enligt IEG:s rapport 7:2008 (Tillämpningsdokument EN 1997-1 kap 6, Plattgrundläggning).

För dimensionering i brott- och bruksgränstillståndet väljs dimensionerande värden enligt TK Geo 13 version 2.0, kap 2.3.1 med partialkoefficienter (γ_M) enligt BFS 2011:10 med ändringar t.o.m. BFS 2022:4.

Partialkoefficienter och omräkningsfaktor bedöms enligt Tabell 6-2 nedan.

Tabell 6-2 Partialkoefficienter för dimensionering enligt BFS 2011: 10.

Jordparameter	Symbol	Värde på y_M
Friktionsvinkel	φ	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet	τ_u	1,5
Tunghet	ρ	1,0
Elasticitetsmodul	E	1,0
Omräkningsfaktor	η_{tot} , Slanter och bankar	0,90 ¹

¹ $\eta_{1,2} = 1,0$ $\eta_3 = 0,90$ $\eta_{4,5,6,7} = 1,0$ $\eta_8 = 1,0$

Använda materialparametrar kan ses i

Tabell 6-3 där dimensionerande materialparametrar är beräknade utifrån partialkoefficienter och omräkningsfaktor i Tabell 6-2.

Tabell 6-3 Dimensionerande materialparametrar. Utvärderade med hänsyn till partialkoefficienter i Tabell 6-2.

Djup [m]	Dimensionerande materialparametrar		
	Friktionsvinkel [°]	Odränerad skjuvhållfasthet [kPa]	Elasticitetsmodul [MPa]
0,0 – 1,0	23	-	3 – 7
1,0 – 1,5	25	-	7 – 15
1,5 – 5,6	22	-	2 – 5
5,6 – 8,4	20	-	2 – 5
8,4 – 9,4	22	-	3 – 7
9,4 –>	28	-	30 – 40

6.1.5 Sättningsförhållanden

För det nordligaste huset förekommer ej någon risk för sättningar, då marken består av friktionsjord på berg.

För nästa hus kan viss sättning förekomma i torrskorpeleran, men inget som bedöms som skadligt.

För de 2 södra flerfamiljshusen finns viss risk för sättningar, då marken består av silt på djupet.

6.1.6 Stabilitetsförhållanden

Stabiliteten inom området anses tillfredställande. I norra delen där det finns ett höjdparti består jorden av gynnsamma jordartsförhållanden i form av morän. Längre ner i terrängen förekommer finkornigare jordarter men marknivåerna är plana och således anses stabilitetsproblem ej föreligga för planerat ändamål.

6.1.7 Geoteknisk åtgärd

För de två nordligaste flerfamiljshusen erfordras ingen geoteknisk åtgärd utan grundläggning bedöms kunna ske genom plattgrundläggning.

För de två södra flerfamiljshusen kan grundläggning troligtvis ske med plattgrundläggning. Dock kan inte pålgrundläggning alternativt kompensationsgrundläggning uteslutas då det i dagsläget saknas information om laster och grundläggningsnivå för planerade bostäder. Detta måste verifieras under projekteringen av byggnaderna. Vid pålgrundläggning bedöms pållängder för spetsburna pålar vara ca 11-17 m enligt utförda hejarsonderingar i området.

6.2 Område 2, Enfamiljshus och parhus

På väg från väster in mot undersökningsområdets mitt planeras det för 5 enfamiljshus på norra sidan av gatan och 4 parhus på den södra sidan. Geotekniska undersökningar har utförts i 6 punkter, 21AF007-21AF012, inom området.

6.2.1 Jorddjup och jordlagerföljd

I detta område består marken av främst stenig sand och siltig, sandig morän på berg. Berg har påträffats ca 0,2-5,5 m under markytan.

6.2.2 Hydrogeologiska förhållanden

Inget vatten har påträffats i sonderingarna. Dock är ett grundvattenrör installerat i 21AF007. Mätningar i grundvattenröret visar att grundvatten finns ca 3,2 m under markytan, vilket motsvarar nivån ca +29,3.

6.2.3 Materialegenskaper och parametrar

Tabell 6-4 visar jordens härledda materialparametrar från de utförda sonderingarna.

Tabell 6-4 Härledda materialparametrar från utförda sonderingar.

Djup [m]	Friktionsvinkel [°]	Odränerad skjuvhållfasthet [kPa]	Elasticitetsmodul [MPa]
0,0 – 0,3	32	-	5 – 10
0,3 –>	35	-	20 – 30

6.2.4 Dimensioneringsparametrar

Inga geotekniska dimensioneringsparametrar har tagits fram för detta delområde.

6.2.5 Sättningsförhållanden

Ingen risk för skadliga sättningar har bedömts finnas inom området, då det till största delen består av friktionsjord. Dessutom har berg påträffats ytligt inom området.

6.2.6 Stabilitetsförhållanden

Med hänsyn till rådande gynnsamma geotekniska förutsättningar bedöms ingen stabilitetsproblematik föreligga för planerat ändamål.

6.2.7 Geoteknisk åtgärd

Inga geotekniska åtgärder erfordras inom område 2. Risk för bergschakt finns.

Husen bedöms kunna grundläggas med platta på mark.

6.3 Område 3, Enfamiljshus

I det sydvästra hörnet av undersökningsområdet planeras det för 5 enfamiljshus. Geotekniska undersökningar har utförts i 3 punkter, 21AF013-21AF015, inom området.

6.3.1 Jorddjup och jordlagerföljd

I detta område består marken av sand som vilar på torrskorpelera och silt/sandig silt. Under silten finns sandig, siltig morän.

Ler- och siltskiktet är ca 1,6-2,6 m mäktigt i punkterna 21AF013 och 21AF015. Och ligger ca 0,7-1,2 m under markytan.

I 21AF013 har bergöverytan konstaterats på 3,0 m under markytan. I punkten 21AF014 har berg påträffats redan på ca 0,3 m under markytan.

6.3.2 Hydrogeologiska förhållanden

Inga vattennivåer har påträffats i sonderingarna men ett grundvattenrör har installerats i 21AF015. Här har grundvatten påträffats på ca 3,0 m under markytan, vilket motsvarar nivå ca +21,4.

6.3.3 Materialegenskaper och parametrar

Tabell 6-5 visar jordens härledda materialparametrar från de utförda sonderingarna.

Tabell 6-5 Härledda materialparametrar från utförda sonderingar.

Djup [m]	Friktionsvinkel [°]	Odränerad skjuvhållfasthet [kPa]	Elasticitetsmodul [MPa]
0,0 – 1,6	32	-	3 – 7
1,6 – 2,8	28	-	2 – 5
2,8 – 3,8	30	-	5 – 10
3,8 ->	35	-	30 – 40

6.3.4 Dimensioneringsparametrar

Inga dimensioneringsparametrar har tagits fram för delområdet.

6.3.5 Sättningsförhållanden

Det finns viss risk för sättningar men bedöms vara relativt små samt kunna tas ut relativt snabbt. Mäktigheten på de finare sedimenten är relativt tunna och lastökningen från enfamiljshus är liten, vilket medför att risken för skadliga sättningar är liten.

6.3.6 Stabilitetsförhållanden

Då området har nära till berg och goda jordartsförhållanden samt att marknivåerna är relativt flacka bedöms stabilitetsproblem ej föreligga för planerat ändamål.

6.3.7 Geoteknisk åtgärd

Då bergnivån varierar inom området så finns risk för att träffa på berg i schakt för grundläggning.

Utöver att berg kan påträffas i schakt så erfordras inga andra geotekniska åtgärder.

Husen bedöms kunna grundläggas med platta på mark.

6.4 Område 4, Radhus

Mitt i undersökningsområdet med en nord-sydlig riktning planeras det för 6 radhus. Dessa planeras att läggas på gatans västra sida. Geotekniska undersökningar har utförts i 6 punkter, 21AF016-21AF021, inom området. Borrpunkten 21AF020 har utgått, då det var berg i dagen i borrpunktens läge.

6.4.1 Jorddjup och jordlagerföljd

Inom detta område består marken av humus, stenig sand eller grusig, stenig sand i det översta lagret. Under sandlagret vilar siltig, sandig morän eller siltig sandmorän.

Bergövertytan har påträffats på ca 0,6-1,4 m under markytan i de 3 södra punkterna.

6.4.2 Hydrogeologiska förhållanden

Vatten har påträffats i 2 av sonderingspunkterna ca 0,5 m under markytan (21AF016 och 21AF017). I 21AF017 har även ett grundvattenrör installerats. Mätningar i röret visar på grundvatten ca 1,9 m under markytan, vilket motsvarar nivån ca +39,4.

6.4.3 Materialegenskaper och parametrar

Tabell 6-6 visar jordens härledda materialparametrar från de utförda sonderingarna.

Tabell 6-6 Härledda materialparametrar från utförda sonderingar.

Djup [m]	Friktionsvinkel [°]	Odränerad skjuvhållfasthet [kPa]	Elasticitetsmodul [MPa]
0,0 – 0,4	33	-	5 – 15
0,4 – 0,8	35	-	10 – 20

6.4.4 Dimensioneringsparametrar

Inga dimensioneringsparametrar har tagit fram för delområdet.

6.4.5 Sättningsförhållanden

Ingen risk för sättningar då marken består av morän samt att berg har påträffats ytligt.

6.4.6 Stabilitetsförhållanden

Då marken består gynnsamma geotekniska förhållanden i form av morän samt ytligt berg bedöms stabilitetsproblem ej föreligga för planerat ändamål.

6.4.7 Geoteknisk åtgärd

Inga geotekniska åtgärder erfordras. Dock finns risk för bergschakt inom området.

Husen bedöms kunna grundläggas med platta på mark.

6.5 Område 5, Punkthus

I undersökningsområdets norra del planeras det för 2 punkthus med flertalet våningar. Geotekniska undersökningar har utförts i 2 punkter, 21AF005-21AF006, inom området.

6.5.1 Jorddjup och jordlagerföljd

I detta område består marken av stenig, grusig sand i ytan. Sanden underlagras av morän och/eller berg.

Bergöverytan har bekräftats på ca 4,6 m under markytan för det västliga punkthuset och ca 0,3 m under markytan för det östliga punkthuset.

6.5.2 Hydrogeologiska förhållanden

Inga indikationer av vatten i sonderingshål har noterats.

6.5.3 Materialegenskaper och parametrar

Inga materialparametrar har tagits fram för området, då sonderingarna ej har gått att driva ner i marken.

6.5.4 Dimensioneringsparametrar

Inga dimensioneringsparametrar har tagit fram för delområdet.

6.5.5 Sättningsförhållanden

Då sonderingarna visar på morän och berg direkt under markytan så finns ingen risk för sättningar inom delområdet.

6.5.6 Stabilitetsförhållanden

Då marken består gynnsamma geotekniska förhållanden i form av morän samt ytligt berg bedöms stabilitetsproblem ej föreligga för planerat ändamål.

6.5.7 Geoteknisk åtgärd

Inga geotekniska åtgärder erfordras. Dock kan det vara aktuellt med bergschakt för grundläggning av husen.

Husen bedöms kunna grundläggas med platta på mark.

6.6 Område 6, Radhus

I undersökningsområdets södra del planeras det för 4 radhus på både den västra och östra sidan av gatan. Geotekniska undersökningar har utförts i 4 punkter, 21AF023-21AF026, inom området.

6.6.1 Jorddjup och jordlagerföljd

I detta sydliga område av undersökningsområdet förekommer det ett tunt sandlager i ytan som ganska snabbt övergår i silt. Siltlagret varierar mellan silt, sandig silt, sulfidhaltig silt och även lerig silt samt siltig lera. Mäktigheten på detta finsedimentlager är mellan ca 6-9 m. Under finsedimenten finns troligen sand eller morän.

Inga bergöverytor har erhållits i sonderingarna.

6.6.2 Hydrogeologiska förhållanden

Inga vattennoteringar har erhållits från sonderingarna. Ett grundvattenrör har installerats i 21AF026 i samband med den geotekniska undersökningen. Inget grundvatten har påträffats ner till ett djup av 10 m under markytan. Det indikerar att grundvattenröret troligen är installerad i mycket täta jordarter och det kan ta tid för grundvattnet att stabilisera sig i röret alternativt att filtret har satt igen och därav kan vatten ej filtreras in i röret.

6.6.3 Materialegenskaper och parametrar

Tabell 6-7 visar jordens härledda materialparametrar från de utförda sonderingarna.

Tabell 6-7 Härledda materialparametrar från utförda sonderingar.

Djup [m]	Friktionsvinkel [°]	Odränerad skjuvhållfasthet [kPa]	Elasticitetsmodul [MPa]
0,0 – 1,0	29	-	3 – 7
1,0 – 4,8	27	-	2 – 5
4,8 – 6,8	28	-	2 – 5
6,8 – 8,6	30	-	3 – 7
8,6 – 10,0	33	-	5 – 15
10,0 ->	35	-	30 – 40

6.6.4 Dimensioneringsparametrar

Grundkonstruktioner dimensioneras och utformas i säkerhetsklass 2 (SK2) och geoteknisk kategori 2 (GK2). Dimensioneringen utförs enligt TK Geo 13 version 2.0. Faktorn η väljs enligt IEG:s rapport 7:2008 (Tillämpningsdokument EN 1997-1 kap 6, Plattgrundläggning).

För dimensionering i brott- och bruksgränstillståndet väljs dimensionerande värden enligt TK Geo 13 version 2.0, kap 2.3.1 med partialkoefficienter (γ_M) enligt BFS 2011:10 med ändringar t.o.m. BFS 2022:4.

Partialkoefficienter och omräkningsfaktor bedöms enligt Tabell 6-8 nedan.

Tabell 6-8 Partialkoefficienter för dimensionering enligt BFS 2011:10.

Jordparameter	Symbol	Värde på γ_M
Friktionsvinkel	φ	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet	τ_{ru}	1,5
Tunghet	ρ	1,0
Elasticitetsmodul	E	1,0
Omräkningsfaktor	η_{tot} , Slänter och bankar	0,90 ¹

¹ $\eta_{1,2} = 1,0$ $\eta_3 = 0,90$ $\eta_{4,5,6,7} = 1,0$ $\eta_8 = 1,0$

Använda materialparametrar kan ses i Tabell 6-9 där dimensionerande materialparametrar är beräknade utifrån partialkoefficienter och omräkningsfaktor i Tabell 6-8.

Tabell 6-9 Dimensionerande materialparametrar. Utvärderade med hänsyn till partialkoefficienter i Tabell 6-8.

Djup [m]	Dimensionerande materialparametrar		
	Friktionsvinkel [°]	Odränerad skjuvhållfasthet [kPa]	Elasticitetsmodul [MPa]
0,0 – 1,0	21	-	3 – 7
1,0 – 4,8	19	-	2 – 5
4,8 – 6,8	20	-	2 – 5
6,8 – 8,6	22	-	3 – 7
8,6 – 10,0	24	-	5 – 15
10,0 ->	26	-	30 – 40

6.6.5 Sättningsförhållanden

Risk för sättningar finns inom området.

6.6.6 Stabilitetsförhållanden

Området kring planerade byggnader är flackt och det bedöms ej föreligga stabilitetsproblem för planerat ändamål. I nordväst och nordöst om området finns det höjdparter med berg i dagen som inte påverkar stabiliteten ned mot planerade byggnader.

6.6.7 Geoteknisk åtgärd

Jorden innehåller sättningskänslig jord och vilken metod som är lämpligast att grundlägga byggnaderna med kommer behöva verifieras i projekteringskedet när laster och grundläggningsnivå tas fram.

Aktuella grundläggningsmetoder för området bedöms vara plattgrundläggning, kompensationsgrundläggning eller pålgrundläggning. Vid pålgrundläggning bedöms pållängder för spetsburna pålar vara ca 9-10 m enligt utförda hejarsonderingar i området.

6.7 Område 7, Enfamiljshus

I den nordöstra delen av undersökningsområdet planeras det för flertalet enfamiljshus längs med 3 gator. Geotekniska undersökningar har utförts i 6 punkter, 21AF027-21AF032, inom området. Borrpunkt 21AF027 har utgått då det var berg i dagen i dess närhet.

6.7.1 Jorddjup och jordlagerföljd

I stora delar av området består marken av stenig sand i ytan som vilar på siltig, sandig morän. Moränen i sin tur vilar på berg. Längst söderut inom området börjar marken innehålla mer siltigt material. Här underlagras sanden av lerig silt och grusig, sandig silt. Under silten återfinns även här morän i form av sandig, siltig morän.

Bergövertytan har noterats på mellan 0,6-1,5 m under markytan.

6.7.2 Hydrogeologiska förhållanden

Ingen notering av vatten i skruvborrhål har observerats. Inga grundvattenrör har installerats inom området.

6.7.3 Materialegenskaper och parametrar

Tabell 6-10 visar jordens härledda materialparametrar från de utförda sonderingarna.

Tabell 6-10 Härledda materialparametrar från utförda sonderingar.

Djup [m]	Friktionsvinkel [°]	Odränerad skjuvhållfasthet [kPa]	Elasticitetsmodul [MPa]
0,0 – 0,4	31	-	2 – 5
0,4 – 1,2	29	-	2 – 5
1,2 – 2,0	30	-	5 – 10
2,0 –>	35	-	40 – 50

6.7.4 Dimensioneringsparametrar

Inga dimensioneringsparametrar har tagits fram för detta delområde.

6.7.5 Sättningsförhållanden

Minimal risk för sättningar, då marken består av morän på yttligt berg. I de södra delarna av området finns tunna skikt av silt, vilket kan ge små sättningar. Dels kan dessa tas ut relativt snabbt och del så är mäktigheten av silten mycket liten, vilket bedöms ge små sättningar som ej är skadliga för byggnaderna.

6.7.6 Stabilitetsförhållanden

Med hänsyn till rådande jordarter och bergnivåer bedöms ingen stabilitetsproblematik föreligga för planerat ändamål.

6.7.7 Geoteknisk åtgärd

Ingen geoteknisk åtgärd erfordras inom området. Det finns dock risk för bergschakt.

Husen bedöms kunna grundläggas med platta på mark.

6.8 Område 8, Enfamiljshus, radhus och parhus

I undersökningsområdets sydöstra del, samt mot undersökningsområdets mitt planeras det för fler enfamiljshus och även parhus. Den västligaste borrhållpunkt inom område 8 ligger i en radhuslänga. Geotekniska undersökningar har utförts i 5 punkter, 21AF033 – 21AF036 samt 21AF022, inom området.

6.8.1 Jorddjup och jordlagerföljd

I detta område förekommer lösare jordarter av både silt och lera. Direkt under markytan består marken av sand med varierad mäktighet (0,5–5,7 m). Under sanden förekommer siltig lera, silt, sulfidhaltig silt och lerig silt. Mäktigheterna på dessa lösa sediment varierar också inom området. I en punkt förekommer det inga finsediment alls och de andra punkterna är mäktigheten mellan 0,5-6,5 m. Tunnare finsediment i de punkterna med mäktigare sandlager än de med tunna sandlager i överytan.

Sonderingarna har avbrutits mot fast botten mellan 7,5-15 m under markytan. I en sonderingspunkt har berg påträffats på ca 5 m djup med morän eller uppsprucket berg mellan ca 2-5 m under markytan.

6.8.2 Hydrogeologiska förhållanden

I 2 punkter har grundvattenrör installerats inom området. I 21AF033 har grundvatten påträffats ca 4,36 m under markytan, vilket motsvarar nivån ca +22,08, och i grundvattenrör 21AF034 har grundvatten påträffats ca 3,2 m under markytan, vilket motsvarar nivån ca +27,06.

I två av sonderingshålerna har vatten påträffats vid korttidsobservation. I 21AF022 har vatten påträffats ca 3,6 m under markytan (+28,4) och i 21AF034 har vatten påträffats ca 2,3 m under markytan (+28,0).

6.8.3 Materialegenskaper och parametrar

Tabell 6-11 visar jordens härledda materialparametrar från de utförda sonderingarna.

Tabell 6-11 Härledda materialparametrar från utförda sonderingar.

Djup [m]	Friktionsvinkel [°]	Odränerad skjuvhållfasthet [kPa]	Elasticitetsmodul [MPa]
0,0 – 0,8	31	-	3 – 7
0,8 – 6,2	27	-	2 – 5
6,2 – 6,8	29	-	3 – 7
6,8 – 7,6	32	-	5 – 15
7,6 ->	35	-	30 – 40

6.8.4 Dimensioneringsparametrar

Grundkonstruktioner dimensioneras och utformas i säkerhetsklass 2 (SK2) och geoteknisk kategori 2 (GK2). Dimensioneringen utförs enligt TK Geo 13 version 2.0. Faktorn η väljs enligt IEG:s rapport 7:2008 (Tillämpningsdokument EN 1997-1 kap 6, Plattgrundläggning).

För dimensionering i brott- och bruksgränstillståndet väljs dimensionerande värden enligt TK Geo 13 version 2.0, kap 2.3.1 med partialkoefficienter (γ_M) enligt BFS 2011:10 med ändringar t.o.m. BFS 2022:4.

Partialkoefficienter och omräkningsfaktor bedöms enligt Tabell 6-12 nedan.

Tabell 6-12 Partialkoefficienter för dimensionering enligt BFS 2011: 10.

Jordparameter	Symbol	Värde på yM
Friktionsvinkel	φ	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet	τ_{lv}	1,5
Tunghet	ρ	1,0
Elasticitetsmodul	E	1,0
Omräkningsfaktor	η_{tot} , Slanter och bankar	0,90 ¹

¹ $\eta_{1,2} = 1,0$ $\eta_3 = 0,9$ $\eta_{4,5,6,7} = 1,0$ $\eta_8 = 1,0$

Använda materialparametrar kan ses i Tabell 6-13 där dimensionerande materialparametrar är beräknade utifrån partialkoefficienter och omräkningsfaktor i Tabell 6-12.

Tabell 6-13 Dimensionerande materialparametrar. Utvärderade med hänsyn till partialkoefficienter i Tabell 6-12.

Djup [m]	Dimensionerande materialparametrar		
	Friktionsvinkel [°]	Odränerad skjuvhållfasthet [kPa]	Elasticitetsmodul [MPa]
0,0 – 0,8	23	-	3 – 7
0,8 – 6,2	19	-	2 – 5
6,2 – 6,8	21	-	3 – 7
6,8 – 7,6	23	-	5 – 15
7,6 ->	26	-	30 – 40

6.8.5 Sättningsförhållanden

Det finns risk för sättningar i detta delområde, då marken består av finsediment.

6.8.6 Stabilitetsförhållanden

Området kring planerade byggnader är flackt och det bedöms ej föreligga stabilitetsproblem för den tillkommande lasten som planerade enfamiljshus medför.

6.8.7 Geoteknisk åtgärd

Jorden innehåller sättningskänslig jord och vilken metod som är lämpligast att grundlägga byggnaderna med kommer behöva verifieras i projekteringskedet när laster och grundläggningsnivå tas fram.

Aktuella grundläggningsmetoder för området bedöms vara plattgrundläggning, kompensationsgrundläggning eller pålgrundläggning. Vid pålgrundläggning bedöms pållängder för spetsburna pålar vara ca 6,5-15 m enligt utförda hejarsonderingar i området.

7 Stabilitetsberäkningar

7.1 Beräkningsanvisningar

Stabilitetskrav i enlighet med IEG Rapport 4:1010, se Figur 7-1. Valda säkerhetsfaktorer inom detta projekt bedöms till 1,6 för odränerad analys, 1,5 för kombinerad och 1,3 för dränerad då antalet sonderingar styrker den geotekniska jordlagerprofilen över undersökningsområdet och ger en god bild över de geotekniska förutsättningarna som råder.

		Markanvändning			
		Nyexploatering		Befintlig bebyggelse och anläggning	Annan mark
		Nybyggnation	Planläggning		
Tillståndsbedömning	Översiktlig utredning	Ej tillämbart för denna rapport	Minst detaljerad utredning ska utföras	$F_c > 2 +$ $F_{c\phi} > 1,5$	$F_c > 2 +$ $F_{c\phi} > 1,5$
	Detaljerad utredning		$F_c \geq 1,7-1,5 +$ $F_{komb} \geq 1,5-1,4$ $F_\phi \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,7-1,5 +$ $F_{komb} \geq 1,5-1,3$ $F_\phi \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,6-1,4 +$ $F_{komb} \geq 1,4-1,3$ $F_\phi \geq 1,3$ (sand)
	Fördjupad utredning		$F_c \geq 1,5-1,4 +$ $F_{komb} \geq 1,4-1,3$ $F_\phi \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,4-1,3 +$ $F_{komb} \geq 1,3-1,2$ $F_\phi \geq 1,3$ (sand) Under förutsättning att restriktioner införs	$F_c \geq 1,3-1,2 +$ $F_{komb} \geq 1,2$ $F_\phi \geq 1,2$ (sand)
Projektering		Dimensionering utförs enligt TD "Slänter och bankar" alternativt TK Geo	Beroende på utredningsnivå, F_c och F_{komb} enligt tabellvärde ovan	Stabilitetsförbättrande åtgärd enligt kap 4.5.2.4 alternativt TD "Slänter och bankar" / TK Geo	

Figur 7-1 Val av rekommenderad säkerhetsfaktor enligt IEG Rapport 4:2010 Tabell 4.2. Röd markering visar aktuell markanvändning och tillståndsbedömning för aktuellt projekt.

Stabiliteten har beräknats i en sektion inom område 1 (sektion P-P) och en sektion inom område 8 (sektion O-O) där det förekommer lösare siltlager inom planområdet, se Bilaga 2.

Beräknad last inom område 1 är 40 kPa för flerbostadshus och inom område 8 20 kPa för enfamiljshus.

Stabilitetsberäkningarna är utförda i proframmet GeoStudio Slope/W med Morganstern-Price analysmetod. Glidytorerna är cirkulärcylindriska beräknade med Grid and Radius genom odränerad och kombinerad analys för område 1 och dränerad analys för område 8.

7.2 Resultat

Utförda stabilitetsberäkningar redovisas i sin helhet i Bilaga 2 och resultaten av dessa i sammanfattas i Tabell 7-1 nedan. Enbart den kombinerade analysen redovisas för område 1 då den är dimensionerande med lägst säkerhetsfaktor.

Tabell 7-1 Resultat av stabilitetsberäkningar

Område	Analys	Förhållande	Säkerhetsfaktor
Område 1, sektion P-P	Kombinerad	Nytt flerbostadshus, last 40 kPa	2,0 (1,998)
Område 8, sektion O-O	Dränerad	Nytt enfamiljshus, last 20 kPa	3,2 (3,156)

8 Slutsats och rekommendation

8.1 Grundläggning

I Tabell 8-1 finns en sammanfattning av de föreslagna geotekniska åtgärderna.

Tabell 8-1. Sammanfattning av geotekniska åtgärder och eventuella kompletteringar.

Område	Föreslagen geoteknisk åtgärd	Eventuell komplettering
Område 1	Plattgrundläggning, pålgrundläggning, kompensationsgrundläggning eller en kombination av dessa inom området.	-
Område 2	Ingen geoteknisk åtgärd, ev bergschakt	-
Område 3	Ingen geoteknisk åtgärd, ev bergschakt	-
Område 4	Ingen geoteknisk åtgärd, ev bergschakt	-
Område 5	Ingen geoteknisk åtgärd, ev bergschakt	-
Område 6	Plattgrundläggning, pålgrundläggning, kompensationsgrundläggning eller en kombination av dessa inom området.	-
Område 7	Ingen geoteknisk åtgärd, ev bergschakt	-
Område 8	Plattgrundläggning, pålgrundläggning, kompensationsgrundläggning eller en kombination av dessa inom området.	-

Det är främst i delområde 1, 6 och 8 där annan grundläggningsmetod än plattgrundläggning kan bli aktuellt. Beroende på lasterna från byggnaderna och grundläggningsnivåer kan det bli aktuellt med pålgrundläggning eller kompensationsgrundläggning inom områdena. Detta

ska verifieras under projekteringskedan av sakkunnig. Kompletterande geoteknisk undersökning bedöms ej behöva utföras utan underlaget framtagit tillhörande denna utredning anses tillräckligt för att bedöma grundläggningsförfarande när projekteringsförutsättningarna är fastslagna.

Vid den kompletterande undersökningen 2022 utfördes hejarsonderingar och CPT-sonderingar i samma punkt vid 9 tillfällen. Vid jämförelse av dessa sonderingar visar hejarsonderingarna generellt högre hållfasthet än CPT-sonderingarna. Detta kan bero på ett uppbyggt negativt portryck vid spetsen av hejarsonderingen som påverkar motståndet och visar ett högre värde som bör ses på med försiktighet.

Utöver byggnadernas placeringar kommer gator och VA-system att utföras inom hela området. Grundläggning av vägar kommer inte att ge stora lastökningar inom området så i ler- och silt områdena är det främst tjälfarlighetsklassen och materialtypen som kommer att vara styrande för vägarnas dimensionering.

De djupaste schakterna inom området kommer troligen att bestå av VA-schakter. Det kommer att erfordras bergsschakter och plansprängning av VA-schakter i de områdena med friktionsjord och ytligt berg. I de områdena med lösare sediment så kan det erfordras förstärkt ledningsbädd för att minska risken för rörelser.

I dagsläget förefaller inga risker avseende bergstabilitet. Nio områden har identifierats som bör utredas vidare i kommande skeden, se Figur 8-1.



Figur 8-1 Identifierade områden för fortsatt utredning avseende bergstabilitet i kommande skeden.

Nedan listas hur arbetsgången bör genomföras för de identifierade områdena.

Hanteras vid detaljprojektering:

1. Kartering av berg i dagen, där detta är möjligt. Analys av stabilitet och dimensionering av eventuella förstärkningsåtgärder.

Hanteras i byggskedet:

1. Avtäckning av berg, rensning av vegetation.
2. Bergrensning med syfte att ta bort lösa block.
3. Kartering av avtäckt och rensat berg, verifiera stabiliteten.
4. Bergförstärkning (bult och nät vid behov) med syfte att säkra eventuella lösa block och kilar

8.2 Markradon

Markradonmätning har utförts i flertalet punkter men mätningar har enbart registrerat i fyra punkter. Varje punkt har tilldelats en riskklass (låg-, normal- eller högradonmark) i enlighet med Byggforskningsrådets rapport R85: 1988, reviderad 1990 "Radon i bostäder. Riskklassen baserar sig på rådande jordart och radonhalt i jordluften.

Enligt mätningarna varierar marken från att vara lågradonmark till normalradonmark. Riskklasserna kopplas vid nyproduktion samman med krav på husets utförande. Där följande brukar rekommenderas:

- Lågradonmark – Traditionellt utförande
- Normalradonmark – Radonskyddande utförande
- Högradonmark – Radonsäkert utförande

Men med hänsyn till de fåtal mätningar som har registrerats rekommenderas att minst radonskyddande utförande genomförs. Men då grundläggning till stor del sker på eller i närheten av berg rekommenderas radonsäkert utförande.

Tabell 8-2 Sammanfattning av markradon och tillhörande riskklass.

Undersökningsspunkt	Resultat (kBq/m ³)	Rådande jordart	Riskklass
21AF016	9,3	Sand	Lågradonmark
21AF026	8,4	Sand	Lågradonmark
21AF030	39,9	Silt	Normalradonmark
21AF034	5,7	Sand	Lågradonmark

8.3 Kontroll i byggskedet

Nedan anges de krav på minsta kontroll för utförande av grundläggning. Utöver detta ska entreprenören utföra sin dokumenterade egenkontroll. All kontroll och beredning avseende arbete intill trafikerad väg ska upprättas i separat dokument.

- Innan schaktarbeten påbörjas ska geoteknisk arbetsberedning upprättas. Denna kan ingå som del i annan arbetsberedning.

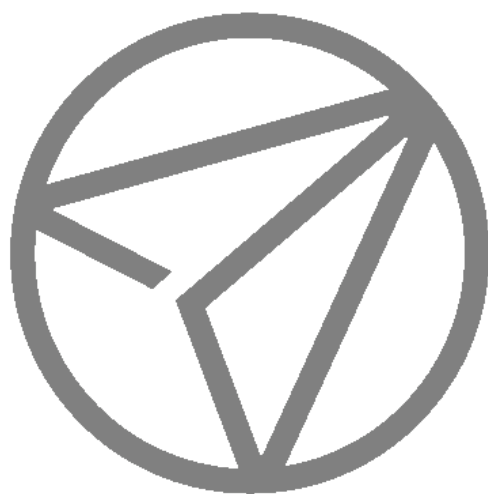
- Schaktbotten ska besiktigas av sakkunnig geotekniker och protokoll för schaktbottenbesiktning ska upprättas. Återfyllning och packningsarbete får ej påbörjas innan besiktning utförts.
- Dokumentation med avseende på allt packningsarbete ska utföras. Uppgifter som ska dokumenteras är väderlek, packningsverktyg, materialtyp, lagertjocklek, antal överfarter med flera relevanta uppgifter för att säkerställa ett lyckat packningsarbete.

8.4 Styrande krav för eventuell fortsatt projektering

Nedan anges krav för eventuell projektering utöver de som finns med i föreliggande handling:

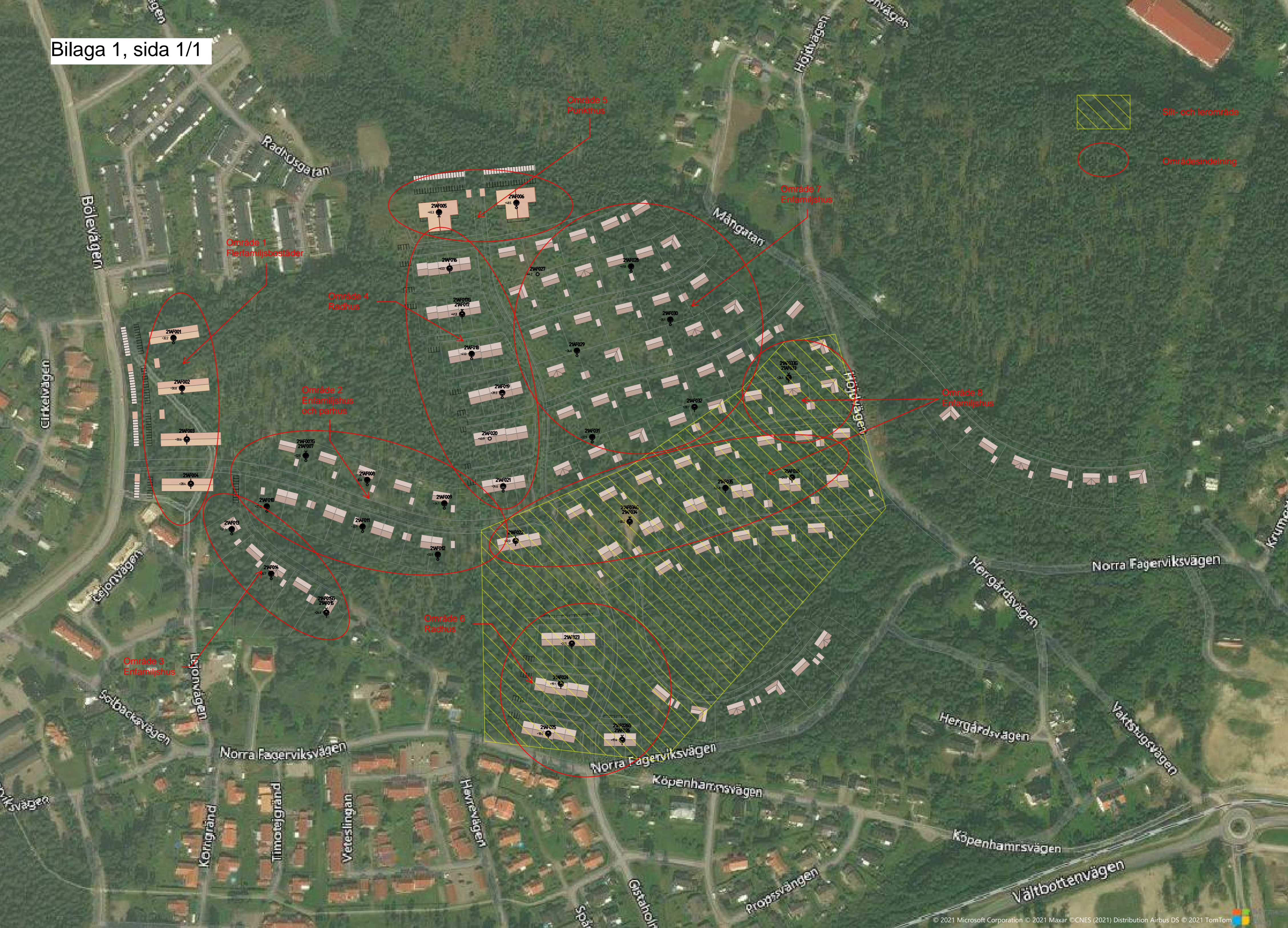
- Schaktslänter ovan grundvattenytan får ej utföras brantare än 1:2 i fyllning och naturligt lagrad jord.
- Vid schakter djupare än 2,0 m och/eller där brantare schaktslänter än 1:2 krävs, måste särskild utredning av sakkunnig geotekniker utföras.
- Uppfyllnader över 2,0 m får ej utföras utan särskild utredning av sakkunnig geotekniker.
- Eventuella sulfidhaltiga massor hanteras inom projektet om möjligt.

Bilaga 1
Områdesindelning



AFRY

ÅF PÖYRY



Sitt- och lerområde

Områdesindelning

Område 1
Flerfamiljsbostäder

Område 4
Radhus

Område 2
Enfamiljshus
och parhus

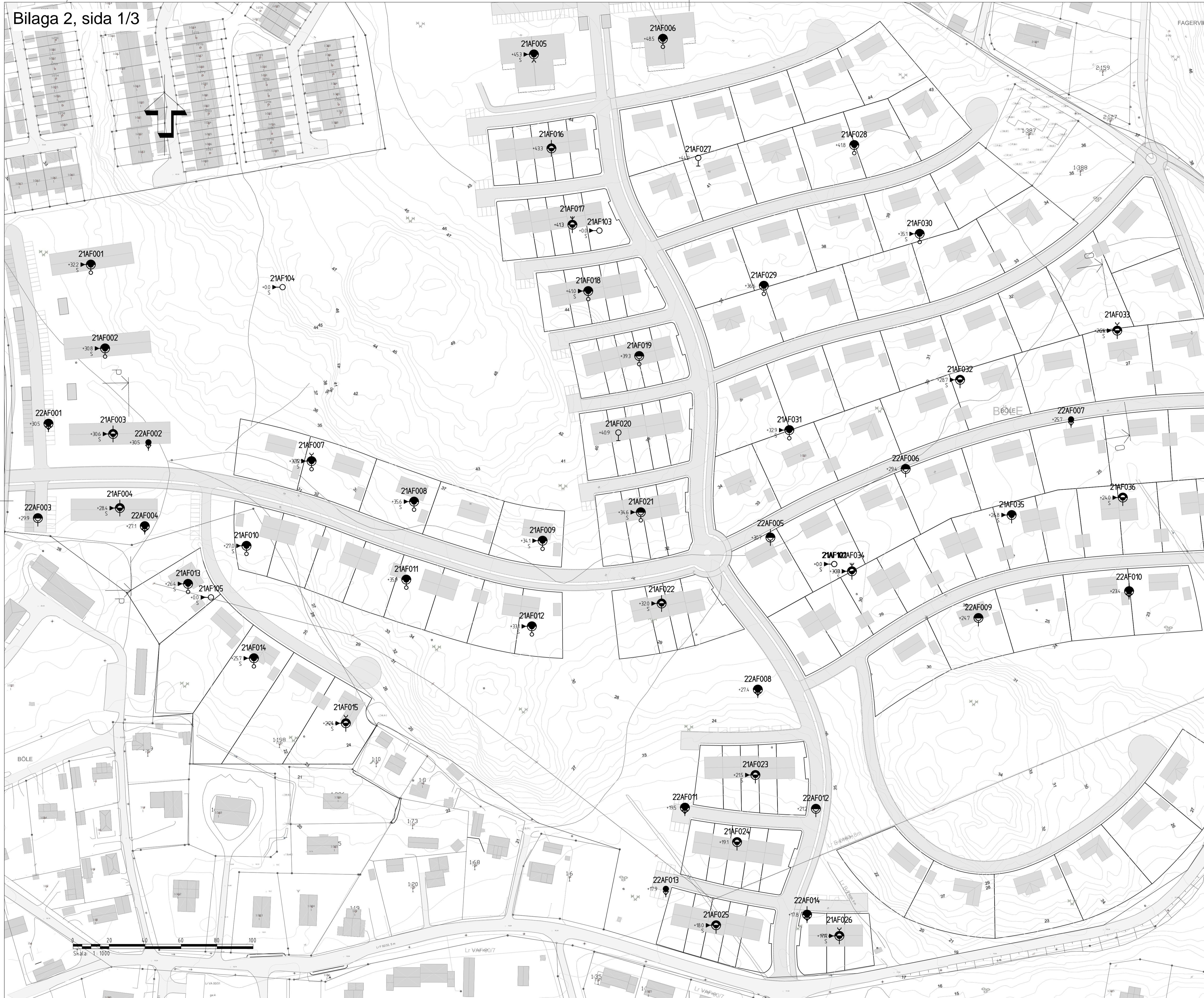
Område 5
Punkthus

Område 7
Enfamiljshus

Område 8
Enfamiljshus

Område 6
Radhus

Område 3
Enfamiljshus



- TECKENFÖRKLARING**
- STÖRD PROVTAGNING
 - STATISK SONDERING
 - DYNAMISK SONDERING
 - SONDERING TILL FÖRMODAT FAST BOTTEN
 - SONDERING TILL FÖRMODAT BERG
 - SONDERING MINDRE ÄN 3 M I FÖRMODAT BERG
 - SONDERING MINST 3 M I FÖRMODAT BERG
 - MILJÖPROVTAENING
 - GRUNDVATTENIVÅ (GRUNDVATTENRÖR I ÖPPET SYSTEM)
- SEKTION, SE SEPARAT RITNING

HÄNVISNINGAR
 FÖR DE GEOTEKNISKA SYMBOLERNA, SE SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM VERSION 2001:2, MED TILLHÖRANDE BETECKNINGSLAD FRÅN 2016-11-01

KOORDINATSYSTEM
 SYSTEM I PLAN: SWREF 99 17 15
 SYSTEM I HÖJD: RH 2000

ÖBS!
 RITNINGARNA GÄLLER ENDAST GEOTEKNISK INFORMATION FRÅN UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

A	KOMPL. GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR	2022-11-25	CJ
RE	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN.
SOLHÖJDEN TIMRÅ			
UPPRAG NR 208258	RITAD AV D. HÖGLIN	HANDLAGGARE L. HASSELLUND	
DATUM 2021-12-22	SKISSER F. THELLBRO		
GEOTEKNISK UNDERSÖKNING PLAN SEKTION O, P			
SKALA 1:1000 (A1)	NUMMER G-12.1-002	BLATT A	



AFRY
ÄF PÖYRY

Solhöjden, område 1

Sektion P, kombinerad analys, under byggnad

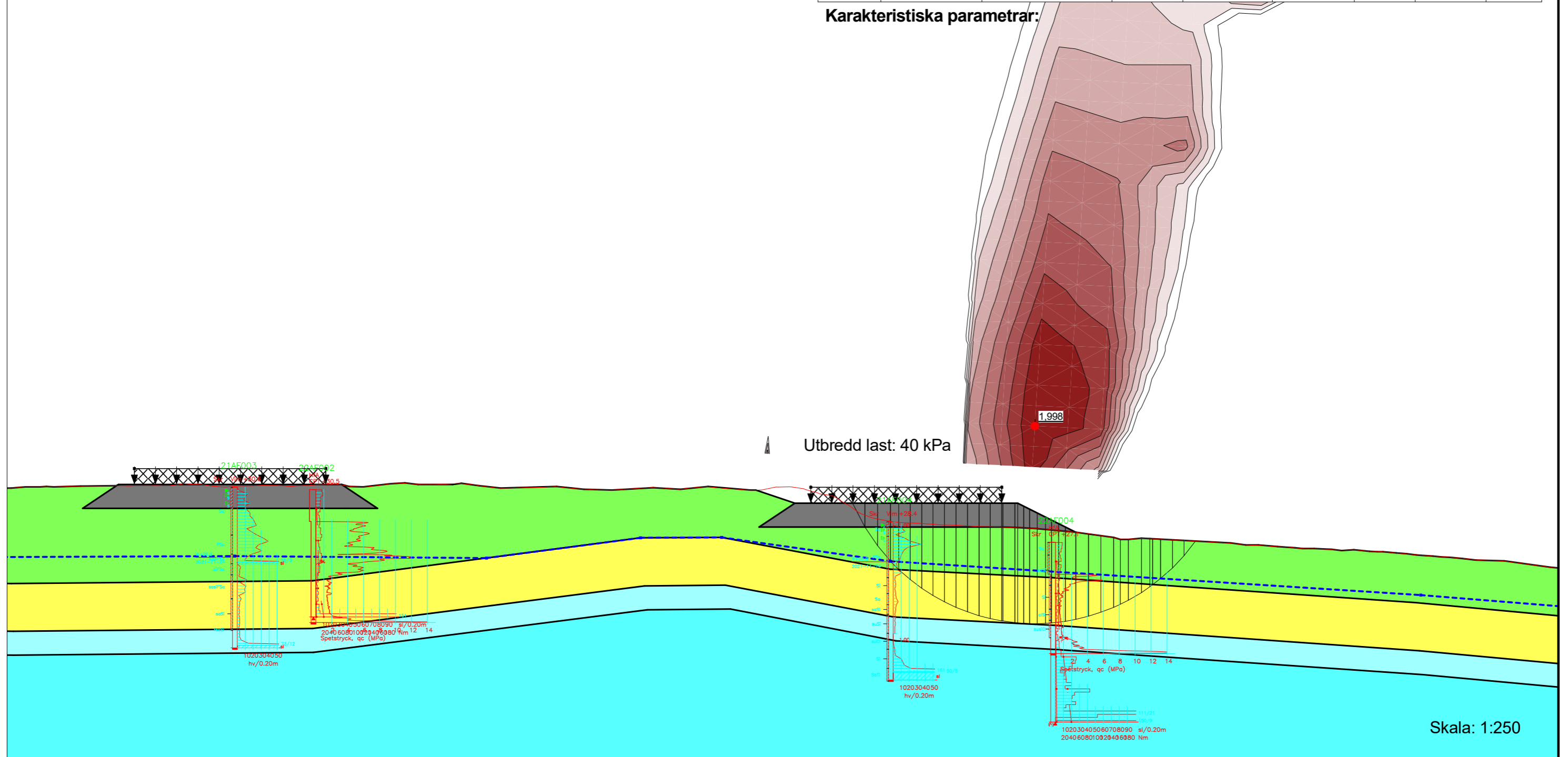
Åström, Krister

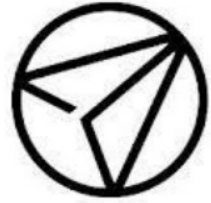
Senast löst: 2023-04-20 20:28:34

Bilaga 2, sida 2/3

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	C/Cu Ratio
■	Bergkross	Mohr-Coulomb	22	0	45			
■	Morän 1	Mohr-Coulomb	20	0	31			
■	Morän 2	Mohr-Coulomb	20	0	32			
■	Sand/Silt	Mohr-Coulomb	20	0	30			
■	Silt/Lera, kombinerad	Combined, S=f(depth)	17		30	3,2	32	0,1

Karakteristiska parametrar:





AFRY
ÅF PÖYRY

Bilaga 2, sida 3/3

Solhöjden, område 8

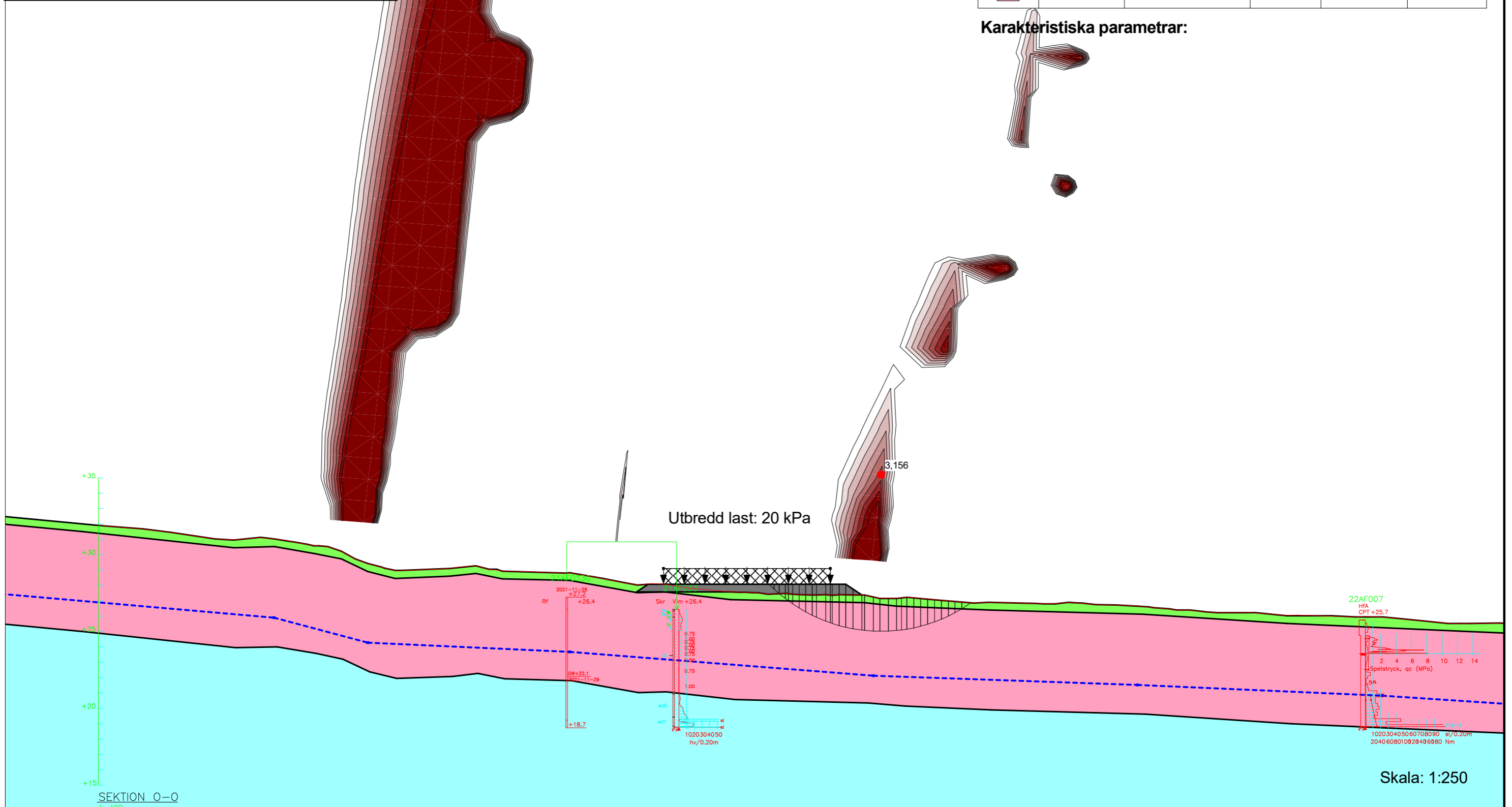
Sektion O, under byggnad

Åström, Krister

Senast löst: 2023-04-20 16:04:00

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
■	Bergkross	Mohr-Coulomb	22	0	45
■	Morän	Mohr-Coulomb	20	0	35
■	Sand	Mohr-Coulomb	20	0	28
■	Silt	Mohr-Coulomb	17	0	27

Karakteristiska parametrar:



Skala: 1:250