

Klient: Timrå Kommun

Projekt: Solhöjden

PM Geoteknik

PM Geoteknik

Uppdrag
Solhöjden

Uppdragsnummer
208258

GNR
[Click here to enter mobile phone.](#)

Beställare
Timrå Kommun
Beställarens referens
Stina Reinhammar

Datum
22/12/2021

Revidering
[Click here to enter Project ID.](#)

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

Upprättad av:
Lovisa Hassellund, Geoteknik

Granskad av:
Fredrik Thellbro, Geoteknik

PM Geoteknik

Nytt exploateringsområde i Sörberget, Timrå Kommun.

AFRY

[Click here to enter Checked status.](#)

Lovisa Hassellund
Geotekniker

PM Geoteknik

Innehållsförteckning

1	Objekt	5
2	Syfte	5
3	Styrande dokument	5
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

PM Geoteknik

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	17
6.8.2	Hydrogeologiska förhållanden.....	17
6.8.3	Materialegenskaper och parametrar	17
6.8.4	Dimensioneringsparametrar	17

PM Geoteknik

6.8.5	Sättningsförhållanden	18
6.8.6	Stabilitetsförhållanden	18
6.8.7	Geoteknisk åtgärd	18
7	Slutsats och rekommendation	19
7.1	Grundläggning.....	19
7.2	Kontroll i byggskedet.....	20
7.3	Styrande krav för eventuell fortsatt projektering.....	20

Bilagor

Bilaga 1.....	Områdesindelning
---------------	------------------

PM Geoteknik

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.

PM Geoteknik

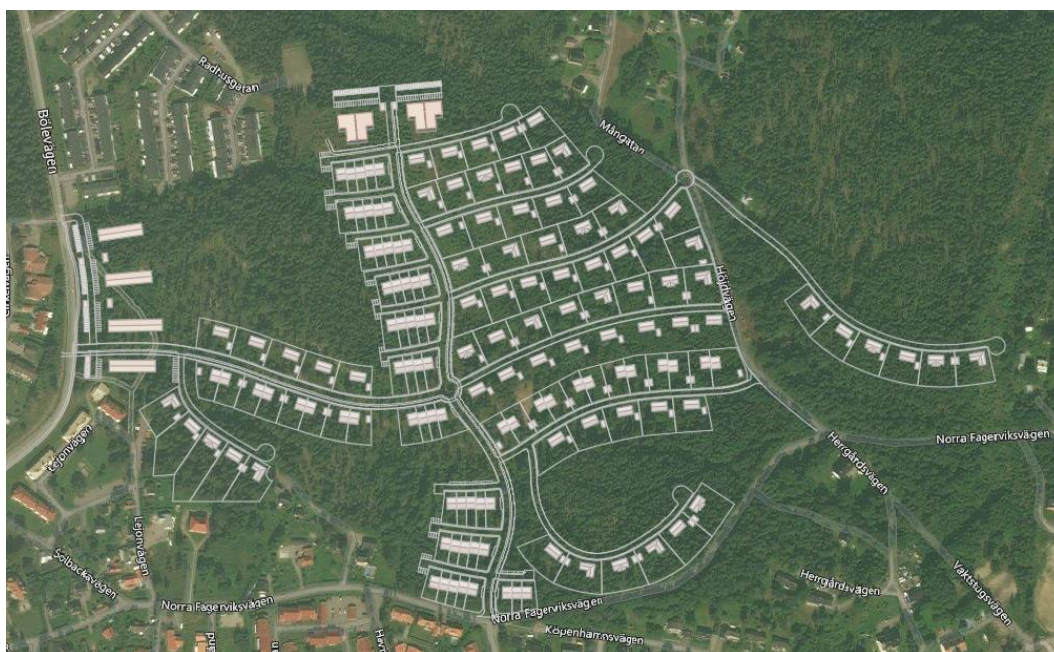
Tabell 3-1 Styrande dokument.

Dokument	Standard eller annat styrande dokument
SS-EN 1997-1:2005	Eurokod 7 - Dimensionering av geokonstruktioner - Del 1: Allmänna regler
För nationella val till Eurokod gäller följande dokument	
TSFS 2018:57	Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av eurokoder. Dessa föreskrifter ska tillämpas på byggnadsverken järnvägar, spårvägar, tunnelbanor, vägar och gator samt de anordningar som hör till dessa.
Följande dokument är rådgivande för objektet	
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, vänganslutningar samt VA-system. Figur 4-1 visar det planerade området.



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

PM Geoteknik

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.

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.

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

PM Geoteknik

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

I borrhål 21AF003 och 21AF004 har sand, siltig sand samt finsand påträffats i de översta 5,2 – 7 metrarna. Därunder vilar finsandig silt som övergår till något sulfidhaltig sandig silt, sulfidhaltig siltig lera och grovsilt. Mäktigheten varierar mellan ca 2,5 – 3,5 meter. 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 meter under markytan, vilket motsvarar nivån ca +26,2. I 21AF004 har vatten påträffats ca 2,5 meter 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 TSFS 2018:57.

Partialkoefficienter och omräkningsfaktor bedöms enligt Tabell 6-2 nedan.

PM Geoteknik

Tabell 6-2 Partialkoefficienter för dimensionering enligt TSFS 2018:57.

Jordparameter	Symbol	Värde på γ_M
Friktionsvinkel	φ	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet	τ_{fu}	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 6-3 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

Det finns liten risk för stabilitetsproblem inom området.

PM Geoteknik

6.1.7 Geoteknisk åtgärd

För de två nordligaste flerfamiljshusen erfordras ingen geoteknisk åtgärd.

För de 2 södra flerfamiljshusen rekommenderas det ytterligare geoteknisk undersökning för att kunna bestämma hållfasthets- och deformationsegenskaper i husens exakta lägen samt för att bedöma hur stora sättningarna kan tänkas bli.

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 Jorrdjup och jordlagerföljd

I detta område består marken av främst stenig sand och siltig, sandig morän på berg. Berg har påträffats ca 0,16 – 5,5 meters djup 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 3,24 meter under markytan, vilket motsvarar nivån ca +29,28.

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 jordarterna och bergets nivå så är det mycket liten risk för stabilitetsproblem i detta område.

6.2.7 Geoteknisk åtgärd

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

PM Geoteknik

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 meter mäktigt i punkterna 21AF013 och 21AF015. Och ligger ca 0,7 – 1,2 meter under markytan.

I 21AF013 har bergöverytan konstaterats på 3,0 meter under markytan. I punkten 21AF014 har berg påträffats redan på ca 0,3 meters djup 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 meter djup under markytan, vilket motsvarar nivån 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 marken är bra, dessutom relativt flack så är risken för stabilitetsproblem minimal.

PM Geoteknik

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.

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.

Bergöverytan har påträffats på ca 0,6 – 1,4 meter under markytan i de 3 södra punkterna.

6.4.2 Hydrogeologiska förhållanden

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

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

6.4.7 Geoteknisk åtgärd

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

PM Geoteknik

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. Troligen vilar det blockig och stenig morän under sandlagret.

Bergöverytan har bekräftats på ca 4,6 meter under markytan för det västliga punkthuset och ca 0,3 meter 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 sonderingarna visar på morän och berg direkt under markytan så finns ingen risk för stabilitetsproblem inom delområdet.

6.5.7 Geoteknisk åtgärd

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

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 meter. Under finsedimenten finns troligen sand eller morän.

Inga bergöverytor har erhållits i sonderingarna.

PM Geoteknik

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 meter 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 TSFS 2018:57.

Partialkoefficienter och omräkningsfaktor bedöms enligt Tabell 6-8 nedan.

Tabell 6-8 Partialkoefficienter för dimensionering enligt TSFS 2018:57.

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

PM Geoteknik

Använda materialparametrar kan ses i

Tabell 6-3 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 är relativt flackt och det finns liten risk för stabilitetsproblem inom området.

6.6.7 Geoteknisk åtgärd

Ytterligare geoteknisk undersökning bör genomföras för att undersöka markens sammansättning i husens exakta lägen samt information om laster och storlekar för att sedan kunna bestämma sättningarnas storlek för respektive hus.

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 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.

Bergöverytan har noterats på mellan 0,6 – 1,5 meter under markytan.

PM Geoteknik

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 ytligt 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

Marken består av bra material så risken för stabilitetsbrott anses som minimal. Terrängen lutar ganska kraftigt i vissa delar av området, men det har inte bedömts ge upphov till stabilitetsproblem inom delområdet.

6.7.7 Geoteknisk åtgärd

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

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.

PM Geoteknik

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 meter). 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 meter. Tunnare finsediment i de punkterna med mäktigare sandlager än de med tunna sandlager i överytan.

Sonderingarna har avbrutits mot fast botten mellan 7,5 – 10 meter under markytan. I en sonderingspunkt har berg påträffats på ca 5 meters djup med morän eller uppsprucket berg mellan ca 2 – 5 meter under markytan.

6.8.2 Hydrogeologiska förhållanden

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

I två av sonderingshålen har vatten påträffats vid korttidsobservation. I 21AF022 har vatten påträffats ca 3,6 meter under markytan (+28,4) och i 21AF034 har vatten påträffats ca 2,3 meter 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 TSFS 2018:57.

Partialkoefficienter och omräkningsfaktor bedöms enligt Tabell 6-12 nedan.

PM Geoteknik

Tabell 6-12 Partialkoefficienter för dimensionering enligt TSFS 2018:57.

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

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

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

Ur stabilitetssynpunkt så är risken liten för problem. Detta då marken inte lutar så mycket men också för att lasten från enfamiljshus ej är så hög. Där mäktigheten av sand ovanpå ler- och siltlagret är större, sprids lasterna på en större yta och det totala trycket minskar.

6.8.7 Geoteknisk åtgärd

Ytterligare geotekniska undersökningar rekommenderas inom detta delområde. Dels för att undersöka i husens exakta lägen, dels för att ta fram ytterligare hållfasthets- och deformationsegenskaper.

Därefter kan både stabiliteten och sättningarna utredas mer fokuserat inom området.

PM Geoteknik

7 Slutsats och rekommendation

7.1 Grundläggning

I Tabell 7-1 finns en sammanfattning av de föreslagna geotekniska åtgärderna.

Tabell 7-1. Sammanfattning av geotekniska åtgärder och eventuella kompletteringar.

Område	Föreslagen geoteknisk åtgärd	Eventuell komplettering
Område 1	Risk för främst sättningar finns. Erfordras komplettering av geoteknisk undersökning inför beräkning av sättningarnas storlek och stabilitet. Samt information om exakta lägen av byggnader erfordras.	Komplettering av geoteknisk undersökning för exakt placering av hus, lastförutsättningar samt beräkning av främst sättningar.
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	Risk för främst sättningar finns. Erfordras komplettering av geoteknisk undersökning inför beräkning av sättningarnas storlek och stabilitet. Samt information om exakta lägen av byggnader erfordras.	Komplettering av geoteknisk undersökning för exakt placering av hus, lastförutsättningar samt beräkning av främst sättningar.
Område 7	Ingen geoteknisk åtgärd, ev bergschakt	-
Område 8	Risk för främst sättningar finns. Erfordras komplettering av geoteknisk undersökning inför beräkning av sättningarnas storlek och stabilitet. Samt information om exakta lägen av byggnader erfordras.	Komplettering av geoteknisk undersökning för exakt placering av hus, lastförutsättningar samt beräkning av främst sättningar.

Det är främst i delområde 1, 6 och 8 som det erfordras geotekniska åtgärder för att grundlägga bostäder. Det bör i dessa områden utföras kompletterande geotekniska undersökningar, laster från byggnader och exakt placering av byggnader för att kunna bedöma i vilken omfattning och vilken grundläggningsmetod som är lämpligast för området.

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.

PM Geoteknik

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.

7.2 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.

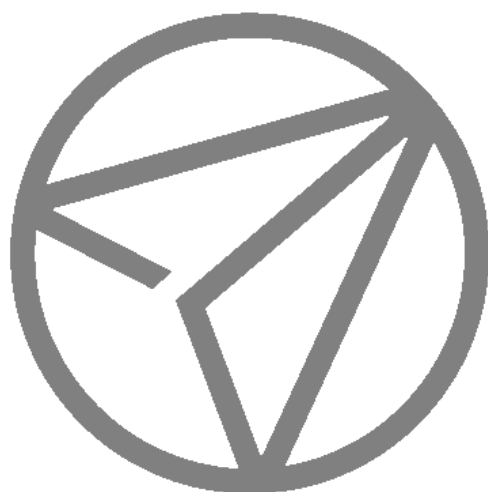
- Innan schaktarbeten påbörjas ska geoteknisk arbetsberedning upprättas. Denna kan ingå som del i annan arbetsberedning.
- Schaktbotten ska besiktigas av sakkunnig geotekniker och protokoll för schaktbottenbesiktning ska upprättas. Återfyllning och packningsarbete får ej påbörjas innan besiktning utförts.
- 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.

7.3 Styrande krav för eventuell fortsatt projektering

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

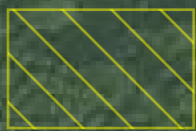
- Schaktslänter ovan grundvattenytan får ej utföras brantare än 1:2 i fyllning och naturligt lagrad jord.
- Vid schakter djupare än 2,0 meter och/eller där brantare schaktslänter än 1:2 krävs, måste särskild utredning av sakkunnig geotekniker utföras.
- Uppfyllnader över 2,0 meter får ej utföras utan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

Bilaga 1
Områdesindelning



AFRY

ÅF PÖYRY



Sit- och lärområde



Områdesindelning

Område 1
Flerfamiljsbostäder

Område 4
Radhus

Område 2
Enfamiljshus
och parhus

Område 6
Radhus

Område 5
Punkthus

Område 7
Enfamiljshus

Område 8
Enfamiljshus

Område 3
Enfamiljshus