

PM GEOTEKNIK

ALSIKE-VRÅ

BoKLOK HOUSING AB
NORDISKA KVALITETSHUS AB
SLOTTSFLYGELN III AB
SLOTTSFLYGELN IV AB
ALTUNA FASTIGHETS AB

UPPRÄTTAD: 2019-12-12

REVIDERAD: 2020-09-30

Upprättad av

Alexander Berglin
Fredrik Andersson

Granskad av

Fredrik Andersson

Godkänd av

Fredrik Andersson

Reviderad av

Jesper Sundberg

2020-09-30

Innehållsförteckning

1	Uppdrag	3
1.1	Inledning	3
1.2	Blivande anläggning.....	4
2	Syfte och Geoteknisk kategori	4
3	Underlag	5
3.1	Tidigare utförda undersökningar	5
3.2	Nu utförda undersökningar	5
3.3	Övrigt material.....	5
4	Styrande och vägledande dokument	5
5	Markförhållanden	5
5.1	Topografi och ytbeskaffenhet	5
5.2	Jordlagerföljd	6
5.3	Befintliga anläggningar	6
6	Sammanställning av härledda egenskaper	7
6.1	Hållfasthet- och deformationsegenskaper	7
7	Hydrogeologiska förhållanden	9
8	Rekommendationer och slutsatser	9
8.1	Grundläggning	9
8.2	Stabilitet	10
8.3	Blocknedfall.....	11
8.4	Sättning.....	11
8.5	LOD - Lokalt omhändertagande av dagvatten.....	12
8.6	Radon	13
9	Slutsats	13
10	Reglering i detaljplan	13
11	Fortsatta utredningar	14

1 Uppdrag

1.1 Inledning

Sigma Civil AB har utfört en geoteknisk undersökning för exploatering av ett nytt område bestående av flerbostadshus med två till fyra våningsplan samt radhus i två våningar. Det aktuella området är cirka 4 hektar och beläget i Alsike, Knivsta kommun, se Figur 1. Området exploateras av BoKlok Housing AB, Nordiska kvalitetshus AB, Altuna Fastighets AB, Slottsflygeln III AB och Slottsflygeln IV AB.

Samtliga nivåer i denna PM avser nivåer i RH 2000 om inget annat anges.



Figur 1. Översiktbild över det aktuella undersökningsområdet. Källa: Google Maps 2019-11-13

1.2 Blivande anläggning

Inom det aktuella området planeras flerbostadshus med 2 till 3 våningsplan samt radhus med två våningsplan, se Figur 2. Vidare planeras även anläggning av bland annat nya VA-ledningar och en ny lokalgata genom området.



Figur 2. Illustrationsplan över det aktuella undersökningsområdet.

2 Syfte och Geoteknisk kategori

Syftet med undersökningen är att klargöra jordlagerföljden, jordens tekniska egenskaper, grundvattenytans läge samt att översiktligt utreda förekomsten av markradon inom det aktuella området. Underlaget är avsett att användas för framtagande av detaljplan och belysa riskerna för ras eller skred.

Ett första förslag till grundkonstruktion framtas men som vidare får utredas inom skedet för detaljprojektering när detaljerade handlingar och underlag finns framtagna.

Samtliga konstruktioner inom objektet bedöms kunna tillhöra Geoteknisk Kategori 2 (GK2) och Säkerhetsklass 2 (SK2).

3 Underlag

3.1 Tidigare utförda undersökningar

Inga tidigare geotekniska undersökningar har tillhandahållits.

3.2 Nu utförda undersökningar

- *Markteknisk undersökningsrapport (MUR)*. Upprättad av Sigma Civil AB. Daterad: 2019-12-12.

3.3 Övrigt material

- Jordartskarta, www.sgu.se 2019-11-25
- Jorddjupskarta, www.sgu.se 2019-11-25
- Genomsläpplighetskarta, www.sgu.se 2019-11-25
- Gammastrålningskarta av Uran, www.sgu.se 2019-11-25
- Ledningsunderlag inhämtat från ledningskollen.se

4 Styrande och vägledande dokument

Styrande och vägledande dokument som använts vid upprättande av denna PM.

Tabell 1. Standarder eller andra styrande dokument

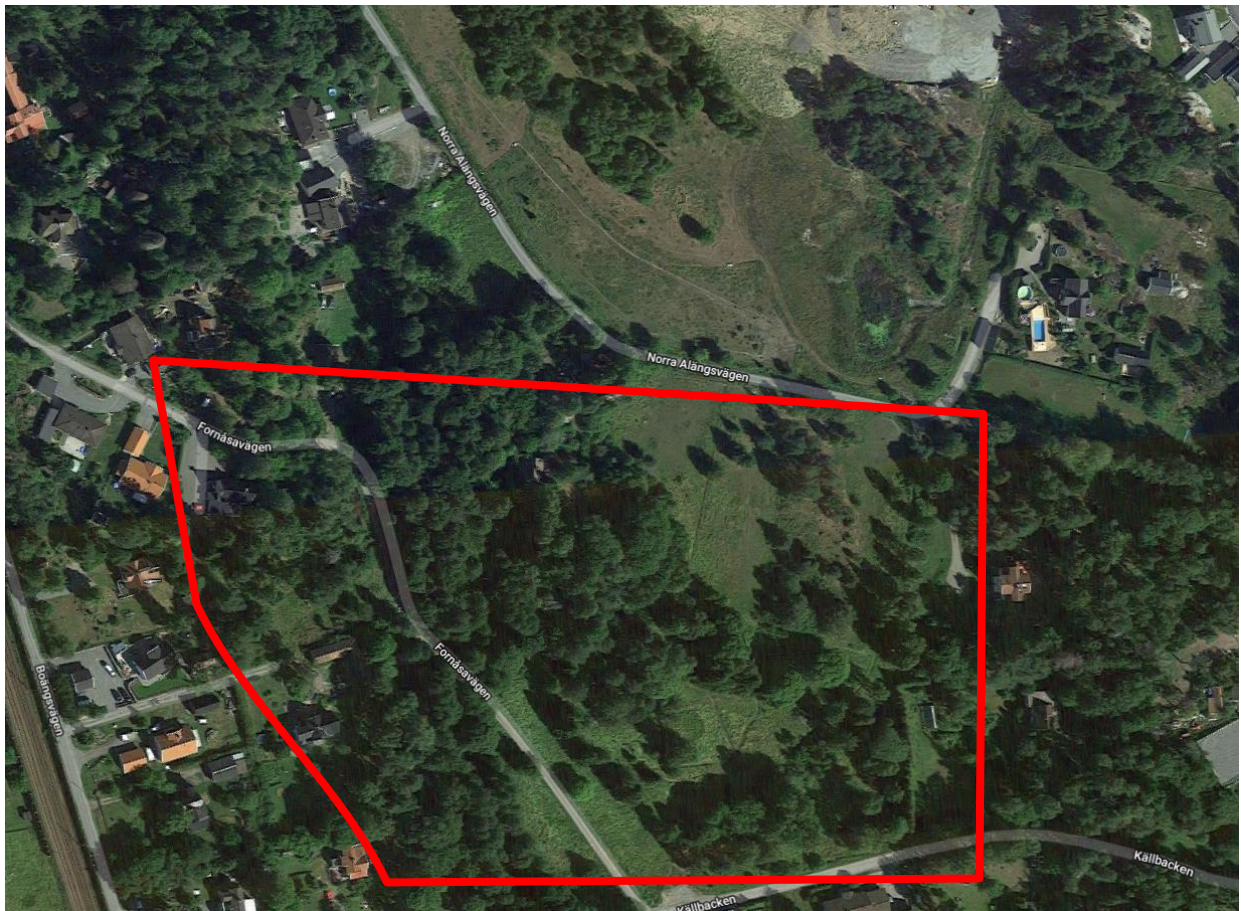
Typ	Årtal
AMA-Anläggning	2017
TK Geo 13/TR Geo 13	2013
BFS 2019:1, EKS 11	2019, juli 1
IEF Rapport 4:2010, Tillståndsbedömning/Klassificering av slänter	2011
IEG Rapport 6:2008, Rev 1, Slänter och bankar	2010
IEG Rapport 7:2008, Plattgrundläggning	2010

5 Markförhållanden

5.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Det aktuella området består till största del av obebyggd naturmark, se Figur 3. Enligt utförda inmätningar varierar marknivåerna mellan +17,5 och +25,8. Marknivåerna varierar naturligt i området. Generellt är området öster om Fornåsavägen mer flackt än området väster om Fornåsavägen, se G-10-1-001 för mer information om topografien i området.

Genom området rinner Pingla ström med för tillfället låg vattenföring. Pingla ström rinner söderut och mynnar ut i ut i Garnsviken, som del av Mälaren, ca 11 km söder om det aktuella området. Från släntfot vid Pingla ström upp till omgivande mark är det som mest ca 8 meter.



Figur 3. Satellitbild som visar ytbeskaffenheten inom området. Källa: Google Maps 2019-11-25

5.2 Jordlagerföljd

Områdets ytbeskaffenhet är vegetationsytor och således utgörs jordlagerföljden ytligast av organisk jord med en generell mäktighet om ca 0,2-0,3 meter. Under den organiska jorden påträffas ett tunnare lager, ca 1 meter, med torrskorpelera som i sin tur underlagras av varvig lera på morän på berg. Lagret med varvig lera har generellt en mäktighet omkring 3-5 meter.

Jorddjupet varierar förhållandevis mycket med ytligare berg i områdets ytterkanter och störst jorddjup inom områdets centrala delar. I nordöstra hörnet av fastigheten förekommer ett större område med berg i dagen.

5.3 Befintliga anläggningar

Det aktuella undersökningsområdet utgörs till största delen av naturmark med enstaka bostadshus i områdets västra del. Utöver de enstaka bostadshusen förekommer befintliga ledningar inom det aktuella området. Området avgränsas generellt av Källbacken i söder, av Norra Alångsvägen i norr samt av Fornåsavägen i väst.

6 Sammanställning av härledda egenskaper

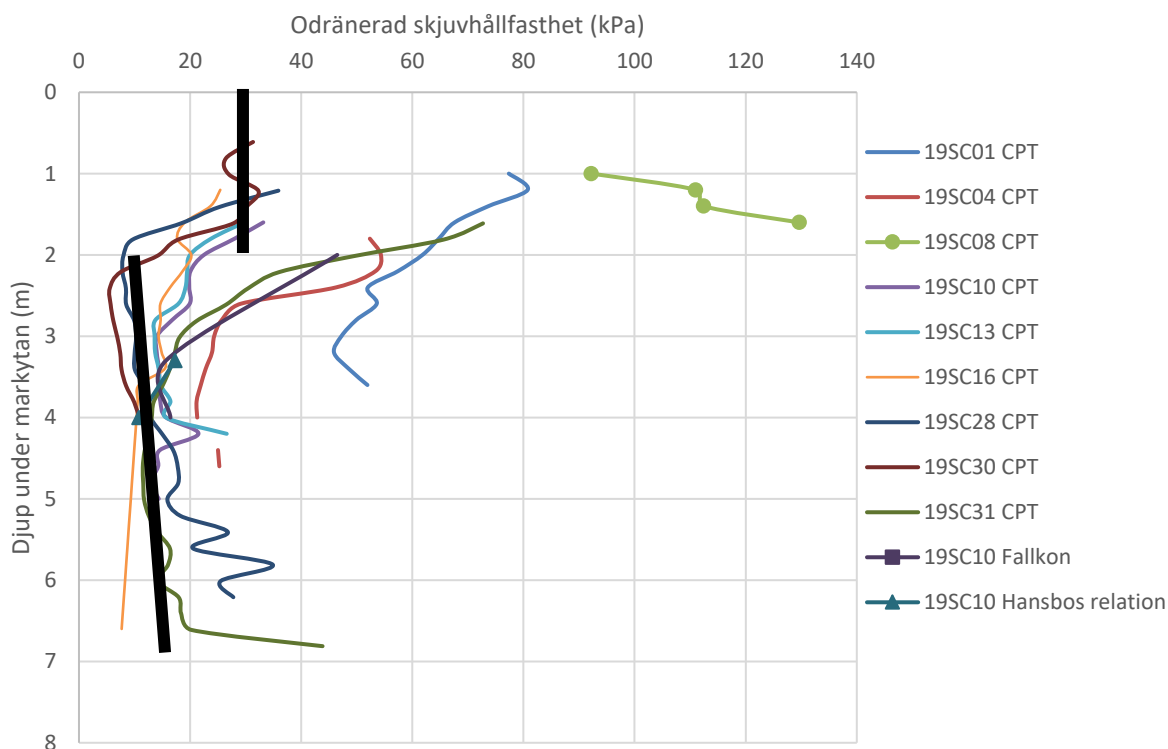
6.1 Hållfasthet- och deformationsegenskaper

Härledda värden för odränerad skjuvhållfasthet har för kohesionsjord utvärderats från CPTu-sondering med stöd av SGI Information 15 samt genom fallkonförsök i laboratorium.

Sammanställning av lerans korrigerade odränerade skjuvhållfasthet kan ses i Figur 4. Vid utvärdering av lerans korrigerade odränerade skjuvhållfasthet ansattes lerans konflytgräns till 58,05 %, vilket är ett medelvärde av flytgränsen från djupen 3,3 m och 4 m.

Resultat från ostörda rutin- och CRS-försök kan ses i Figur 4 och Tabell 2.

Deformationsegenskaperna för ostörda prover på 2 m djup har ej redovisats då leran hade utvecklat en torrskorpekaraktär.



Figur 4. Sammanställning av lerans odränerade okorrigerade skjuvhållfasthet. Valt värde visas i svart heldragen linje

Tabell 2. Valda härledda värden, X

Jordart	Djup under my (m)	Tunghet γ (γ') (kN/m ³)	Hållfasthetsegenskaper	Deformationsegenskaper
Torrskorpelera	0-1,5	18	$c_{uk} = 30$ kPa	10 MPa
Lera	3,3	16,6 (6,6)	$c_{uk} = 10$ kPa	$M_0 = 250^* c_u = 2,5$ MPa $M_L = 741$ kPa $\sigma'_{c'} = 58$ kPa $\sigma'_{L'} = 135$ kPa $M' = 11,9$ $c_{v,min} = 1,2 \cdot 10^{-8}$ m ² /s $k_i = 7,8 \cdot 10^{-10}$ m/s $\beta_k = 4,4$
Lera	4	17,4 (7,4)	$c_{uk} = 11$ kPa	$M_0 = 250^* c_u = 2,5$ MPa $M_L = 817$ kPa $\sigma'_{c'} = 48$ kPa $\sigma'_{L'} = 119$ kPa $M' = 15,8$ $c_{v,min} = 9,8 \cdot 10^{-9}$ m ² /s $k_i = 6,4 \cdot 10^{-10}$ m/s $\beta_k = 4,8$
Lera	>4m	17 (7)	11 kPa + 1 kPa/m	
Morän	-	18 (11)	$\varphi_k = 34^\circ$	E = 15 MPa

Tabell 3. Fasta partialkoefficienter för jordparametrar enligt boverket (EKS 11)

Egenskap	γ_m
Friktionsvinkel (ϕ') och effektiv kohesion (c')	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet (c_u)	1,5
Deformationsegenskaper	1,0
Tunghet	1,0

7 Hydrogeologiska förhållanden

I MUR redovisas installationstillfälle, läge och nivåer för grundvattenrören.

Djup till grundvattnet har avvägs i samtliga grundvattenrör i samband med installationstillfället samt cirka två veckor efter installationstillfället och ca 1 år efter undersökningen (augusti 2020). Djup till grundvattnet varierar mellan 0,6 m ovanför markytan (artesiskt grundvatten) och 5,4 m under markytan vilket motsvarar nivåer mellan +13,9 och +22,8.

Det artesiska grundvattnet har påträffats i punkt 19SC28 vilken ligger i en lågpunkt samt i närheten av en bäck. Grundvattennivån i röret bedöms vara känsligt för förändringar på grund av dess närhet till vattendrag samt dess låga topografi.

Fortsatta grundvattenavvägningar rekommenderas ske med kontinuerligt intervall för att kartlägga grundvattennivåns fluktuation inom området.

Det ska observeras att grundvattennivån varierar med årstid och nederbörd och kan återfinnas på andra nivåer än de ovan angivna.

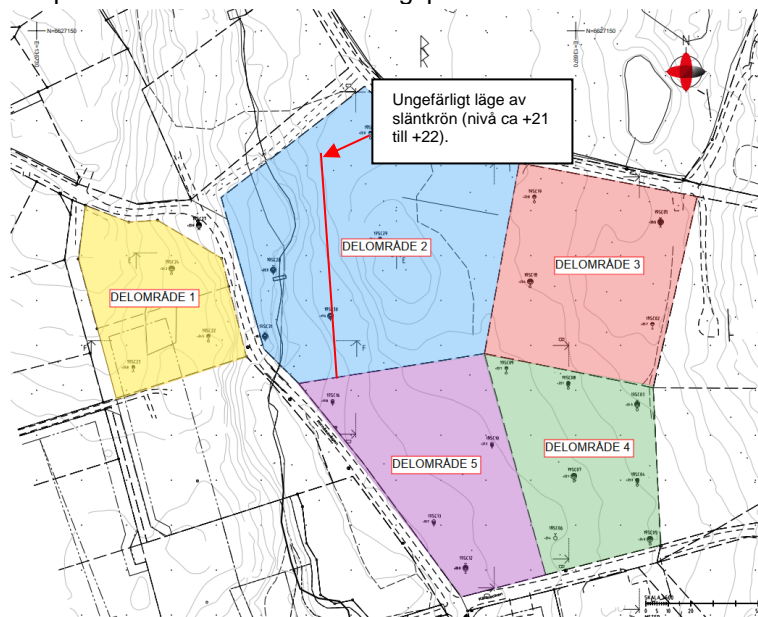
8 Rekommendationer och slutsatser

Rekommendationerna baseras på nu kända förutsättningar och en grundläggningsnivå i nivå med befintlig mark.

8.1 Grundläggning

Rekommendationer avseende grundläggning redovisas för fem (5) olika delområden enligt indelning nedan. För delområden 2-4 nedan kommer kompletterande ostörd provtagning erfordras enligt avsnitt 9.

Risk för behov av bergschakt finns i delområde 1, 2 och nordvästra delen av 3 där ytligt berg har påträffats i vissa undersökningspunkter.



Figur 5: Indelning av delområden för grundläggningsrekommendationer och ungefärligt läge av släntrön.

8.1.1 Delområde 1

Inom området förekommer yttligt berg och lokalt även torrskorpelera. Grundläggning bedöms kunna utföras på valfritt sätt.

8.1.2 Delområde 2

Inom delområde 2 förekommer tunnare lager med lera. Byggnationer upp till två våningsplan och med en maximal utbredd långtidsbelastning om 10 kPa bedöms kunna grundläggas med kantförstyvad platta på mark. Hus överstigande 2 våningar skall tills vidare förutsättas pålas, alternativt kompensationsgrundläggas, tills jordens sättningsförhållanden är vidare utrett.

8.1.3 Delområde 3

Inom delområde 3 förekommer tunnare lager med lera. Byggnationer upp till två våningsplan och med en maximal utbredd långtidsbelastning om 10 kPa bedöms kunna grundläggas med kantförstyvad platta på mark. Hus överstigande 2 våningar skall tills vidare förutsättas pålas, alternativt kompensationsgrundläggas, tills jordens sättningsförhållanden är vidare utrett.

8.1.4 Delområde 4

Inom delområde 4 förekommer tunnare lager med lera. Byggnationer upp till två våningsplan och med en maximal utbredd långtidsbelastning om 10 kPa bedöms kunna grundläggas med kantförstyvad platta på mark. Hus överstigande 2 våningar skall tills vidare förutsättas pålas, alternativt kompensationsgrundläggas, tills jordens sättningsförhållanden är vidare utrett.

8.1.5 Delområde 5

Inom delområde 5 förekommer tunnare lager med lera. Byggnationer upp till två våningsplan och med en maximal utbredd långtidsbelastning om 10 kPa bedöms kunna grundläggas med kantförstyvad platta på mark. Hus överstigande 2 våningar skall tills vidare förutsättas pålas, alternativt kompensationsgrundläggas, tills jordens sättningsförhållanden är vidare utrett.

8.2 Stabilitet

Kontroll av stabilitet mot Pingla Ström har utförts i en sektion i områdets västra del. Terrängmodell har framtagits genom höjddata som levererats från Knivsta kommun. Vid kombinerad analys uppgår säkerheten mot brott i analyserad sektion till 2,154 vid dimensionering enligt totalsäkerhetsanalogin med karakteristiska värden på material och laster. Samtliga beräkningar har utförts med optimerad glidyta. Beräkningen har utförts med något konservativa antaganden för materialparametrar och torrskorpelerans tjocklek.

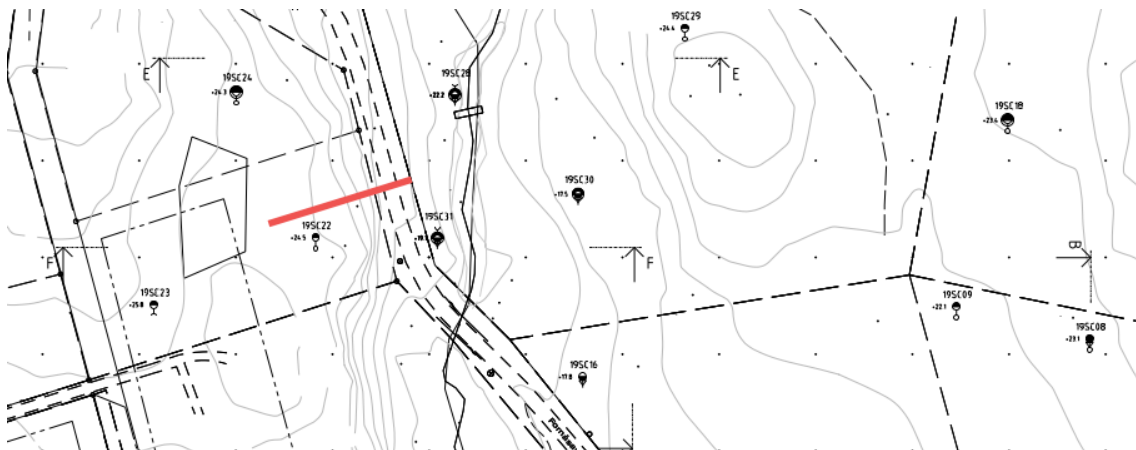
Lutningen ned mot Pingla ström är generellt omkring 1:4-1:5 (H:L) och en höjdskillnad om ca 3-4 meter mot omgivande mark. Stabilitet har även kontrollerats för sektion där lutningen är som störst. Sektionen ligger i anslutning till Sektion som redovisas ovan. Stabiliteten uppgår för denna sektion till 1,27 (optimerad analys) och 1,32 (ej optimerad analys) vilket är lägre än i IEG 4:2010 stipulerade krav om 1,4-1,5 vid nybyggnation av bostäder. Glidytan når ett avstånd om ca 2,5-3 meter från slänkrön. Därav bör Pingla ström planeras för en frizon om 15 meter från slänkrön att uppnå geoteknisk stabilitet. Rekommenderad säkerhetsfaktor för "Annan mark" är befintlig bebyggelse och nyexploatering ges till $F_{komb} > 1,3-1,4$ vid detaljerad utredning och $F_{komb} > 1,2$ vid fördjupad utredning.

Med anledning av ovanstående bedöms exploatering kunna uppföras utan risk för ras eller skred. Kontroll av stabiliteten bör göras när färdiga marklaster tagits fram i projekteringskedet, för att säkerställa att de utökade lasterna inte är för stora och påverkar slänten negativt.

Inom området råder, som tidigare beskrivits, små lutningar omkring 1:4-1:5 vilket motsvarar en lutning om 14°. Risk för slamströmmar beskrivs enligt SGI Rapport 68 kunna inträffa i områden där lutningen är $\geq 17^\circ$, motsvarande ca 1:3,3.

8.3 Blocknedfall

Den brantaste slänten finns längs Fornåsavägen vid markering enligt nedan. Slänten utgörs dock av synliga berghällar som delvis är vegetationstäckta. Det föreligger ingen risk för blocknedfall som kan påverka planerad exploateringen eller omvänt att planerad exploatering kan påverka blocknedfall.



8.4 Sättning

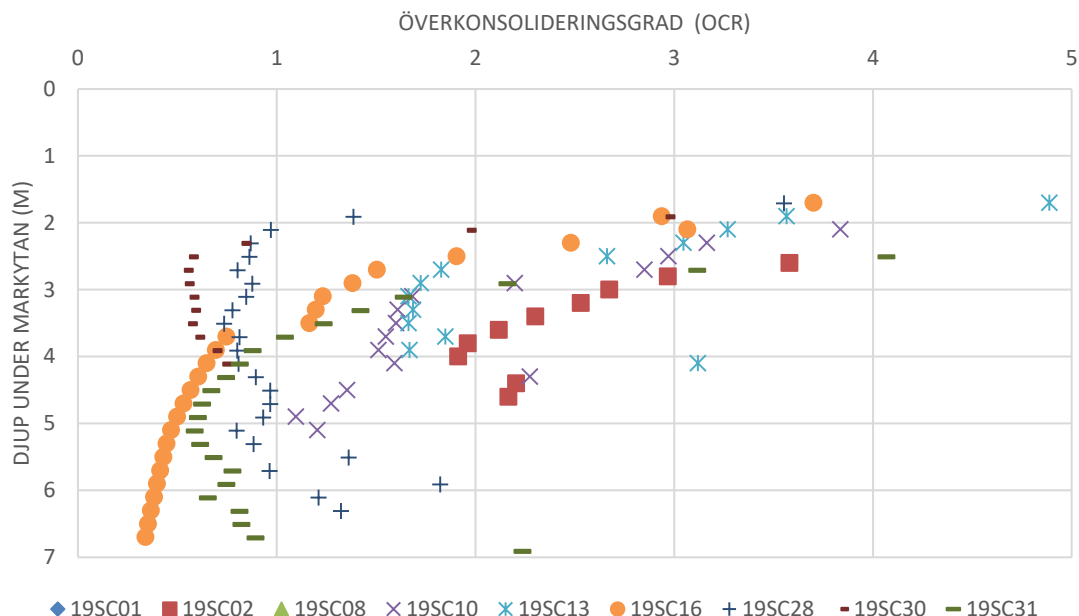
Utifrån utförda laboratorieförsök och CPTu-sonderingar råder det oklarheter kring områdets sättningsbenägenhet. Lerans sättningsbenägenhet är dels kopplad till lerans sättningssegenskaper/styvhet men primärt till dess konsolideringsgrad.

En lera som är överkonsoliderad ($OCR > 1,0$) har tidigare haft en belastning som är högre än dagens belastning. En överkonsolidering kan ske genom exempelvis tidigare uppfyllningar, förändringar i grundvattennivåer eller geokemiska processer. En överkonsoliderad lera kan normalt ta mer last (upp till förkonsolideringstrycket) innan betydande sättningar inträffar.

En normalkonsoliderad lera ($OCR = 1,0$) motsvarar idag den högsta belastningen i lerans historia. Varje sättning ger i detta fall sättningar då varje lastökning, exempelvis uppfyllning, konstruktionslast eller en sänkning av grundvattenytan, ger en spänningssituation som gör att jordens belastning går över leran förkonsolideringstryck.

Vid en underkonsoliderad lera ($OCR < 1$) pågår sättningar.

Utvärdering av överkonsolideringsgrad från CPTu-sonderingar skall tas med försiktighet och är mer indikativa värden med flera påverkansfaktorer. Överkonsolideringsgraden (OCR) har beräknats genom att det utvärderat förkonsolideringstryck divideras med jordens effektivspänning för respektive djupintervall. Flertalet mätningar indikerar en överkonsolideringsgrad < 1 , dvs underkonsoliderad jord. Leran är varvig och innehåller bl.a. sandskikt varför det inte fullt så troligt att jordens är underkonsoliderad i den omfattning som framgår av Figur 6.



Figur 6: Utvärderad överkonsolideringsgrad från CPTu-sonderingar

Utifrån CRS-försök från djupen 2, 3.25 och 4 meter indikerar att leran är starkt överkonsoliderad i övre lager som sannolikt beror på en effekt av överliggande torrskorpelera. Mot djupet av lerlagret bedöms leran som normalkonsoliderad för dagens grundvattensituation.

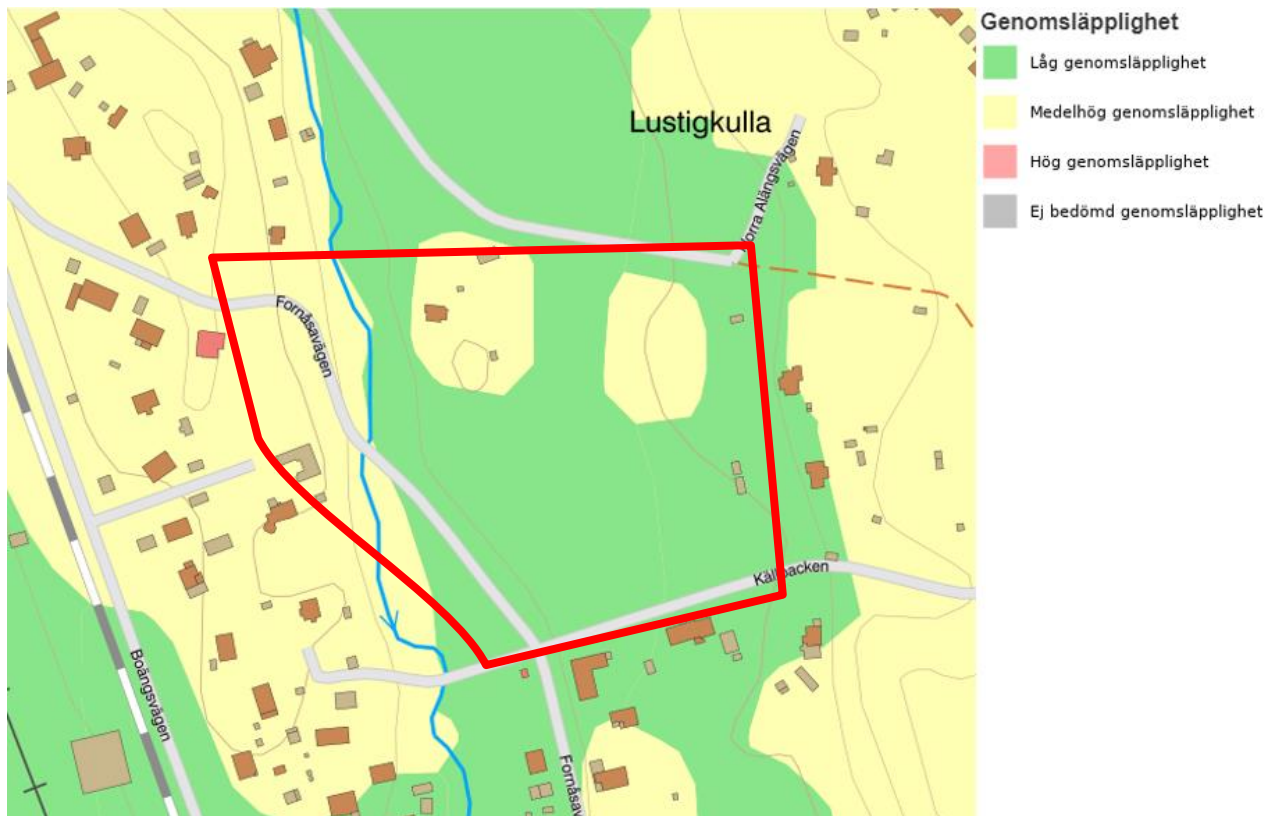
För en mer detaljerad bild av områdets sättningsbenägenhet krävs fler ostörda provtagningar och CRS-försök för bestämning av lerans förkonsolideringstryck.

En belastningsökning om 10 kPa för ett normalkonsoliderat lerlager om 3m ger för uppmätta linjära moduler, ML, en sättning om $\frac{q = 10 \text{ kPa}}{ML = 817 \text{ kPa}} \cdot 300 \text{ cm} = 3,7 \text{ cm}$ sättning.

8.5 LOD - Lokalt omhändertagande av dagvatten

Möjligheten till omhändertagande av dagvatten genom infiltration och perkolation består till stor del på jordlagerföljden. Inom området förekommer lerlager med varierande mäktighet, vilka har en låg genomsläpplighet. Enligt SGU:s genomsläpplighetskarta bedöms området till största delen ha låg genomsläpplighet, se Figur 7.

Enkla dagvattenlösningar, exempelvis stenkista, måste förses med breddning då infiltrationsmöjligheten till underliggande grundvattenmagasin är begränsad.



Figur 7. SGU:s genomsläpplighetskarta indikerar låg genomsläpplighet.

8.6 Radon

Förekomst av markradon varierar med uranhalt i lokala bergarter (genom sönderfall av radium) samt jordarters egenskaper. Generellt kan hög uranhalt återfinnas i kvartsrika bergarter (såsom graniter, pegmatiter och alunskiffer)

En radonmätning har skett i området som indikerar att marken består låg-normalradonmark inom lägena för planerad exploatering. I det läge inom planerat område var Fornåsavägen passerar över Pingla ström har högradonmark lokalt uppmätts.

9 Slutsats

Området bedöms kunna uppföras utan risk för ras eller skred samt kunna uppföras utan exceptionella kostnader för grundläggning och anläggning. Området är ur en geoteknisk synvinkel lämpligt för exploatering.

10 Reglering i detaljplan

Utifrån geotekniska förhållanden bör det i plan regleras att exploatering ej får ske närmare än 15 meter från slänkrön för att ej äventyra stabiliteten ned mot Pingla ström, se Figur 5.

11 Fortsatta utredningar

Kompletterande undersökningar

Inom delområde 2-5 erfordras kompletterande ostörd provtagning för bestämning av jordens sättningsegenskaper. Vidare erfordras ytterligare provtagning och sonderingar i planerade huslägen.

Sättning

Från de kompletterande ostörda provtagningarna som redovisas ovan erfordras kompletterande CRS-försök, ödometerförsök samt ostörd rutinundersökning.

Stabilitet

Vidare kontroll av stabiliteten bör utföras när det fastställts hur marken kommer att belastas i området. Där fokus ligger på sektioner där marken sluttar som mest på den östra sidan.

Grundvatten

Mätning av grundvatten i installerade grundvattenrör rekommenderas utföras för att erhålla information om grundvattennivåns fluktuation inom området. Grundvattenmätningar bör fortsätta med viss regelbundenhet, exempelvis 1 gång per 1-3 månader.