



# RAPPORT

Handläggare  
Mikael Johansson  
Tel  
010-505 04 42  
Mobil  
072 219 15 48  
E-post  
mikael.a.johansson@afconsult.com

Datum  
2017-09-04 Rev 2019-03-12  
Projekt-ID  
719324

Kund  
Stiftelsen Stora Sköndal

## Stora Sköndal – Huvudstudie Geotekniska Förutsättningar



ÅF-Infrastructure AB  
Geoteknik

Handläggare  
Mikael Johansson

Granskare  
Lars-Göran Iwers

ÅF-Infrastructure AB, Frösundaleden 2A, 169 99 Stockholm  
Telefon +46 10 505 00 00, [www.afconsult.com](http://www.afconsult.com)  
Org.nr 556185-2103, VAT nr SE556185210301



# RAPPORT

## Sammanfattning

De geotekniska förutsättningarna i samband med exploatering kan ha stor kostnadspåverkan i byggskedet för både bostadshus och infrastruktur med hänsyn till grundläggning.

De geotekniska undersökningar som har utförts visar på att stora mängder fyllnadsmassor har lagts ut över stora delar av området. Sonderingarna visar på områden med över 8 m fyllning ovanpå den ursprungliga marken. Grundläggning av infrastruktur och byggnader på fyllning kan ofta medföra stora problem som t.ex:

- Varierande sammansättning som medför problem att kategorisera fyllningen och hur den skall hanteras
- Innehåll av byggrester eller andra miljöfarliga avfall
- Organiskt innehåll som förmultnar och medför sättningar
- Block som kan medföra stora problem vid t.ex pålning

Det är möjligt att sättningar pågår i områden där fyllning är utlagt på leran men det är också tänkbart att leran klarar mer belastning utan att sätta sig. Höjdsättningen på infrastruktur och övriga ytor utanför byggnaderna är avgörande för om förstärkning av leran krävs.

Utifall någon förstärkning krävs så görs antagandet i detta skede att endast kostnadseffektiva lösningar som t.ex tidig utläggning och förbelastning är tillräckligt.

Däremot antas det att samtliga byggnader inom ler- och fyllningsområdena kräver någon form av förstärkning och då främst genom pålning ner till fast lagrad friktionsjord eller berg och det blir detta som kommer att ha stor kostnadspåverkan.

Generellt så rekommenderas det att fler och mer omfattande geotekniska undersökningar är nödvändiga inom området.



# RAPPORT

## Innehållsförteckning

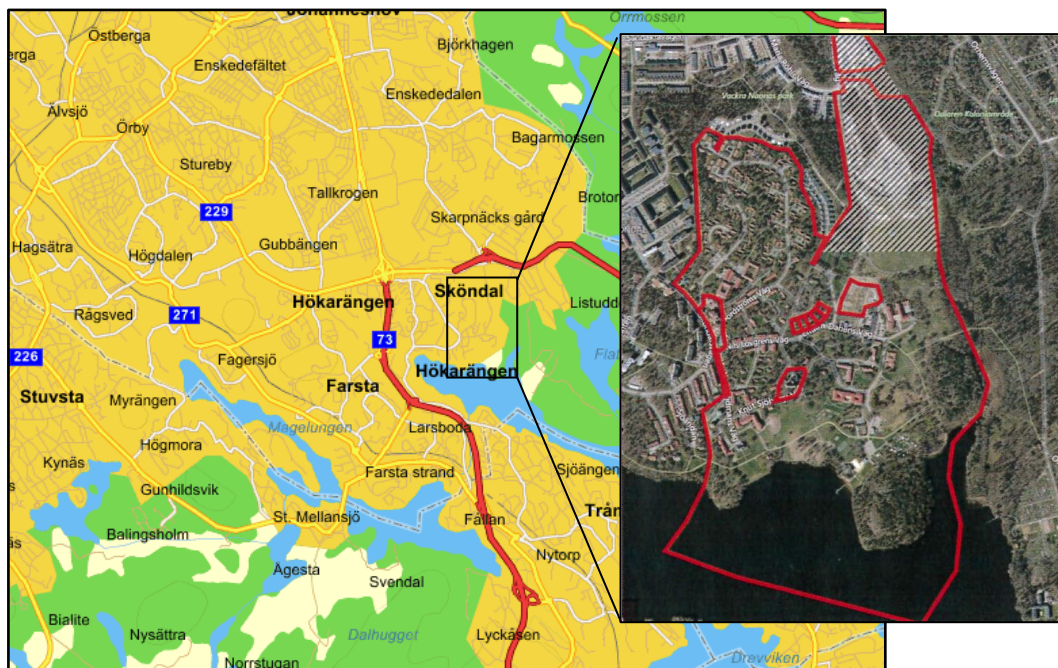
Sammanfattning.....	2
1 Inledning.....	4
2 Underlag .....	4
3 Omfattning och gränsdragning .....	5
4 Fältarbete och resultat .....	7
5 Beskrivning av hydrogeologiska och geotekniska förhållanden.....	8
5.1 Hydrogeologiska förhållanden .....	8
5.2 Geotekniska förhållanden .....	8
5.2.1 Områden med friktionsjord eller berg .....	9
5.2.2 Områden med lösa jordarter med befintlig bebyggelse.....	9
5.2.3 Område 1.....	9
5.2.4 Område 2.....	10
5.2.5 Område 3.....	10
5.2.6 Område 4.....	10
5.2.7 Område 5.....	10
5.2.8 Område 6.....	10
5.2.9 Område 7.....	11
5.2.10 Område 8.....	11
6 Beskrivning och analys av geoteknisk kostnadspåverkan .....	12
6.1 Fyllning.....	12
6.2 Lera.....	14
6.3 Friktionsjord eller berg.....	15
6.4 Geotekniska förstärkningsåtgärder och grundläggningskostnader.....	16
7 Geoteknisk utvärdering av senaste illustrationsplanen.....	18
8 Rekommendationer för fortsatta geotekniska undersökningar och analysarbete..	20
8.1 Hydrogeologiska förhållanden .....	20
8.2 Sättningar .....	20
8.3 Grundläggning .....	20
8.4 Förslag på kompletterande geotekniska undersökningar och utredningar..	20



# RAPPORT

## 1 Inledning

ÅF Infrastructure har på uppdrag av Stiftelsen Stora Sköndal utfört en fördjupad geoteknisk förstudie i syfte att bedöma förutsättningarna för exploatering av Stora Sköndal, fastighet Sköndal 1:8. Förstudien ingår i Stiftelsen Stora Sköndal programarbete som pågår för att utveckla fastigheten med bland annat bostäder och infrastruktur. Undersökningsområdet ligger i Stora Sköndal, öster om Sköndal centrum samt norr om Drevviken och söder om Tyresövägen, se Figur 1.



Figur 1 Översiktsbild Stora Sköndal.

De geotekniska förutsättningarna i samband med exploatering kan ha stor kostnadspåverkan i byggskedet för både bostadshus och infrastruktur med hänsyn till grundläggning.

Syftet med denna PM är att översiktligt beskriva de geotekniska förhållandena för grundläggning av planerade vägar och tomter inom området.

## 2 Underlag

- Förstudie – Stora Sköndal Geotekniska förutsättningar, daterad 2016-03-01
- Grundkarta
- iBinder (projektdatabas)
- SGU:s jordartskarta samt jorddjupskarta [www.sgu.se](http://www.sgu.se)
- Arkivmaterial inhämtat från Stockholm stads geoarkiv
- Markteknisk undersökningsrapport - Stora Sköndal, daterad 2016-07-01
- Vision för programområdet (Deurell arkitekter 2014-12-11)
- Illustrationsplan Stora Sköndal (Kjellander+Sjöberg, Landskapslaget, Sbk 2018-10-30)





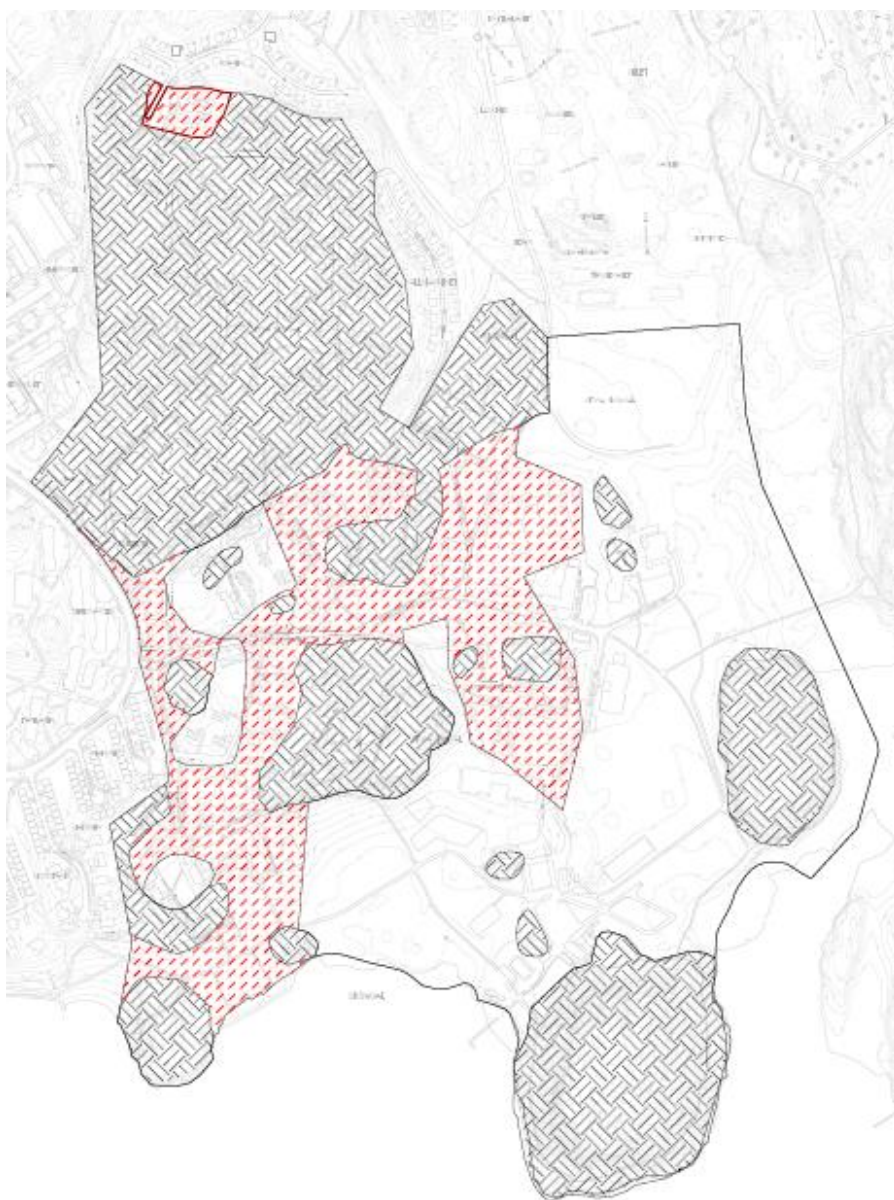
# RAPPORT

## 3 Omfattning och gränsdragning

Inom området som är ca 75 hektar stort planeras nybyggnation av bostäder och tillhörande infrastruktur, vilka kommer att delas upp i ett antal olika etapper. För att bestämma i vilka delar av området som tyngdpunkten av förstudien skulle läggas så användes först och främst en vision för programområdet och förslag på exploatering från Deurell arkitekter (11/12-2014) för att ringa in olika delområden.

Vidare delades området in enligt 3 huvudprinciper som visas i Figur 2:

- Områden som klassificeras som friktionsjord eller berg som i de flesta fall inte innebär någon geoteknisk kostnadspåverkan (svart skraffering).
- Områden med lösa jordarter med befintlig bebyggelse som därmed är svårtillgängliga och där inventering av befintlig grundläggning kan ge geoteknisk information (röd skraffering).
- Områden som klassificeras som lösa jordarter som kan medföra stor geoteknisk kostnadspåverkan (utan markering).

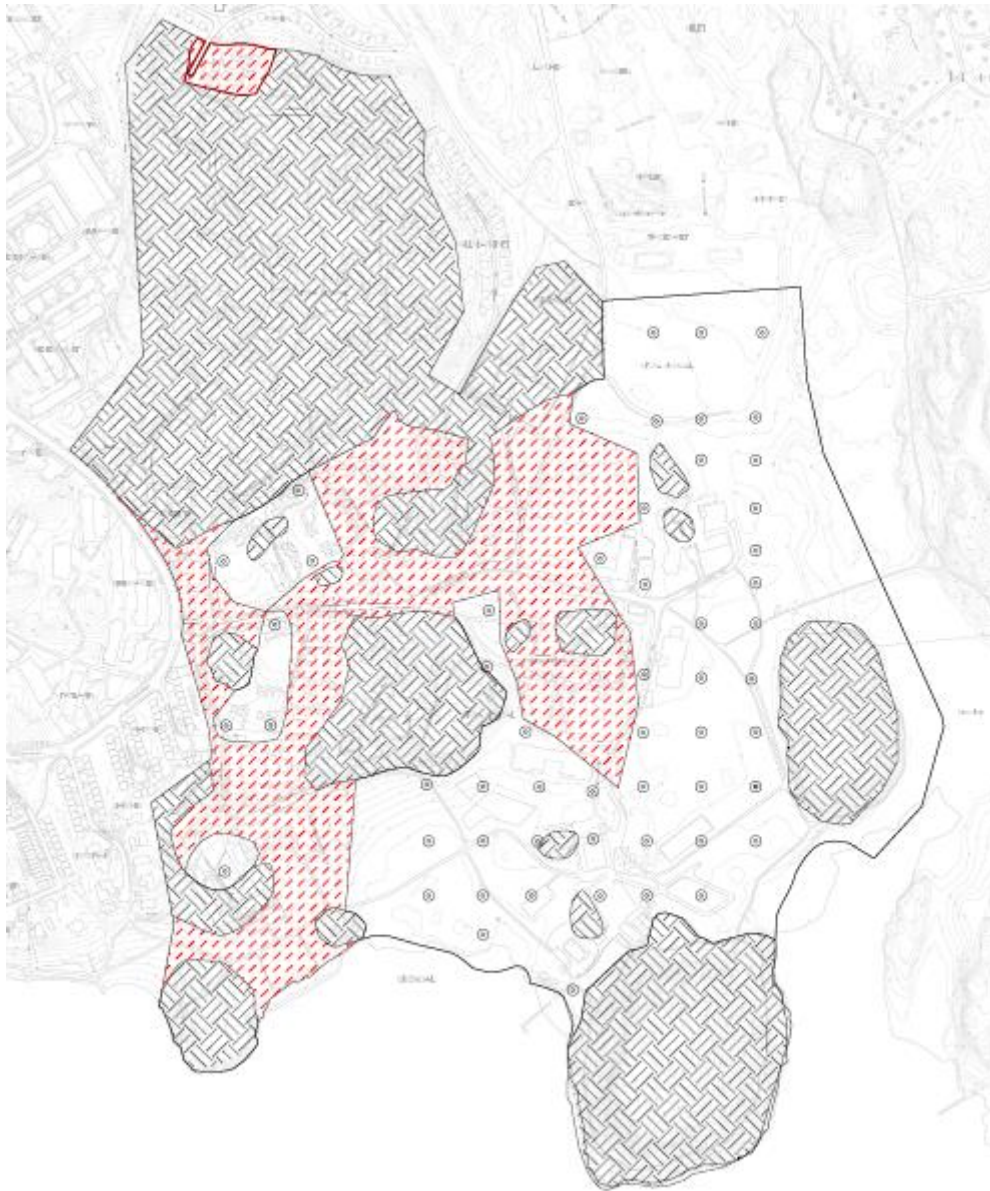


Figur 2 Områdesindelning utifrån jordarter och bebyggelse.



# RAPPORT

I detta skede inför detaljplaneprocessen fokuserades alla geotekniska undersökningar till områden (utan skraffering) som har störst geoteknisk kostnadspåverkan. En undersökningsplan med olika geotekniska sonderingsmetoder i form av ett rutmönster togs fram (se Figur 3) för att hämta in så mycket geoteknisk information som möjligt oberoende av exakta placeringar av byggnader och infrastruktur. Inga undersökningar planerades i områdena längst i öster då detta område låg utanför visionen för programområdet vid tiden för upprättande av undersökningsplan.



Figur 3 Preliminär undersökningsplan inför fältarbetet.



## 4 Fältarbete och resultat

Under arbetets gång justerades undersökningsplanen och undersökningsmetoderna uppdaterades medan fältarbetet pågick. De miljötekniska undersökningarna genomfördes samtidigt som de geotekniska och pga stora fyllnadsmäktigheter blev fältarbetet mer komplicerat. Detta innebar att vissa undersökningar prioriterades och att några geotekniska undersökningar ströks ur programmet. Vidare medförde den mäktiga fyllningen att ostörda provtagningar för att beräkna och prognostisera sättningar skulle blivit mycket tidskrävande och dessa ströks också ur undersökningsprogrammet för den första fältinsatsen våren 2016. Under 2018 utfördes en kompletterande fältinsats med bland annat ostörda provtagningar. I Figur 4 visas utförda geotekniska undersökningar.



Figur 4 Plan över utförda undersökningar.



# RAPPORT

## 5 Beskrivning av hydrogeologiska och geotekniska förhållanden

### 5.1 Hydrogeologiska förhållanden

Det installerades flera ytliga grundvattenrör i fyllningen i det övre grundvattenmagasinet ovanpå leran för att utreda miljöföroreningar men pga prioriteringar som finns beskrivet i kapitel 4 ovan så installerades endast ett grundvattenrör i friktionsjorden under leran i den första fältinsatsen, markerat med en blå ring i Figur 5.

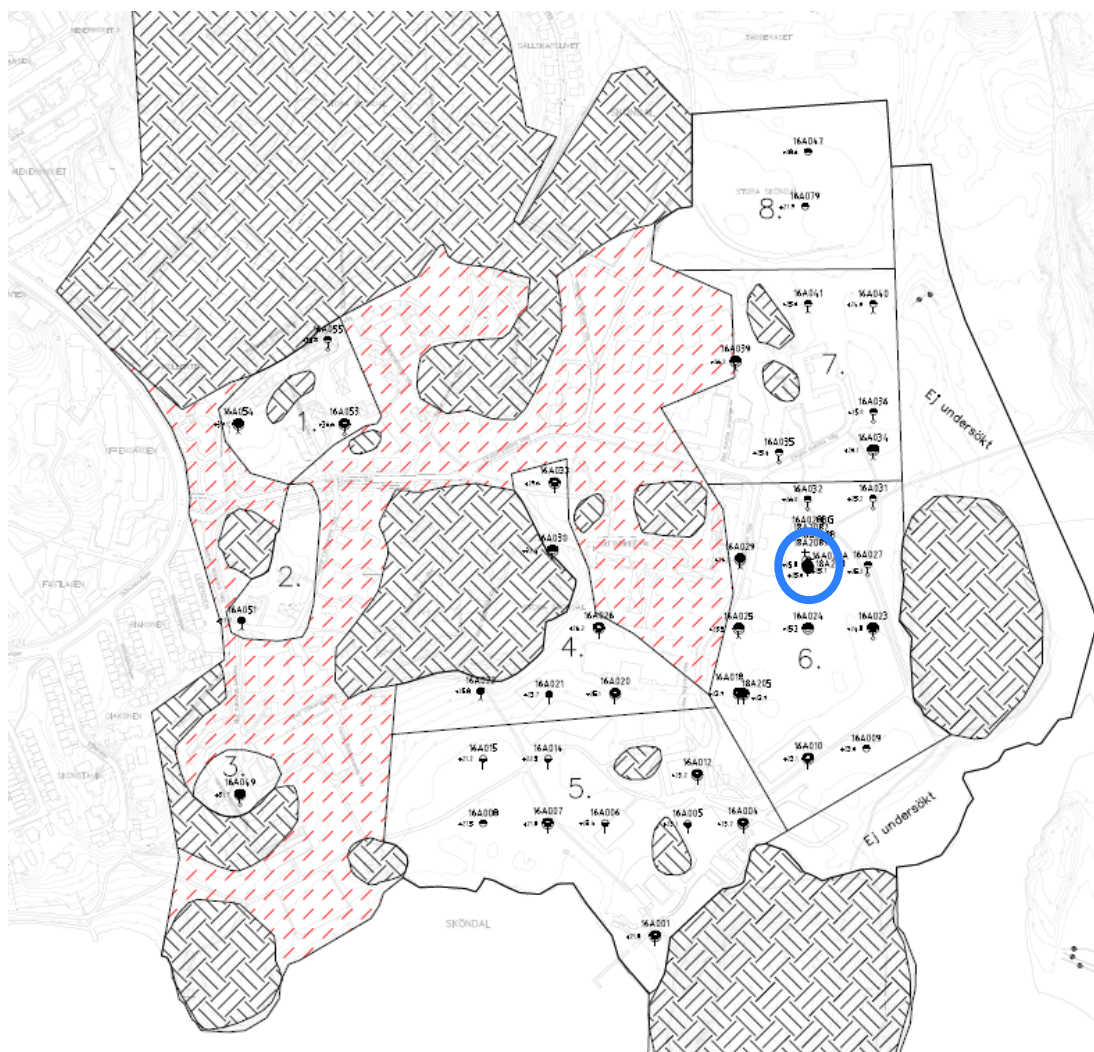
Sedan grundvattenröret installerades har fyra mätningar utförts med uppmätta grundvattennivåer mellan +21,0 och 21,9 vilket motsvarar en nivå på ca 4,8 och 3,9 m under markytan.

Under 2018 kompletterades det även med porttrycksgivare inom samma område som för grundvattenröret. Grundvattentrycket i leran visar nära nog samma trycknivå som i grundvattenröret, dvs hydrostatiska förhållanden råder.

### 5.2 Geotekniska förhållanden

För att underlätta beskrivningen av resultaten från den geotekniska undersökningen och de geotekniska förhållandena har undersökningsområdet delats in i 8 stycken mindre delområden, se Figur 5. Dessutom finns områden med friktionsjord eller berg och områden med lösa jordarter beskrivna nedan.





Figur 5 Områdesindelning med avseende på geotekniska förhållanden.

## 5.2.1 Områden med friktionsjord eller berg

De områden i Figur 5 som har svart skraffering är områden som består av antingen friktionsjord eller berg och enligt jordartskartan består friktionsjorden av postglacial sand. Enligt jorddjupskartan uppskattas djupet till berg till mellan 0-3 meter. Den största kostnaden för grundläggning inom dessa områden blir troligen kostnaden för bergschakt beroende på höjdsättning och eventuella källarplan.

## 5.2.2 Områden med lösa jordarter med befintlig bebyggelse

De områden i Figur 5 som har röd skraffering är områden som består av lösa jordarter med befintlig bebyggelse där inventering av befintlig grundläggning kan ge geoteknisk information och enligt jordartskartan består jorden av glacial lera eller postglacial lera med ett jorddjup mellan 0-3 meter enligt jorddjupskartan.

## 5.2.3 Område 1

Område 1 är beläget i den nordvästra delen av undersökningsområdet i närhet av Magnoliatomten. Enligt SGUs jorddjup- och jordartskarta består området av glacial lera med en mäktighet av 0-3 meter. Undersökningarna visar att området är utfyllt med mellan 0,5-3,2 meter fyllning bestående av en grusig sandig lera följt av antingen lera eller friktionsjord. Bergnivån i de 3 sonderingarna ligger på mellan +33 till +35.



# RAPPORT

## 5.2.4 Område 2

Område 2 ligger i den västra delen av undersökningsområdet. Enligt SGUs jorddjup- och jordartskarta består området av glacial lera med en mäktighet mellan 1-3 meter. Endast en geoteknisk undersökning är utförd vilken visar att marken överst består av ca 2 m fyllning ovanpå ca 1 m lera som underlagras av ett tunt skikt friktionsjord på berg. Bergnivån i punkt 16A051 ligger på ca +34,5.

## 5.2.5 Område 3

Område 3 ligger i den sydvästra delen av undersökningsområdet. Enligt SGUs jorddjup- och jordartskarta består området av glacial lera med en mäktighet mellan 1-3 meter. Endast en geoteknisk undersökning är utförd vilken visar att marken överst består av ca 1 m fyllning ovanpå ca 0,5 m torrskorpelera som underlagras av 3 m siltig sand eller siltig lera. Bergnivån i punkt 16A049 ligger på ca +27.

## 5.2.6 Område 4

I norra delen av område 4 kring punkt 16A030 och 16A033 består marken av 1-2 meter fyllning på friktionsjord eller berg. I västra delen av område 4 bedöms jordtäcket som tunt där punkt 16A022 består av 1-2 meter fyllning på berg.

I området kring punkterna 16A020, 16A021 och 16A026 består marken överst av 1-2 m fyllning ovanpå 3-5 m torrskorpelera eller lera som underlagras av friktionsjord. Bergnivåerna i detta område har inte undersökts.

## 5.2.7 Område 5

Förutom de två fastmarkspartier som är utmärkta i Figur 5 så består området till största delen av 1-2 meter fyllning ovanpå 3-5 m lös till fast lera som underlagras av friktionsjord. Bergnivåerna i detta område har inte undersökts. I den västra delen är markförhållandena något annorlunda, punkt 16A015 visar på 6 m lera under 1,5 m fyllning och punkt 16A008 består av 3 m fyllning med 12 m underliggande friktionsjord men i den punkten utfördes en Jb-sondering och resultaten kan vara svårtolkade.

## 5.2.8 Område 6

Området går längs med den östra ytterkanten av undersökningsområdet, enligt SGUs jorddjupskarta ska området bestå av jorddjup mellan 0-3 meter. Jordartskartan visar på gyttjelera i södra delen som sedan går över till lera mot norr.

Undersökningarna visar att området består av stora fyllnadsdjup, ca 2,5 till 8 meter och lermäktigheter mellan 2 och 7 meter. Dessa djup är inte med i SGUs kartor vilka visar på lera med en mäktighet mellan 1 och 3 meter.

Vissa av resultaten från undersökningarna har varit svårtolkade för fältpersonalen och en del resultat är motsägelsefulla. Det beror på att det i vissa fall är svårt att tolka resultat från Jb-sonderingar efter borrhning genom en tjock fyllning. Andra undersökningar är möjliga men mycket mer tidskrävande. I punkt 16A028 utfördes en CPT-sondering efter foderrörsborrning och där sattes även ett grundvattenrör.

Reducerad odränerad skjuvhållfasthet har utvärderats från den CPT-sondering som gjorts i punkt 16A028B. Utvärderingen visar på en varvig lera med inslag av finsand samt siltskikt mellan ca 7 och 9 meter under markytan. Resultaten visar på att skjuvhållfastheten i denna punkt varierar mellan ca 17 och 70 kPa, med de lägst uppmätta värdena mellan ca 10 och 12 meter under markytan.



# RAPPORT

## 5.2.9 Område 7

Förutom två fastmarkspartier som är utmärkta i Figur 5 så består den norra delen av området kring 16A040 och 16A041 av 2-3 m fyllning på berg. Bergnivån i 16A040 ligger på +22 och i 16A041 på +25,5. Området i väster kring punkten 16A039 består av ca 4 m fyllning ovanpå 1-2 m lera som underlagras av friktionsjord på berg. Bergnivån i 16A039 ligger på +19,5.

I den södra delen av området kring 16A034 och 16A035 består marken av 2-3 m fyllning ovanpå 1-2 m lera som underlagras av friktionsjord på berg. Bergnivån är ca +21 i de undersökta punkterna.

## 5.2.10 Område 8

Längst upp i norr har två stycken undersökningar utförts (16A047 och 16A079) vilka visar på fyllnadsmassor på över 6 meter. Resultaten från undersökningarna under fyllnadsmassorna har varit svårtolkade och något motsägelsefulla men mycket tyder på att det förekommer lera under fyllningen med en mäktighet på 9-10 m. Enligt SGUs kartor ligger 16A047 i gränsen mellan ett ler- och sandområde, medan 16A079 ligger i lerområdet.



# RAPPORT

## 6 Beskrivning och analys av geoteknisk kostnadspåverkan

Nedan följer en beskrivning av de största geotekniska utmaningarna inom det undersökta området och de delar som kan medföra störst kostnadspåverkan vid grundläggning av byggnader och infrastruktur. Först redovisas fyllningens tjocklek och lerans mäktighet inom området och sedan en sammanslagning av de båda som redovisar djupet till fast botten/berg som är relevant för eventuell pågrundläggning. Slutligen redovisas en bedömning av områden som har antingen "liten geoteknisk kostnadspåverkan", "medelstor geoteknisk kostnadspåverkan" eller "stor geoteknisk kostnadspåverkan".

Det måste betonas att den geotekniska informationen för ett område av denna storlek är mycket gles och att några av tolkningarna nedan i vissa fall är en "kvalificerad gissning" och gränserna kommer att revideras allt eftersom mer geoteknisk information inhämtas.

### 6.1 Fyllning

De geotekniska undersökningar som har utförts visar på att stora mängder fyllnadsmassor har lagts ut över stora delar av området. Sonderingarna visar på områden med över 8 m fyllning ovanpå den ursprungliga marken. Grundläggning av infrastruktur och byggnader på fyllning kan ofta medföra stora problem som t.ex:

- Varierande sammansättning som medför problem att kategorisera fyllningen och hur den skall hanteras
- Innehåll av byggrester eller andra miljöfarliga avfall
- Organiskt innehåll som förmultnar och medför sättningar
- Block som kan medföra stora problem vid t.ex pålning

Men det finns också många fall där tidigare utlagd fyllning kan utnyttjas och ha positiva effekter som t.ex:

- Homogen sammansättning av naturliga jordarter
- Förbelastning som medför konsolidering av lösa jordarter
- Möjligt av skifta ur fyllningen och ersätta med lättfyllning och på så sätt kompensera för sättningar

Resultaten från undersökningarna visar att fyllningen i område 6, 7 och 8 har varierande sammansättning och innehåller block, byggrester och organiskt material vilket kan medföra problem vid grundläggning. I kapitel 8 beskrivs förslag på kompletterande geotekniska undersökningar.

I Figur 6 visas översiktligt fyllningens mäktighet i meter.





Figur 6 Fyllningsmättighet i meter.



# RAPPORT

## 6.2 Lera

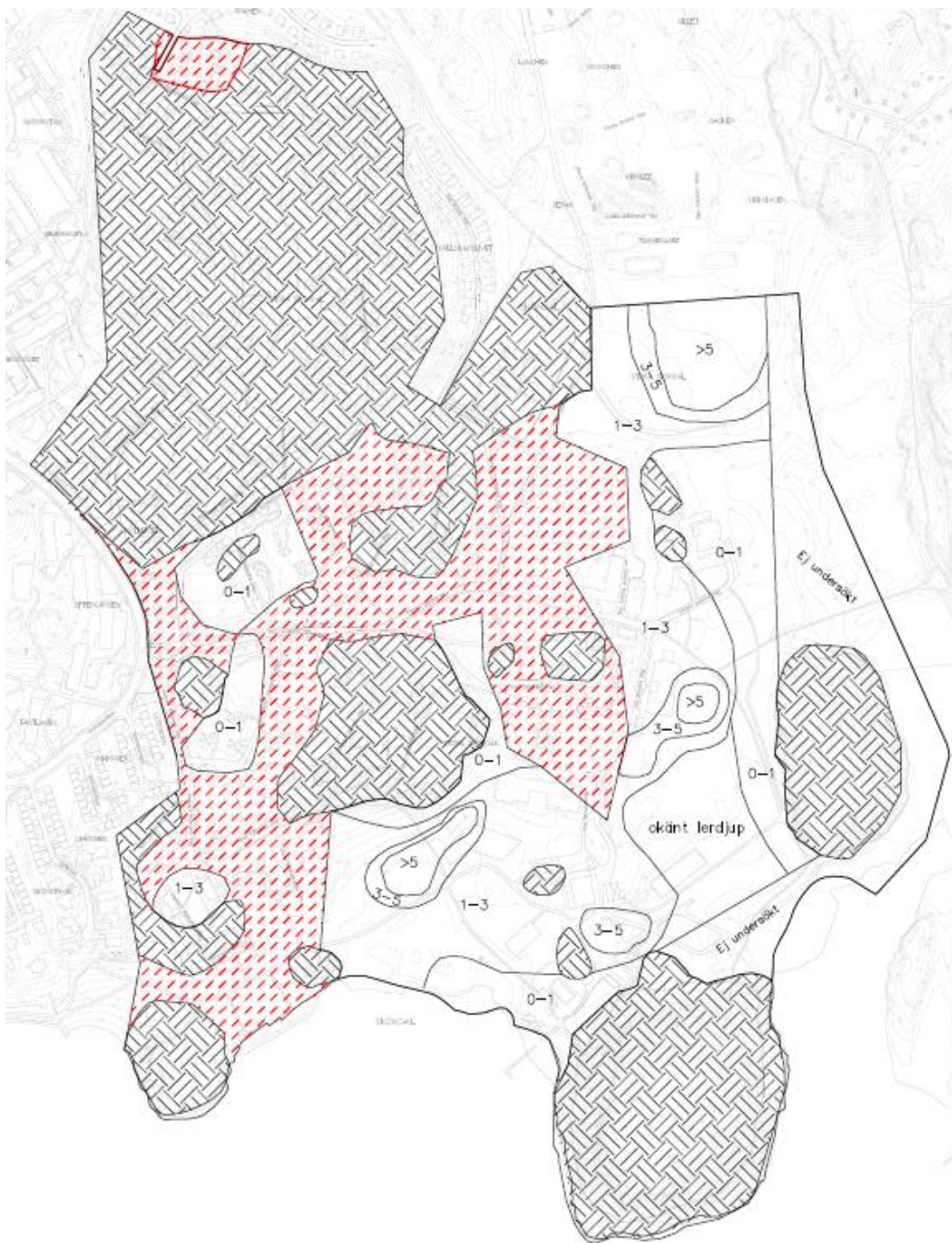
Under hösten 2018 genomfördes ostörda provtagningar på leran i två punkter vilka visar på följande resultat;

De undre delarna av fyllningen visar sig ha trängt ner cirka 4 m i den ytligaste delen av den naturliga marken bestående av främst gyttja. Marken under fyllningen i dessa punkter bedöms bestå av cirka 3 m varvig lera med silt- och sandskikt på siltig sand. Den varviga lerans skjuvhållfasthet har uppmätts vara 30 – 32 kPa med naturliga vattenkvoter om 38 – 44 % och konflytgränser om 44- 52 %.

Med uppmätta grundvattentryck som underlag synes leran vara svagt överkonsoliderad motsvarande en överkonsolideringskvot om 1,1 – 1,2 vilket också verifieras av förhållandet mellan naturlig vattenkvot och konflytgräns. Med nuvarande underlag är dock detta mycket osäkert. Det kan inte uteslutas att det pågår sättningar i leran till följd av belastningen från fyllningen. Ytterligare uppfyllnader skulle därför förvärra denna situation.

Det är möjligt att sättningar pågår i områden där fyllning är utlagt på leran men det är också tänkbart att leran klarar mer belastning utan att sätta sig. Höjdsättningen på infrastruktur och övriga ytor utanför byggnaderna är avgörande för om förstärkning av leran krävs. I kapitel 8 beskrivs förslag på kompletterande geotekniska undersökningar.

I Figur 7 visas översiktligt lerans mäktighet i meter.

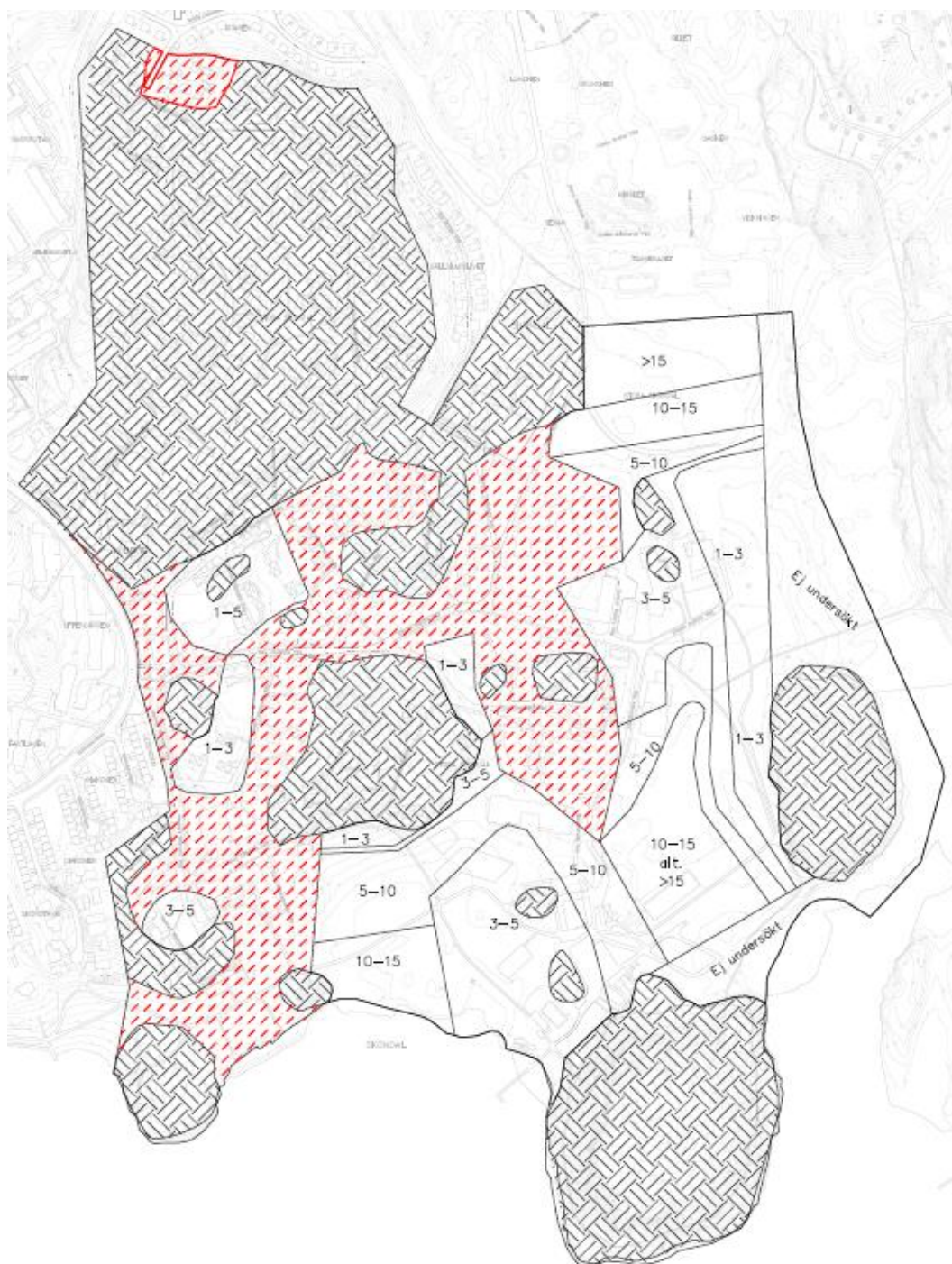


Figur 7 Lermäktighet i meter.

### 6.3 Friktionsjord eller berg

I Figur 8 visas en sammanslagning av fyllningens och lerans mäktighet som visar antingen den fasta friktionsjordens nivå under leran eller bergnivåer. Dessa djup ger en indikation på pålningslängder för grundläggning av byggnader. I kapitel 8 beskrivs förslag på kompletterande geotekniska undersökningar.





Figur 8 Djup till fast friktionsjord eller berg i meter.

#### 6.4 Geotekniska förstärkningsåtgärder och grundläggningskostnader

Som det beskrevs ovan är det i dagsläget okänt om det förekommer pågående sättningar i området eller hur mycket belastning marken tål innan oacceptabla sättningar uppstår. I detta skede görs antagandet att höjdsättningen av infrastruktur och kvartersmark kommer att ligga nära befintlig marknivå och att endast små tillskottslaster kommer att påföras inom området och att inga förstärkningsåtgärder krävs. Utifall någon förstärkning krävs så görs antagandet i detta skede att endast kostnadseffektiva lösningar som t.ex tidig utläggning och förbelastning är tillräckligt.

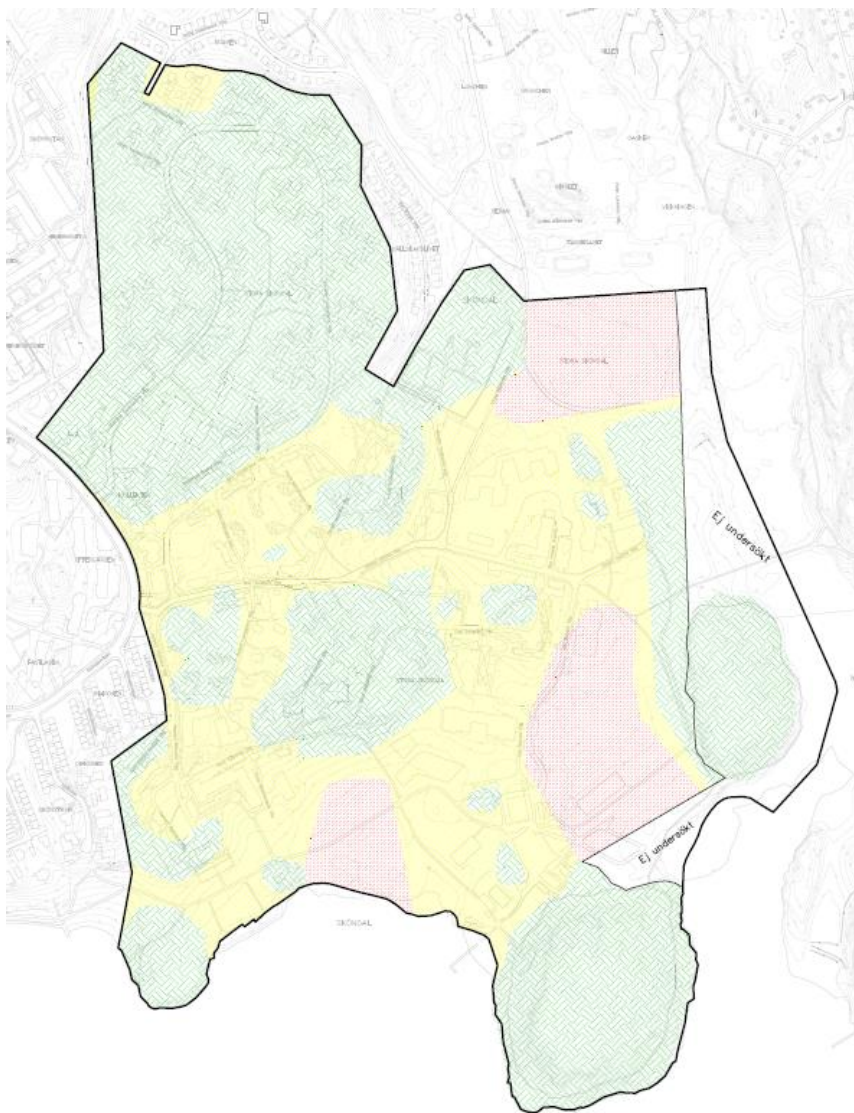




# RAPPORT

Däremot antas det att samtliga byggnader inom ler- och fyllningsområdena kräver någon form av förstärkning och då främst genom pålning ner till fast lagrad friktionsjord eller berg och det blir detta som kommer att ha stor kostnadspåverkan.

I Figur 9 visas områden som har antingen "liten geoteknisk kostnadspåverkan" med grön färg, "medelstor geoteknisk kostnadspåverkan" med gul färg eller "stor geoteknisk kostnadspåverkan" med röd färg.



Figur 9 Indelning av området med avseende på geoteknisk kostnadspåverkan.



# RAPPORT

## 7 Geoteknisk utvärdering av senaste illustrationsplanen

I Figur 10 visas gällande illustrationsplan.



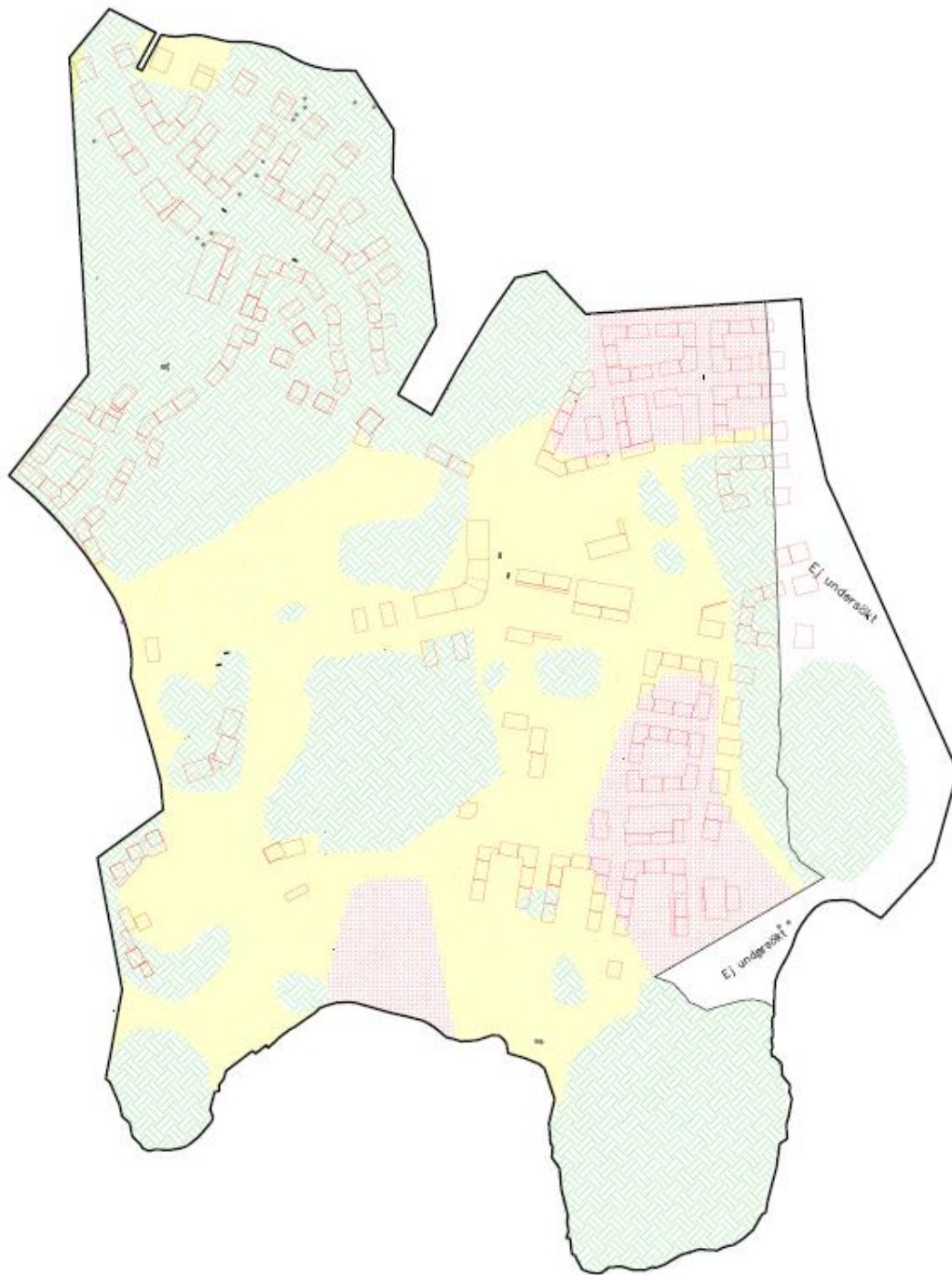
Figur 10 Illustrationsplan för Stora Sköndal 2018-10-30. Kjellander+Sjöberg, Landskapslaget, Sbk.





# RAPPORT

I Figur 11 har illustrationsplanen kombinerats med planen över geoteknisk kostnadspåverkan. Där syns det vilka fastigheter som ligger inom de mest kritiska områdena med röd färg. Illustrationsplanen har byggnader i öster inom områden som inte omfattades i den geotekniska undersökningen. Enligt jordartskartan gränsar området i nordost till kärrtorv vilket är ogynnsamt så det finns risk att områdena kan bli rödmarkerade.



Figur 11 Illustrationsplan kombinerad med geoteknisk kostnadspåverkan.



# RAPPORT

## 8 Rekommendationer för fortsatta geotekniska undersökningar och analysarbete

Generellt så rekommenderas det att fler och mer omfattande geotekniska undersökningar är nödvändiga inom området. Vissa typer av undersökningar och områden är mer prioriterade än andra. Nedan ges några exempel på vilka kompletterande undersökningar som anses vara nödvändiga.

### 8.1 Hydrogeologiska förhållanden

Den hydrogeologiska informationen inom området är mycket bristfällig och ett flertal grundvattenrör bör sättas inom området och mätas kontinuerligt under några år för att se hur grundvattennivåerna varierar över tiden.

### 8.2 Sättningar

I de områden där det förekommer lera under fyllningen bör ytterligare ostörd provtagning genomföras på olika djup och med efterföljande ödometerförsök på laboratorium för att utreda lerans sättningsegenskaper. Detta är särskilt viktigt för att bekräfta om infrastrukturen inom området kommer att behöva geotekniska förstärkningsåtgärder.

Dessutom kan in-situ försök genomföras inom området för att mäta om det pågår sättningar pga den tidigare utlagda fyllningen. Det skulle kunna genomföras genom att en sättningspegel grävs ner och att fyllning läggs ut ovanpå för att sedan göra mätningar av rörelser.

### 8.3 Grundläggning

I de fall där byggnaderna måste pålas så råder det stor osäkerhet över hur långa pålar som kommer att krävas, i Figur 8 ges en första indikation men det finns stora osäkerheter i de djupkurvor som angivits. Det krävs mycket fler undersökningar för att få en bättre bild över eventuella pållängder.

Dessutom kan provgrovsgrävning vara relevant för att kontrollera blockigheten och sammansättningen i fyllningen. Vid mycket block kan borrade pålar bli nödvändigt vilket skulle bli mer kostsamt.

### 8.4 Förslag på kompletterande geotekniska undersökningar och utredningar

Kommande undersöknings- och utredningsinsatser bör omfatta följande;

- Förtäta de glesa undersökningarna som utförts (c/c 50m)
- Kontrollera de motstridiga tolkningarna
- Klarlägga de hydrogeologiska förutsättningarna inom hela området
- Utreda den naturliga jordens hållfasthets- och deformationsegenskaper inklusive de delar som ligger under fyllningen
- Utreda storleken av pågående sättningar i både fyllning och naturlig mark
- Djup till fast botten
- Pålbarhet i befintlig fyllning

Dessutom vore det av stort värde att inventera befintliga byggnaders grundläggning.