

Bilaga F8.
PM Markförhållanden
Bedömning av geoteknisk förhållanden

Stockholm Vatten VA AB

Stockholms Framtida Avloppsrening
Ledningsnät

TILLSTÅNDSANSÖKAN

Stockholm 2015-06-15

Stockholms Framtida Avloppsrening Ledningsnät

PM Markförhållanden

Datum 2015-06-15

Diarienummer 13SV150

Utgåva/Status TILLSTÅNDSANSÖKAN

L. Henricsson
Uppdragsledare

J Olsson
Handläggare

L. Henricsson
Granskare

Uppdragsnummer 10208590

WSP Sverige AB
Besök: Arenavägen 7
121 88 Stockholm-Globen

Telefon +46 10 722 50 00

www.wspgroup.se

Organisationsnummer 556057-4880

Innehållsförteckning

1.	Objekt.....	4
1.1	Beräkningsförutsättningar.....	4
2.	Befintliga markförhållanden längs hela sträckningen.....	5
2.1	Topografi	5
2.2	Jordlagerförhållanden.....	5
2.2.1	Bromma avloppsreningsverk - Smedslätten vid Mälarpassagen	5
2.2.2	Smedslätten - Eolshäll (Mälarpassagen)	5
2.2.3	Eolshäll - Liljeholmen	5
2.2.4	Liljeholmen- Gullmarsplan	5
2.2.5	Gullmarsplan - Sickla	5
3.	Lerområde 1 - Bromma - Drottningholmsvägen/Tunnlandsvägen.....	6
4.	Lerområde 2 - Bromma - Åkeshovsvägen/Gurlitavägen	8
5.	Lerområde 2a - Bromma - Åkershovsvägen	13
6.	Lerområde 3 - Bromma - Drottningholmsvägen/Nockebyskogen	14
7.	Lerområde 4 - Ålsten - Alviksvägen/Hökvägen.....	18
8.	Lerområde 5 - Ålsten - Alviksvägen/Ålstensgatan	22
9.	Lerområde 6 - Örnsberg - Selmedalsringen.....	26
10.	Lerområde 7 - Örnsberg - Instrumentvägen.....	29
11.	Lerområde 8 - Vinterviken.....	31
12.	Lerområde 9 - Årstadal - Ingenjörsvägen	33
13.	Lerområde 10 - Årsta Gård	37
14.	Lerområde 11 - Sickla	38
15.	Schakt i jord.....	39

Hänvisning

Underlag för bedömningarna i denna PM har varit Markteknisk undersökningsrapport (MUR) - Geoteknik (WSP uppdrag nr 10181558), daterad 2014-12-08.

1. Objekt

Bromma reningsverk planeras att läggas ner och avloppsvattnet från Västerort skall transporteras till och renas i Henriksdals reningsverk. Med anledning av detta planerar Stockholm Vatten (SVAB) att bygga en bergtunnel mellan Bromma och Henriksdal. För byggandet av bergtunneln krävs även vissa schaktarbeten i jord för påslag, utrymningsschakt m.m.

Denna PM beskriver översiktligt markförhållanden och jordlagerförhållanden längs med planerad tunnelsträckning. För att klarlägga riskbilden har områden med lera undersökts och bedömts med avseende på sättningssäklighet dels vid dagens förhållanden och dels om en grundvattenavsänkning skulle inträffa.

Tabellerna i denna PM visar beräknade sättningar för olika teoretiska grundvattensänkningar i respektive undersökningspunkt, medan planfigurer visar beräknade sättningars storlek på 100 år, baserat på teoretiskt beräknade sänktrattar och utbredningar för grundvattensänkningar. Ersättningsinfiltration och/eller utökade tätningsåtgärder i tunneln kan dock minska såväl sättningsstorlekar som utbredningsområden.

1.1 Beräkningsförutsättningar

Sättningsberäkningarna, vars resultat redovisas nedan, har utförts med beräkningsprogram GeoSuite för varje aktuell undersökningspunkt, därefter har sättningar för olika lerdjup interpolerats fram. I Geosuiteberäkningarna har krypsättningar beaktats om effektivspänningen i jorden överstiger 0,8*förkonsolideringstrycket. Vidare har dubbelsidiga dräneringsförhållanden antagits i beräkningarna. Sättningar orsakade av en eventuell grundvattensänkning har beräknats med antagande att rådande porttryck ställer in sig mot en sänkt hydrostatisk grundvattentrycksnivå. Enligt utförda porttrycksmätningar i lerlagret förekommer idag förhöjda porttryck. I denna PM redovisade sättningar kan vara större än verkligt utfall, vilket även indikeras vid jämförelser mellan utförda sättningsberäkningar och uppmätta sättningar (orsakade av tidigare grundvattensänkningar/belastningssökningar) i områden där peglar finns. Orsaken till att för stora marksättningar eventuellt erhålls vid användande av GeoSuite beräkningsprogram (vedertagen programvara idag) är, förutom att hydrostatisk trycknivå i lerlagret eventuellt inte kommer att inträffa, även att beräkningsprogrammet ger en stor krypsättning (ofta ca 50 – 200 % av primärsättningen), vilket också troligen innebär en överskattning mot verkligt utfall. För lerlager under den djupaste kolvprovtagningssnivån (där provtagningssnivåer på större djup saknats) har egenskaper hos leran antagits utifrån en erfarenhetsmässig bedömning. De genomförda sättningsberäkningarna bör tolkas indikativt, då det i samtliga ingående parameterar finns osäkerheter.

2. Befintliga markförhållanden längs hela sträckningen

2.1 Topografi

Marknivåerna utmed aktuella tunnelsträckningar varierar mellan ca +1 och +50. Marken består av såväl naturmark som hårdgjorda och anlagda ytor. Vid passagen under Mälaren, mellan Smedslätten och Eolshäll, ligger Mälarens botten på nivåer ner till ca - 33.

2.2 Jordlagerförhållanden

Marken utmed aktuella tunnelsträckningar utgörs huvudsakligen av fastmarksområden med morän och ytnära berg, men även partier med mäktiga lerlager förekommer. Vid Mälarpassagen har bergnivåer ner till -65 à -70 påträffats. Även andra områden med stora jorrdjup förekommer på flera platser längs med eller i anslutning till planerade tunnelsträckningar, t.ex. i vattenområdet mellan Högländet och Kärson har bergnivåer ner till -30 påträffats. Svaghetszoner i berggrunden korsar de aktuella tunnelsträckningarna på flera platser.

2.2.1 Bromma avloppsreningsverk - Smedslätten vid Mälarpassagen

Marknivåerna utmed delsträckan varierar mellan ca +1 och +33. Marken utgörs huvudsakligen av fastmarksområden med ytnära berg. I Nockebyhov nära Bromma reningsverk och vid Ålstensängen förekommer områden med lera (lerområde 1, 2, 2a, 3, 4 och 5, vilka beskrivs i detalj avsnittsvis nedan). Jorddjupen längs tunnelsträckningen är maximalt ca 10 m, vilket motsvarar en lägsta bergnivå på ca -8.

2.2.2 Smedslätten - Eolshäll (Mälarpassagen)

Sträckan avser Mälarpassagen med anslutande strandzoner i Smedslätten och Eolshäll. I Mälaren förekommer sjöbottennivåer ner till ca -33 och bergnivåer ner till ca -65 à -70. Mälarens medelvattennivå ligger på ca +0,9 i höjdsystem RH2000. Marken på ömse sidor av Mälaren utgörs huvudsakligen av fastmarkspartier med ytnära berg. Inom detta avsnitt har flera svaghetszoner i berg identifierats i utförda undersökningar.

2.2.3 Eolshäll - Liljeholmen

Marknivåerna utmed delsträckan varierar mellan ca +1 och +28. Marken utgörs huvudsakligen av fastmarksområden med ytnära berg. Vid Örnberg, Vinterviken och Liljeholmen förekommer dock lerområden med upp till ca 12 m lera. Dessa (lerområde 6, 7, 8 och 9) beskrivs i detalj avsnittsvis nedan.

2.2.4 Liljeholmen - Gullmarsplan

Marknivåerna utmed delsträckan varierar mellan ca +8 och +41. Marken utgörs huvudsakligen av fastmarksområden med ytnära berg. Även lokala områden med lera förekommer.

2.2.5 Gullmarsplan - Sickla

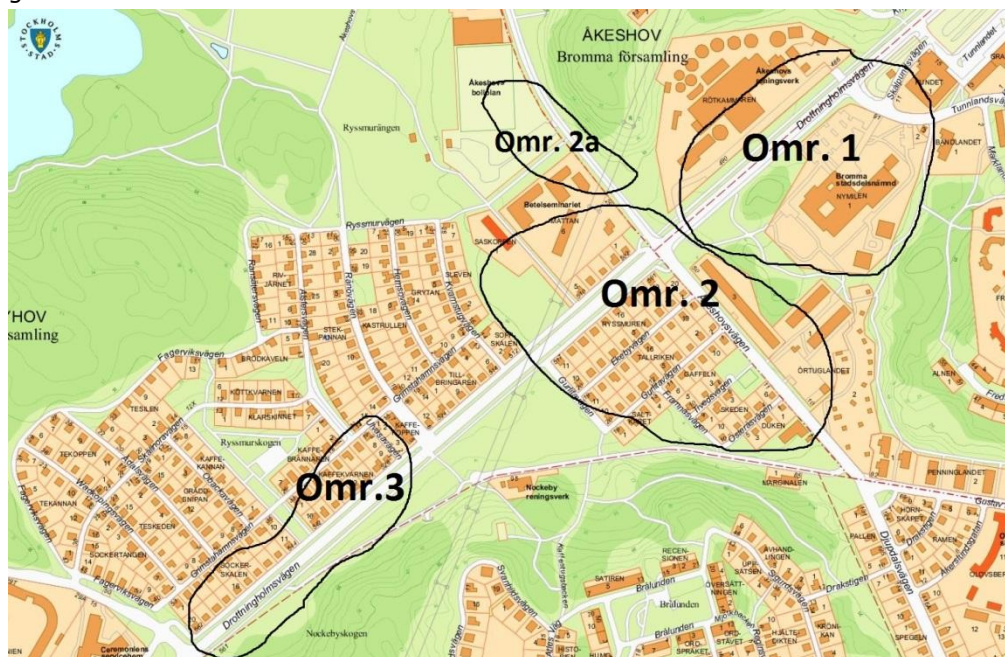
Marknivåerna utmed delsträckan varierar mellan ca +34 och +50. Marken utgörs huvudsakligen av fastmarksområden med ytnära berg. Förutom åsmaterial förekommer dock även vissa små lerområden inom detta parti.

3. Lerområde 1 - Bromma - Drottningholmsvägen/Tunnlandsvägen

Ungefärlig utbredning av lerområdet redovisas på figur 1.

3.1 Generellt

Lerområde 1 är beläget mellan Bromma Reningsverk och Bromma Stadsdelsnämnd. Drottningholmsvägen löper genom området som i övrigt består av byggnader (Reningsverket och Stadsdelsnämnden), parkeringsytor, grönområden etc.



Figur 1. Bromma - Lerområde 1, 2, 2a och 3.

3.2 Historik

Grundvattensänkningar har tidigare inträffat inom området, dock har inga dokumenterade uppgifter om sättningsskador på byggnader eller markförlagda anläggningar påträffats. I markpegel som installerats på 1970-talet har den årliga sättningen fram till mitten av 1990-talet uppmätts till ca 15 mm/år i pegel vid Drottningholmsvägen nära Stadsdelsnämnden. Djup till underkant lera vid pegeln är ca 15 m.

Direkt nordost om "Lerområde 1" vid Brommaplansområdet finns bl.a. en bussterminal där omfattande marksättningar tidigare inträffat till följd av uppfyllningar och tidigare grundvattensänkningar. Här har även utläggning av lättfyllning utförts för att minska problemen. Undersökningar utförda inför planerade nybyggnadsarbeten nordost om område 1 har påvisat pågående marksättningar.

3.3 Topografi

Drottningholmsvägens nivå ligger på ca +4,5 och höjdparter avgränsar området i nordväst och sydost.

3.4 Jordlagerförhållanden

Den naturligt lagrade jorden överlagras inom stor del av området av fyllning (upp till ca 1,5 m) för vägar och andra hårdgjorda ytor. Under fyllningen finns lera med torrskorpekaraktär. Inom vissa delar av området redovisar både undersökningar och geologisk karta ett lager organisk jord, mestadels torv.

Lermäktigheter på upp till ca 18 meter förekommer inom området. Leran har ställvisa siltinslag och underlagras av ca 1 - 3 meter friktionsjord.

3.5 Utförda undersökningar

Geotekniska undersökningar har vid flera tidigare tillfällen utförts inom området, varför många tidigare utförda geotekniska undersökningar varit tillgängliga.

Ostörd provtagning (kolv) har i samband med denna utredning utförts i en punkt (14W156) för analys av lerans konsolideringsegenskaper.

3.6 Sättningsegenskaper/Beräkningsresultat

Grundvattennivån i punkt 14W156 är med stöd av grundvattenobservationsrör 41B534 antagen till 2,7 m djup under markytan (nivå +1,8). Undersökningspunkt 14W156 är belägen ca 240 m från planerad tunnel.

I beräkningarna har förutsatts ett 1,5 m tjockt lager av fyllning och torrskorpelera över den lösa leran. Beräkningen bygger på CRS försök ned till 8 m djup under marknivån, djupare nivåer har antagits eftersom prover på dessa nivåer saknas.

I tabellen nedan redovisas sättningar i händelse av grundvattensänkningar från dagens nivå med 0,3, 1, 2 meter vid undersökningspunkt 14W156.

Tabell 2 Beräknad sättning vid en eventuell grundvattensänkning i område 1 från grundvattennivån +1,8, vilket motsvarar 2,7 m djup under markytan vid observationspunkten.

Område 1. Sättning [cm] baserat på resultat från undersökningspunkt 14W156					
Djup till underkant lera=2,5m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	<1	<1	<1	<1
1m	<1	<1	<1	<1	<1
2m	<1	<1	<1	<1	<1
Djup till underkant lera=5m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	0	1	1	1	1
1m	2	2	3	3	3
2m	4	4	5	5	5
Djup till underkant lera=10m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	1	2	3	3	3
1m	5	6	7	7	7
2m	10	11	12	12	12

Djup till underkant lera=15m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	2	3	5	5	5
1m	8	10	12	12	12
2m	15	17	19	19	19
Djup till underkant lera=18 m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	3	4	6	6	6
1m	10	12	14	14	14
2m	19	21	24	24	24

3.6.1 Bedömning

Leran i området är inte konsoliderad för nuvarande spänningsförhållanden. Detta innebär att sättningar pågår inom området, troligtvis på grund av uppfyllningar och tidigare grundvattensänkningar. Leran i området är känslig för ytterligare grundvattensänkningar, se figur 2. Beräknade sättningar till följd av en eventuell grundvattensänkning är större än vad som uppmätts i befintlig pegel (orsakade av tidigare grundvattensänkningar), vilket kan bero på beräkningsmässiga osäkerhetsfaktorer vid antagande om slutlig portryckskurva samt till följd av överskattade krypsättningar.

4. Lerområde 2 - Bromma - Åkeshovsvägen/Gurlitavägen

Ungefärlig utbredning av lerområdet redovisas på figur 1.

4.1 Generellt

Lerområdet är beläget vid korsningen Drottningholmsvägen/Åkeshovsvägen, huvudsakligen inom stadsdelen Nockebyhov. Området kännetecknas av kvarter med enfamiljshus med tillhörande tomter, grönområden och gator.

4.2 Historik

Inom området finns många hus med grundvattenberoende grundläggningar (direkt på lera eller på träpålar). Betydande grundvattensänkningar har inträffat inom området sedan lång tid tillbaka. I översiktliga utredningar, som utfördes på 1970-talet, konstaterades att 0,5 à 1 m grundvattensänkning inträffade under senare delen av 1960-talet.

I nämnda utredningar finns även dokumentation om ca 20 sättningsskadade hus samt att upp till ca 0,5 m marksättning inträffat inom området. Vissa hus har genom åren grundförstärkts, exakt antal och omfattning är inte klarlagt. Flertalet av de konstaterade sättningsskadorna finns i området sydost om Drottningholmsvägen, men det förekommer även vissa skador i området nordväst om Drottningholmsvägen mellan lerområde 2 och 3.

I markpegel som installerats på 1970-talet har den årliga sättningen uppmätts till ca 2 mm/år i pegel nära korsningen Drottningholmsvägen/Åkeshovsvägen och ca 5 mm/år i pegel ungefär mitt i området (vid Tivedsvägen). Djup till underkant lera är ca 2,5 m respektive 15 m vid de båda peglarna.

4.3 **Topografi**

Marknivåer i området varierar mellan ca +8, vid Drottningholmsvägen, och ca +6 i sydöstra delen. Söder om området finns ett höjdparti.

4.4 **Jordlagerförhållanden**

Överst utgörs jorden i området till stor del av torrskorpelera och/eller fyllning (gator). Därunder förekommer lera, lokalt ner till ca 25 meters djup. Under leran har friktionsjord med ca 1 – 3 meters mäktighet påträffats.

4.5 **Utförda undersökningar**

Geotekniska undersökningar har vid flera tidigare tillfällen utförts inom området, varför många tidigare utförda geotekniska undersökningar finns. Nyligen har ostörd provtagning (kolv) utförts i två punkter, 14W154 och 14W155, med syfte att analysera lerans konsolideringsegenskaper. Porttrycksmätare och grundvattenrör har också installerats vid sonderingspunkt 14W154 för att klarlägga porttryckssituationen i leran.

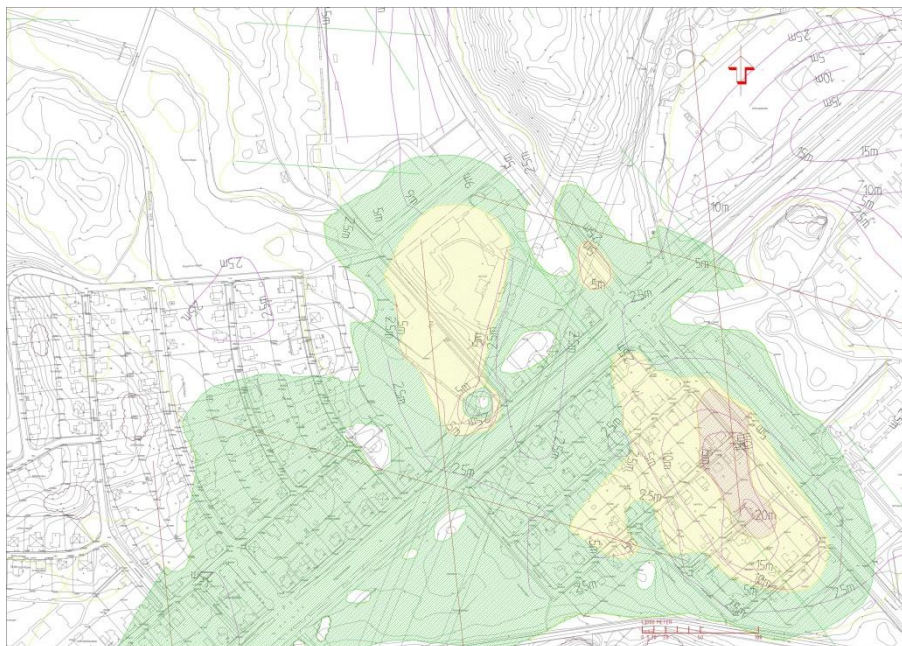
4.6 **Sättningsegenskaper/Beräkningsresultat**

Grundvattennivån i punkten 14W154 är uppmätt i grundvattenobservationsrör 14W154G till 3,6 m djup under markytan, vilket motsvarar nivån +2,0. Dock tyder utförda mätningar vid porttrycksstation 14W154P på förhöjda porttryck i leran. Undersökningspunkten 14W154 är belägen ca 240 m från planerad tunnel. I punkten 14W155 är grundvattennivån antagen, med stöd av avläsningar i grundvattenrör 41D451, till 2,9 m djup under markytan, vilket motsvarar nivån +2,5. Undersökningspunkten 14W155 är belägen ca 175 m från planerad tunnel. I beräkningarna av undersökningspunkterna 14W154 och 14W155 har förutsatts ett 0,5 m respektive 2,5 m tjockt lager av fyllning och torrskorpelera över den lösa leran.

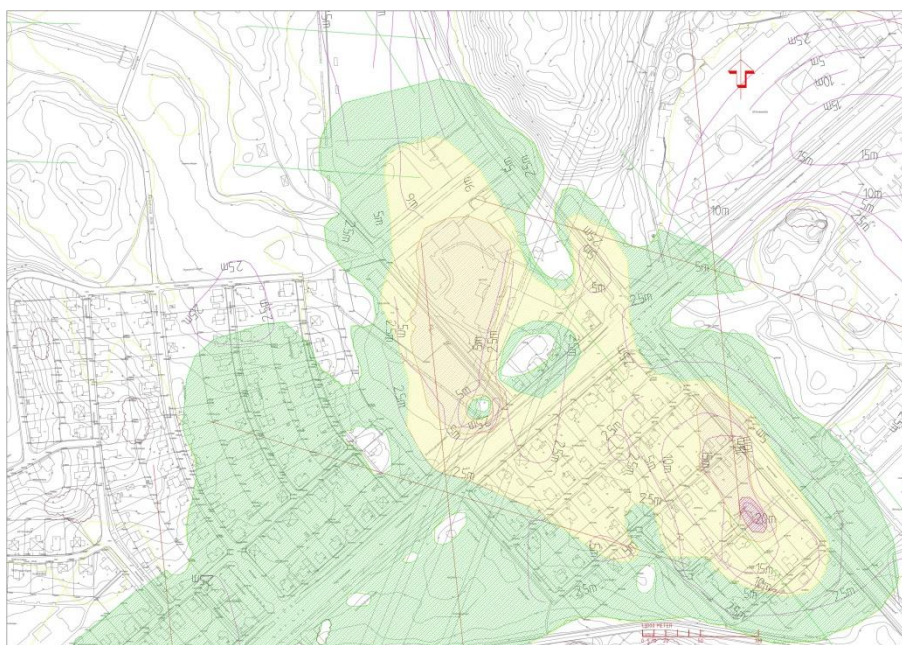
I tabell nedan redovisas, från undersökningspunkt 14W154 och 14W155, beräknade sättningar orsakade av eventuella grundvattensänkningar för 0,3, 1, 2 meter relativt dagens grundvattennivå. Resultaten i tabellen är medelvärden mellan de två undersökningspunkterna, som interpolerats fram för olika lerdjup.

Tabell 3 Beräknad sättning till följd av en grundvattensänkning i lerområde 2.
(+2,1 vid 14W154 och +2,5 vid 14W155)

Område 2. Sättning [cm] baserat på resultat från undersökningspunkter 14W154 samt 14W155					
Djup till underkant lera=2,5m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	<1	<1	<1	<1
1m	<1	<1	<1	<1	<1
2m	<1	<1	<1	<1	<1
Djup till underkant lera=5m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	1	1	1	2	2
1m	3	4	4	5	5
2m	6	6	7	8	9
Djup till underkant lera=10m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	3	3	4	5	5
1m	7	8	10	12	13
2m	14	16	18	20	22
Djup till underkant lera=15m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	3	3	4	5	7
1m	7	8	12	17	21
2m	13	15	21	27	33
Djup till underkant lera=25 m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	3	4	7	9	11
1m	11	14	21	28	35
2m	21	26	36	46	56

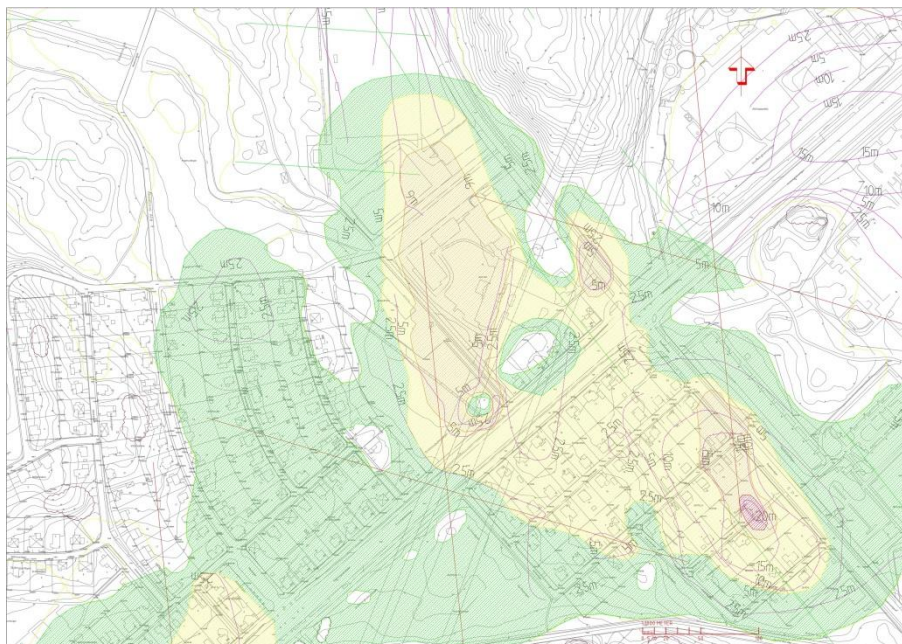


Figur 2. Illustration av beräknade sättningar för område 1, 2, 2A och 3 med injekteringsnivå $1e-9$ (fortsättning se figur 5), baserat på antagen variation för grundvattensänkning utmed tunneln och bedömd mäktighet av det lösa lerlagret, samt med förutsättningen att inga andra skyddsåtgärder såsom ersättningsinfiltration etc. görs. Grön färg avser 0 - 3 cm sättning, gul färg 3 - 6 cm sättning och orange färg 6-12 cm sättning på 100 år.



Figur 3. Illustration av beräknade sättningar för område 1, 2, 2A och 3 med injekteringsnivå $2e-9$ (fortsättning se figur 6), baserat på antagen variation för grundvattensänkning utmed tunneln och bedömd mäktighet av det lösa lerlagret, samt med förutsättningen att inga andra skyddsåtgärder såsom

ersättningsinfiltration etc. görs. Grön färg avser 0 - 3 cm sättning, gul färg 3 - 6 cm sättning, orange färg 6-12 cm sättning och röd färg >12 cm sättning på 100 år.



Figur 4. Illustration av beräknade sättningar för område 1, 2, 2A och 3 med injekteringsnivå $5e-9$ (fortsättning se figur 7), baserat på antagen variation för grundvattensänkning utmed tunneln och bedömd mäktighet av det lösa lerlagret, samt med förutsättningen att inga andra skyddsåtgärder såsom ersättningsinfiltration etc. görs. Grön färg avser 0 - 3 cm sättning, gul färg 3 - 6 cm sättning, orange färg 6-12 cm sättning och röd färg >12 cm sättning på 100 år.

4.6.1 Bedömning

Leran i de två undersökningspunkterna är inte konsoliderad för jordens nuvarande spänningsförhållanden. Sättningar pågår således inom området, troligtvis på grund av uppfyllningar och tidigare grundvattensänkningar. Leran är känslig för ytterligare grundvattenavsänkningar, se figur 2. Beräknade sättningar till följd av en eventuell grundvattensänkning är större än vad som uppmäts i befintlig pegel (orsakade av tidigare grundvattensänkningar/belastningsökningar), vilket kan bero på beräkningsmässiga osäkerhetsfaktorer vid antagande om slutlig portryckskurva samt till följd av överskattade krypsättningar.

5. Lerområde 2a - Bromma - Åkershovsvägen

Ungefärlig utbredning av lerområdet redovisas på figur 1.

5.1 Generellt

Området ligger längs med Åkershovsvägen, väster om Drottningholmsvägen. Inom området finns fotbollsplaner, ridanläggningar och Åkershovsvägen.

5.2 Historik

Ingen dokumentation om tidigare inträffade grundvattensänkningar eller sättningsskador på byggnader har påträffats. Synliga marksättningar i gatumark m.m. finns idag inom området.

5.3 Topografi

Marknivåerna inom området ligger på ca +8. Området avgränsas i nordost av en höjdrygg bestående av en De Geermorän, närmast Bromma Reningsverk. I söder och väster avgränsas området av andra fastmarkspartier.

5.4 Jordlagerförhållanden

Jorden består överst av fyllning (vid gator och vägar) och/eller torrskorpelera till ca 2 meter djup under markytan. Under torrskorpeleran/fyllningen har ett lerlager påträffats, med en mäktighet varierande mellan ca 2 och 7 meter. Den underliggande friktionsjorden var i utförda undersökningspunkter upp till ca 2 meter tjock.

5.5 Utförda undersökningar

Inga tidigare utförda undersökningar har påträffats inom området och nyligen utförda sonderingar längs Åkershovsvägen ligger till grund för bedömningen av jordlagerförhållandena. En kolvprovtagning (ostörd provtagning) har utförts i undersökningspunkt 14W199. Även ett grundvattenrör har installerats vid punkten (14W199G).

5.6 Sättningsegenskaper/Beräkningsresultat

Grundvattennivån är uppmätt i grundvattenrör 14W199G till ca 5,1 m djup under markytan, vilket motsvarar nivån ca +3,9. Undersökningspunkten är belägen ca 75 m från planerad tunnel. Leran i området är inte konsoliderad för nu uppmätt grundvattennivå, vilket tyder på att grundvattennivån tidigare har sänkts, vilket i sin tur innebär att kvarstående sättningar kan förutsättas inom området. I beräkningarna har förutsatts ett 0,5 m tjockt lager av fyllning och torrskorpelera över den lösa leran.

Tabell 4. Beräknad sättning av en eventuell grundvattensänkning i lerområde 2a (+3,9 vid 14W199).

Område 2A. Sättning [cm] baserat på resultat från undersökningspunkt 14W199					
Djup till underkant lera=2,5m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	<1	<1	<1	<1
1m	<1	<1	<1	<1	<1
2m	<1	<1	<1	<1	<1
Djup till underkant lera=5m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	<1	<1	<1	<1
1m	<1	<1	<1	<1	<1
2m	<1	<1	<1	<1	<1
Djup till underkant lera=9,2m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	3	3	3	3	3
1m	9	10	11	11	11
2m	22	24	24	24	24

5.6.1 Bedömning

Leran inom området är inte konsoliderad för rådande spänningssituation och sättningar bedöms pågå i området. Marken är känslig för eventuella ytterligare grundvattensänkningar, se figur 2.

6. Lerområde 3 - Bromma – Drottningholmsvägen/Nockebyskogen

Ungefärlig utbredning av lerområdet redovisas på figur 1

6.1 Generellt

Området ligger utmed Drottningholmsvägen vid Nockebyskogen, se figur 1. Inom området finns förutom Drottningholmsvägen, även lokalgator och enfamiljshus med tomter samt grönområden. Området inramas av fastmarkspartier i sydost (Nockebyskogen) och nordväst.

6.2 Historik

Ingen dokumentation om tidigare inträffade grundvattensänkningar eller sättningsskador på byggnader har påträffats.

6.3 Topografi

Marknivåer inom området varierar mellan ca +12 och +14.

6.4 Jordlagerförhållanden

I Drottningholmsvägen och i övriga gator inom området består jorden överst av fyllning på torrskorpelera ner till ca 3 m djup. Djup till lerans underkant varierar mellan 0 och ca 15 m.

6.5 Utförda undersökningar

Geotekniska undersökningar har utförts inom området vid flera tidigare tillfällen, varför många tidigare utförda geotekniska undersökningar varit tillgängliga. Nyligen har ostörd provtagning utförts i en punkt, 14W163, för analys av lerans konsolideringsegenskaper.

6.6 Sättningsegenskaper/Beräkningsresultat

Grundvattennivån i punkten 14W163 är, med stöd av grundvattenobservationsrör 51A62, antagen till ca 5 m djup under markytan. Undersökningspunkten är belägen ca 200 m från planerad tunnel. Enligt viktsondering utförd i punkten 14W163 är underkant lera tolkad till ca 9 m djup under markytan. Dock tyder andra sonderingar (51A46 och 51A47) på att större lerdjup förekommer. I utförd sättningsberäkning i punkt 14W163 är djup till underkant lera antaget till 15,5 m, inklusive torrskorpelera.

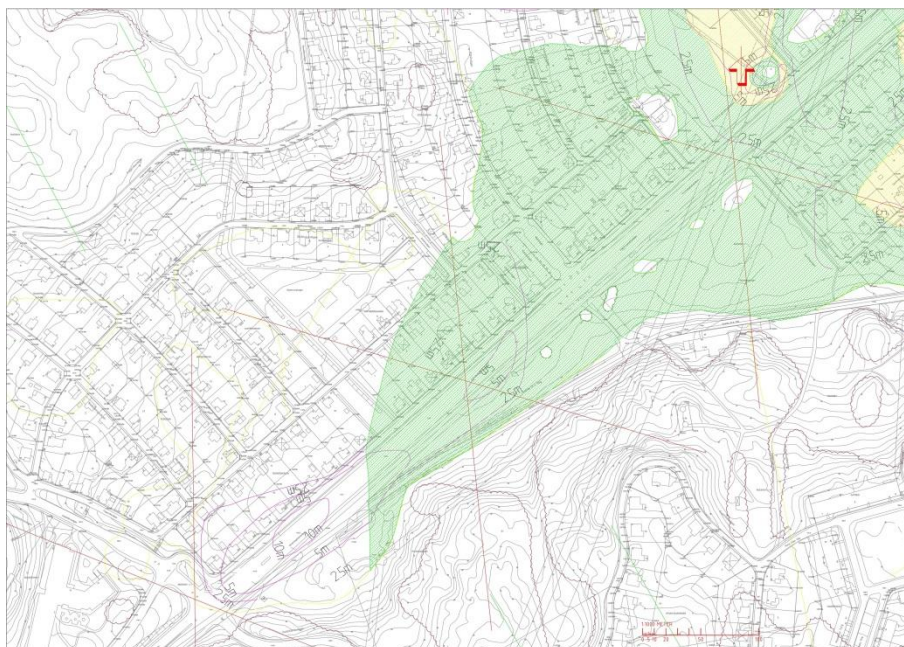
I beräkningarna har förutsatts ett 3,5 m tjockt lager av fyllning och torrskorpelera över den lösa lera.

Nedan redovisas beräknade sättningar, i undersökningspunkt 14W163, orsakade av eventuella grundvattensänkningar med 0,3, 1 och 2 meter relativt dagens nivå.

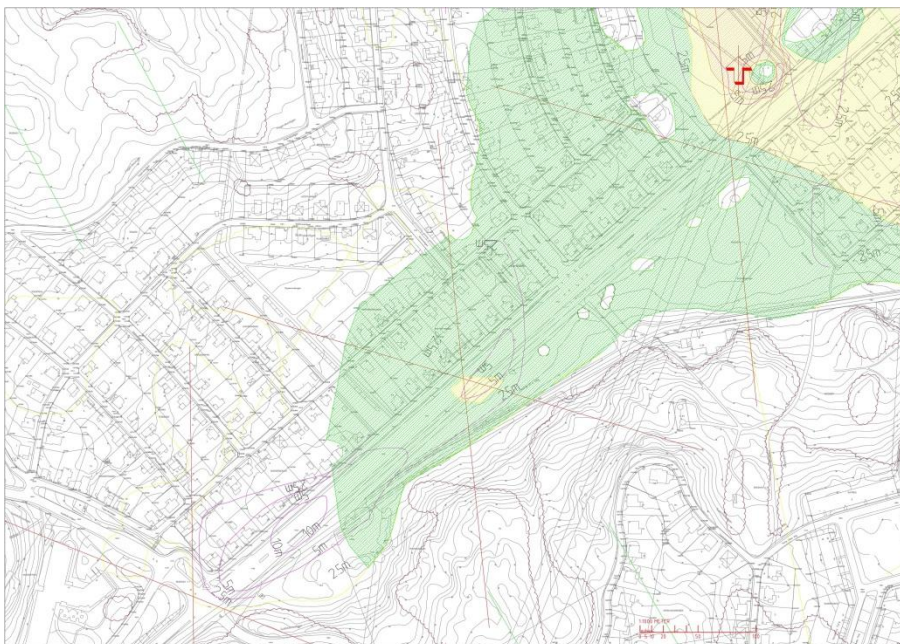
Tabell 5. Beräknad sättning på grund av en eventuell grundvattensänkning i lerområde 3 vid nu uppmätt grundvattennivå +8,6.

Område 3. Sättning [cm] baserat på resultat från undersökningspunkt 14W163					
Djup till underkant lera=2,5m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	<1	<1	<1	<1
1m	<1	<1	<1	<1	<1
2m	<1	<1	<1	<1	<1
Djup till underkant lera=5m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	<1	<1	<1	<1
1m	<1	<1	<1	<1	<1
2m	<1	<1	<1	<1	<1

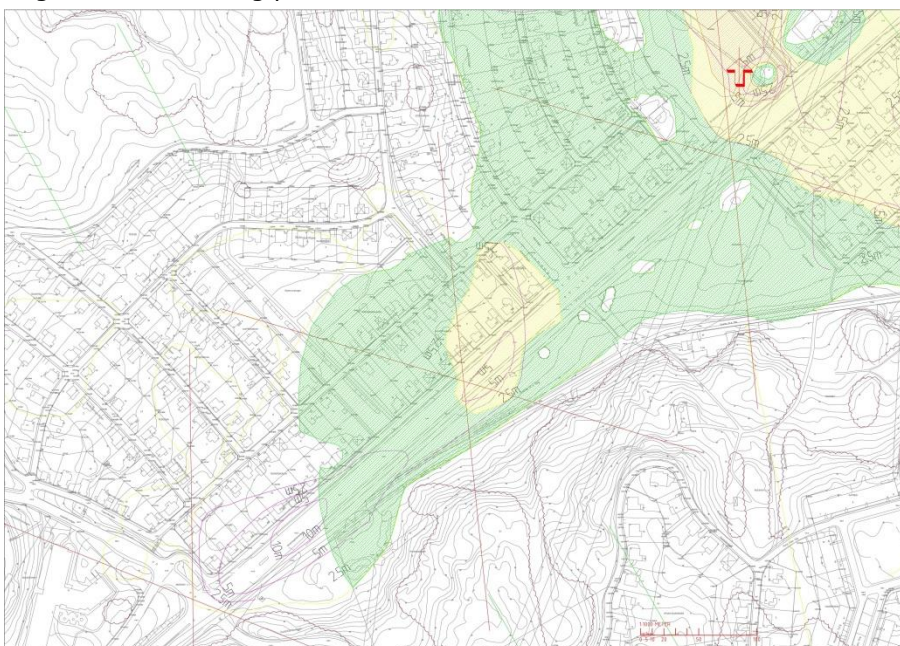
Djup till underkant lera=10m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	1	1	2	2
1m	1	2	4	6	7
2m	4	6	9	13	14
Djup till underkant lera=15,5 m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	1	1	2	3	4
1m	2	4	7	11	14
2m	8	11	17	23	25



Figur 5. Illustration av beräknade sättningar för område 2 och 3 med injekteringsnivå $1e-9$, baserat på antagen variation för grundvattensänkning utmed tunneln och bedömd mäktighet av det lösa lerlagret, samt med förutsättningen att inga andra skyddsåtgärder såsom ersättningsinfiltration etc. görs. Grön färg avser 0 - 3 cm sättning och gul färg 3 - 6 cm sättning på 100 år.



Figur 6. Illustration av beräknade sättningar för område 2 och 3 med injekteringsnivå $2e-9$, baserat på antagen variation för grundvattensänkning utmed tunneln och bedömd mäktighet av det lösa lerlagret, samt med förutsättningen att inga andra skyddsåtgärder såsom ersättningsinfiltration etc. görs. Grön färg avser 0 - 3 cm sättning, gul färg 3 - 6 cm sättning och orange färg 6-12 cm sättning på 100 år.



Figur 7. Illustration av beräknade sättningar för område 2 och 3 med injekteringsnivå $5e-9$, baserat på antagen variation för grundvattensänkning utmed tunneln och bedömd mäktighet av det lösa lerlagret, samt med förutsättningen att inga andra skyddsåtgärder såsom ersättningsinfiltration etc.

görs. Grön färg avser 0 - 3 cm sättning, gul färg 3 – 6 cm sättning och orange färg 6-12 cm sättning på 100 år.

6.6.1 Bedömning

Leran i området är inte konsoliderad för rådande spänningssituation och sättningar bedöms pågå. Marken bedöms vara känslig för ytterligare grundvattensänkningar se figur 2 och 3.

7. Lerområde 4 – Ålsten – Alviksvägen/Hökvägen

Ungefärlig utbredning av lerområdet redovisas på figur 8.

7.1 Generellt

Området ligger utmed Alviksvägen i närheten av Ålstens brygga. Området består huvudsakligen av enfamiljshus med tillhörande tomter och gator. Det gränsar till lerområde 5 i öster.



Figur 8. Område 4 och 5 vid Ålsten.

7.2 Historik

Inom området finns minst ett 20-tal hus med grundvattenberoende grundläggning (direkt på lera). Troligen har endast mindre grundvattensänkningar inträffat inom området. I översiktliga utredningar, som utfördes på 1970-talet, konstaterades sättningsskador på ca 10 hus inom området. Orsaken härtill är oklar, men kan troligen hänföras till en kombination av olika orsaker, såsom uppfyllnader,

grundvattensänkningar, träd intill byggnaderna, olämpliga grundläggningsmetoder m.m. Grundförstärkning med stålplåtar har utförts på vissa hus.

7.3 Topografi

Marknivåerna inom området varierar mellan ca +7 i öster och +1 närmast Mälaren i sydväst. Området avgränsas av fastmarkspartier i norr, syd och väst.

7.4 Jordlagerförhållanden

Jorden består överst av ca 2 - 3 m torrskorpelera och/eller fyllning (vid gator och vägar). Den underliggande leran är ställvis varvig och har en mäktighet på upp till ca 10 m. Friktionsjord med upp till ca 1 - 2 m tjocklek har påträffats under leran.

7.5 Utförda undersökningar

Ostörd provtagning har utförts i undersökningspunkt 14W151 för bedömning av lerans konsolideringsegenskaper. Även grundvattenrör har installerats i punkten. Tidigare har geotekniska undersökningar framförallt utförts längs gator. Informationen från dessa tidigare utförda undersökningar ligger också till grund för bedömning av jordlagerförhållandena inom området.

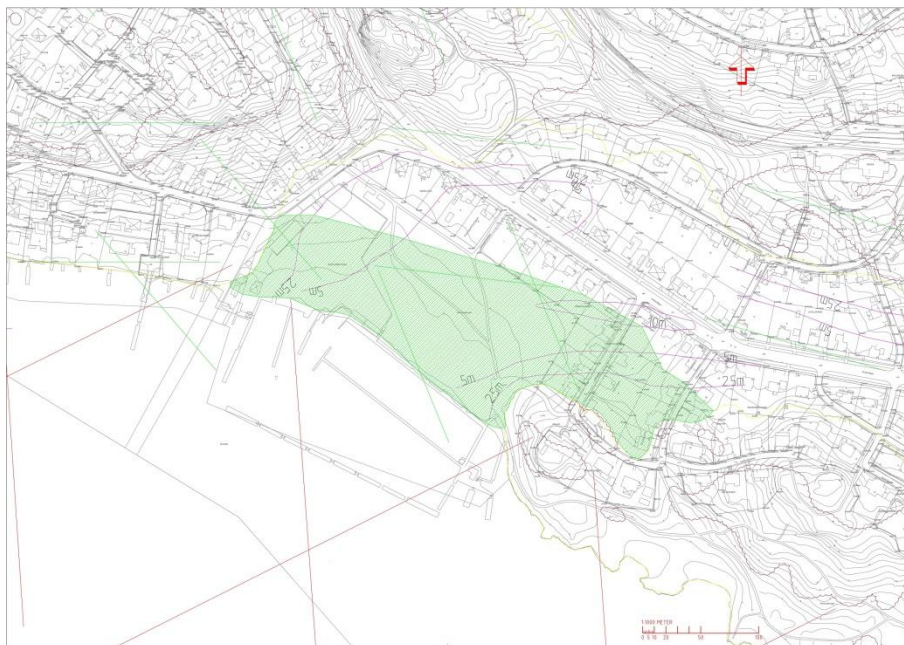
7.6 Sättningsegenskaper/Beräkningsresultat

Grundvattennivån är uppmätt till 1,7 m djup under markytan i grundvattenrör 14W151G. Leran är överkonsoliderad med mellan 20 och 50 kPa. Undersökningspunkten är belägen ca 130 m från planerad tunnel. Torrskorpelera ner till ca 3 m djup under markytan tyder på lägre grundvattenyta, än vad som nu uppmäts. Vid en lägre grundvattennivå (underkant torrskorpelera) är leran fortfarande något överkonsoliderad. I beräkningarna har förutsatts ett 3 m tjockt lager av fyllning och torrskorpelera över den lösa leran. Resultat från beräkningar av sättningar till följd av grundvattensänkningar redovisas i tabell och diagram nedan.

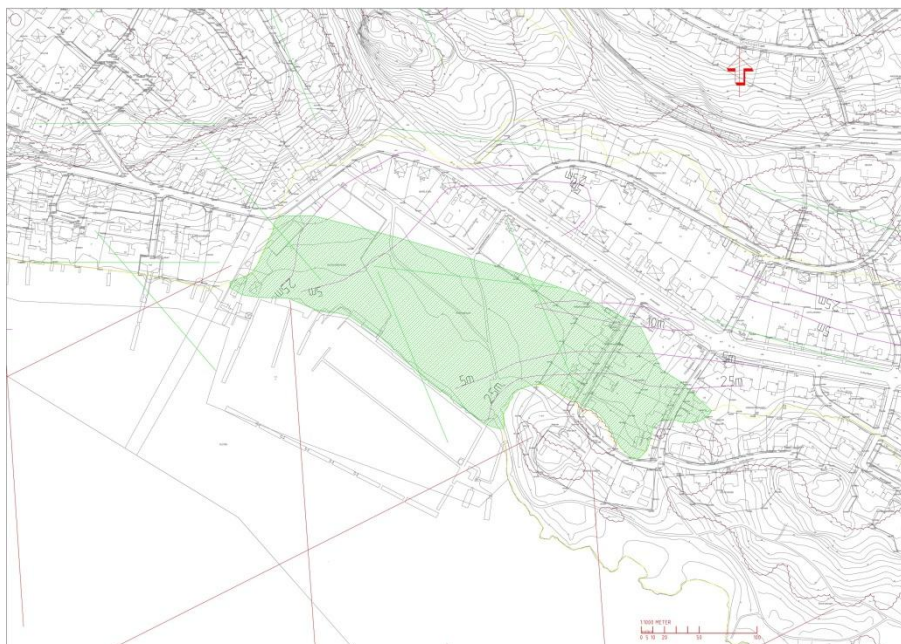
Tabell 6 Beräknad sättning till följd av eventuell grundvattensänkning från dagens uppmätta medelgrundvattennivå på +3,3 i område 4.

Område 4. Sättning [cm] baserat på resultat från undersökningspunkt 14W151					
Djup till underkant lera=2,5m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	<1	<1	<1	<1
1m	<1	<1	<1	<1	<1
2m	<1	<1	<1	<1	<1
4m	<1	<1	<1	<1	<1

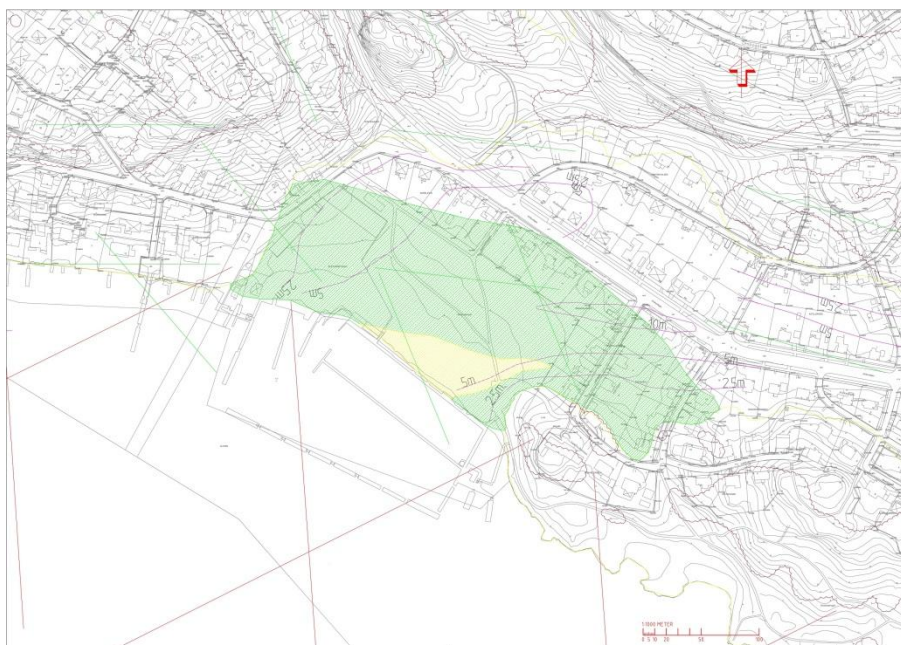
Djup till underkant lera=5m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	<1	<1	<1	<1
1m	<1	<1	<1	<1	<1
2m	1	1	1	1	1
4m	1	1	2	2	2
Djup till underkant lera=9m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	<1	<1	<1	<1
1m	2	2	3	3	3
2m	3	5	7	7	8
4m	9	14	24	27	29



Figur 9. Illustration av beräknade sättningar för område 4 med injekteringsnivå $1e-9$, baserat på antagen variation för grundvattensänkning utmed tunneln och bedömd mäktighet av det lösa lerlagret, samt med förutsättningen att inga andra skyddsåtgärder såsom ersättningsinfiltration etc. görs. Grön färg avser 0 - 3 cm sättning på 100 år.



Figur 10. Illustration av beräknade sättningar för område 4 med injekteringsnivå $2e-9$, baserat på antagen variation för grundvattensänkning utmed tunneln och bedömd mäktighet av det lösa lerlagret, samt med förutsättningen att inga andra skyddsåtgärder såsom ersättningsinfiltration etc. görs. Grön färg avser 0 - 3 cm sättning på 100 år.



Figur 11. Illustration av beräknade sättningar för område 4 med injekteringsnivå $5e-9$, baserat på antagen variation för grundvattensänkning utmed tunneln och bedömd mäktighet av det lösa lerlagret, samt med förutsättningen att inga andra skyddsåtgärder såsom ersättningsinfiltration etc. görs. Grön färg avser 0 - 3 cm sättning och gul färg 3 - 6 cm sättning på 100 år.

7.6.1 **Bedömning**

Leran i området bedöms vara överkonsoliderad och tål viss spänningsökning innan marksättningar inträffar.

8. Lerområde 5 – Ålsten – Alviksvägen/Ålstensgatan

Ungefärlig utbredning av lerområdet redovisas på figur 8.

8.1 **Generellt**

Området ligger längs Ålstensgatan, mellan Bergviksvägen och Mälaren. Området är till största delen bebyggt med enfamiljshus med tillhörande tomter och gator. Det gränsar till lerområde 4 i väster.

8.2 **Historik**

Inom området finns 12 radhuslängor med 94 hus, som är kulturskyddade. Flertalet av radhusen är grundlagda på lera. Härutöver finns ett antal friliggande villor inom området. Troligen har endast mindre grundvattensänkningar tidigare inträffat inom området. I översiktliga utredningar, som utfördes på 1970-talet, konstaterades sättningsskador på ett 30-tal av radhusen, främst bedömdes problem finnas i de fyra sydligaste radhuslängorna. Några av dessa radhus har senare grundförstärkts. Även på ett antal av de friliggande villorna konstaterades sättningsskador i nämnda utredningar.

Orsaken till skadorna är oklar, men de kan troligen hänföras till en kombination av olika orsaker, såsom uppfyllnader, grundvattensänkningar orsakade av gatu- och ledningsutbyggnad, träd intill byggnaderna, olämpliga grundläggningsmetoder m.m. Uppgift finns om att ca 2 m uppfyllnader gjorts i området, mellan Ålstensgatan och husen på vardera sidan.

I markpegel nära södra delen av radhuslängorna utmed Ålstensgatan har årliga sättningar, sedan mitten av 1980-talet, uppmätts till ca 3 mm/år. Djup till underkant lera är ca 12 m vid pegeln.

8.3 **Topografi**

Marknivån i området längs Ålstensgatan sluttar från ca +22 (vid Bergviksvägen) ner mot Mälaren. Vid korsningen Alviksvägen/Ålstensgatan ligger marknivån på ca +6.

8.4 **Jordlagerförhållanden**

Överst utgörs jorden av fyllning vid gator och vägar. Torrskorpelerans mäktighet är cirka 1 - 3 meter. Lermäktigheter mellan 2 och 20 meter har konstaterats i området. Friktionsjordslagrets tjocklek under leran har uppmätts till cirka en meter.

8.5 Utförda undersökningar

Ostörd provtagning (kolv) i undersökningspunkt 14W152 har i detta skede utförts för bedömning av lerans konsolideringsegenskaper. Geotekniska undersökningar har även tidigare utförts inom området vid ett flertal tillfällen.

8.6 Sättningsegenskaper/Beräkningsresultat

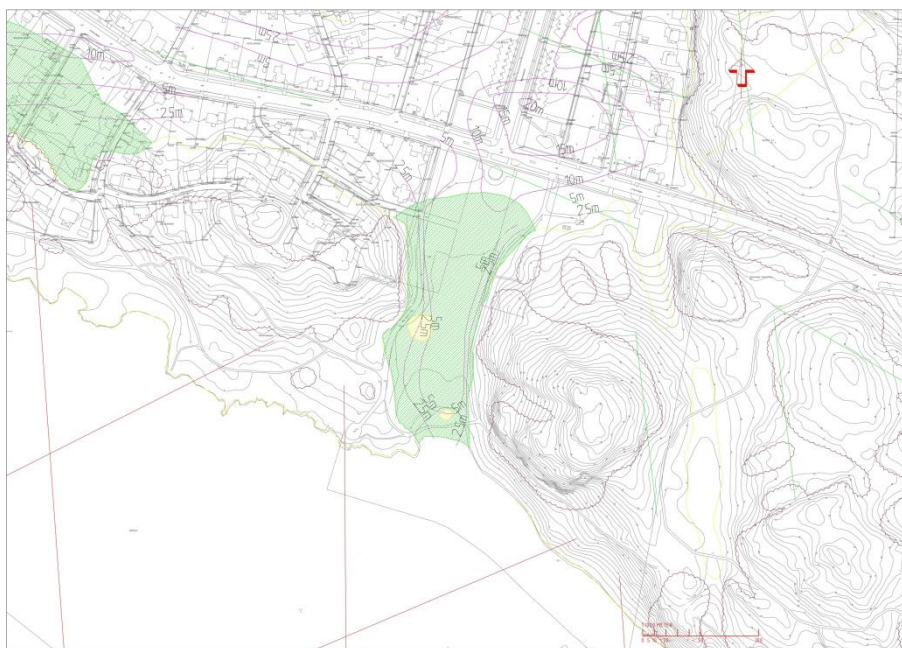
Grundvattennivån är antagen till 2,9 m djup under markytan. Grundvattenrör 62A42 i området tyder på en medelgrundvattennivå på ca 2,5 m djup under markytan. Dock återfinns enligt störd provtagning i punkten 14W152, lera med torrskorpekaraktär ned till 2,9 m djup under markytan. Nivån vid underkant torrskorpelera (+2,5) har antagits som den idag aktuella grundvattennivån. Undersökningspunkten är belägen ca 250 m från planerad tunnel. I beräkningarna har förutsatts ett 2,9 m tjockt lager av fyllning och torrskorpelera över den lösa leran.

Tabell 7 Beräknad sättning till följd av eventuell grundvattensänkning från dagens aktuella medelnivå +2,5 i område 5.

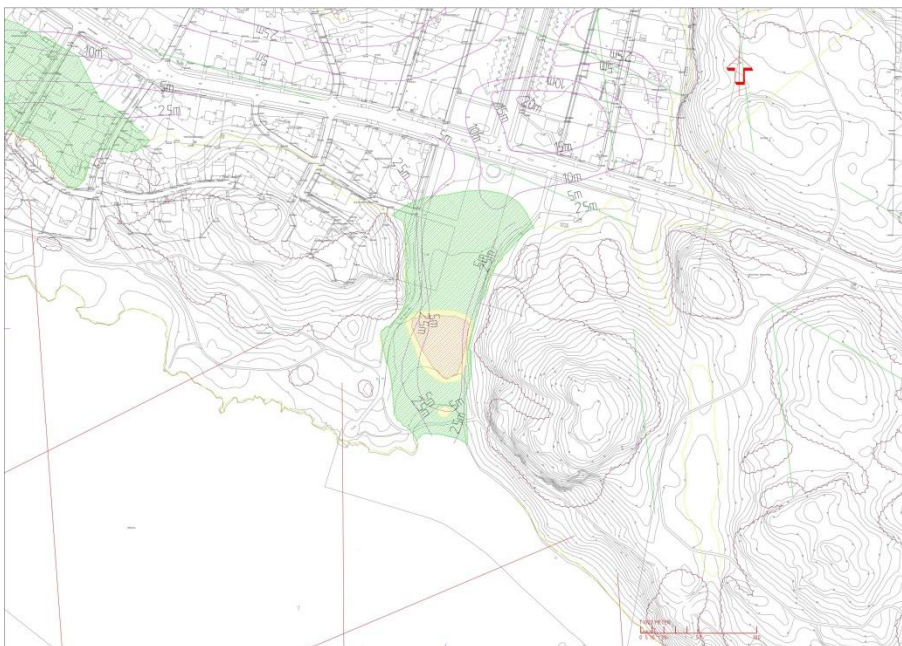
Område 5. Sättning [cm] baserat på resultat från undersökningspunkt 14W152					
Djup till underkant lera=2,5m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	<1	<1	<1	<1
1m	<1	<1	<1	<1	<1
2m	<1	<1	<1	<1	<1
4m	<1	<1	<1	<1	<1
Djup till underkant lera=5m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	<1	<1	1	1
1m	<1	<1	1	1	2
2m	<1	1	2	3	5
4m	3	3	6	9	12
Djup till underkant lera=10m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	<1	1	2	3
1m	1	1	2	5	8
2m	1	3	6	12	18
4m	9	12	20	30	40

Djup till underkant lera=15m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	1	2	3	5
1m	1	2	4	8	13
2m	2	4	11	20	30
4m	15	20	34	51	68

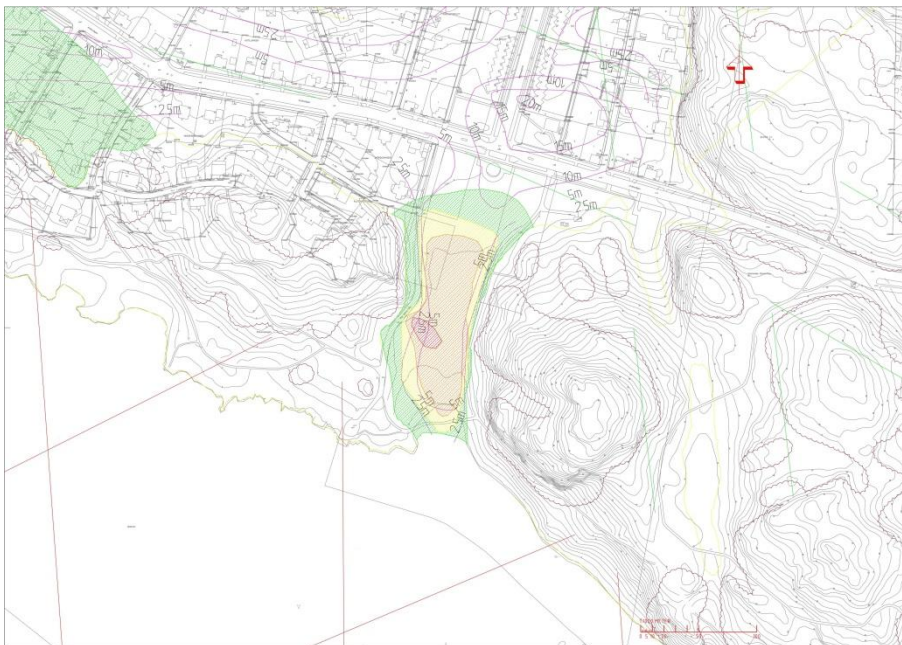
Djup till underkant lera=21 m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	1	1	2	5	8
1m	1	2	6	12	19
2m	4	6	16	30	45
4m	22	30	51	75	101



Figur 12. Illustration av beräknade sättningar för område 5 med injekteringsnivå $1e-9$, baserat på antagen variation för grundvattensänkning utmed tunneln och bedömd mäktighet av det lösa lerlagret, samt med förutsättningen att inga andra skyddsåtgärder såsom ersättningsinfiltration etc. görs. Grön färg avser 0 - 3 cm sättning och gul färg 3 - 6 cm sättning på 100 år.



Figur 13. Illustration av beräknade sättningar för område 5 med injekteringsnivå $2e-9$, baserat på antagen variation för grundvattensänkning utmed tunneln och bedömd mäktighet av det lösa lerlagret, samt med förutsättningen att inga andra skyddsåtgärder såsom ersättningsinfiltration etc. görs. Grön färg avser 0 - 3 cm sättning, gul färg 3 - 6 cm sättning och orange färg 6-12 cm sättning på 100 år.



Figur 14. Illustration av beräknade sättningar för område 5 med injekteringsnivå $5e-9$, baserat på antagen variation för grundvattensänkning utmed tunneln och bedömd mäktighet av det lösa lerlagret, samt med förutsättningen att inga andra skyddsåtgärder såsom ersättningsinfiltration etc. görs. Grön färg avser 0 - 3 cm

sättning, gul färg 3 – 6 cm sättning, orange färg 6-12 cm sättning och röd färg >12 cm sättning på 100 år.

8.6.1 Bedömning

Leran i området bedöms enligt utförda undersökningar vara normalkonsoliderad till något överkonsoliderad. Dock tyder utförda pegelmätningar på att sättningar pågår inom området, vilket innebär att leran inom delar av området inte är konsoliderad för rådande belastningssituation. Vid pegellägena finns dock uppgift om att upp till ca 2 m fyllning utlagts. Marken bedöms vara känslig för ytterligare uppfyllnader eller grundvattensänkningar, se figur 6.

9. Lerområde 6 – Örnsberg - Selmedalsringen

Ungefärlig utbredning av lerområdet redovisas på figur 15.

9.1 Generellt

Området ligger kring Selmedalsringen och består i huvudsak av bebyggd mark med flervåningshus samt tillhörande tomter och grönområden.



Figur 15. Lerområdena 6 och 7 i Örnsberg.

9.2 Historik

Inga uppgifter om inträffade grundvattensänkningar eller sättningsskador har påträffats.

9.3 Topografi

Marknivåerna i området varierar mellan ca +1 och +5.

9.4 Jordlagerförhållanden

Jorden i området består av fyllning och torrskorpelera till ca 2,5 m djup. Lerans mäktighet är normalt upp till 5 m, men lokalt har djup till underkant lera på ca 9 m konstaterats.

9.5 Utförda undersökningar

Ostörd provtagning (i undersökningspunkt 14W166) har utförts för bestämning av lerans konsolideringsegenskaper. Geotekniska undersökningar har även tidigare utförts inom området vid flera tillfällen. Merparten av tidigare utförda undersökningar ligger till grund för bedömning av jordlagerförhållandena.

9.6 Sättningsegenskaper/Beräkningsresultat

Grundvattennivån i punkt 14W166 är antagen till 2,5 m djup under markytan baserat på torrskorpelerans underkant.

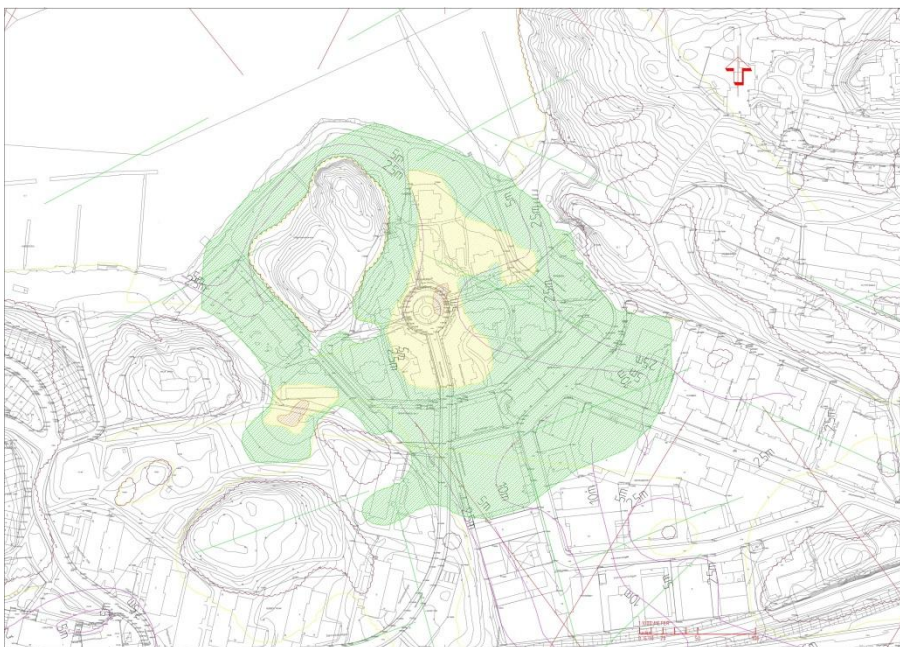
I beräkningarna har förutsatts ett 2,5 m tjockt lager av fyllning och torrskorpelera över den lösa leran.

Tabell 8 Beräknad sättning till följd av eventuell grundvattensänkning från dagens uppmätta medelnivå +1,7 i område 6.

Område 6. Sättning [cm] baserat på resultat från undersökningspunkt 14W166					
Djup till underkant lera=2,5m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	<1	<1	<1	<1
1m	<1	<1	<1	<1	<1
2m	<1	<1	<1	<1	<1
Djup till underkant lera=5m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	<1	<1	<1	<1
1m	1	1	1	2	2
2m	2	3	4	4	5
Djup till underkant lera=9m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	1	1	1	1
1m	2	3	4	4	4
2m	5	7	10	12	12

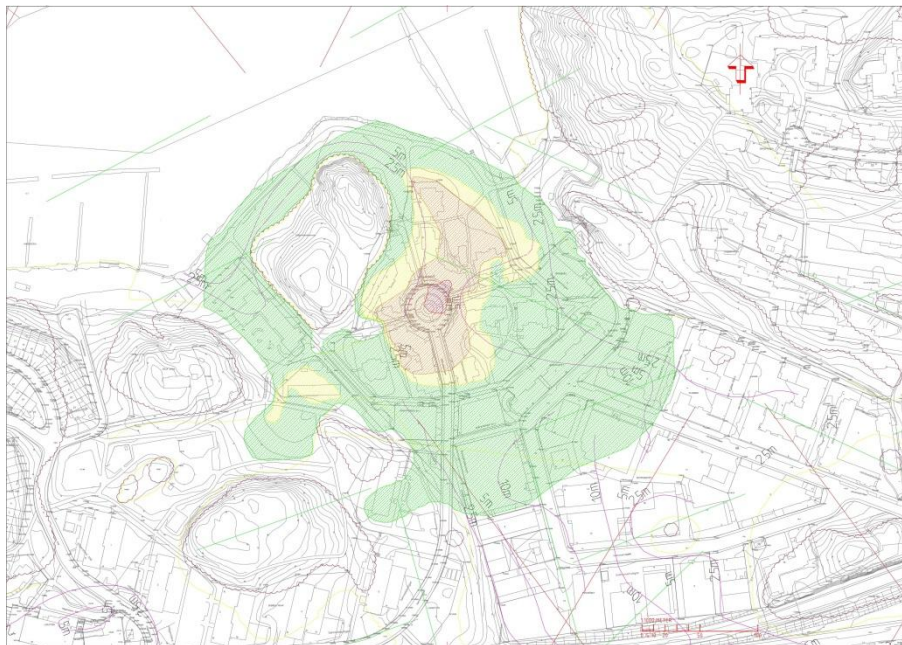


Figur 16. Illustration av beräknade sättningar för område 6 och 7 med injekteringsnivå 1e-9, baserat på antagen variation för grundvattensänkning utmed tunneln och bedömd mäktighet av det lösa lerlagret, samt med förutsättningen att inga andra skyddsåtgärder såsom ersättningsinfiltration etc. görs. Grön färg avser 0 - 3 cm sättning och gul färg 3 - 6 cm sättning på 100 år.



Figur 17. Illustration av beräknade sättningar för område 6 och 7 med injekteringsnivå 2e-9, baserat på antagen variation för grundvattensänkning utmed tunneln och bedömd mäktighet av det lösa lerlagret, samt med förutsättningen att inga andra skyddsåtgärder såsom ersättningsinfiltration etc.

görs. Grön färg avser 0 - 3 cm sättning, gul färg 3 - 6 cm sättning och orange färg 6-12 cm sättning på 100 år.



Figur 18. Illustration av beräknade sättningar för område 6 och 7 med injekteringsnivå 5e-9, baserat på antagen variation för grundvattensänkning utmed tunneln och bedömd mäktighet av det lösa lerlagret, samt med förutsättningen att inga andra skyddsåtgärder såsom ersättningsinfiltration etc. görs. Grön färg avser 0 - 3 cm sättning, gul färg 3 - 6 cm sättning, orange färg 6-12 cm sättning och röd färg >12 cm sättning på 100 år.

9.6.1 **Bedömning**

Leran i området är överkonsoliderad med mellan 10 - 70 kPa enligt utförd undersökning.

10. **Lerområde 7 – Örnsberg - Instrumentvägen**

Ungefärlig utbredning av lerområdet redovisas på figur 15.

10.1 **Generellt**

Området ligger vid kvarteret Instrumentet och utgörs av ett gammalt industriområde med industri- och kontorsbyggnader samt några bostadshus. Större delen av området utgörs av gator, parkeringar och andra hårdgjorda ytor.

10.2 **Historik**

Inga uppgifter om tidigare inträffade grundvattensänkningar eller sättningsskador har påträffats.

10.3 **Topografi**

Marknivåerna inom området ligger på ca +5.

10.4 Jordlagerförhållanden

Jorden i området består överst av fyllning på torrskorpelera till ca 1,5 m djup. Den underliggande lösa lera är upp till cirka 13 m tjock.

10.5 Utförda undersökningar

Ostörd provtagning (kolv) har utförts för bedömning av lerans konsolideringsegenskaper i undersökningspunkt 14W168. Även grundvattenrör (14W167G) har installerats. Geotekniska undersökningar har tidigare utförts inom området vid flera tillfällen. Merparten av de äldre undersökningarna ligger till grund för bedömningar av jordlagerförhållandena.

10.6 Sättningsegenskaper/Beräkningsresultat

Grundvattennivån i punkt 14W168 är, baserat på grundvattenrör 14W167G, antagen till 1,4 m djup under markytan.

I beräkningarna har förutsatts ett 0,8 m tjockt lager av fyllning och torrskorpelera över den lösa lera.

Tabell 9. Beräknad sättning till följd av eventuell grundvattensänkning från dagens aktuella medelnivå +3,6 i område 7.

Område 7. Sättning [cm] baserat på resultat från undersökningspunkt 14W168					
Djup till underkant lera=2,5m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	<1	<1	<1	<1
1m	<1	<1	1	1	1
2m	<1	<1	1	1	1
Djup till underkant lera=5m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	<1	1	1	1
1m	<1	1	2	2	2
2m	1	2	4	6	7
Djup till underkant lera=10m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	1	1	1	1
1m	1	2	4	4	5
2m	2	4	9	12	15
Djup till underkant lera=12,5 m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	1	2	2	2
1m	1	2	5	6	6
2m	3	5	11	15	19

10.6.1 **Bedömning**

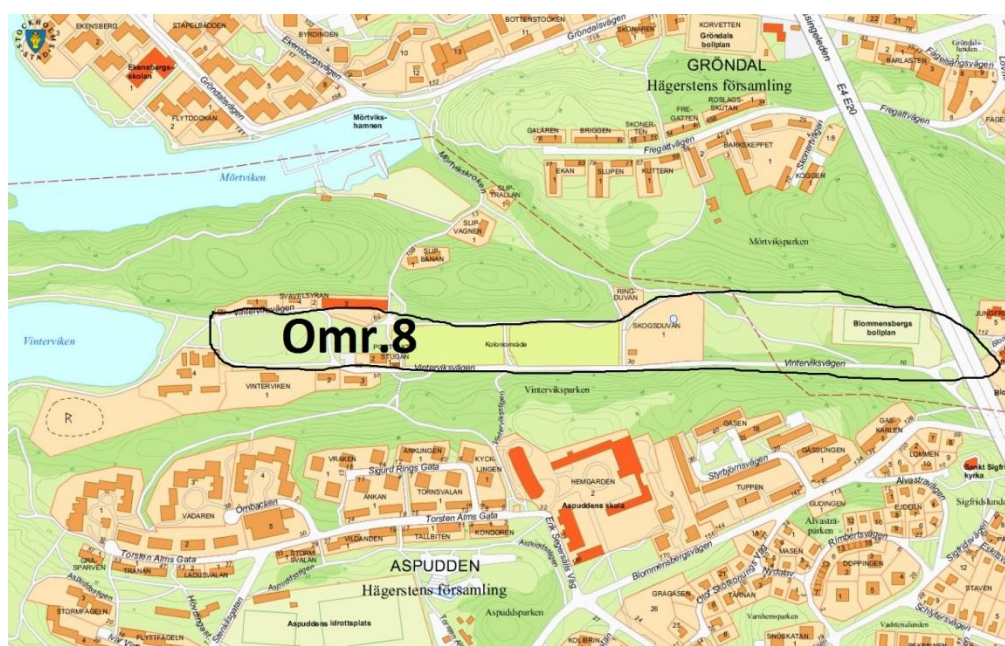
Leran i området bedöms vara överkonsoliderad med ca 17 – 55 kPa.

11. **Lerområde 8 – Vinterviken**

Ungefärlig utbredning av lerområdet redovisas på figur 19.

11.1 **Generellt**

Området sträcker sig från Vinterviken i väster till Essingeleden i öster. Området består av grönytor, koloniområden, bollplaner etc. Ett fåtal gamla byggnader och tomtmark finns inom området.



Figur 19. Område 8 mellan Vinterviken och Essingeleden.

11.2 **Historik**

Inga uppgifter har påträffats om tidigare inträffade grundvattensänkringar eller sättningsskador.

11.3 **Jordlagerförhållanden**

Jorden består överst av ca 2 meter torrskorpelera, på upp till 10 à 15 m lera.

11.4 **Utförda undersökningar**

Undersökning avseende jordens konsolideringsegenskaper har utförts i undersökningspunkt 14W165.

11.5 Sättningsegenskaper/Beräkningsresultat

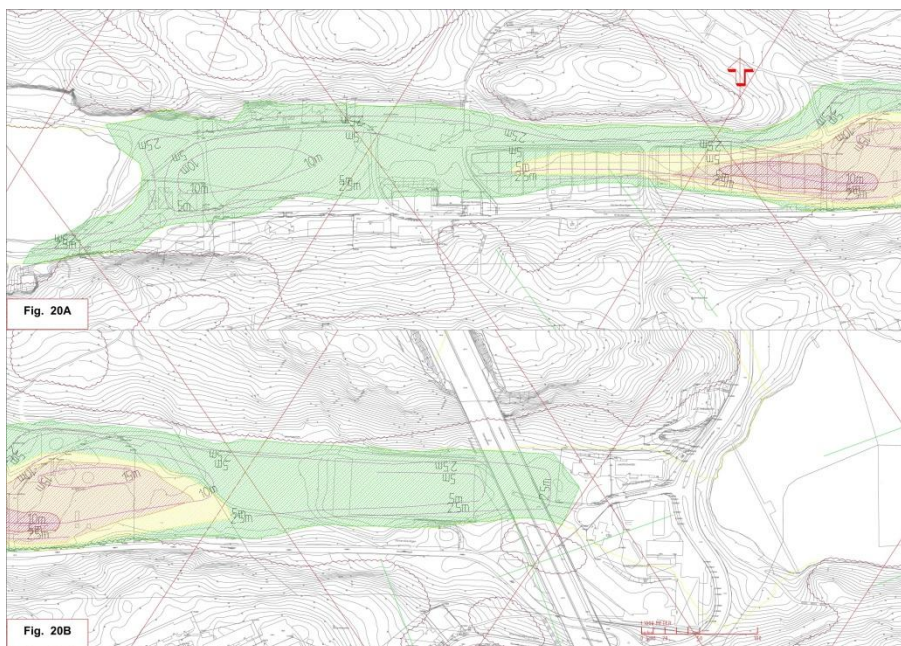
Grundvattennivån i punkt 14W165 är, baserat på utförd provtagning, antagen till torrskorpelerans underkant, motsvarande 2 m djup under markytan. Leran i detta område är normal- till överkonsoliderad (upp till ca 30 kPa).

I beräkningarna har förutsatts ett 2 m tjockt lager av fyllning och torrskorpelera över den lösa leran.

Beräkningen i punkt 14W165 är baserade på ett 8,8 m mäktigt lerlager, inklusive torrskorpa. Vid bedömning av sättning för mäktigare lerdjup finns här en viss osäkerhet, då leran på de djupaste nivåerna ej har undersökts i detta skede.

Tabell 10. Beräknad sättning till följd av eventuell grundvattensänkning från dagens aktuella medelgrundvattennivå +1,6 i område 8

Område 8. Sättning [cm] baserat på resultat från undersökningspunkt 14W165					
Djup till underkant lera=2,5m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	<1	<1	<1	<1
1m	<1	<1	<1	<1	<1
2m	<1	<1	<1	<1	<1
Djup till underkant lera=5m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	<1	<1	<1	<1
1m	1	1	2	2	2
2m	3	4	5	5	5
Djup till underkant lera=10m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	1	1	1	1	1
1m	3	3	4	4	5
2m	8	10	12	13	14
Djup till underkant lera=15m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	1	1	2	2	2
1m	4	6	7	7	7
2m	13	17	20	22	23



Figur 20A och 20B. Illustration av beräknade sättningar för område 8, baserat på antagen variation för grundvattensänkning utmed tunneln och bedömd mäktighet av det lösa lerlagret, samt med förutsättningen att inga andra skyddsåtgärder såsom ersättningsinfiltration etc. görs. Grön färg avser 0 - 3 cm sättning, gul färg 3 - 6 cm sättning, orange färg 6-12 cm sättning och röd färg >12 cm sättning på 100 år.

11.5.1 Bedömning

Leran i området är normal- till överkonsoliderad. Till följd av lerans låga överkonsolideringsgrad kan en grundvattensänkning medföra marksättningar.

12. Lerområde 9 – Årstadal - Ingenjörsvägen

Ungefärlig utbredning av lerområdet redovisas på figur 21.

12.1 Generellt

Området är beläget kring Årstadal/Liljeholmskajen i Liljeholmen. I området finns ett stort antal nybyggda flerbostadshus med lägenheter. Genom området löper Tvärbanan, med hållplatsen Årstadal mitt i området.



Figur 21. Område 9 vid Årstadal/Liljeholmskajen.

12.2 Historik

Uppgifter om eventuella grundvattensänkningar eller sättningsskador saknas. I utredning utförd inför bebyggelse av kvarteren i Årstadal omnämns dock att indikation om tidigare marksättningar påträffats. Oklart om dessa beror på grundvattensänkningar eller uppfyllningar, men med anledning av de fyllningsmäktigheter som påträffats i området bedöms tidigare och eventuellt pågående sättningar bero på uppfyllning. Inom det nybyggda området i Årstadal/Liljeholmskajen har omfattande markförstärkningsåtgärder i form av bankpållning m.m. utförts. Även fyllning med lättklinker har använts som lastkompensation för gator, vägar och övriga ytor inom lerområdet.

12.3 Topografi

Marknivåerna inom området ligger på ca +2 (vid Liljeholmskajen) och ca +4 (vid Årstadal hållplats), för att sedan stiga svagt längs Hågerstenvägen.

12.4 Jordlagerförhållanden

Jorden i området består överst av 2 - 3 m fyllning ovan lera. Fyllningen innehåller i vissa undersökningspunkter block. Lerans mäktighet varierar mellan ca 2,5 och 15 m. Friktionsjordens tjocklek under leran är ca 1 - 3 meter.

12.5 Utförda undersökningar

Ostörd jordprovtagning avseende lerans konsolideringsegenskaper har utförts i undersökningspunkt 14W172. Även porttrycksmätningar, i en tidigare installerad porttryckstation nära nu utförd undersökningspunkt, har använts vid beräkning av lerans spänningssituation. Dessutom har ett stort antal tidigare utförda undersökningar digitaliserats och ligger till grund för bedömning av jordlagerförhållanden inom området.

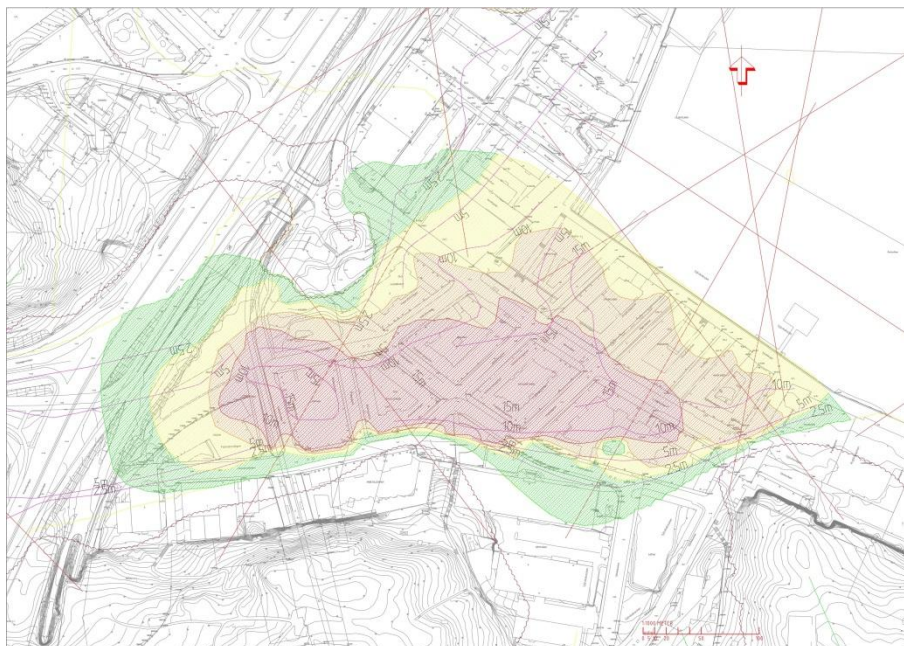
12.6 Sättningsegenskaper/Beräkningsresultat

Grundvattennivån i punkten 14W172 är antagen till 1,8 m djup under markytan, baserat på mätning i grundvattenobservationsrör CB14GV. Mätning i portrycksstation CB14P visar överensstämmande portryck med antagen grundvattennivå i de övre delarna av jordlagren (ca 0 – 7 m under markytan). I de djupare delarna (ca 7 – 13 m under markytan) visar dock portrycksmätningen något förhöjda portryck.

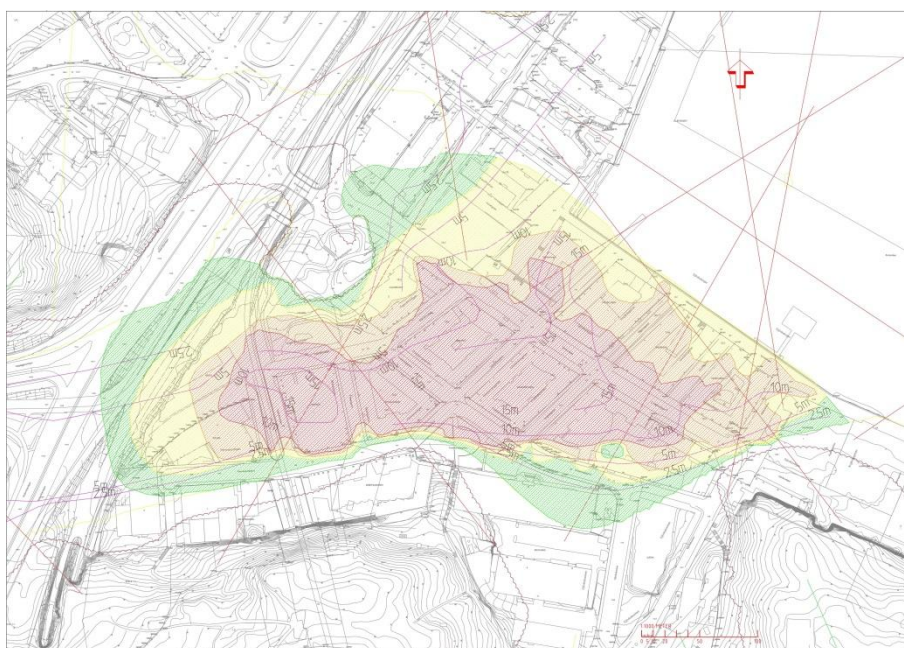
I beräkningarna har förutsatts ett 2,9 m tjockt lager av fyllning och torrskorpelera över den lösa lera.

Tabell 11 Beräknad sättning till följd av eventuell grundvattensänkning från dagens aktuella medelnivå +2,4 i område 9.

Område 9. Sättning [cm] baserat på resultat från undersökningspunkt 14W172					
Djup till underkant lera=2,5m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	<1	<1	<1	<1
1m	<1	<1	<1	<1	<1
2m	<1	<1	<1	<1	<1
Djup till underkant lera=5m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	<1	<1	1	2	2
1m	<1	1	2	4	5
2m	1	1	4	6	9
Djup till underkant lera=10m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	1	1	3	6	8
1m	1	3	7	12	16
2m	3	5	12	21	29
Djup till underkant lera=13m					
Grundvattensänkning/Tid	2 år	5 år	20 år	50 år	100 år
0,3m	1	1	4	8	12
1m	2	4	10	17	23
2m	4	7	18	30	42



Figur 22. Illustration av beräknade sättningar för område 9 med injekteringsnivå $2e-9$, baserat på antagen variation för grundvattensänkning utmed tunneln och bedömd mäktighet av det lösa lerlagret, samt med förutsättningen att inga andra skyddsåtgärder såsom ersättningsinfiltration etc. görs. Grön färg avser 0 - 3 cm sättning, gul färg 3 - 6 cm sättning, orange färg 6-12 cm sättning och röd färg >12 cm sättning på 100 år.



Figur 23. Illustration av beräknade sättningar för område 9 med injekteringsnivå $5e-9$, baserat på antagen variation för grundvattensänkning utmed tunneln och bedömd mäktighet av det lösa lerlagret, samt med förutsättningen att inga andra skyddsåtgärder såsom ersättningsinfiltration etc. görs. Grön färg avser 0 - 3 cm

sättning, gul färg 3 – 6 cm sättning, orange färg 6-12 cm sättning och röd färg >12 cm sättning på 100 år.

12.6.1 Bedömning

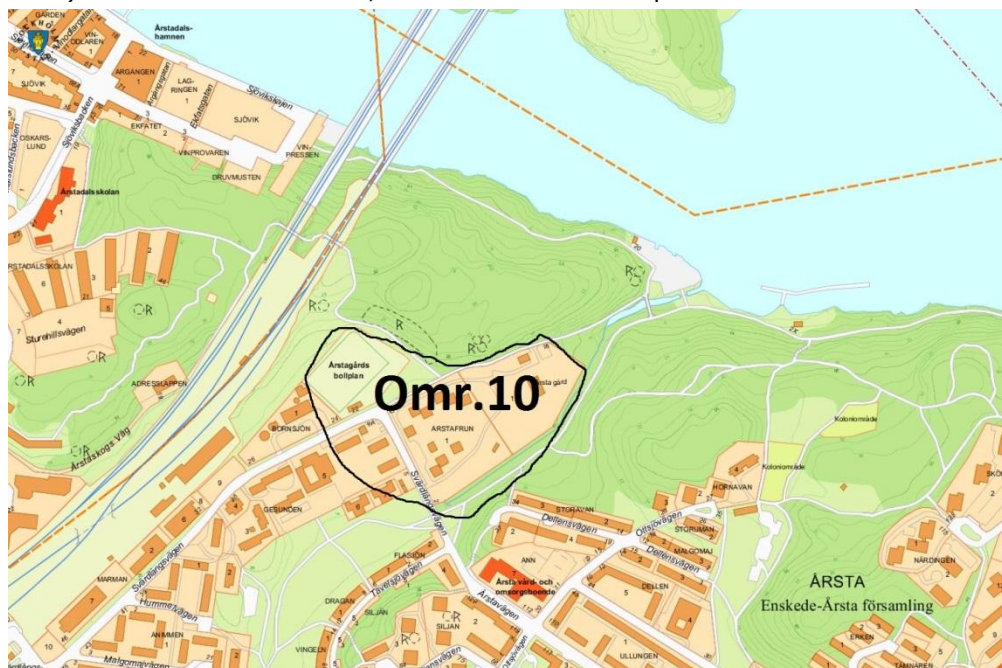
Leran är överst, vid rådande spänningstillstånd i jorden, något överkonsoliderad. Vid ca 10 m djup under markytan är leran inte konsoliderad för rådande spänningssituationen. Vid ca 12 m djup bedöms leran åter vara något överkonsoliderad. Detta förhållande samt något förhöjda portryck från portrycksmätningar indikerar att mindre sättningar kan pågå inom området. Till följd av lerans låga överkonsolideringsgrad inom området kan en eventuell grundvattensänkning medföra marksättningar, se figur 11.

13. Lerområde 10 – Årsta Gård

Ungefärlig utbredning av lerområdet redovisas på figur 24.

13.1 Generellt

Området är beläget kring Årsta Gård. I området ligger äldre bebyggelse (Årsta Gård) samt andra bostadshus, mestadels en- och tvåplansvillor.



Figur 24. Område 10 vid Årsta Gård

13.2 Historik

Ingen dokumentation om tidigare inträffade grundvattensänkningar eller sättningsskador på byggnader har påträffats.

13.3 Topografi

Marknivåerna inom området varierar mellan ca +12 och +16.

13.4 Jordlagerförhållanden

Inom området har djup till underkant lera på cirka 5 meter påträffats. Leran är torrskorpefast till ca 2 - 3 meters djup.

13.5 Utförda undersökningar

Undersökning har utförts där lerdjupen bedömts vara störst, men ingen ostörd provtagning har varit möjlig på grund av lerans fasta egenskaper.

13.6 Sättningsegenskaper/Beräkningsresultat

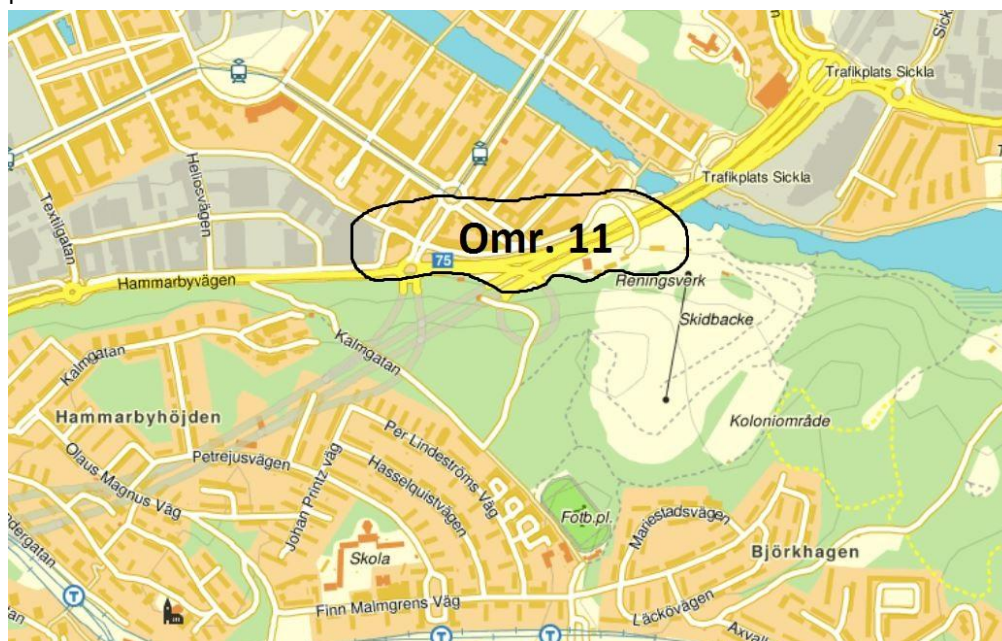
Lerans mäktighet under grundvattennivån är maximalt 3 meter. Mängden sättningsbenägen lera är således liten och jorden bedöms inte vara nämnvärt sättningskänslig för grundvattensänkningar.

14. Lerområde 11 – Sickla

Ungefärlig utbredning av lerområdet redovisas på figur 25.

14.1 Generellt

Området är beläget mellan Hammarby sjöstad och Hammarbyhöjden. I området finns främst nybyggda flerbostadshus samt Södra länken med anslutande påfarter.



Figur 25. Område 11 vid Sickla.

14.2 Historik

Ingen dokumentation om tidigare inträffade grundvattensänkningar eller sättningskador på byggnader har påträffats. Södra länken är anlagd på en lägre nivå än tidigare markyta och omgärdas av stödmurar, som är grundlagda på pålar och på friktionsjord eller direkt på berg. Södra länken är i området delvis anlagd

ovan friktionsjord och delvis ovan lera. Inom området har en ekodukt uppförts över Södra länkens vägbanor. I anslutning till ekoduktens södra landfäste finns en uppfyllnad, som är grundlagd på bankpålar.

14.3 Topografi

Marknivåerna inom området varierar mellan ca +7 och +39.

14.4 Jordlagerförhållanden

Inom området finns fyllning med cirka 1,5 – 3 m mäktighet. Under fyllningen finns ett lerlager, med upp till cirka 10 meters mäktighet, ovan friktionsjord och berg.

14.5 Utförda undersökningar

Undersökningar har tidigare utförts inom området, men ingen ostörd provtagning har påträffats eller utförts inom ramen för denna utredning. Grundvattenrör planeras att installeras för att klarlägga nuvarande grundvattennivåer och följa upp eventuella förändringar.

14.6 Sättningsegenskaper/Beräkningsresultat

Lerans mäktighet är maximalt ca 10 meter inom området. Bedömd sänktratt, med teoretisk grundvattensänkning på 0,3 m, sträcker sig dock endast fram till södra delen av Södra länken. Leran i området har delvis avlastats i samband med byggnadet av Södra länken och uppfyllnaderna, som utförts söder om Södra länken, har inte givit upphov till synliga marksättningar. Leran i området bedöms i huvudsak vara något överkonsoliderad för nu rådande marknivåer. Mindre grundvattensänkningar bedöms därför inte ge upphov till skadliga sättningar.

15. Schakt i jord

Schakt i jord kommer att erfordras vid påslag, utrymningsschakt, borrhålsanslutningar m.m. Vid flertalet platser är det små jorddjup och schakt i friktionsjord (morän) ner till berg som blir aktuellt. På några platser erfordras dock djupare schakter i jord, varvid sponter och/eller sänkbrunnar kommer att krävas. I Bromma planeras två stora schaktgropar (ca 5 x 5 m) i jord att behöva utföras. De planerade schaktgroparna ligger inom ett område med mäktiga friktionsjordslager (morän), varför borrarad spont bedöms behöva utföras till ca 5 m djup.

Spont har även bedömts erfordras vid Källvikens PS, Örnbergs PS och Liljeholmskajens PS samt eventuellt även på andra platser av utrymmesskäl el. dyl.