

## Trädgårdsstaden i Bro, Upplands-Bro kommun

Underlag till detaljplan

### PM Geoteknik – Markförhållanden och grundläggning

Stockholm 2014-10-08



Beställare: **Riksbyggen**

**Structor Mark Stockholm AB**

Uppdragsnummer: **3142**

Uppdragsansvarig: **Christof Ågren**

Teknikansvarig geoteknik: **Anna Grahn**

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>INLEDNING .....</b>	<b>3</b>
1.1	SYFTE .....	3
<b>2</b>	<b>UTFÖRDA MARKUNDERSÖKNINGAR .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>MARKFÖRHÅLLANDEN.....</b>	<b>4</b>
3.1	TOPOGRAFI OCH VEGETATION.....	4
3.2	JORD OCH BERG .....	4
3.3	YT- OCH GRUNDVATTENFÖRHÅLLANDEN .....	5
3.4	MARKFÖRORENINGAR.....	6
<b>4</b>	<b>MARK- OCH GRUNDLÄGGNINGSARBETEN.....</b>	<b>6</b>
4.1	VÄGAR.....	6
4.2	KONSTRUKTIONER OCH TRUMMOR.....	8
4.3	GRUNDLÄGGNING AV BYGGNADER .....	8
4.4	LEDNINGSFÖRLÄGGNINGAR.....	9
4.5	BYGGANDE I OCH INTILL RAVIN .....	9
4.6	SCHAKT- OCH Fyllningsarbeten .....	10
4.7	MARKRADON.....	10
4.8	LOD (LOKALT OMHÄNDERTAGANDE AV DAGVATTEN).....	10
<b>5</b>	<b>OMGIVNINGSPÅVERKAN.....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>KOMPLETTERANDE UTREDNINGAR OCH UNDERSÖKNINGAR.....</b>	<b>11</b>
6.1	KOMPLETTERANDE GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR.....	11
6.2	KOMPLETTERANDE GEOHYDROLOGISKA UNDERSÖKNINGAR.....	11
6.3	MARKRADONUNDERSÖKNING.....	11

## BILAGOR

Bilaga 1	Översiktskarta över geotekniska undersökningar erhållna ur Upplands-Bro kommuns arkiv
Bilaga 2	Fotobilaga, Bilder från Brobäcken och Sätrabäcken, 5 sidor
Bilaga 3	Diagram över vattennivåer i Sätrabäcken och närliggande grundvattenrör
Bilaga 4	PM Mätning tåg vibrationer

## RITNINGAR

G12-21-01 – G12-21-02	Tolkade geotekniska förhållanden, Planer	1:1000 (A1F)
G12-22-01 – G12-22-02	Tolkade geotekniska förhållanden, Profiler	1:1000/1:100 (A1F)

## 1 INLEDNING

Sydväst om järnvägen, vid Bro station, planerar kommunen tillsammans med Riksbyggen och Stena Fastigheter för ett nytt bostadsområde, Trädgårdsstaden i Bro. På uppdrag av Riksbyggen har Structor Mark Stockholm AB utfört en utredning av exploateringsområdet. Utredningen utgör tekniskt underlag till detaljplaner för utredningsområdet.

### 1.1 Syfte

Denna utredning utgör underlag till två detaljplaner för Trädgårdsstaden i Bro och syftar till att ge en översiktlig bild av mark- och vattenförhållanden inom exploateringsområdet samt de geotekniska förutsättningarna för exploatering. Utredningen utgör även underlag för en översiktlig kalkyl för projektet.

## 2 UTFÖRDA MARKUNDERSÖKNINGAR

En mängd äldre undersökningar finns från området, både i kommunens arkiv och i Trafikverkets, men merparten finns inte i digitalt format. I kommunens arkiv finns undersökningar relativt väl spridda över området från tidigare planer på exploatering. Inom järnvägssträckningen finns undersökningar längs hela det aktuella området.

Bitvis har lägesbestämningen av undersökningspunkterna inte kunnat göras med exakthet, men tillräckligt noggrant för att ge en bild av områdets geologi. De äldre undersökningarna har inte digitaliserats, men de har använts som underlag vid tolkningar av jordlager i området.

Structor Mark har under 2012 och 2013 utfört nedanstående geotekniska och geohydrologiska undersökningar.

För översiktlig utredning av markförhållanden och skredrisk längs ravinerna:

- 10 slagsonderingar
- 8 jord-bergsonderingar
- 32 viktsonderingar
- 10 Cpt-sonderingar
- 2 vingförsök
- Upptagning av störda jordprover med provtagningskruv i 11 punkter
- Upptagning av ostörda jordprover med provtagningskolv i 3 punkt

För utredning av yt- och grundvattenförhållanden har fem grundvattenrör installerats med spetsen i friktionsjord under leran. Under perioden 2013-01-22 till 2014-09-11 har även ytvattennivån i Sätträbäcken mätts i två punkter.

Vid Structor Marks förprojektering i området 2008 utfördes fyra trycksonderingar och fyra grundvattenrör installerades i området. Dessa rör har nu funktionskontrollerats och två av dem har därefter avslutats medan två fortfarande är i bruk.

Resultaten från utförda undersökningar redovisas i en separat handling "Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik" (MUR), daterad 2014-10-08 och upprättad av Structor Mark Stockholm AB.

### 3 MARKFÖRHÅLLANDEN

#### 3.1 Topografi och vegetation

Området ligger utsträckt längs med järnvägen och utgörs idag av ett öppet odlings- och ängslandskap uppbrutet av ett antal åkerholmar. Järnvägen avgränsar området i nordost. I söder och sydost sträcker sig detaljplanen fram till Ginnlögs väg, medan den längst i sydväst avslutas vid Brobäckens västra och södra slänt.

Området avdelas i mitten av Assurs väg som leder från Ginnlögs väg i söder fram till järnvägsstationen där den avslutas vid en parkeringsyta.

Generellt sluttar marken i området från nordväst mot sydost, med lokala höjdparter vid åkerholmarna som finns utspridda i området. I nordväst ligger marknivån på ca +20 och i sydost ner emot + 10. Högsta åkerholmen går upp till ca + 22.

Vid åkerholmarna och längs bäckarna växer buskar och lövträd så som bl. a. al och lind.

#### 3.2 Jord och berg

Området utgörs huvudsakligen av ett lerområde med varierande lerdjup uppbrutet av mindre fastmarksparter, i huvudsak runt åkerholmarna. Generellt inom området har leran en torrskorpa med 1 till 2 meters mäktighet. Lerdjupen i nordvästra delen av området understiger huvudsakligen 5 meter, men ökar sedan generellt mot sydost. Längst i sydost (strax utanför exploateringsområdet) där ett grundvattenrör har installerats var lermäktigheten ca 14 meter, varav ca 1 meter torrskorpa.

I anslutning till åkerholmarna tunnans lerlagret ut och försvinner så att moränen går i dagen. Inom åkerholmarna förekommer även partier med berg i dagen eller nära markytan.

#### *Sättningsegenskaper*

Baserat på två äldre ostörda provtagningar centralt i området kan man se att leran där är överkonsoliderad med ca 30 - 40 kPa ner till 5 meter under markytan. 7-8 meter ner är leran normalkonsoliderad. Även två nya provtagningar visar på överkonsolidering, om än något mindre på djupet än de äldre provtagningarna. Överkonsolideringen varierar också något över området.

I områdets nordvästra delar, där lermäktigheten är mindre, har en ny ostörd provtagning utförts som visar att leran här uppvisar ytterligare högre överkonsolideringsgrad jämfört med längre österut i området.

Överkonsolideringen innebär att en viss uppfyllnad kan utföras utan att besvärande sättningar uppstår. I nordvästra delen av området kan marken huvudsakligen fyllas upp till en meter utan att besvärande sättningar uppstår.

Beräknade sättningar i en tänkt vägbank i området öster om Sätrabäcken sammanställs i tabell 1. Området är stort och slutsatserna baseras på enbart ett fåtal provtagningar. Fler provtagningar behövs i nästa skede för att fånga upp variationer i lerans egenskaper över området och ge säkrare slutsatser.

Tabell 1 Beräknade fullt utvecklade sättningar östra området utan förstärkningsåtgärder

Lermäktighet inklusive 1,5 meter torrskorpelera (m)	0,5 m fyllning 10 kPa	1 m fyllning 20kPa	1,5 m fyllning 30kPa
3,5 m (väg 113 mellan moränpartier)	0,5 cm	1 cm	1,5 cm
5 m	1,5 cm	3 cm	4,5 cm
7,5 m	3 cm	5,5 cm	9 cm
10 m	4 cm	9 cm	14 cm

### Skjuvhållfastheter

Lerans skjuvhållfasthet har utvärderats utifrån cpt-sonderingar, vingförsök och konförsök på ostörda prover, huvudsakligen i närheten av bäckraviner, men även vid ytterligare några punkter inom området. Den korrigerade skjuvhållfastheten varierar nära raviner mellan ca 5 och 25 kPa med den lägsta uppmätta skjuvhållfastheten strax söder om planerade nya passagen av Sätträbäcken.

Skjuvhållfastheten har även utvärderats ca 100 meter från bäckravinen i nordvästra delen av området och var där ca 48kPa.

### 3.3 Yt- och grundvattenförhållanden

#### Ytvatten

I området finns två ytvattendrag med avrinning från nordväst mot sydost.

Brobäcken löper väster och söder om detaljplaneområdet. Sätträbäcken är kulverterad under järnvägen, väster om järnvägsstationen, och passerar sedan tvärs genom området och rinner ut i Brobäcken. Brobäcken benämns i några utredningar som Önstabäcken fram till den flyter samman med Sätträbäcken, men i föreliggande handling benämns den som Brobäcken hela vägen.

Båda vattendragen rinner i relativt djupa raviner där vattnet på vissa delar har grävt sig ner genom hela lermäktigheten och botten i fåran utgörs av morän. Bägge bäckarna har i huvudsak en relativt låg vattenföring, men den varierar stort på årsbasis. Vattennivån i Sätträbäcken har mätts relativt inmätta trummögon vid två mätpunkter. Mätningar visar en tydlig korrelation mellan nivåer i bäckravinen och intilliggande grundvattennivåer, se vidare bilaga 3. Mätningar av Sätträbäckens vattennivå har utförts vid elva-tolv tillfällen och har då legat på +8,2-+8,8 vid kulvertens utlopp under järnvägen samt +7,2-+7,6 efter trumman under Assurs väg.

#### Grundvatten

I moränen förekommer ett grundvattenmagasin som sannolikt är sammanhängande genom exploateringsområdet. Grundvattenströmningen i magasinet följer i huvudsak samma strömningsriktning som Brobäcken, generellt från nordväst mot sydost. Öster om Sätträbäcken är strömningsriktningen mera diffus och närmast Sätträbäcken sker viss strömning från öster ut mot bäcken.

Lodningar av grundvatten i området har utförts i totalt nio olika grundvattenrör, samtliga installerade med spetsen i moränen under leran. Idag finns sju av dessa kvar i funktion varav två installerats 2008 och fem 2012.

	Mätperiod	Antal lodningar	Vattennivå	Meter under my	Kommentar
SMS001GW	2008-09-22 – 2014-09-22	21	+ 7,3-8,0	2,9-3,6	
SMS002GW	2008-09-22 – 2008-11-04	2	+7,2-7,8	0,5-1,1	Avslutat
SMS003GW	2008-09-22 – 2008-11-04	2	+13,0-13,3	0,3-0,6	Avslutat
SMS004GW	2008-09-22 – 2014-09-22	22	+17,8-19,4	0,3-1,9	
SMS101GW	2012-10-02 – 2014-09-22	19	+16,6-18,4	0,2-2,0	
SMS102GW	2012-10-02 – 2014-09-22	20	+12,5-13,4	2,8-3,7	
SMS108GW	2012-12-15 – 2014-09-22	17	+10,6-11,9	0,3-1,6	
SMS111GW	2012-10-02 – 2014-09-22	19	+6,2-8,1	1,4-3,3	
SMS120GW	2012-11-09 – 2014-09-22	18	+10,6-12,4	0,7-2,5	

Grundvattenmagasinet är i stora delar skilt från ytvattnet genom den täta leran i området men i anslutning till åkerholmarna och i de partier där bäckarna grävt sig ned till moränen finns direktkontakt mellan yt- och grundvatten. Ett sådant område är vid Stenkaksvägens planerade passage över Sätträbäcken. Där finns ett parti där bäckfåran går genom moränen vilket innebär kontakt mellan grund- och ytvatten.

Grundvattnets trycknivå i moränen under leran ligger generellt mellan ca 0,3 och 3 meter under befintlig markyta i området. I flera av punkterna varierar trycknivån omkring 1,5 meter under året.

### 3.4 Markföroreningar

Markföroreningar har i tidigare utredningar påträffats inom mindre delar av detaljplaneområdet. Saneringsarbeten har utförts, men sannolikt kvarstår vissa föroreningar, se vidare ”PM Översiktlig miljöbedömning- föroreningar i mark och vatten inom planområde Trädgårdsstaden i Bro, Upplands-Bro, daterad 2013-02-28”.

## 4 MARK- OCH GRUNDLÄGGNINGSBETEN

### 4.1 Vägar

**Stenkaksvägen** kommer att erfordra förstärkningar ur sättningsynpunkt väster om Brobäcken där vägen ansluter till planerad ny passage över Brobäcken på bank. Förstärkningar kan exempelvis utgöras av lättfyllning i vägbanken mellan ca 0/050 och 0/175.

Längre österut på Stenkaksvägen kommer också förstärkningsåtgärder att erfordras, framförallt ur sättningsynpunkt, men i närheten av Sätträbäcken eventuellt även ur stabilitetsynpunkt. För

kalkyl har förstärkning med kalkcementpelare förutsatts mellan ca 1/115-1/175, 1/290-1/380 och 1/500-1-710 i Stenkaksvägens längdmätning.

Omkring 0/290 och 0/770 i vägens längdmätning kommer bergschakt att erfordras för vägen.

**Assurs väg** föreslås passera på ny trumma över Brobäcken, väster om befintlig vägbro. Vägen som inledningsvis går på bank över ett djupt lerområde behöver förstärkas, förslagsvis med kcpelare mellan längdmätning ca 0/015 och 0/100. I bäckravinen kan det vara känsligt och besvärligt att förstärka med kalk och cement varför en kombination med lättfyllning och kcpelare föreslås längs sträckan. Det måste dock säkerställas att lättfyllningen inte blir utsatt för vattenflödet från Brobäcken.

**Väg 101-106** följer befintlig marknivå väl eller ligger med viss förhöjning inom fastmarksområden eller områden med begränsade mäktigheter av starkt överkonsoliderad lera, vilket innebär att de bör kunna utföras utan förstärkningsåtgärder.

**Väg 107** kan sannolikt utföras i huvudsak utan förstärkning. Omkring längdmätning 0/520 – 0/570 kommer vägen att passera över befintlig dragning av Sättrabäcken som ska fyllas igen då bäcken kulverteras i annat läge. Sannolikt kan bäckfåran fyllas upp utan förstärkningsåtgärder, eller med endast viss del lättfyllning, men kompletterande undersökningar i botten av bäckfåran behöver utföras i nästa skede för att ge säkrare underlag. Dagens dragning av Sättrabäcken utförs av en grävd bäckfåra, eventuell lera i bedöms vara konsoliderad för en högre marknivå.

För **väg 108** utförs viss uppfyllnad inom lerområde. Sättningsegenskaperna på leran bör kontrolleras i nästa skede, men utgående ifrån äldre undersökningsresultat bör vägen kunna utföras utan förstärkningar.

**Väg 109 och 110**, profilerna ligger i huvudsak i eller under dagens markyta, inga förstärkningsåtgärder erfordras.

**Väg 112** anläggs mellan ca 1-2 meter över dagens markyta i anslutning till befintlig Sättrabäck. Här erfordras förstärkningsåtgärder, eventuellt med kalkcementpelare i skivor för att både klara stabilitets- och sättningsproblematiken vid utfyllnaden. Den detaljerade höjdsättningen i området har stor betydelse för behovet av förstärkningsåtgärder.

Inom **centrumytan** och intilliggande parkområde planeras uppfyllnader att göras som till viss del kommer att erfordra förstärkningsåtgärder. Då höjdsättningen är delvis oklar går inte omfattningen att precisera helt, men en viss del lättfyllning förutsätts erfordras ovan och intill den planerade kulverten av Sättrabäcken.

**Väg 113** passerar inledningsvis genom den tidigare sanerade fastigheten Brogård 4:1. Tolkade lerdjup inom fastigheten baseras i huvudsak på undersökningar utförda innan saneringen. Inom fastigheten finns efter urskiftning fyllmassor med varierande mäktighet ovan leran. Med hänsyn till befintlig och planerad uppfyllnad inom lerområden kommer sannolikt markförstärkningar erfordras i början av väg 113 i anslutningen mot Stenkaksvägen fram till omkring längdmätning 0/070.

För **väg 114 och 116** behövs sannolikt inga förstärkningsåtgärder då de uppfyllnader som görs är inom fastmarksområden.

Första ca 50 metrarna av **väg 115** erfordrar sannolikt förstärkning med exempelvis kalkcementpelare då den ligger ca 0,5-1 meters över dagens marknivå och med ca 5-10 meter underliggande lös lera.

**Väg 116** ligger även den delvis över dagens markyta, men passerar över begränsade lermäktigheter varför den beräknas kunna utföras utan förstärkningsåtgärder.

**Väg 201-207** kan sannolikt utföras utan förstärkningsåtgärder.

**Väg 208** går inledningsvis på bank och föreslås mellan längdmätning ca 0/008 och 0/040 förstärkas med kalkcementpelare i skivor och mellan ca 0/200 och 0/230 med singulära pelare.

#### 4.2 Konstruktioner och trummor

Stenkaksvägen passerar vid ca 0/167 över Brobäcken och vid ca 1/290 över Sätträbäcken. Båda passagera görs genom att bäckarna passerar genom trumma under vägen. Trummorna förutsätts kunna grundläggas på ledningsbädd utan vidare förstärkningar under, men viss urgrävning och/eller lättfyllning kan komma att erfordras på och intill trummorna och i utfyllnad av befintlig ravin. Omfattning utreds vidare i nästa skede.

Vid passage av Sätträbäcken skall även stödmurar anläggas på båda sidor om vägbanken. Den norra stödmuren antas kunna grundläggas på en packad fyllning efter viss urgrävning, medan den södra stödmuren sannolikt behöver grundläggas på stödpålar. Även stödmuren mot parkeringen vid väg 112 behöver sannolikt pålas.

Assurs väg passerar över Brobäcken och även denna föreslås ledas över en ny trumma som anläggs väster om den befintliga bron. Trumman förutsätts kunna grundläggas på ledningsbädd utan förstärkning under, men omkringliggande uppfyllnader kommer till viss del erfordra förstärkningar med exempelvis lättfyllning och/eller kalkcementpelare.

#### 4.3 Grundläggning av byggnader

Generellt gäller för hus inom ca 70 meter från järnvägen att problem med markvibrationer inte helt kan uteslutas (se PM markvibrationer, bilaga 4). För hus inom 70 meter från järnvägen måste risk för vibrationsproblem hanteras specifikt för respektive byggnad beroende på typ av hus och specifika markförhållanden i läget för respektive hus. För byggnader längre ifrån järnvägen utgör inte vibrationer från tågtrafik något problem.

För benämning av kvarteren, se strukturplanen.

I nordvästra delen av området är lermäktigheten till stora delar begränsad och den lösa leran under torrskorpan starkt överkonsoliderad. Under förutsättning att vibrationsfrågan inte utgör ett problem och eftersom enbart en och tvåvåningshus kommer att uppföras här, kommer dessa till största del kunna uppföras med platta på mark. Det gäller alla en- och tvåvåningshus inom kvarter V1-V12, västra delen av kvarter CV4 samt sannolikt även tvåvåningshusen i kvarter CV6.



För enstaka hus nära ravinen (ej intill järnvägen) kan grundläggning på lättfyllning efter urgrävning tillämpas. Vid eventuell grundläggning av hus på lättfyllning, så kallad kompensationsgrundläggning, blir husen extra känsliga för markvibrationer varför det är olämpligt i närheten av järnvägen.

Inom östra delen av kvarter CV4 samt kvarter CV3 kommer sannolikt även tvåvåningshus att behöva grundläggas på pålar med hänsyn till rådande markförhållanden.

För merparten av planerade tre- till femvåningshus inom utredningsområdet erfordras grundläggning på pålar. Undantaget är de hus som kan grundläggas med platta på ytlig morän på fastmarkspartier, i huvudsak i anslutning till åkerholmar.

De tre- till femvåningshus som sannolikt delvis eller helt kan grundläggas med platta på mark är delar av huskroppar inom kvarter CÖ1, hus inom kvarter CÖ3, C6 och C7 samt något eller några av husen i kvarter Ö8. Resterande tre- till femvåningshus inom exploateringsområdet erfordrar sannolikt pågrundläggning.

Utöver ovan undantagna områden kommer merparten av byggnaderna öster om Sätträbäcken att grundläggas på stödpålar. Detta beror både på mäktiga lerlager och på att marken i vissa delar fylls upp ovan dagens marknivå. En del av tvåvåningshusen som ligger längre från järnvägen kan grundläggning på lättfyllning efter att urgrävning utförts.

#### 4.4 Ledningsförläggningar

En förlängd kulvertering av Sätträbäcken planeras. Först en omläggning av den delsträcka där ledningen är kulverterad längs med järnvägen idag och sedan en förlängd kulvertering under planerad torgyta, park och Stenkaksvägen för att mynna ca 30 meter söder om den planerade Stenkaksvägen. Inför schaktarbeten längs järnvägen måste järnvägens stabilitet kontrolleras längs sträckan och närmast järnvägen erfordras spont för anläggande av ny brunn och ledning. Ovan delar av kulvertens sträckning förutsätts uppfyllnad utföras med lättfyllning, exempelvis skumglas.

Inom de områden där vägar och ledningar passerar fastmarkspartier kommer bergschakt erfordras för delar av ledningsschakterna. En kontroll av lämpliga lägen för strömningsavskärande fyllningar utförs i nästa skede. Dessa behövs för att inte riskera att sänka av grundvattennivån i området via ledningsstråken.

#### 4.5 Byggnad i och intill ravin

Stabiliteten längs ravinen har kontrollerats i tre olika sektioner, två längs Brobäcken och en vid Sätträbäcken. Resultaten finns sammanställda i en separat Beräknings-PM Geoteknik, släntstabilitet och sättningsberäkningar. Generellt i området gäller att:

- Ingen belastningsökning får utföras närmare ravinen än 10 meter från slänkrön utan att särskild utredning och kontroll visar att det kan utföras utan att påverka stabiliteten negativt.

Vid schakt- och fyllnadsarbeten i ravinens närhet, exempelvis för dagvattendammar, måste detsäkerställas att maskiner, material och schaktmassor inte läggs upp och placeras så att de påverkar ravinernas stabilitet.

Gallring av träd och vegetation i ravinerna måste också utföras med stor försiktighet då rotsystemen idag har en stabilitetshöjande effekt på slänter som annars inte skulle stå med dagens branta lutning. Risken för erosion av slänterna är också överhängande om vegetation avlägsnas. Erosionsskydd i vissa slänter krävs där vegetation avlägsnas. Säkerhetsavståndet på 10 meters från bäckravinerna är både kopplad till stabiliteten och till att erosion kan komma att påverka ravinens lopp vilket gör att byggnader och vägar ej bör anläggas nära bäcken.

Stabiliteten längs bäckravinerna påverkas av både ravinens djup, släntlutning och jordlagerförhållandena i närheten. Längst i nordväst där lermäktigheten är begränsad och ravinerna till vissa delar är relativt grund utgör stabiliteten ett mindre problem. Söder om Stenkaksvägens planerade nya passage av Sätträbäcken förekommer djup och lös lera vilket innebär att förstärkningsåtgärder kommer att erfordras för att hantera vägen i och intill ravinerna.

#### **4.6 Schakt- och fyllningsarbeten**

Vid bebyggelse intill åkerholmarna kan i vissa fall bergschakt komma att erfordras.

Generellt i området kan schakter huvudsakligen utföras med fria slänter, men vid anläggandet av en ny passage under järnvägen kommer spont att erfordras. Det ena spåret (det södra) är kalkcementpelarförstärkt vid stationen och västerut fram till nästa fastmarksparti. Anläggandet av en ny vägpassage under järnvägen kommer att gå genom den förstärkta järnvägsbanken.

Spont kommer även att erfordras för delar av kulverteringen av Sätträbäcken närmast järnvägen med hänsyn till järnvägens stabilitet.

#### **4.7 Markradon**

Någon markradonmätning har inte utförts. Lerområdet kan sannolikt förutsättas vara lågradonmark och moränpartierna kan tills vidare förutsättas vara normalradonmark. En markradonundersökning bör utföras för att verifiera dessa antaganden.

#### **4.8 LOD (Lokalt Omhändertagande av Dagvatten)**

Dagvatten från området kommer att ha Brobäcken och Sätträbäcken som recipienter. De delvis mäktiga lerlagren i området förhindrar till stor del möjligheterna för infiltration. Fördröjning och rening av vattnet från vägtytor sker via dammar i området, se vidare ”PM Gata och VA, underlag till detaljplan”.

Utloppen av dagvatten till bäckravinerna måste anläggas med erosionsskydd och beaktande av de känsliga slänterna.

En del vägdagvatten kommer att ledas till trädgropar längs vägarna. Under skelettjorden anläggs en dräneringsledning för att det inte ska bli stillastående vatten. En kontroll av nivån på denna dränering måste göras för respektive gata i nästa skede för att säkerställa att inte grundvattnet påverkas av dräneringen.

## **5 OMGIVNINGSPÅVERKAN**

I samband med sprängning, pålning och spontning i området kommer buller och markvibrationer att alstras. Riskanalys för dessa arbeten måste tas fram innan arbetena påbörjas.

## **6 KOMPLETTERANDE UTREDNINGAR OCH UNDERSÖKNINGAR**

För fortsatt projektering av det planerade bostadsområdet i Bro bör följande geotekniska och geohydrologiska undersökningar utföras.

### **6.1 Kompletterande geotekniska undersökningar**

Generellt krävs fördjupade undersökningar där misstanke om behov av förstärkningsåtgärder föreligger. Först därefter kan mest lämpliga förstärkningsmetod väljas.

- Vikt- eller CPT-sonderingar för att mera noggrant bestämma lerans mäktighet och lerans relativa fasthet i olika delar av området och i läge för respektive byggnad.
- Slagsonderingar för bedömning av pålstoppnivåer inom de områden där pålning kommer att erfordras.
- Jord- bergsondering för kontroll av bergöverytans nivå där hus planeras inom eller i anslutning till fastmarksområden.
- Ostörd provtagning med provtagningskolv för bedömning av lerans egenskaper och konsolidering inom olika delar av området där behov av förstärkningsåtgärder föreligger.
- Störd provtagning med provtagningskruv för jordartsbenämning och bedömning av tjälfarlighet.

En digitalisering av relevanta äldre undersökningar i området rekommenderas.

### **6.2 Kompletterande geohydrologiska undersökningar**

En fortsatt regelbunden lodning av grundvattennivåer i de sju fungerande grundvattenrören i området. Grundvattennivån i området är av avgörande betydelse för vilken last som kan påföras leran utan att besvärande sättningar uppstår.

Grundvattennivån påverkar också stabilitetsförhållanden utmed bäckkravinerna samt dagvattenhanteringen och byggnationen av tätt tråg under järnvägen. Det är av stort värde att ha en mätserie av grundvattenavläsningar som omfattar en längre tidsperiod.

### **6.3 Markradonundersökning**

I fastmarkspartierna vid åkerholmarna rekommenderas en markradonmätningar genomförs. Strålningsmätning bör utföras på blottade berghällar där husgrundläggning på berg kan bli aktuellt.

**Structor Mark Stockholm AB**  
Geoteknik

Christof Ågren  
Uppdragsansvarig,  
interngranskning

Anna Grahn  
Teknikansvarig geoteknik