

## PM Geoteknik

Gunhild 4 och 7, Bromstensstaden, Spånga

Underlag till samrådshandling

JM AB

Uppdragsnummer: 4412

**Upprättad av:** Johan Wagenius

**Datum:** 2015-10-07

**Rev:**

## Innehåll

1	Allmänt .....	3
1.1	Uppdrag och syfte .....	3
1.2	Underlag .....	3
1.3	Styrande dokument .....	3
2	Objektsbeskrivning .....	3
2.1	Områdesbeskrivning .....	3
2.2	Planerad bebyggelse .....	4
3	Utförda markundersökningar .....	4
4	Geotekniska förhållanden .....	4
4.1	Topografi .....	4
4.2	Jordartsförhållanden .....	4
4.3	Grundvattenförhållanden .....	5
4.4	Miljöprovtagning .....	5
5	Beräkningar .....	5
5.1	Sättningsberäkningar .....	5
5.2	Stabilitetsberäkningar .....	7
6	Geotekniska rekommendationer .....	8
6.1	Förslag på grundläggning .....	8
6.2	Schakt .....	9
6.3	Fyllning .....	10
6.4	Omgivningspåverkan .....	10
6.5	Vibrationer från Mälarbanan .....	10
7	Fortsatt projektering .....	10

## Bilagor

Bilaga 1      Nivåkurvor sonderingsstopp

## **1 Allmänt**

### **1.1 Uppdrag och syfte**

På uppdrag av JM AB har Iterio AB utfört geoteknisk undersökning och utredning för nybyggnation av bostäder på fastigheten Gunhild 4 och 7, Bromstensstaden i Spånga.

Föreliggande handling syftar till att översiktligt redovisa markförhållanden samt geotekniska förutsättningarna för schakt, fyllning och grundläggning inom området för planerade byggnader. Handlingen är framtagen som ett underlag till samrådshandling och fortsatt projektering.

### **1.2 Underlag**

Underlag för denna handlings upprättande har varit:

- Jordartskarta från SGU, [www.sgu.se](http://www.sgu.se)
- Platsbesök innan och i samband med att fältundersökningarna utfördes.
- Baskarta, Sweref 99 18 00, RH2000, erhållen av Joliark, aktualitetsdatum 2015-03-18
- Situationsplan erhållen från Landskapslaget 2015-09-18.
- Av Iterio Ab utförda undersökningar under V35 – V37, se MUR (Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik), daterad 2015-10-05.
- Tidigare utförda geotekniska undersökningar inom det aktuella området, se MUR (Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik), daterad 2015-10-07.

### **1.3 Styrande dokument**

Styrande handlingar är:

- SS-EN 1997 Eurokod 7, inkl nationella bilagor
- BFS 2013:10, EKS 9

## **2 Objektsbeskrivning**

### **2.1 Områdesbeskrivning**

Fastigheterna ligger i den nordvästra delen av Bromstens industriområde och begränsas i väster av Mälarbanan och i öster av Skogängsvägen. På Gunhild 4 finns för närvarande Spånga badminton och bollcenter. Gunhild 7 består till största delen av öppna asfalterade ytor. På fastigheten finns också en större lagerbyggnad och en mindre kontorsbyggnad samt ett mindre förråd.



Figur 2.1 Kv Gunhild 4 och 7, befintliga förhållanden. Bilden hämtad från Eniro.

## 2.2 Planerad bebyggelse

På fastigheterna planeras flerbostadshus med upp till 6 våningar. Mellan husen och järnvägen planeras en lokalgata och parkering. Lokalgatan ansluter ut mot Skogsängsvägen med två gator, en centralt och en i norr. Mellan huskropparna och i delar av lokalgatorna planeras uppfyllnader. Självfallsledning planeras med minimala fall.



Figur 2.2 Planerad bebyggelse Gunhild 4 och 7

## 3 Utförda markundersökningar

För omfattning av geotekniska fältundersökningar se Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik, MUR Geo, framtagen av Iterio AB, daterad 2015-10-07.

## 4 Geotekniska förhållanden

### 4.1 Topografi

Markytan inom området är plan och varierar i huvudsak mellan ca +4 och +4,8 m. I området närmast järnvägen ligger markytan något högre och har här nivåer upp mot ca +6.

### 4.2 Jordartsförhållanden

Det undersökta området är till största del utfyllt och består av ca 1 m fyllning ovan naturligt lagrad jord. Den naturligt lagrade jorden består i huvudsak överst av gytta och gyttig lera varunder följer lera som underlagras av

friktionsjord på berg. Störst djup till berg finns i de centrala delarna av området.

I större delen av området är gyttje- och lermäktigheterna stora, upp till ca 24 m, och ligger på stora delar av området runt ca 20 m. Gyttjan och den gyttjiga lerans mäktighet uppgår i provtagningspunkterna till som mest ca 4 m. Leran innehåller även sulfid. Endast i den nordvästligaste och nordostligaste delen av Gunhild 4 saknas gyttjan och leran, och fyllningen ligger direkt på den naturligt lagrade friktionsjorden.

Leran har extremt låg skjuvhållfasthet. Lerans okorrigerade odränerade skjuvhållfasthet varierar mellan ca 7 och 20 kPa.

Fyllningen består i undersökningspunkterna generellt av sand och grus men även tegel förekommer i fyllnadsmassorna. Fyllningen har varierande fasthet och innehåll.

Jorddjupen är som störst, upp till ca 26 m, i de centrala delarna. I norr och söder minskar jorddjupen och djupet till fast botten uppgår som minst till ca 4 m.

### **4.3 Grundvattenförhållanden**

Vid undersökningstillfället installerades ett grundvattenrör, 15IT02GV i den nordöstra delen av området. Sedan tidigare finns ytterligare två grundvattenrör installerade, 4GV i nordost och 15AT06 i söder. Inom Bromstens industriområde finns fler grundvattenrör installerade.

Det nymonterade grundvattenröret har mätts i september vid ett tillfälle. Grundvattenytan hade vid det tillfället nivån ca +3,55, ca 1,1 m under markytan. Grundvattenrör 4GV fungerar ej längre men mätningar har utförts mellan april och september 2008. Grundvattenytan har under den perioden varierat mellan ca +3,3 och +3,6, dvs ca 0,4 till 0,7 m under markytan. I grundvattenrör 15AT06 finns endast en registrering av grundvattenytans nivå. Mätningen har utförts i september 2015 och nivån var + 4,35, ca 1,65 m under markytan.

Grundvattenytan i området varierar naturligt med årstid och nederbörd.

### **4.4 Miljöprovtagning**

Miljöprovtagning har utförts i samband med den geotekniska undersökningen. Omfattning och resultat av den miljötekniska undersökningen redovisas i Översiktlig miljöteknisk markundersökning utförd av Iterio AB.

## **5 Beräkningar**

Överslagsberäkningar har utförts beträffande marksättningar och stabilitet vid schakt och fyllning samt stabilitet mot järnvägen. Beräkningarna redovisas närmare nedan.

### **5.1 Sättningsberäkningar**

Lerans sättningsegenskaper har undersökts i en punkt, 15IT12, och vid en tidigare utförd undersökning, i punkt 4.

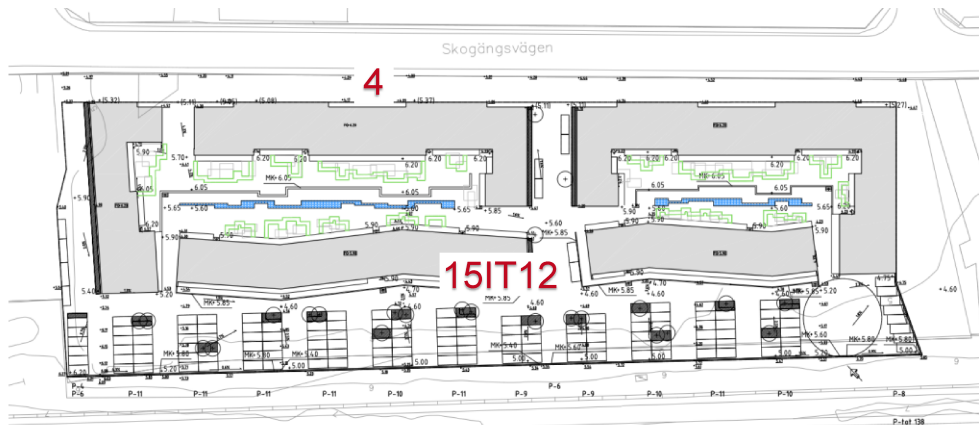


Fig. 5.2 Ungefärliga lägen för punkter där lerans sättningsegenskaper har undersökts.

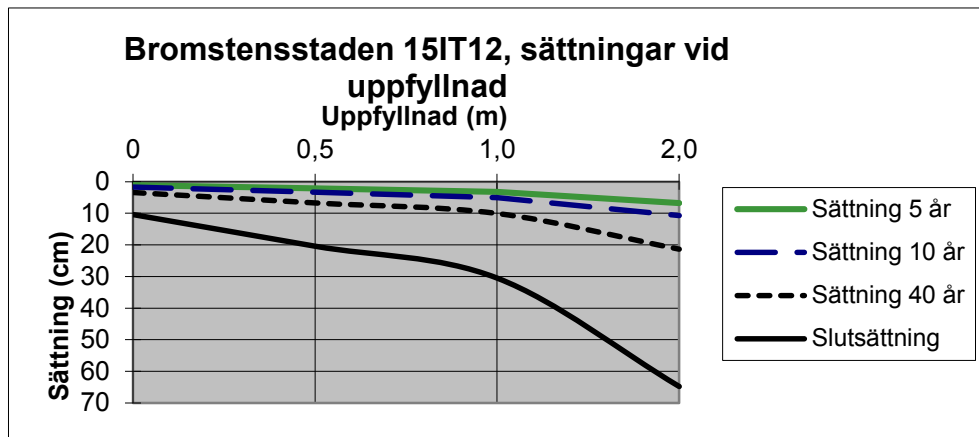
Resultaten från laboratorieanalyser tyder på att leran är sättningSkänslig dvs. tillförande av last kommer resultera i sättningar. Beräkningar i punkt 15IT12 visar även att det finns pågående sättningar i området.

Faktorer som påverkar sättningarnas storlek är exempelvis lerans sättningsegenskaper, mäktighet, spänningssituation och belastningshistoriken på platsen. Beräkningarna visar att sättningarna pågår under lång tid. En tredjedel av sättningarna har utbildats först efter ca 40 år. Hur lång tid sättningarna pågår beror delvis på lerans mäktighet, ju djupare lera desto längre tid.

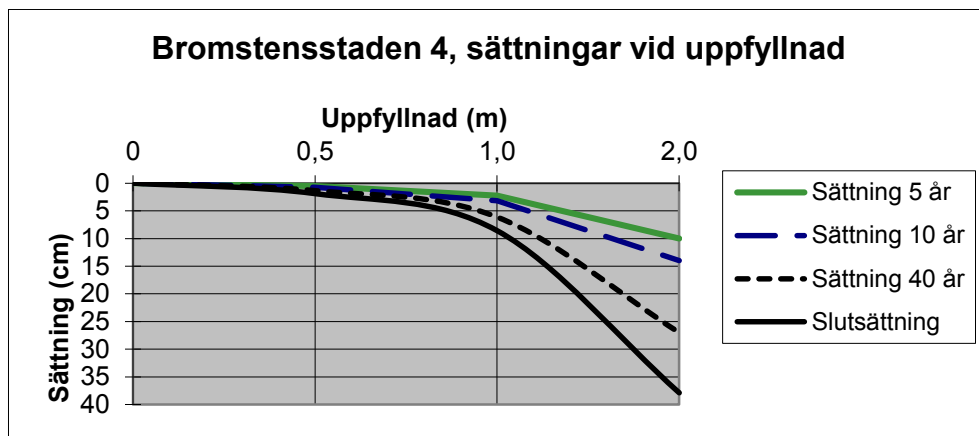
Vid beräkningarna har förutsatts att grundvattenytan ligger 0,5 m under markytan. Beräkningarna har utförts för rådande förhållanden, uppfyllnad av markytan med 0,5 m, 1 m och 2 m samt för en grundvattensänkning med 0,5 m (med befintlig markyta, dvs. ingen uppfyllnad). Vid beräkningarna har endast konsolideringssättningar beräknats. Om hänsyn tas till s.k. krypeffekter i leran blir sättningarna större. Beräkningarna har utförts för de förhållanden som råder vid undersökningspunkterna.

På fastigheterna finns dessutom gyttja och gyttjig lera, även torv förekommer. I dessa jordlager kan sättningarna bli stora, dels av en lastökning som en uppfyllnad innebär och dels av nedbrytning av det organiska innehållet i jorden. Storleken av dessa sättningar är mycket svår att utreda men bedöms här bli minst lika stora per meter organisk jord som sättningarna per meter lera.

Resultaten från beräkningarna av konsolideringssättningarna i leran vid uppfyllnad redovisas i figurerna nedan.



Figur 5.1.1 Sättnings tidförlopp vid uppfyllnad borrpunkt 15IT12.



Figur 5.1.2 Sättnings tidförlopp vid uppfyllnad borrpunkt 4.

Beräkningar har även utförts för att kontrollera sättnings storlek vid sänkning av grundvatten i området. Vid beräkning antogs 0,5 m avsänkning av grundvattenytan vilket resulterade i ca 15 cm totalsättning (konsolideringssättning) i punkt 15IT01 medan den antagna grundvattensänkningen inte resulterade i några sättningar i punkt 4.

## 5.2 Stabilitetsberäkningar

Inom ramen för denna PM har översiktliga stabilitetsberäkningar utförts för att dels undersöka den storskaliga stabiliteten mot järnvägen och även stabiliteten lokalt vid schakt och fyllning.

Beräkningar är utförda för befintliga förhållanden, uppfyllnader och schakt. Säkerhetsfaktorn mot skred ska enligt skredkommissionens rapport 3:95 vara större än 1,5. Erforderlig säkerhets mot skred för järnvägen är 1,65.

I den centrala delen av området är säkerhetsfaktorn mot skred låg mot järnvägen vid dagens förhållande. Därför måste alla arbeten beträffande schakter utredas innan schaktningsarbetena påbörjas.

När området är färdigbyggt, med markyta på nivån +5 eller högre, blir förhållandena betydligt bättre och säkerheten mot skred ökar jämfört med dagens förhållanden.

Beräkningar har även utförts för att utreda den lokala stabiliteten intill uppfyllnader och schakter.

En överslagsberäkning visar att en utbredd uppfyllnad av 1 m ger en säkerhetsfaktor mot skred av ca 2,2 och en uppfyllnad på 1,5 m ger en säkerhetsfaktor av ca 1,5.

Vid schakt påverkas även den storskaliga stabiliteten mot järnvägen negativt. Den lokala stabiliteten påverkas inte i samma grad. För en schakt av ca 1 m är säkerhetsfaktorn en bit över 2,1 och för en schakt av ca 1,5 m blir säkerhetsfaktorn mot skred ca 1,5.

Förstärkningar med kc-pelare kan öka säkerheten mot skred i olika grad beroende på hur de utförs. Där marken är förstärkt med kc-pelare blir säkerhetsfaktorn större. Om pelarna utförs i rutmönster kan de endast tillgodoräknas i begränsad omfattning. Om kc-pelarna ska göra störst effekt ska de installeras i skivor. Detta innebär att pelarna installeras med överlapp i en rad. På så sätt kan en högre hållfasthet medräknas och säkerhetsfaktorn blir därmed större.

När markarbetena är utförda har säkerheten mot skred mot järnvägen förbättrats avsevärt. Däremot måste risken för skred utredas närmare för utförandeskedet.

## **6 Geotekniska rekommendationer**

### **6.1 Förslag på grundläggning**

Grundläggningsarbeten ska dimensioneras, planeras, utföras och kontrolleras i Säkerhetsklass 2 (SK2) och Geoteknisk kategori 2 (GK2). Vid arbeten som påverkar eller påverkas järnväg gäller GK3.

Grundläggning av byggnaderna rekommenderas att utföras med slagna spetsburna pålar. Vid dimensionering av pålarna ska den sättningsskänsliga leran beaktas.

Enligt Pålkommissionens rapport 105 ”Stålpålars beständighet mot korrosion i jord” kan jordar med hög organisk halt, som bla torv, gytta och sulfidjordar, öka korrosionshastigheten. Vi rekommenderar därför att pålar av betong används. Pålängder kan bedömas med ledning av utförda sonderingar.

Som underlag till kalkyl för pålgrundläggningen kan nivåkurvorna i bilaga 1 användas. Underlag till kurvorna bygger på en modell med sonderingsstopp i de utförda undersökningspunkterna, dvs det är inte bergnivåer. I vissa av undersökningspunkterna har dock jord-bergsondering utförts.

Marken är mycket sättningsskänslig och uppfyllnader planeras på gårdarna mellan huskropparna. Utan förstärkningsåtgärder kommer marksättningarna att bli stora. Gårdsmarken kan förstärkas med kc-pelare. Som underlag till en



översiktlig kalkyl kan följande förutsättningar användas. Kc-pelarna görs med en diameter av 0,6 m och installeras med ett c/c-avstånd av 1,2 m. Som en förutsättning till kalkyl kan antas att varannan pelare görs till full djup och varannan till halva det djupet. Efter installation belastas pelarna med fyllning. Fyllningens tyngd bör motsvara fyllningen upp till nivå till planerad markyta samt ytterligare minst 0,5 m.

Även gatumark och till viss del parkeringsytorna måste förstärkas för att inte skadliga marksättningar ska uppstå. Förstärkningen kan utföras enligt ovan.

Kc-pelarna kan med stor sannolikhet inte installeras genom befintlig fyllning. Därför behöver fyllningen avlägsnas i samband med kc-pelarininstallationen.

När last i form av uppfyllnad påförs kc-pelarförstärkningen kommer marken att sätta sig. För att påskynda marksättningarna läggs en överlast ut på fyllningen, dvs lasten på marken blir större än den last som planerad färdig markyta innebär. Erforderlig liggzeit för överlasten beror av uppfyllnadens storlek och kc-pelarnas utformning. Beräknad liggzeit måste verifieras med mätningar.

Eventuellt kan andra åtgärder utföras, som exempelvis lättfyllnad, typ hazopor, för att minska/undvika marksättningar. Även förbelastning kan om tiden finns tillgänglig vara ett alternativ på de delar av området där lerdjupen är små.

Övergångar mellan olika förstärkningsmetoder ska utformas så att de ej ger märkbara eller skadliga marksättningar. Även anslutningar till omgivande pålade konstruktioner måste anpassas.

Beroende på tidplaner och stabilitetsfrågor kan ev vissa ytor förbelastas för att på så sätt få ut marksättningarna på kortare tid.

I den nordliga delen av parkeringen och körytor finns mindre områden med litet eller inget lerdjup som ej behöver förstärkas.

Ledningsbäddar bör utföras förstärkta och med geonät för att inte svackor med tiden ska uppstå i ledningarna, mellan utförda kc-pelare. Även byggvägar bör förstärkas med geonät för att inte skada exempelvis ledningar.

Isolering under bottenplattan bör förankras i plattan för att förhindra att isoleringen följer med marken vid marksättningar. Av samma anledning bör ev ledningar under bottenplattan pendlas i plattan. Ledningar in och ut ur byggnaderna bör anordnas så att de ej skadas av differensrörelser mellan byggnad och mark, exempelvis med länkplattor.

När marken fylls upp under planerade byggnader kan initialt sättningar uppstå i den organiska jorden. Sättningarna i marken går därefter långsamt. Kontroll att terrassnivån är rätt bör dock kontrolleras innan armering och gjutning utförs.

## 6.2 Schakt

De nu utförda översiktliga beräkningarna visar att säkerhetsfaktorn mot skred är låg i området och att relativt små förändringar i form av exempelvis schakter kan få stora konsekvenser på skredrisken.

Vid schakt måste därför beaktas att leran i området har extremt låg skjuvhållfasthet. Innan djupare schakter utförs i oförstärkt mark bör en särskild utredning utföras.

All schaktning bör utföras i enlighet med Anläggnings AMA 13 kap CBB samt Arbetsmiljöverkets handbok "Schakta säkert".

Schaktning ska utföras på sådant sätt att skador ej uppkommer på befintliga ledningar.

Vid schakt i friktionsmaterial bör slänter inte utföras brantare än 1:1 utan särskild utredning.

### **6.3 Fyllning**

Vid fyllning måste också beaktas att leran i området har extremt låg skjuvhållfasthet. Utförda stabilitetsberäkningar visar att uppfyllnader inte kan göras utan att först kontrollera säkerheten mot skred. Innan större uppfyllnader eller andra stora belastningar utförs på oförstärkt mark måste därför en särskild utredning utföras.

### **6.4 Omgivningspåverkan**

Risikanalys med avseende på vibrationer och sättningar i omgivningen bör upprättas innan vibrationsalstrande arbeten utförs.

### **6.5 Vibrationer från Mälarbanan**

Nytt spår planeras mellan befintlig järnväg och planerad bebyggelse. Det är i dagsläget inte klart vilken entreprenadform som kommer att väljas och detaljprojekteringen för banan är ännu inte utförd.

Trafikverkets krav på anläggningen är att vibrationer och sk höghastighetseffekter inte får ge skadlig inverkan på trafikverkets anläggning. Trafikverket har även höga krav på maximalt tillåtna sättningar. Anläggningen ska dimensioneras för en hastighet av 120 km/tim.

I normalfallet innebär detta att någon form av förstärkning måste göras där banan passerar lerområden. En förstärkning medför att risken för vibrationer i mark eller byggnad intill järnvägen minskar.

Vidare kommer planerad bebyggelse att pålas. Även detta minskar risken för störande vibrationer inomhus.

## **7 Fortsatt projektering**

Säkerhetsfaktorn mot skred är låg i området. Skredrisken måste därför undersökas och utredas vidare i ett detaljprojekteringsskede. Detta rör främst stabiliteten mot järnvägen och utförandeskedet där schakter och uppfyllnader kommer att utföras.

Vidare bör bland annat en fortsatt projektering mer i detalj klargöra förstärkningsåtgärdernas utformning och avgränsning.

För att utreda detta bör kompletterande geotekniska undersökningar utföras.

Även grundvattenytans variationer med tiden bör kartläggas. För att få en bättre bild av grundvattnets min - och maxnivåer samt för att undersöka hur grundvattenytan varierar med året bör installerade grundvattenrör avläsas kontinuerligt under en längre tidsperiod. Avläsningarna bör göras ca 1gång per månad.

Stockholm 2015-10-07

## **Iterio AB**

Geoteknik

Johan Wagenius

Handläggare

Jonas Jonsson

Granskare