



STOCKHOLM, NORRA DJURGÅRDSSTADEN

ÖSTRA HJORTHAGEN BROFÄSTET

PM GEOTEKNIK (PMGeo)

FÖRSTUDIE

Granskningshandling 2011-12-20

Beställare

Stockholm Stad
Exploateringskontoret

Konsult

WSP Samhällsbyggnad
SE-121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 8 688 60 00

WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
www.wspgroup.se

Upprättad av: Lars Henricsson



Innehåll	sid
1. Bakgrund, Uppdrag	3
2. Planerad bebyggelse	3
3. Tidigare och befintliga anläggningar	3
3.1 Historik	3
3.2 Befintliga anläggningar	3
4. Geotekniska undersökningar	4
5. Markförhållanden	4
6. Hydrogeologiska förhållanden	5
7. Markbyggnadstekniska förutsättningar	5
7.1 Sättningar	5
7.2 Stabilitet	5
7.3 Schaktning	5
7.4 Korrosionsrisk för stålplåtar	6
7.5 Grundläggning	6
8. Övrigt	8

Bilagor och ritningar

Bilagor

Bilaga 1, Befintliga byggnader 1973

Ritningar

Planer

Undersökningsresultat

Ritning nr G12 160 01: Plan 1, Undersökningspunkter, skala 1:1000

Tolkade förhållanden

Ritning nr G12 161 01: Plan 2, Fyllningsmaktigheter, skala 1:1000

Ritning nr G12 161 02: Plan 3, Bergnivåer, skala 1:1000

Ritning nr G12 163 01: Plan 4, Grundläggningsmetoder, skala 1:1000

Sektioner

Ritning nr G12 325 01: Sektion BR-1, skala L1:400/H1:100

Ritning nr G12 325 02: forts. Sektion BR-1, skala L1:400/H1:100

Ritning nr G12 325 03: Sektion BR-2, skala L1:400/H1:100

Ritning nr G12 325 04: Sektion BR-3, skala L1:400/H1:100

Ritning nr G12 325 05: Sektion BR-A, skala L1:400/H1:100

Ritning nr G12 325 06: Sektion BR-B, skala L1:400/H1:100

Ritning nr G12 325 07: Sektion BR-C, skala L1:400/H1:100

Ritning nr G12 325 08: Sektion BR-D, skala L1:400/H1:100

Ritning nr G12 325 09: Sektion BR-E, skala L1:400/H1:100

Ritning nr G12 325 10: Sektion BR-F, skala L1:400/H1:100



Östra Hjorthagen, Brofästet

PM Geoteknik

1. Bakgrund, Uppdrag

Det aktuella området ligger utmed Husarvikens södra strand, inom det tidigare gasverksområdet. På uppdrag av Stockholm Stad, Exploateringskontoret har WSP Samhällsbyggnad utfört översiktlig geoteknisk utredning. Arbetet har omfattat inventering och sammanställning av tidigare utförda geotekniska undersökningar samt utvärdering med avseende på planerad exploatering. Syftet har varit att ta fram geotekniskt underlag för fortsatt projektering av gator och ledningar m.m. samt även översiktligt bedöma grundläggningsförutsättningar för kvartersmarken.

2. Planerad bebyggelse

Inom området planeras bostadsbebyggelse med tillhörande infrastruktur. Detaljutformning av kvarters-/gatustruktur skall utarbetas i kommande projektering.

3. Tidigare och befintliga anläggningar

3.1 Historik

Tidigare har området i den norra delen nyttjats för kol- och koksupplag samt i den södra delen för industrimark med diverse byggnader och anläggningar. Vid utbyggnaden av området i början av 1900-talet schaktades/muddrades leran delvis bort och ersattes med fyllningsmassor. Syftet var att anlägga ett kol- och koksupplag längs stranden, vilket utfördes etappvis under ca 25 år (1913-38), från öster mot väster och omfattade hela det ca 1 km långa strandområdet längs Husarviken. Avsikten med utskiftningen av leran var att förbättra stabilitets- och sättningsförhållanden för två kranspår, som löpte på ömse sidor av upplaget.

Det norra spåret intill den stenkädda strandkanten och det södra, parallellt med det norra, på ca 90 m avstånd, se bilaga 1. För grundläggning av spåren har fyllnadsmassor - som ovan nämnts - lagts ut, delvis efter muddring ner till "fast botten". För upplagsytorna mellan spåren gjordes dock inte motsvarande förstärkningsåtgärder. Såväl kol-/koksupplaget, med uppfyllnadshöjder på upp till 12-15 m, som kranspåren är borttagna idag. Rester från tidigare verksamheter fanns kvar fram till 2005 i form av diverse synliga betongkonstruktioner, räls m.m.

I söder ligger den planerade kvartersbebyggelsen utanför det f.d. upplagsområdet. Dessa delar av industrimarken har således inte haft någon extra belastning från kol-/koksupplag. Grundkonstruktioner från tidigare byggnader och anläggningar finns troligen kvarlämnade under mark. Såväl grundläggning i jord och på berg som pålgrundläggningar förekom. Planläget för befintliga konstruktioner år 1973 redovisas i bilaga 1.

3.2 Befintliga anläggningar

Marken nyttjas idag huvudsakligen för uppläggning och sortering av schaktmassor från andra delar av Norra Djurgårdsstaden.



4. Geotekniska undersökningar

Sedan Gasverksområdet började byggas ut i slutet av 1800-talet har en stor mängd geotekniska undersökningar utförts. Merparten av de äldsta undersökningarna, från 1890-talet, är dock inte representativa för dagens förhållanden då omfattande schakt-, muddrings- och fyllningsarbeten utförts därefter. Idag relevant information om jorddjup m m från dessa äldre undersökningar har dock beaktats vid utvärdering och framtagning av tolkade jordlagerförhållanden i denna utredning.

Under perioden 1970 – 2011 har även nya undersökningar utförts, vid nu aktuella markförhållanden, dock främst med syfte att endast bestämma bergnivåer.

Dokumentation av utförda undersökningar finns i en digital (Geosuite-/f.d. Autograf-) punktdatabas som finns tillgänglig på "Byggnet". Vissa "relevanta" äldre undersökningspunkter från 1890 (punkt nr 1890-343 - - 1890-565) har medtagits inom områden där nyare undersökningar saknas.

Undersökningar angående förekomst av eventuella markföroreningar redovisas ej i denna handling.

5. Markförhållanden

Marknivåerna, som gällde från mitten av 1970-talet och fram till ca 2005 innan nuvarande arbeten påbörjades, varierade mellan ca -0,3 (strandlinjen) och ca +6 (i söder).

På tillhörande plan- och sektionsritningar redovisas bedömda jordlagerförhållanden, såsom fastmarksgränser, fyllningsmäktigheter, bergnivåer m.m.

Jorden består av ca 1 - 10 m fyllning på 0 - 8 m lera ovan friktionsjord och berg. Bergnivåerna inom det aktuella området varierar från ca +5 till ca -25, vilket motsvarar ca 1 - 25 m djup under markytan. Berget faller mot norr, med störst djup utmed Husarvikens strand. Inom en stor del av området fanns ursprungligen berg på en högre nivå än dagens marknivå. Detta berg har dock avsprängts och täcks i dag av ett tunt fyllningslager.

Fyllningens mäktighet ökar norrut och består i huvudsak troligen av friktionsjord med sten och block samt även kol, koks, rivningsmassor m.m. Fyllningen är troligen delvis löst lagrad och innehåller ett stort antal sten och block. Områden där fyllning nedpressats och uppblandats med lera förekommer troligen också. Inom partier där muddring utförts har man troligen inte lyckats muddra bort all lera, varför det ställvis kan förekomma lera i och under fyllningen.

Föroreningssituationen inom området behandlas ej i denna handling.

6. Hydrogeologiska förhållanden

Grundvattennivåerna inom större delen av det aktuella området styrs huvudsakligen av vattennivån i Husarviken/Lilla Värtan (Saltsjön) vars karaktäristiska nivåer enligt SMHI är:

- Högsta högvattennivå (HHW) +0,8
- Medelhögvattennivå (MHW) +0,2
- Medelvattennivå (MW) -0,4
- Medellågvattennivå (MLW) -0,8
- Lägsta lågvattennivå (LLW) -1,1

Enligt en nyligen framtagen rapport bedömer SMHI att Saltsjöns vattennivå i Stockholm kommer att stiga ca 0,5 m fram till år 2100.

Nivåförändringarna i Saltsjön bedöms, med erfarenhet från tidigare utförda arbeten i närområdet, få snabbt genomslag på grundvattennivån inom det aktuella området.



Inom södra delen av området kan högre grundvattennivåer än Saltsjöns nivå förekomma, bl.a. har en grundvattennivå uppmätts på ca +2,3 i ett rör som installerats i det undre grundvattenmagasinet söder om området (vid den blivande Erik Dahlbergsgatan).

Lokalt kan även övre grundvattenmagasin förekomma, där grundvatten är instängt av täta underliggande jordlager eller i bergsvackor.

7. Markbyggnadstekniska förutsättningar

Förutsättningarna för markbyggnad och grundläggningsarbeten är inom vissa partier komplicerade och svåra, bl.a. beroende på mäktiga fyllningslager, eventuellt sättningsskänslig lera och delvis stora djup till berg.

7.1 Sättningar

Den inom området utlagda fyllningen har legat lång tid, och inom vissa partier har även en avlastning gjorts (kol-/koksupplaget), varför såväl fyllningen som leran i huvudsak bedöms vara konsoliderad för nuvarande last.

Inom en del av det (f.d. kol-/koksupplaget) har sättningar inträffat. Under perioden 1973 - 1975 utfördes dock ett antal sättningsmätningar som visar att praktiskt taget inga sättningar pågick vid obelastad markyta inom upplagsområdet. Vid en punktviss provbelastning, till ca 2,6 m höjd (motsvarande ca 45 kPa), uppmättes praktiskt taget ingen sättning vid den delyta som låg inom nu aktuellt område (vid provbelastningsytorna väster om nu aktuellt område uppmättes dock sättningar).

Nivåsättningen avgör om förstärkningsåtgärder erfordras. Föreslagen höjdsättning av gatumarken innebär tillskottslaster inom vissa delområden. Preliminärt bedöms dock – baserat på nu tillgänglig information – att inga eller endast små sättningar inträffar för nu planerad höjdsättning.

7.2 Stabilitet

Det nästan 1 km långa kol- och koksupplaget längs Husarvikens södra strand har fungerat som en förbelastning (50-100 kN/m², motsvarande ca 2,5 - 5 m jordfyllning), d.v.s. det är möjligt att påföra laster av motsvarande storlek utan risk för markbrott. Orsaken till att denna höga last kunde påföras är den muddring och utfyllning, som utfördes med syfte att säkra stabiliteten för kol-/koksupplaget. Stabilitetsproblem mot Husarviken bedöms således inte föreligga med nuvarande utbyggnadsförslag.

7.3 Schaktning

Schaktningsarbeten inom aktuellt område kommer i huvudsak att utföras i fyllningsmassor och i berg.

Förutsättningarna för schaktarbeten i jord styrs främst av fyllningens sammansättning och av möjligheterna till länshållning vid schakt under vattenytan. Normalt bedöms schaktning utan spont kunna utföras till högst ca 3 m djup. Vid djupare schakter, där utrymme för flacka slänter inte finns, bör spont påräknas. Spontning kan dock bli problemfylld med hänsyn till svårigheter att driva sponten genom den troligen delvis blockiga fyllningen. Om schaktbotten ligger lägre än Saltsjöns nivå finns även risk för stora problem med länshållning till följd av att fyllningen troligen är mycket genomsläpplig inom stora delar av området, varför stor vattentillrinning måste förutsättas i schaktgropar under Saltsjöns nivå.

Grundvatten och kvarlämnad jord måste förutsättas kunna innehålla föroreningar. Eventuell schakt i förorenade massor eller under grundvattennivån kan, åtminstone delvis, medföra behov av åtgärder



för rening och/eller transport till reningsanläggning eller deponi. Dessa frågeställningar behandlas i särskilda rapporter.

7.4 Korrosionsrisk för stålplålar

År 2004 utförde Korrosionsinstitutet en utredning ”Stålplålar vid Husarviken/Hjorthagen – Undersökning av korrosionsrisk”, daterad 2004-01-15. Resultatet av undersökningen blev att fyllningsjorden bedömdes ha mycket hög korrosivitetsgrad mot oskyddade stålplålar. De faktorer som vägde tyngst i bedömningen var:

- inblandning av främmande material (koks, byggavfall, olika kemikalier etc) i fyllningen.
- stor heterogenitet.
- förekomst av vattenfyllda håligheter i marken.

Användning av traditionella skyddsmetoder, såsom rostmån, skyddsbeläggning (förzinkning, PE-plastmantel eller rostskyddsmålning) och/eller katodiskt skydd bedömdes inte kunna ge stålplåarna ett säkert och långvarigt skydd mot korrosionsskador. Ett säkert och långvarigt skydd bedömdes uppnås om den lastbärande stålplålen avskärmas från fyllningsjorden. Denna effekt erhålls vid användning av stål kärnepålar med foderrör och där cementbruk/betong fylls i spalten mellan stål kärna och foderrör. I utredningen bedömdes även att foderröret inte bör ta last, eftersom det på utsidan utsätts för korrosiv verkan från fyllningsjorden.

En annan lösning bedömdes vara att använda slagna stål rörspålar efter nedborrningen av foderrör genom fyllningen, alternativt att last inte tas på stål röret utan enbart på den armerade betongen som fylls i stål röret.

År 2009 utförde Swerea KIMAB AB en ny korrosionsutredning efter att stål balkar som stått i jorden 60 år påträffats. ”Korrosionsundersökning av uppdragen stål påle i fyllningsjord från det tidigare Gasverksområdet på Norra Djurgårdsstaden”, daterad 2009-12-22. Denna utredning baserades huvudsakligen på uppdragna stål balkar (DIP-balkar / rälsplålar) m m. Stål balkarna, som enligt uppgift har stått i jorden ca 60 år, påträffades vid schakt inom området Norra 1, som ligger väster om nu aktuellt område. Sammanfattningsvis visar resultaten från utredningen att:

- korrosionen i fyllningsjorden bedöms bli 3,2 mm på 100 år resp. 6,4 mm på 200 år samt 1,5 mm på 100 år respektive 3 mm på 200 år i leran.
- om marksättningar inträffar bedöms dock korrosionsrisken vara större i den tomma spalt som uppstår mellan uk pålplatta och mark.

7.5 Grundläggning

Gatemarken inom aktuellt området bedöms, baserat på nu utförda undersökningar och kända förutsättningar, kunna anläggas utan särskilda förstärkningsåtgärder.

Inom vissa partier kan dock behov av pålgrundläggning för gatemark och ledningar inte helt uteslutas. Under den fortsatta projekteringen rekommenderas att kompletterande undersökningar görs för att noggrannare klarlägga jordlagerförhållanden och grundläggningsförutsättningar.

Byggnaderna kommer att behöva grundläggas delvis på spetsburna pålar och delvis på berg och/eller morän. Vid pålgrundläggning bedöms att borrade pålar är lämpligast, eftersom fyllningen är mycket mäktig och troligen innehåller en stor mängd sten och block. Inom fastmarkspartierna kan grundläggning göras på rensat berg, packad sprängbotten och/eller på packad fyllning ovan morän och/eller berg.

Preliminär bedömning av erforderliga grundläggningssätt framgår av planritning G12 163 01 ”Grundläggningsmetoder”.



Om pålgrundläggning skulle erfordras för gatumarken bedöms främst borrade stålkärnepålar i foderrör (ingen last på foderrören) eller grova stålrörspålar, som använts i det närliggande området Norra 1, bli aktuellt. För att säkerställa att inte differenssättningar inträffar kan det även bli aktuellt att anlägga länkplattor utmed vissa fasader och/eller vid entréer. Dessa länkplattor kan i så fall antingen läggas upp på byggnadernas grundläggning eller på pålgrundlagda balkar utanför fasadlivet. Kompletterande undersökningar erfordras för att klarlägga eventuellt behov.

För grundläggning av eventuella bryggor i Husarviken bör man förutsätta borrade pålar inom den utfyllda slänten.

8. Övrigt

För gatumark, där fyllningslagren är mäktiga och ingen pålgrundläggning görs, gäller generellt risk för att marksättningar inträffar i fyllningslagret i samband med närliggande vibrationsalstrande arbeten. Detta måste beaktas om markförstärkning inte görs och om ledningar byggs innan grundläggningsarbeten i angränsande kvarter färdigställts.

Generellt gäller även att gatornas ytskikt inte bör färdigställas innan hus och andra anläggningar är färdigbyggda.

Vid anläggning av t.ex. ledningar m m, från Erik Dahlbergsgatan och norrut i tvärgatorna mot Husarviken, måste risken för avsänkning av de i södra delen av planområdet eventuellt högre liggande grundvattennivåer beaktas.

Kompletterande geotekniska undersökningar erfordras för att klarlägga jordlagerförhållanden och grundläggningsförutsättningar för gator och byggnader. Undersökningarna bör främst inriktas på att klarlägga förekomst av sten och block i fyllningen, lerans utbredning, mäktighet och egenskaper samt djup till berg. Även grundvattensituationen kan behöva klarläggas ytterligare.

WSP Samhällsbyggnad
Geoteknik

Lars Henricsson