

PROJEKTERINGS PM/GEOTEKNIK

Uppdrags nr: 112-074

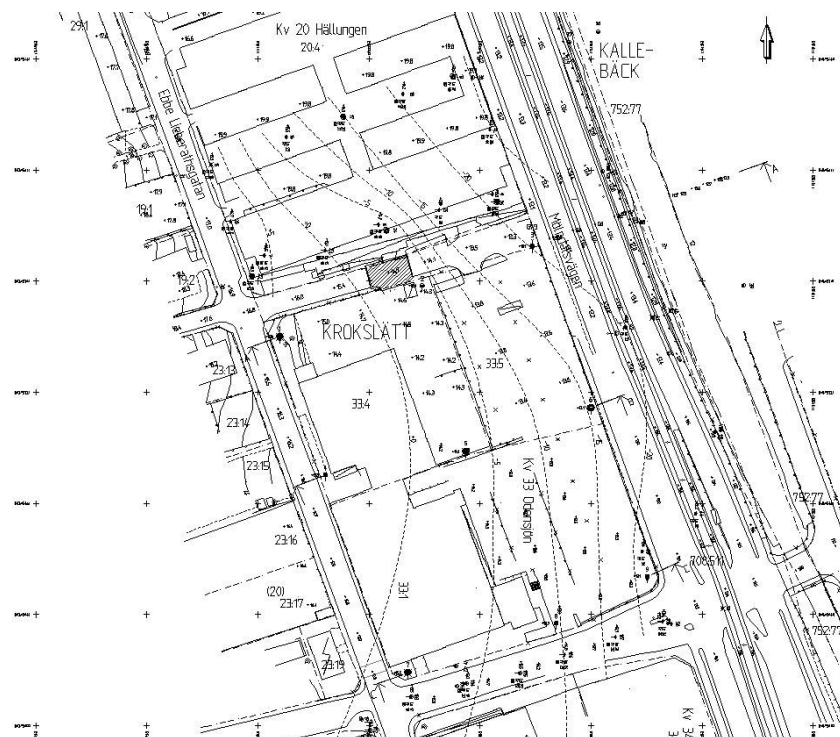
Datum: 2012-06-27

INFÖR DETALJPLANEARBETE
KROKSLÄTT ETAPP 2

Rev:

Datum:

GÖTEBORGS STAD



TELLSTEDT I GÖTEBORG AB
Avd geoteknik och mätteknik

Handläggare: Cecilia Ahl

Tel 031- 723 73 23

cecilia.ahl@tellstedt.se

Granskare: Thomas Östergren

Tel 031- 723 73 21

thomas.ostergren@tellstedt.se



TELLSTEDT I GÖTEBORG AB
Varbergsgatan 12A, 412 65 Göteborg
Tel 031-723 73 00 Fax 031-335 81 09
www.tellstedt.se
Org nr 55 64 54-0861

Innehåll

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | OBJEKT | 3 |
| 2 | ÄNDAMÅL..... | 3 |
| 3 | UNDERLAG FÖR PROJEKTERINGS PM..... | 3 |
| 4 | BESKRIVNING AV GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN | 3 |
| 4.1 | Topografi m.m..... | 3 |
| 4.2 | Geotekniska förhållanden..... | 4 |
| 4.3 | GEOHYDROLOGI..... | 5 |
| 4.3.1 | Geohydrologiska mätningar..... | 5 |
| 4.3.2 | Besiktning av erosionsskydd vid Mölndalsån..... | 6 |
| 4.4 | Sättningar..... | 6 |
| 4.5 | Stabilitetsförhållanden..... | 7 |
| 4.5.1 | Slutsats stabilitetsförhållanden | 9 |
| 5 | GEOTEKNISKA PROBLEM OCH REKOMMENDATIONER | 9 |
| 5.1 | Planerad byggnation | 9 |
| 5.2 | Grundläggningsförslag m.m. | 9 |
| 6 | SCHAKTNING | 10 |
| 7 | RISKANALYS | 11 |
| 7.1 | Allmänna risker..... | 11 |
| 7.2 | Allmänt | 11 |

1 OBJEKT

Denna projekterings PM/Geoteknik sammanfattar förutsättningarna inför detaljplanarbete i det aktuella området.

2 ÄNDAMÅL

Projekterings PM/Geoteknik syftar till att redovisa sammanställt härledda värden samt stabilitetsförhållanden, vilka skall utgöra underlag inför detaljplanarbetet.

3 UNDERLAG FÖR PROJEKTERINGS PM

- Rapport från Sweco, uppdragsnummer 2305 401, daterad 2011-09-15, "Detaljerad stabilitetsutredning inom Göteborgs Stad. Delområde S211".
- Rapport från Tellstedt, uppdragsnummer 109-203, daterad 2009-11-13, "Krokslätt Etapp 2, Kv 33 Odensjön, Göteborgs Stad, Geotekniskt utlåtande".
- Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik från Tellstedt i Göteborg AB, uppdragsnummer: 112-074, daterad 2012-06-08. "Inför detaljplanarbete, Krokslätt Etapp II, Göteborgs Stad"

4 BESKRIVNING AV GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

4.1 Topografi m.m.

Det nu undersökta området utgörs till största delen av asfalterade ytor, som idag används som parkering. Marken sluttar mot Mölndalsån som rinner längs Mölndalsvägen i östra kanten av undersökningsområdet. Marknivån varierar mellan ca +13,1 och +15,8, se *ritning M-1 112-074*.

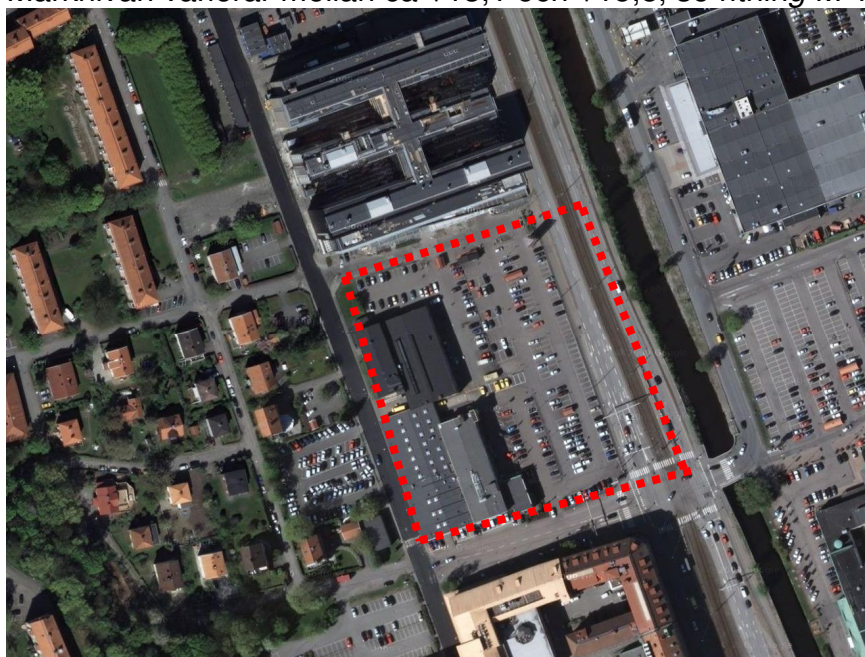


Bild 1. Ungefärligt läge för det undersökta området.

4.2 Geotekniska förhållanden

De redovisade jordmäktigheterna är uppmätta i provtagningspunkterna och gäller i de specifika punkterna. Således kan mäktigheterna variera mellan punkterna och inom undersökningsområdet.

Jordlagerföljden utgörs av fyllnadsmassor på lös lera med varierande mäktighet på ett relativt tunt lager av friktionsmaterial ovan berg.

Ytlagret utgörs av asfalt i samtliga punkter med undantag för provtagningspunkt 1 och 4, där ytlagret utgörs av matjord.

Fyllnadsmaterial (friktionsjord) påträffas under ytlagret. Materialet utgörs främst av grusig sand och stenar. Fyllnadsmaterialets mäktighet kan variera inom grundläggningsområdet, men har uppmätts till cirka 0,5 meters djup.

Lera (kohesionsjord) underlagrar fyllnadsmaterialet i samtliga provtagningspunkter. Först hittas torrskorpelera vilken underlagras av lera med torrskorpekaraktär. Mäktigheten på torrskorpan varierar mellan de olika provtagningspunkterna. Se *bilaga 1* och *2:1-2:2 112-074* för detaljerad information.

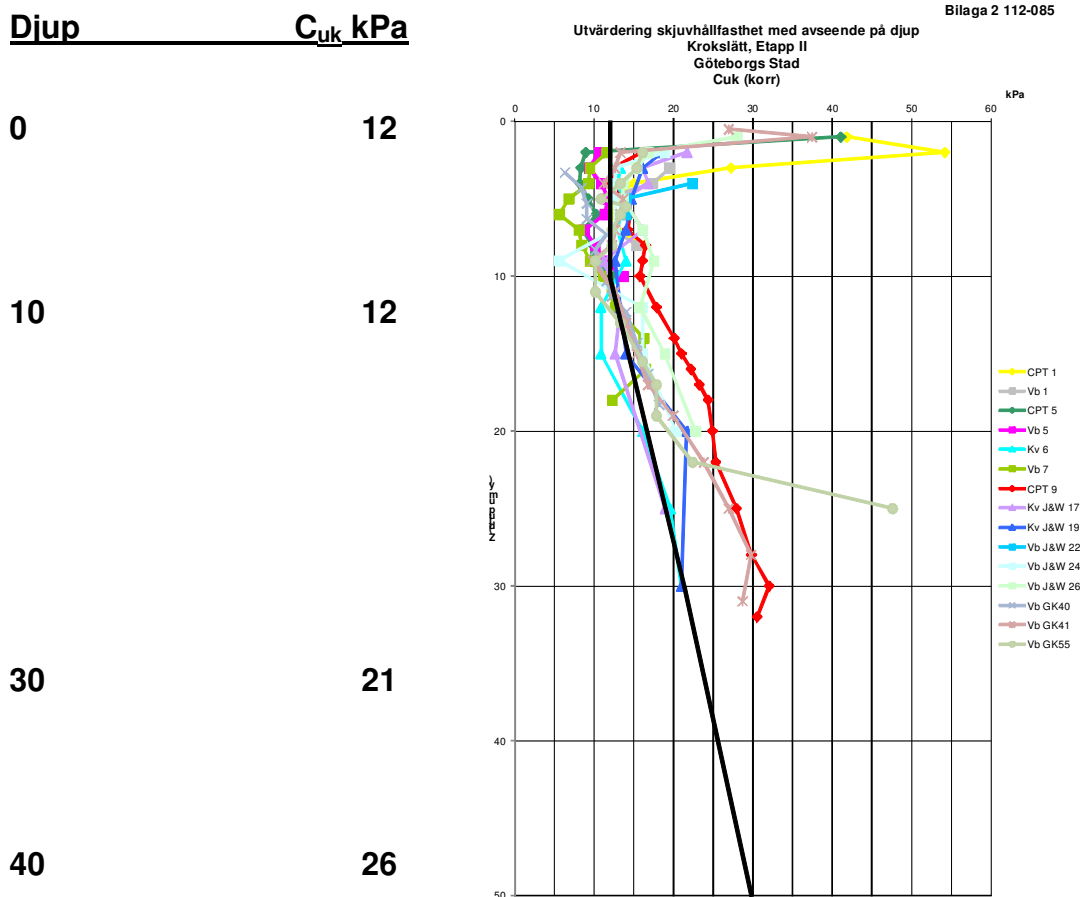
En kolvprovtagning har gjorts i punkt 6, på 3 till 30 meters djup. Från 3 till ca 9 meters djup är leran gyttjig eller något gyttjig. Leran är sulfidflammig eller sulfidskiktad från 12 till 30 meters djup. Densiteten varierar från 1,43-1,64 t/m³ och vattenkvoten mellan 61-107%. Konflytgränsen (W_L) har uppmätts till mellan 55-103%. Lerans sensitivitet S_t varierar mellan 14 och 62 och klassificeras därav som mellan- till högsensitiv (om sensitiviteten är över 50, räknas leran som kvicklera. Kvicklera påträffas från 20 meters djup i borrhål 6). Den oreducerade skjuvhållfastheten varierar mellan 15-30 kPa, och klassas som låg. Korrektionsfaktorn (μ) enligt SGI kan sättas till 0,76. För mer detaljerad information, se *bilaga 2:1-2:2 112-074*.

Lerans mäktighet inom detaljplaneområdet varierar från ca 6 meter i nordvästra hörnet (borrpunkt 1) till drygt 30 meter intill Mölndalsvägen i öster.

Gyttja (organisk jordart) förekommer i underordnad form som gyttjig och svagt gyttjig lera från 3 till 9 meters djup i kolvprovtagningsspunkt 6.

Morän (friktionsjord) underlagrar leran (överlagrar berget) och har en varierande mäktighet av 0-5 meter, se ritning G-2 och G-3, för mer detaljerad information.

Maximalt sonderingsdjup inom området har nåtts ca 41 meter under markytan i sonderingspunkt 3.



4.3 GEOHYDROLOGI

4.3.1 Geohydrologiska mätningar

Två grundvattenrör har installerats inom undersökningsområdet i sonderingspunkt 1 och 3. Grundvattenrören är installerade med spetsen i underlagande friktionsmaterial (morän). Grundvattenrör 1 är monterat ca 9,5 meter under markytan och grundvattenrör 3 (närmst Mölndalsån) sitter med spetsen ca 40 meter under markytan.

Grundvattenytorna har avlästs ett flertal gånger från 2012-05-28 till 2012-06-05. I grundvattenrör 1 ligger grundvattenytan ca 0,8 meter under markytan. I grundvattenrör 3, har det påträffas artesiskt vatten och vattenytan har stigit ca 0,8 meter ovan markytan, se *bilaga 6 112-074*, för mer information.

Inom området och runt byggnaderna är det viktigt att det sörs för en rätt dimensionerad och utformad dränering. Byggnadstekniska åtgärder som medför en permanent grundvattensänkning skall ej utföras. Det är viktigt, inte enbart för planerad byggnation, utan även för närliggande

mark som kan utsättas för sättningar vid en sänkning av grundvattenytan.

Därför är viktigt att det största mån bibehålla den forna grundvattennivån för att inte riskera att byggnader i området får sättningsskador i framtiden. Dagvatten bör i största möjliga utsträckning behållas inom området. Detta görs lämpligast med perforerade brunnar kringfyllda med makadam vid stuprör och dagvattenbrunnar samt vid eventuella planteringsytor och grönområden.

4.3.2 Besiktning av erosionsskydd vid Mölndalsån

Mölndalsån vilken finns belägen öster om detaljplaneområdet, har en reglering av vattenföringen vid Dämnet.

Mölndalsån är kraftigt slamförande och en upprensning och urschaktning av sediment och skrot utfördes av Gatubolaget 2007-2008. Vid denna upprensning utfördes även bottenmätningar, vilka har inarbetats i sektion A-A, ritning G-2 112-074.

Enligt vattendom från 1955, är medelvattenytan i Mölndalsån +11,60. Lägsta lågvatten i Mölndalsån kan riktigt varma somrar vara +11,20.

En okulär besiktning har skett av erosionsskyddet av Tellstedt i Göteborg AB i samband med den geotekniska undersökningen. Besiktningen har utförts från Varbergsbron i söder mot bron vid Sankt Sigfridsgatan i norr. Erosionsskydden längs med Mölndalsån skall skydda slänterna mot erosion, främst vid översvämningar, då ån i låglänta områden kan svämma över vid kraftig nederbörd under långa perioder eller vid snabb snöavsmältning.

Längsmed åkanten finns det en stor mängd växtlighet i form av sly och träd. Bitvis kan man se rester av tidigare erosionsskydd i form av kross/sprängstensskoning.

Träd och sly anses ha en stabiliserande inverkan på slänten vid översvämningar eller korta perioder med ökad vattenhastighet. Dock kan denna växtlighet ej ersätta korrekt utförda erosionsskydd, varför det föreslås att erosionsskyddet ses över och återställs.

4.4 Sättningar

CRS (kompressionsförsök) av leran har utförts på 5 nivåer, 3, 5, 9, 15 och på 25 meters djup, se *bilaga 3:1-3:6 112-074* och *6 112-074*.

Kompressionsförsöken visar att leran är överkonsoliderad med ca 15 kPa till 3 meters djup. Från 3-5 meters djup avtar överkonsolideringsgraden till 5 kPa. Därefter är leran normalkonsoliderad till 25 meters djup (sättningar pågår på djupet). Normalkonsolidering innebär att varje lastökning kommer ge upphov till sättningar.

Kvicklera har påträffats från 20-30 meters djup vid kolvprovtagning i punkt 6, se *bilaga 2:1-2:2 112-074*. Kvickleran är mycket lättstörd och flytbenägen och kann vid störning av tex pålningsarbeten, orsaka mycket stora sättningar på djupet, vilka fortplantas uppåt.

Förkonsolideringstrycket har reducerats med 0,8, med avseende på eventuella krypsättningar, se *bilaga 6 112-074*.

Vid utvärdering av CPT-sonderingarna i programmet *Conrad, version 3,0*, kan ingen överkonsolidering ses, se *bilaga 4:1-4:20 112-074* och *5 112-074*.

Att programmet utvärderar konsolideringsgraden något annorlunda än vad CRS (kompressionsförsöken) visar, beror på att utvärderingen av CPT-sonderingarna görs med avseende på sammanställningar av lerans konflytgräns och densitet och således ej blir lika noggrann.

Det rekommenderas att lerans konsolidering utvärderas från CRS-försöken och att utvärderingen av CPT-sonderingarna används som ett komplement till denna.

Det finns inga större förutsättningar för uppfyllnader utan att marksättningar kommer att utbildas.

För att minimera risken för sättningar vid t ex entréer kan markuppfyllnader här utföras med lätta massor t ex cellplast. Eventuellt tyngre fyllnadsmaterial skall utföras är material från tabell CE/1, Anläggnings AMA 07. Fyllning och packning skall utföras enligt tabell CE/4, Anläggnings AMA 07. Ledningar till pågrundlagda byggnader bör förses med flexibla kopplingar för att förhindra ledningsbrott vid eventuella sättningar av omkringliggande mark.

En överslagsberäkning på hur mycket sättningar som kommer att bildas med en lermäktighet på 30 meter, med avseende på last (kPa) och tid (år) har gett följande slutsats;

| Last (kPa) | Tid (år) | | | |
|------------|----------|-------|-------|--------------|
| | 5 år | 10 år | 30 år | Slutsättning |
| 0 kPa | 3 cm | 5 cm | 10 cm | 30 cm |
| 10 kPa | 5 cm | 7 cm | 12 cm | 40 cm |
| 20 kPa | 10 cm | 16 cm | 25 cm | 95 cm |

4.5 Stabilitetsförhållanden

Stabiliteten mot Mölndalsån har kontrollerats i en sektion, sektion A-A, se *bilaga 7:1-7:2 112-074*.

Beräkningarna är utförda i odränerad och kombinerad analys i programmet GeoSuite Stabilitet, version 4.1.0.13, beräkningsmetod BEAST 2003.

Säkerhetsklass har valts till SK2 med anledning av att risk för allvarlig personskada finns, men att den ej kan anses vara hög.

Markanvändningen inom de aktuella fastigheterna skall hänföras till "Planläggning, detaljerad utredning" enligt tabell 4:2, "Rapport 4:2010 (Implementeringskommission för Europastandarder inom Geoteknik), "Tillståndsprövningar/klassificering av naturliga slänter och slänter med

befintlig bebyggelse och anläggningar anvisningar”, Vägledning för tillämpning av Skredkommissionens rapporter 3:95 och 2:96 (delar av))”, vilket innebär att kraven på erforderlig säkerhetsfaktor är $F_c > 1,7-1,5$ vid odränerad analys och $F_{komb} > 1,5-1,4$, kombinerad analys.

Stabiliteten kring Mölndalsån är komplex och är sedan tidigare undersökningar känd för att ha en låg säkerhet. Vid beräkningar tenderar glidyterna att bara bildas mycket nära åkanten och inte innefatta jordlagren väster om Mölndalsvägen (innefattar ej detaljplaneområdet). För att begränsa glidyterna till detaljplaneområdet har två styrlinjer för glidyterna lagts vid borrhål 3, se *bilaga 7:1-7:2 112-074*.

Beräkningarna har utförts med en lägsta lågvattenyta i Mölndalsån på +11,20 samt en portrycksprofil som visar hydrostatiskt tryck från markytan till 4 meters djup och därefter en portrycksökning med ca 5 kPa på 40 meters djup. Utbredda laster av GC-väg tillkommer på varsin sida om spårvägen och Mölndalsvägen om 5 kPa. Mölndalsvägen och spårvägen har tilldelats en utbredd last om 15 kPa. Detaljplaneområdet ska ej belastas med ytterligare last vid framtida byggnationer inom området. Dock har en utbredd last av 10 kPa lagts ut över hela detaljplaneområdet, för att se att stabiliteten når erforderlig säkerhet trots viss ökad last.

Friktionsvinkeln i fyllnadsmaterialet har satts till 40° och densiteten till $2,0 \text{ t/m}^3$.

Lerans skjuvhållfasthet har utvärderats enligt *bilaga 5 112-074*. Densiteten i torrskorpan har satts till $1,8 \text{ t/m}^3$ och i det undre lösare lerlagret till $1,5 \text{ t/m}^3$. Lerans friktionsvinkel har satts till 30° .

I underlagrande morän/friktionsjord har densiteten satts till $2,2 \text{ t/m}^3$ och friktionsvinkeln till 42° .

Beräknad lägsta säkerhetsfaktor, (vid val att programmet ska börja beräkna glidytor från borrhål 3, se styrlinje 1 och 2, bilaga 7:1 och 7:2 112-074), framtida förhållanden, för slänten i sektion A-A är:

$$F_{C1} = 1,70$$
$$F_{komb1} = 1,61$$

$$F_{C2} = 1,96$$
$$F_{komb2} = 1,65$$

Vid de första två beräkningarna F_{C1} och F_{C2} samt F_{komb1} och F_{komb2} är glidyterna ej så djupa att den underlagrande kvickleran kommer att påverkas (kvikklara hittas från ca 20 meters djup).

Vid den tredje beräkningen redovisas en mycket stor glidyta, vilken griper över hela detaljplaneområdet. Här har ingen styrlinje för glidyterna ansatts. I detta fall går även glidyten ner i underlagande kvicklera från ca 20 meters djup.

$$F_{C3}=2,38$$

$$F_{komb3}=2,28$$

Då programmet själv väljer bildas glidytor i slänten närmast Mölndalsån. Stabiliteten närmast Mölndalsån är ej tillfredställande.

4.5.1 Slutsats stabilitetsförhållanden

Byggnation inom detaljplaneområdet kommer ej inverka negativt på stabiliteten vid Mölndalsån. Den dåliga stabiliteten närmast Mölndalsån, kommer inte heller att påverka detaljplaneområdet negativt, då de farligaste glidyterna ej går så djupt ner att kvickleran påträffas (ingen risk för så stora bakåtgripande "sekundära" skred att detaljplaneområdet påverkas).

Samtliga byggnader inom detaljplaneområdet skall stödgrundläggas. En avschaktning och upprustning av området (rivning av äldre byggnader mm.) kommer istället på sikt att ha en stabilitetshöjande effekt för området .

Med utgångspunkt från ovanstående resultat och en jämförelse mot Rapport 4:2010 (Implementeringskommission för Europastandarder inom Geoteknik), "Tillståndsprovningar/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar anvisningar", Vägledning för tillämpning av Skredkommissionens rapporter 3:95 och 2:96 (delar av)), konstateras att säkerhetsfaktorerna för nybyggnationen inom detaljplaneområdet, är tillfyllest.

5 GEOTEKNISKA PROBLEM OCH REKOMMENDATIONER

5.1 Planerad byggnation

De geotekniska undersökningarna syftar till att utgöra underlag inför detaljplanarbete i det aktuella området.

5.2 Grundläggningsförslag m.m.

Till följd av att marken inom området inte klarar att belastas med avseende på sättningar och dåliga stabilitetsförhållanden mot Mölndalsån, måste byggnationen grundläggas på pålar, förslagsvis med stödpålar av betong.

Pålarnas antal och längd dimensioneras med hänsyn till framtida laster. För att minska risken för massundanträngning samt störningseffkter i leran, som då kan uppvisa kvick egenskap, bör antalet pålar i största mån begränsas. Detta kan förslagsvis göras genom en sådan konstruktiv utformning av byggnadens bärverk och grund, att pålarnas effekt blir maximalt utnyttjade.

Eventuellt kan det bli nödvändigt att dra lerproppar. Med hänsyn till stabilitetsförhållandena mot Mölndalsån kan t.ex. schaktningsarbetena påbörjas först efter det att pålningen utförts (pålningen sker från befintlig marknivå).

Pålarna slås till godkänt stopp i friktionsmaterialet (morän) eller till berg. Det ska observeras att det finns risk för släntberg. För kontroll att erforderlig bärförmåga uppnåtts kan pålarna stötvågsmätas. Vilken typ av pålsko som bör användas kan pålentreprenören informera om.

Innan grundläggningsarbeten påbörjas, är det viktigt att all mulljord, gammalt fyllnadsmaterial samt annat material, vilket är otjänligt för grundläggningen, först schaktas bort. Byggnadstekniska åtgärder som medför en permanent grundvattensänkning skall ej utföras. Det är viktigt inte enbart för planerad byggnation, utan även för närliggande mark som kan utsättas för sättningar vid en sänkning av grundvattenytan.

Ledningar till pålgrundlagda byggnader bör förses med flexibla kopplingar för att förhindra ledningsbrott vid eventuella sättningar av omkringliggande mark.

Bottenbjälklaget utföres fribärande, vid pål- och plintgrundläggning.

6 SCHAKTNING

Beroende på hur byggnadernas placering blir inom detaljplaneområdet, kan det av utrymmesskäl vara svårt att utföra schaktningsarbeten med slänt. Detta gäller detaljplaneområdets övre delar framför allt mot Ebbe Liberathsgatan och delar av Falkenbergsg- och Varbergsgatan. Här bör schaktnings och pålningsarbeten ske innanför spont. Med tanke på de höga vattentrycken (artesiskt vatten), finns det risk för hydraulisk bottenuppträckning av schaktbotten.

Alla schaktningsarbeten utföres med fördel under perioder med lite nederbörd och låga grundvattennivåer. Släntlutningarna för schaktningsarbeten är oftast till stor del beroende av schaktdjupet, väderleken och i stor nederbörden är samt grundvattennivån och bör därför bedömas för rådande förhållanden på plats. Släntkrön får ej belastas med upplag av schakt- eller fyllnadsmassor.

Information om anmälningsplikt och hantering av kontaminerade massor:
Vid markarbeten framför allt inom industriområden, bör man vara extra uppmärksam på misstänkta föroreningar, t ex via lukt eller synintryck. Vid misstanke om förorening skall miljöförvaltningen kontaktas omgående, enligt 10 kapitlet 11 § i miljöbalken, skyldighet att underrätta tillsynsmyndighet.

7 RISKANALYS

7.1 Allmänna risker

Grundläggningsarbetet för den planerade byggnationen innefattar bland annat spontslagning, schaktning och pålning.

Grundläggningsområdet ligger inom ett kontors/industriområde.

Vid installation av pålar alstras buller och vibrationer som kan orsaka skador och olustkänslor hos både människor och djur som vistas i omgivningen. Det föreligger även risk för massförflyttningar vilket kan orsaka ras och skred som skador på intilliggande markförlagda installationer, befintliga pålar, VA-ledningar, el- och telekablar m.m. Grundvattensänkningar och differens sättningar kan utbildas och orsaka skador på närbelägna byggnader och anläggningar.

Riskanalysen ska grunda sig på:

- Svensk standard (SS4604860 och SS025211)
- Underlag av beställaren
- Kartstudier
- Besök på platsen

7.2 Allmänt

I projektet ingående markarbeten skall planeras och genomföras på sådant sätt att närliggande byggnader, anläggningar, verksamheter och känsliga installationer ej skadas eller att störningar uppstår genom markvibrationer, luftstöt vågor, buller eller markrörelser.

I riskanalysen kan följande ingå;

- Syneförrättning
- Inventering av kringliggande objekt
- Vibrationsmätningar
- Sättningskontroller
- Rörelsemätning av spårvägsräler
- Bullerkontroller
- Kontroll vid pålningsarbetet
- Kontroll av dammspridningen
- Provtryckning av rökkanaler