



Datum:2014-04-28

FK Diarienummer: 4517/13

## Exploateringsavdelningen

Handläggare: Andris Vilumson

Telefon: 031-368 12 25

E-post: [andris.vilumson@fastighet.goteborg.se](mailto:andris.vilumson@fastighet.goteborg.se)

# Detaljplaner, Norra Masthugget inom stadsdelarna Masthugget och Pustervik i Göteborg

## Geoteknisk och bergtekniskt utlåtande



Ortofoto 2012. Planområdet



## Innehåll

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. Syfte</b>                                                       | 2  |
| <b>2. Områdesbeskrivning</b>                                          | 2  |
| 2.1 Historisk översikt                                                | 2  |
| <b>3. Geotekniska förhållanden</b>                                    | 3  |
| 3.1 Geotekniska utredningar                                           | 3  |
| 3.2 Markförhållanden                                                  | 4  |
| 3.3 Jordlagerföljd                                                    | 4  |
| 3.4 Sättningar och befintlig grundläggning                            | 4  |
| 3.5 Grundvattenförhållanden                                           | 5  |
| 3.6 Stabilitet                                                        | 5  |
| <b>4. Befintliga broar och kajers tillstånd</b>                       | 6  |
| <b>4. Erosion</b>                                                     | 9  |
| <b>5. Översvämningsrisk</b>                                           | 9  |
| <b>6. Ledningar och hinder i mark</b>                                 | 10 |
| <b>7. Arkeologi</b>                                                   | 10 |
| <b>8. Förorenad mark</b>                                              | 10 |
| <b>12. Geotekniska risker och omgivningspåverkan vid exploatering</b> | 11 |
| <b>13. Slutsatser och sammanfattning</b>                              | 13 |



# Göteborgs Stad

## Fastighetskontoret

### 1. Syfte

Syftet med planprogrammet är utreda möjligheterna för en strukturerad utveckling av norra Masthugget med förtätning av bland annat bostäder, handel, kulturverksamhet, grönytor och offentliga platser.

### 2. Områdesbeskrivning

Planområdena ligger inom stadsdelarna Masthugget och Pustervik, *se försättssida*, och har historiskt sett genomgått stora förändringar. Inom kvartersmark utgörs idag bebyggelsen av olika typer av byggnader med varierande ålder och våningsplan med i huvudsak kontors- och handelsverksamhet. Utmed Rosenlundskanalen nordöstra del ligger en äldre magasinsbyggnad, byggnadens grundmur är kajkonstruktion mot kanalen. Mellan Rosenlundskanalen och Stenas färjeterminal utmed älven ligger en hållplats för Älvsnabben.

Stora delar av området utgörs av trafikområden och hårdgjorda ytor för bilparkering. Götaleden skär i den norra delen genom området i öst-västlig riktning och bildar en barriär mellan bebyggelsen i söder och Göta älv i norr. Götatunnelns västra mynning samt Olof Palmes plats med folkets hus ligger centralt inom området. Söder om strax utanför planområdet ligger Järntorget som är en viktig knutpunkt för lokaltrafiken med buss- och spårvagnshållplatser.

Området i norr gränsar mot Stenas färjeterminal och Göta älv. I nordost utgörs avgränsningen av Rosenlundskanalen, över kanalen inom aktuellt område finns tre broar. I sydväst avgränsas området av Första Långgatan, i öster avgränsas området av Järntorgsgatan med de i öster närmast liggande kvarteren. Gränsen i väster utgörs av Sänkverksgatan. Grönska finns endast som enstaka träd och någon trädallée samt mindre gräsytor, *se ortofoto försättssidan samt foto 1 vy från öster*.

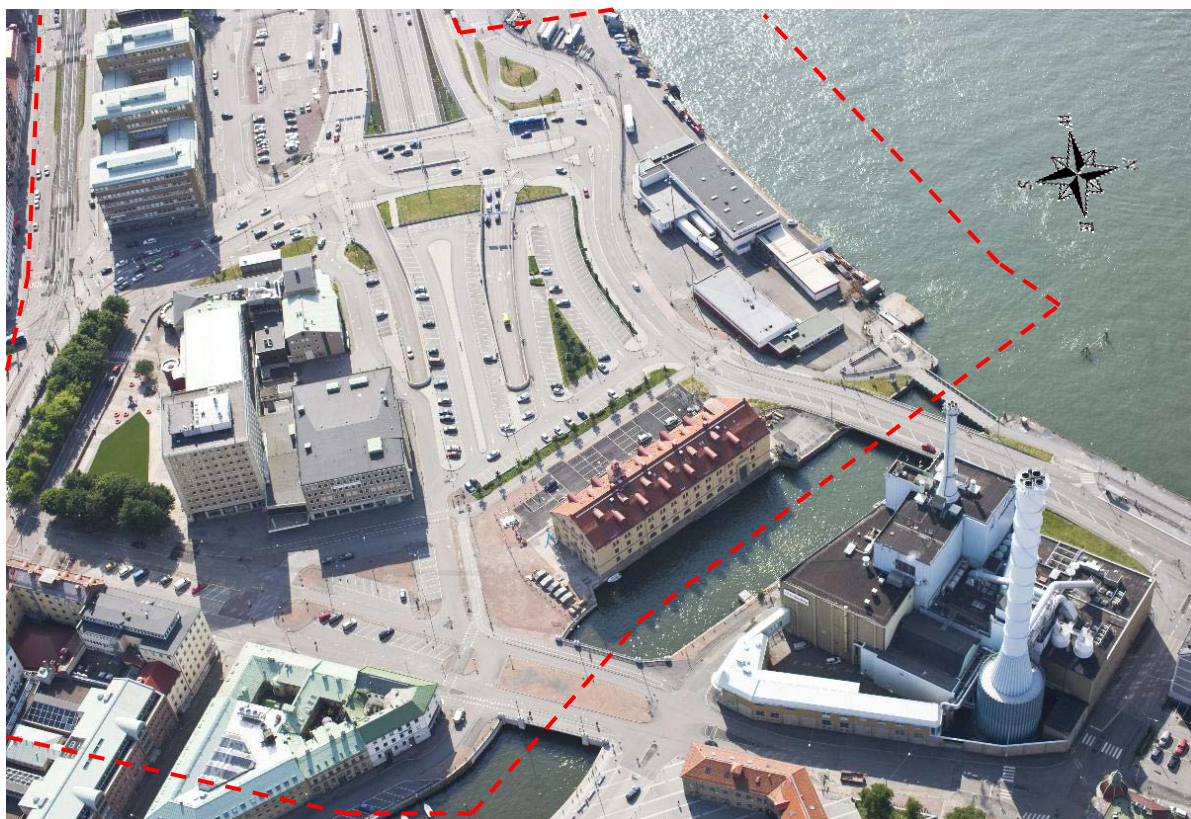


Foto 1. Vy från öster över del av det aktuella området

#### 2.1 Historisk översikt

Området har varit bebyggt under lång tid och verksamheterna har skiftat under åren. Ursprungligen utgjordes området utmed Göta älv av vassbevuxna strandområden som successivt från 1700- talet



# Göteborgs Stad

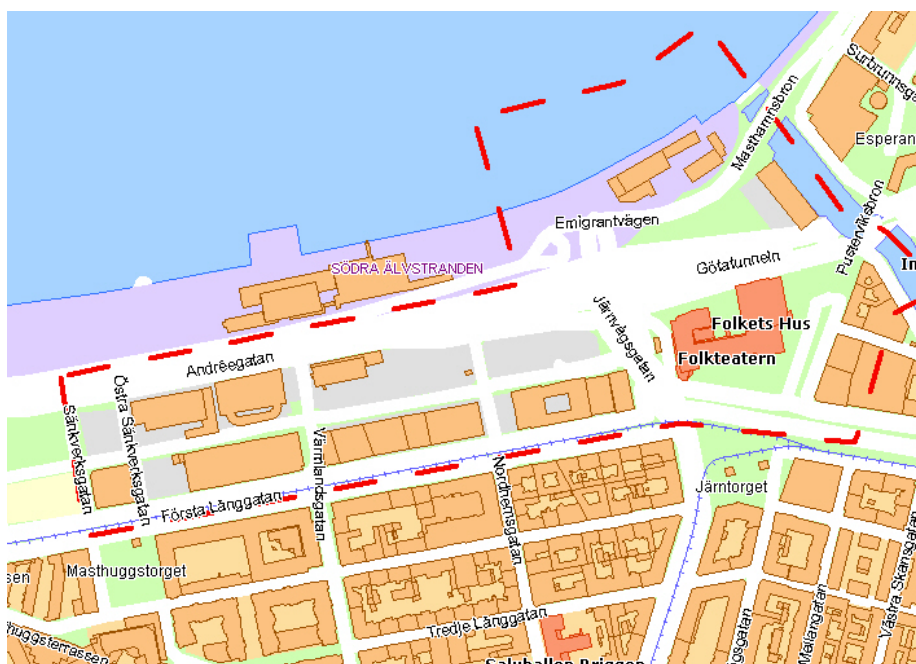
## Fastighetskontoret

fyllts ut och älven har muddras för att anpassas till de med tiden förändrade verksamheterna. Rosenlundskanalen grävdes ut under början av 1800-talet.

Under senare delen av 1800- talet fanns flera olika hamnbassänger som sträckte sig in mot söder, se *figur 1 och 2*. Strandlinjen har med tiden flyttats ytterligare norrut mot älven och utgörs idag av olika typer av kajkonstruktioner med varierande ålder och skick.



Figur 1. Området 1876 (Arkivnämnden 2011).



Figur 2. Området 2012

## 3. Geotekniska förhållanden

### 3.1 Geotekniska utredningar

Denna geotekniska översikt baseras på ett stort antal tidigare utförda geotekniska undersökningar och utredningar inom det aktuella området av bland annat Gatukontoret, Gatubolaget, SWECO, WSP, Flygfältsbyrån, MW Byggtekniska AB, Bo Alte AB, ÅF, Under ytan m.fl. Underlaget lämnas ut på begäran.



### **3.2 Markförhållanden**

Marken inom området som till största delen är hårdgjord är generellt sett plan med endast mindre nivåvariationer, marknivåerna varierar i allmänt sett mellan ca +1,5 - +2,5. Lokalt större nivåskillnader finns mellan Rosenlundskanalen och Göta älv samt Götatunnelns mynning och på/avkörningsramper. Nivåskillnaden mellan kanalens och Göta älvs vattenyta uppgår som mest till ca 3 m och till ca 5,5 m mellan omgivande mark och Götatunnelns mynning.

Nivåskillnaden utmed kanalen och Göta älv tas till största delen upp av äldre kallmurar. På ömse sidor av den nya Pusterviksbron är kajmuren från 2006, *se foto 1*. Nivåskillnaden mellan Götatunnelns mynning och omkringliggande mark uppgår som mest till ca 5,5 m och tas upp av stenkädda stödmurar av betong.



Foto 1. Två olika typer av kajmurar utmed Rosenlundskanalen.

### **3.3 Jordlagerföljd**

Området har från 1600- talet fram till idag genomgått stora förändringar marken har fyllts ut i varierande grad, fyllnadsmäktigheter från någon meter upp mot ca 7 m har konstaterats. Fyllningen har varierande sammansättning och egenskaper och består bland annat av grus, sand, lera, muddermassor, byggnadsrester som tegel och trä. Även fyllningar med betong och olika sorts slagg har utförts.

Under fyllningen utgörs jordlagren av lera generellt till mycket stora djup, leran är de översta metrarna ofta gyttjig. De flesta sonderingarna utförda inom området har avbrutits på ca 30-40 m djup. Det har närmast älven konstaterats lermäktigheter upp mot 60 á 70 m, det kan inte uteslutas att mäktigheten lokalt är ytterligare större. Lermäktigheterna minskar öster ut mot Kungshöjd där berget går i dagen och är vid Brogatan och kring Pusterviksbron mellan ca 13-20 m.

Leran är överst lös och övergår mot djupet till mellanfast, leran är sättningsbenägen vid yttre belastning.

### **3.4 Sättningar och befintlig grundläggning**

Sättningsförhållandena inom hela området är generellt sett ogynnsamma. Från det att området började fyllas ut fram till idag har stora sättningar redan utbildats. Sättningstakten har med tiden minskat något men sättningar pågår än idag. Marksättningar inom området i storleksordningen upp mot 4-6 mm/år har konstaterats.

Enligt de tidigare utförda geotekniska utredningarna är leran inom området normalkonsoliderad, lokalt till och med underkonsoliderad, vilket innebär att det pågår sättningar idag.

Alla tillskottsbelastningar av marken från exempelvis nya uppfyllnader eller grundvattensänkningar kommer att medföra att både sättningarnas storlek och sättningstakten tilltar. Större framtida



# Göteborgs Stad

## Fastighetskontoret

markbelastningar kan även orsaka stora skadliga sättningar på t ex befintliga byggnader och ledningar och ge ökade påhängslaster på befintliga pålar.

I stort sett alla byggnader och tyngre konstruktioner inom området är grundlagda med kohesionspålar (pålarna är inte slagna till fast botten utan svävar i leran). Äldre byggnaders grundmurar ligger oftast på en rustbädd av trästockar i leran. På grund av grundvattensänkningar och utdränning av leran har många rustbäddar börjat ruttna. I kombination med relativt korta träpålar har det med tiden utbildats stora skadliga sättningar i flera av de äldre byggnaderna. Ibland har sättningsskadorna varit så stora att byggnader varit tvungna att rivas.

### 3.5 Grundvattenförhållanden

Tidigare utredningar visar att på ett i stort sett hydrostatiskt portrycksfördelning i leran (10 kPa/m) från ca 2 m under markytan. Fria vattenytor kan förväntas fyllningsjorden, tidigare utredningar visar på att vattennivån oftast sammanfaller med Göta älvs medelvattennivå som är ca +/- 0.

### 3.6 Stabilitet

Stabilitetsförhållandena utmed Rosenlundskanalen och Göta älv har kontrollberäknats i ett flertal sektioner av SWECO de2011 vid olika tillfällen, relevanta beräkningssektioner i denna utredning redovisas i figur 3.

Stabilitetsberäkningarna är klassade som detaljerad utredningsnivå. Säkerhetsnivåer för befintlig bebyggelse och anläggning skall enligt IEG:s rapport 4:2010 rekommendationer uppgå till  $F_C \geq 1,7$ - $1,5 + F_{KOMB} \geq 1,5$ - $1,3$ .

Sweco Infrastructure AB utförde 2011 på uppdrag av Göteborgs Stad en detaljerad stabilitetsutredning utmed Rosenlundskanalen och Göta älv. För den aktuella utredningsnivån föreslogs platsspecifika säkerhetsfaktorer enligt tabell 1.



Figur 3. Läget för stabilitetsberäknade sektioner

|            |            |
|------------|------------|
| $F_C$      | $\geq 1,6$ |
| $F_{komb}$ | $\geq 1,4$ |

Tabell 1. Platsspecifik säkerhetsrekommendation enligt Sweco detaljerad utredningsnivå



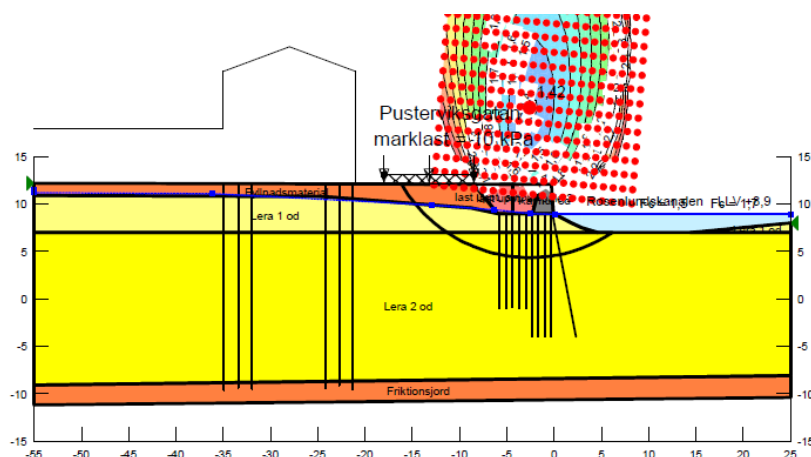
# Göteborgs Stad

## Fastighetskontoret

| SEKTION | Odränerad analys | Kombinerad analys |
|---------|------------------|-------------------|
|         | $F_C$            | $F_{komb}$        |
| S109-K2 | 1,42             | 1,30              |
| S288-K1 | 1,18             | 1,16              |
| S288-K2 | 1,25             | 1,24              |

Tabell 2. Säkerhetsfaktorer mot brott i de analyserade beräkningssektionerna. Rekommenderad säkerhetsnivå för stabiliteten, enligt IEG:s rapport 4:2010 anvisningar är inte uppfyllt.

Framräknade säkerhetsfaktorer för detaljerad utredningsnivå ligger strax under rekommenderade värden därför föreslås att i ett första skede utvidga utredningsnivån till en fördjupad utredning. En fördjupad utredning innebär fler fältundersökningar och att fler avancerade laborieförsök utförs för att statistiskt säkerställa de olika beräkningsparametrarna och därmed kunna utnyttja en lägre säkerhetsfaktor  $F_C \geq 1,4$ - $1,3 + F_{KOMB} \geq 1,3$ - $1,2$ . En fördjupad utredning enligt IEG:s rapport 4:2010 kan innebära att stabilitetshöjande åtgärder kan uteslutas eller optimeras om så krävs.



Figur 4. Stabilitetsberäkning sektion S109-K2,  $F_c=1,42$

Stabiliteten ner mot Götaleden och på ömse sidor om den nya Pusterviksbron förutsätts vara tillfredställande och klara dagens normer då Götatunneln och bron byggdes och färdigställdes för bara några år sedan.

I ett kommande planarbete måste stabilitetsförhållandena utredas närmare för både kanalen och Göta älv.

## 4. Befintliga broar och kajers tillstånd

Kajmurarna och broarna inom området är från olika tidsperioder med skiftande grundläggning utseende, uppbyggnad, konstruktioner och skick.

Pusterviksbron och kajmurar 15-20 m på ömse sidor om bron byggdes i samband med Götatunneln 2006 och är grundlagd på tunneltaket på packad fyllning av grus och betongplintar samt på spetsbärande pålar. De nya kajmurarna utgörs av fogade rektangulära granitblock. Både bron och de nya kajmurarna är i gott skick, enligt kontinuerliga sättnings- och rörelsemätningar av ÅF pågår varken sättnings eller rörelser i bron eller murar.

Masthamnsbron är en trestödsbro och byggdes i början av 1980- talet, bron är grundlagd med stödpålar. Avvägningar av bron visar på små sättnings/rörelser ca 2 mm sedan 1981. Bron med tillhörande brofästen är i relativt gott skick. En dykinspektion utförd av Dyk & Sjötjänst 2004 visar på viss vittring, max 20 mm, för samtliga 3 pelare i mittstödet vid vattenlinjen.



## Göteborgs Stad

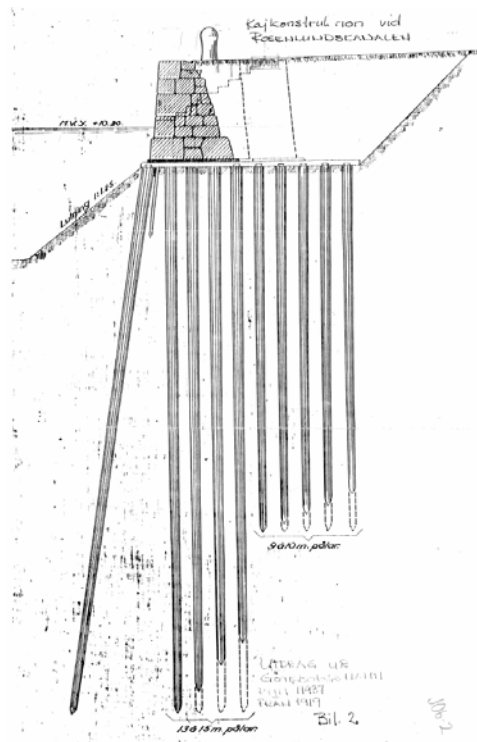
### Fastighetskontoret

Yttre järnvägsbron är en stålbro inga uppgifter har påträffats angående ålder eller grundläggning, vid en översiktlig okulär besiktning ser bron ut att vara i ett godtagbart skick, se foto 5.

Ungefär 20 m öster om Pusterviksbron ansluter den nya kajmuren mot den äldre kajmuren, se foto 1 och 3. Den äldre kajmuren är byggd av oregelbundna huggna granitblock och är via en rustbädd av trä grundlagd på mellan 10-15 m långa träpålar, se figur 5. Kajen är i gott skick, avvägningar av den äldre kajmuren visar på små sättningar/rörelser mellan 0-4 mm under en 16 års period.



Foto 3. Anslutning mellan ny och äldre kajmur i öster



Figur 5. Den äldre kajmurens grundläggning

Ungefär 20 m nordväst om Pusterviksbron ansluter den nyare kajmuren av fogade rektangulära granitblock mot den äldre kajmuren av större rektangulära granitblock. Utmed den äldre kajmuren ligger en äldre magasinsbyggnad, se foto 4. Magasinsbyggnaden och muren är grundlagda med pålar, i samband med byggandet av Götatunneln förstärktes byggnadens grundläggning i den sydöstra delen. Kajmuren från Pusterviksbron ner mot Göta älv ser ut att vara i ett bra skick med endast mindre ytliga skador.



Foto 4. Magasinsbyggnaden utmed Rosenlunds kanalens sydvästra sida



## Göteborgs Stad

### Fastighetskontoret

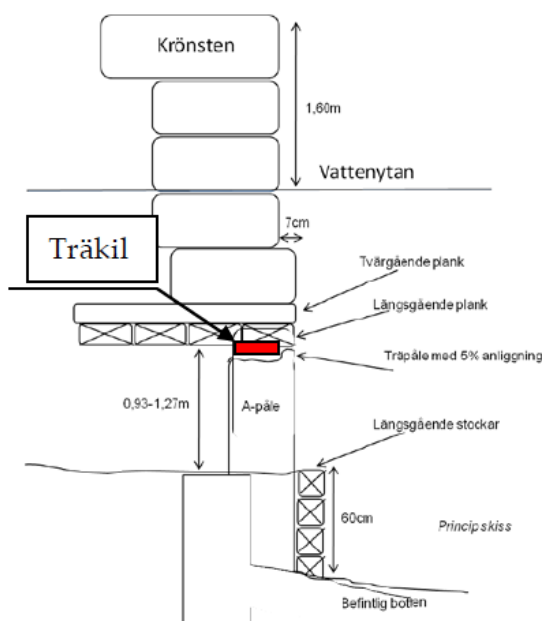
Kajen utmed Göta älv vid Älvsnabbens färjehållplats består fram till Stenas färjeterminal av en äldre kallmur i relativt undermåligt skick och med delvis eftersatt underhåll, se *foto 5 och 6*. Flera av murstenarna är ur sitt ursprungliga läge (rörelser), växtlighet i fogarna, illa utförda lagningar mm.

Vissa underhållsarbeten som kilning mellan pålar och rustbädd har utförts under 2012 för att öka anliggningsytan mellan de delvis ruttnande pålarna och rustbädden, se *figur 6*.



Foto 5 och 6. Kajmuren utmed Göta älv vid Älvsnabbens färjeterminal, i bakgrunden den yttre järnvägsbron

Enligt en dykinspektion utförd av Under Ytan 2013-06-17 är underhållsarbetena bra utförda men att ytterligare behov av underhållsarbete föreligger.



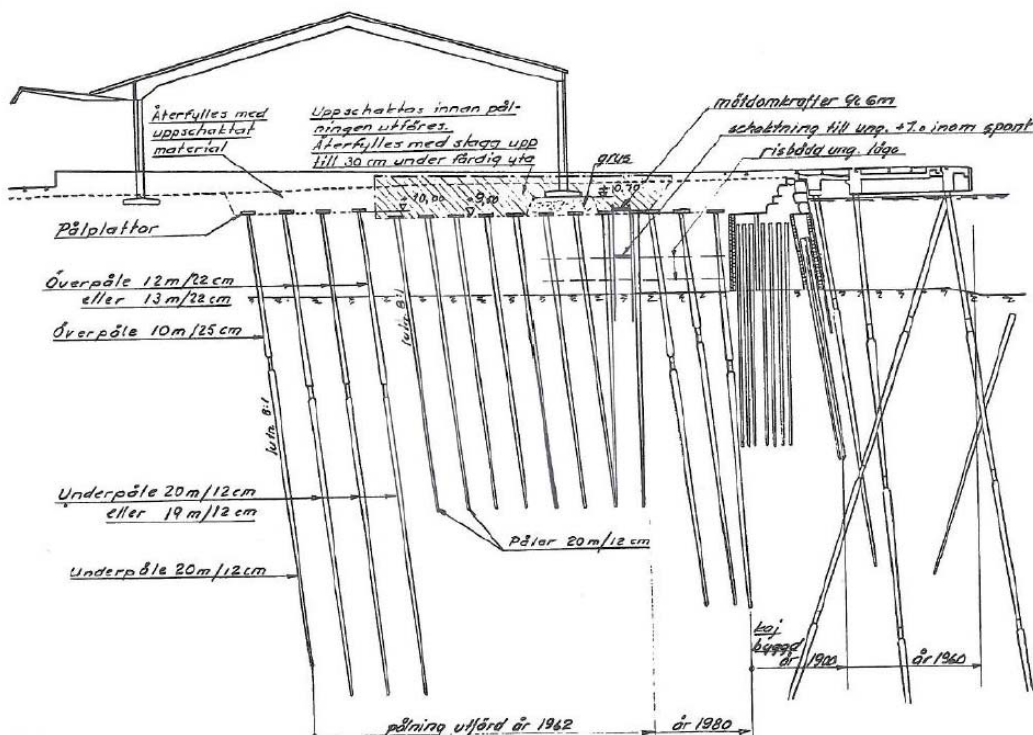
Figur 6. Principskiss av kajkonstruktionen och underhållsarbetena (från Under Ytans rapport)

Utmed Stenas färjeterminal i Göta älv utgörs den befintliga kajen av en pålad betongkonstruktion utanför den äldre kajkonstruktionen som finns kvar. Breddningen av den nuvarande kajen är utförd under slutet av 1950- talet och utgörs av ett ca 11 m brett betongdäck grundlagd på upp till ca 30 m långa träpålar. Lokalt innanför kajen utfördes även ett ca 30 m brett påldäck där kajskjul uppfördes, se *figur 7*, kajskjulen är idag rivna. Ytterligare kompletterande förstärkningsåtgärder av kajkonstruktionerna och omgivande mark utfördes kring 1979.



## Göteborgs Stad Fastighetskontoret

Inga nyliga utförda inspektioner av kajen befintliga skick har påträffats därmed är den befintliga kajens tillstånd/kondition okänd.



Figur 7. Nuvarande kajkonstruktion utmed Stenalines färjeterminal

Inom området är kajernas tillstånd sammanfattningsvis av en något varierande kvalitet men i stort sett i relativt gott skick. De flesta kajerna och broarna inspekteras kontinuerligt och ett omfattande kontrollprogram för sättningar och rörelseuppföljning är framtaget.

### 4. Erosion

I Swecos detaljerade stabilitetsutredningar från 2011 gjordes besiktningar med avseende på erosionen utmed både Göta älv och Rosenlundskanalen. Det konstaterades vid okulärbesiktningar att ingen synlig aktiv erosion pågår inom områdena som utgörs av olika typer av kajer och kajmurar. Inga dykinspektioner av eventuell pågående erosion för befintliga kajer har påträffats vid arkivsök hos Trafikkontoret som förvaltar kajkonstruktionerna inom området.

### 5. Översvämningsrisk

Marken från Götaleden i söder till Göta älv i norr ligger på nivåer mellan +1,6-+2, lokalt ligger Götaleden på en ännu lägre nivå. För att bland annat klara framtida prognostiserade förhöjda vattenstånd i Göta älv från dagens +/-0 till ca +0,7 år 2100 har Göteborg stad antagit en målsättning att golvnivån på bottenbjälklaget för nyproducerade byggnader skall ha en nivå på minst +2,8.

I dagsläget är rekommendationen att marknivån vid en nyexploatering närmast utmed Göta älv skall ha en nivå på minst +2,5 eller ett fungerande översvämningskydd.

Inom området pågår marksättningar redan idag och alla ytterligare tillskottslaster på marken kommer att generera ytterligare sättningar samt även påverka stabiliteten negativt mot Göta älv.

Hur skyddet mot förhöjda framtida prognostiserade vattennivåer lämpligast skall se ut får fortsatta utredningar visa.



## 6. Ledningar och hinder i mark

Inom hela det aktuella området återfinns diverse markförlagda ledningar med tillhörande anläggningar och kringutrustning. Befintliga ledningar inom området är fjärrvärme, fjärrkyla, gas, el, VA, tele och optoledningar. Ledningsstråken ligger på varierande djup under markytan och följer i huvudsak befintlig gatustruktur. Götatunneln och Götaleden går genom en betydande del av området, Trafikverket som förvaltar leden och tunneln och måste kontaktas innan en exploatering i närheten kan genomföras.

Rester från tidigare befästningarnas nedre delar och husgrunder från den tidigare bebyggelsen kan delvis finnas kvar under nuvarande gator och parkeringsytor och därmed utgöra ett hinder vid en ytterligare exploatering. Även förstärkingsåtgärder som pålning, bankpålning, fasiner mm för befintliga och äldre kajer närmast älven och kanalen finns kvar i okänd utbredning och omfattning.

## 7. Arkeologi

Med tanke på att området varit bebyggt och använt under lång tid är det historiskt intressant. Med största sannolikhet kommer en vidare exploatering behöva föregås av arkeologiska utredningar och undersökningar.

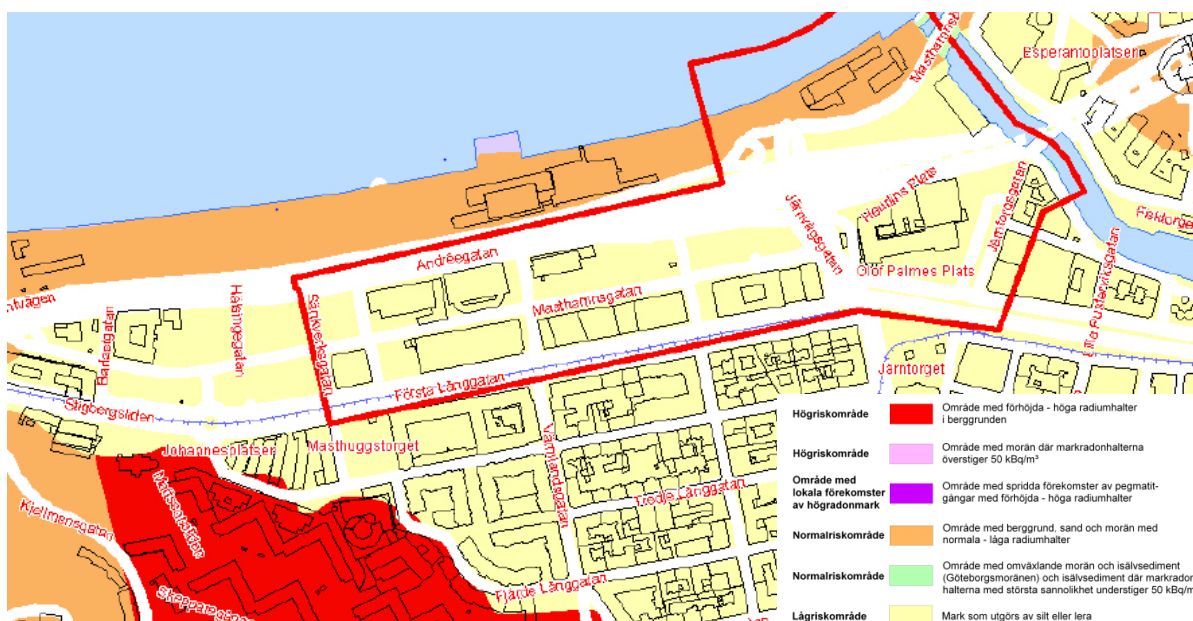
## 8. Förorenad mark

Inom i stort sett hela programområdet finns det risk för förorenad mark. En inventering utfördes 2001 av Miljöförvaltningen (Dnr 911/01) på uppdrag av Fastighetskontoret, i den konstaterades att fortsatta miljötekniska utredningar kommer att behöva utföras.

## 9. Radon

Enligt SGU:s översiktliga radonriskkarta är området klassificerat som låg-normalradonområde, se figur 5. Bergspartiet strax sydväst om det aktuella området är klassat som högriskområde.

På normalradonmark ska nya byggnader uppföras radonskyddande, dvs. en grundkonstruktion som inte har uppenbara otätheter mot markluft. Rör genomföringar i bottenplattan och eventuella källarytterväggar tätas.



Figur 5. Utdrag ur SGU:s översiktliga radonriskkarta.



## **10. Grundläggning**

Alla nya byggnader och tyngre konstruktioner inom området kommer att behöva pålgrundläggas på grund av den sättning-skänliga leran. I normalfallet kommer kohesionspålar bli aktuellt på grund av de stora lerdjupen. Endast lokalt kan det bli aktuellt med spetsburna pålar slagna till fast botten berg.

## **11. Sättning**

Sättningsförhållandena inom området är generellt sett ogynnsamma. Från det att området började fyllas ut fram till idag har stora sättningar redan utbildats. Sättningstakten har minskat men vissa sättningar pågår än idag. Sättningarna utbildas troligen både i befintliga fyllnadsmassor samt i den underliggande leran.

Enligt tidigare undersökningar och utredningar är leran inom området normal till svagt överkonsoliderad, vilket innebär att även mindre tillskottsbelastningar av marken kommer att öka marksättningarna. Större marklaster kan medföra sättningar som kan vara skadliga för t ex befintliga byggnader och ledningar samt ge ökade påhängslaster på befintliga pålar.

Ytterligare markbelastningar bör därför minimeras alternativt utförs sättningsreducerande åtgärder, sättningsreducerande metoder kan vara t ex påldäck, bankpålning, lättfyllning.

## **12. Geotekniska risker och omgivningspåverkan vid exploatering**

Vid en exploatering av markområdet kan flera risker identifieras som måste beaktas både under byggskedet och för de slutligen färdigställda anläggningarna. Riskhanteringen bör som en naturlig del ingå både i projekteringsarbetet som i utförandeskedet.

Följande risker har identifierats för detta projekt.

### **Stabilitet**

I kombination med befintliga jordlager, fyllning som överlagrar lera, och undervattenslänt i Göta älv måste risk för totalstabilitetsbrott beaktas vid projektering av blivande byggnadsverk och anläggningar. I bygg- och rivningsskede måste både total- och lokalstabiliteten beaktas för till exempel lokala djupare schakter, upplagsytor och tunga lyft. Vid temporär uppställning av kranar för tunga lyft måste både stabiliteten och markens bärighet kontrolleras.

Förstärkningsåtgärder behöver med största sannolikhet utföras för både permanenta och temporära skeden.

### **Sättningar**

Marken inom området är sättningsbenägen. All form av ökad markbelastning som t ex uppfyllnader eller grundvattensänkningar kommer att medföra långtidsbundna sättningar. Stora sättningar kan påverka och orsaka skador både på blivande och befintliga anläggningar.

Blivande exploatering måste projekteras med erforderliga åtgärder för att minimera sättningar i området för så väl permanenta och temporära skeden.

Nya byggnader och sättningskänsliga konstruktioner inom planområdet kommer att behöva pålgrundläggas. Vid pålgrundläggning skall negativ mantelfriktion beaktas (påhängslaster) till följd av pågående sättningar. Källarvåningar utförs lämpligen vattentäta för att minimera risken för en grundvattensänkning. Ledningsanslutningar till pålade byggnader görs flexibla för att kunna ta upp vissa sättningsdifferenser mellan oförstärkt mark och byggnad. Övergångar mellan pålade konstruktioner och omgivande oförstärkt mark, vid exempelvis entréer eller inom trafikerade ytor kan utföras med länkplattor för att minimera stora sättningsdifferenser.

Markuppfyllnader görs lämpligen med lättfyllning alternativt kan marken förstärkas med kc- pelare, påldäck, bankpålar för att klara att bära större marklaster.



# Göteborgs Stad

## Fastighetskontoret

### **Hinder i mark**

Inom det aktuella området finns en hel del befintliga grundkonstruktioner både från befintliga byggnader, konstruktioner och ledningsstråk mm. Det kan även förväntas att äldre grundläggningar från tidigare hamnkonstruktioner, befästningsverk mm kan ligga kvar i marken i okänd omfattning. Hinder som kan förväntas är bl a pålar och plattor, fundament, rustbäddar, kajkonstruktioner, fyllning mm. Götatunneln/leden går genom en relativt stor del av området, för en exploatering i närheten av tunneln och dess kringutrustning finns med största sannolikhet vissa restriktioner upprättade. Inför en exploatering måste detta stämmas av med Trafikverket som förvaltar tunneln och leden.

Vid en exploatering av området är risken påtaglig för konflikt mellan befintliga grundkonstruktioner och de nya blivande både permanenta och temporära konstruktionerna. Det är därför viktigt i den fortsatta projekteringen att försöka sammanställa alla befintliga grundkonstruktioners lägen och utformning inför projekteringen av området.

### **Förorenad mark**

Det föreligger osäkerhet om vilken omfattning jordmassorna innehåller föroreningar. Det måste därför utföras en miljöteknisk markutredning inför en eventuell exploatering. En sanering av förorenade områden innebär ofta stora kostnader.

### **Pålning- och schaktningsarbeten**

I byggskedet kan pål- och spontslagning, kc-pelarinstitutioner samt schaktning medföra risk för horisontella markrörelser, marksättningar och hävning samt markvibrationer.

Vid pålning/spontslagning nära befintliga markförlagda konstruktioner ökar risken för att markrörelser och skador kan uppstå. Riskreducerande åtgärder vid pålning kan vara proppdragning, installationsordning eller val av gynnsammare påltyp eller metod t ex borrade pålar.

Djupare schaktning kan påverka lokalstabiliteten, tillfälliga stödkonstruktioner måste dimensioneras för varje enskilt fall med hänsyn till bland annat befintliga jordlagars uppbyggnad och hållfasthet, förekommande belastningar som upplag och pågående trafik intill schakt mm.

Behöver spontkonstruktioner bakåtförankras med dragstag kan även ett relativt stort område utanför själva schaktområdet komma att beröras.

En kompletterande miljöteknisk markutredning måste utföras inom fyllnadsområdet.

### **Skador p g a markvibrationer**

Markvibrationer blir som störst inom områden med lösa jordar som lera vilket planområdet utgörs av till stora delar och uppkommer i samband med vibrerande arbeten som packning, pålning, spontning, sprängning och tunga transporter. Närliggande anläggningar som kan behöva beaktas är alla typer av markförlagda ledningar samt nya och befintliga konstruktioner/byggnader.

### **Planering och samordning i byggskedet**

Stora markarbeten i bebyggda områden med begränsad yta och tid innebär att arbetena blir relativt komplexa att utföra. Det kommer därmed att ställas stora krav på planering, samordning och kontrollprogram i byggskedet. Även logistiken för alla typer av transporter bland annat byggmaterial, tillfällig omläggning av trafik mm kommer att kräva noggrann planering.

Om ovanstående punkter avseende geotekniska risker tas i beaktande vid detaljprojekteringen av området föreligger inga hinder att området skall kunna exploateras ytterligare.

Liknande stora komplexa byggprojektet har utförts i Göteborgsregionen tidigare och förhållandena som råder inom det aktuella området är inte på något vis exceptionella. Det finns stor erfarenhet hos entreprenörerna att utföra och bedriva sådana här projekt på ett säkert och tillfredställande sätt.



### ***13. Slutsatser och sammanfattning***

Ursprungligen utgjordes området utmed Göta älv av vassbevuxna strandområden som successivt från 1700- talet fyllts ut och älven har muddras för att anpassas till de med tiden förändrade verksamheterna.

Då användningsområdena och byggnationen har skiftat under årens lopp finns både många äldre och nyare förstärkningsåtgärder, konstruktioner, installationer och anläggningar i marken. Hänsyn kommer att behöva tas till dessa vid ytterligare exploatering av området. Arkeologiska utredningar kommer förmodligen att behöva utföras.

Omläggning av diverse ledningar och rivning av markförlagda konstruktioner kommer med största sannolikhet att bli nödvändiga. På grund av den sättning-skänliga marken kommer tyngre konstruktioner och installationer att behöva pågrundläggas med kohesionspålar, på grund av de stora lermäktigheterna. Vid ytterligare markbelastningar behöver förstärkningsåtgärder vidtas för att sättningstakten inte ska tillta.

Stabiliteten mot Rosenlundskanalen och Göta älv är kontrollerad för detaljerad utredningsnivå och kan i dagsläget inte anses helt tillfredställande. Stabilitetsförhållandena måste därmed utredas vidare inom det fortsatta planarbetet.

Inom området är de synliga delarna av kajernas och kajmurarnas tillstånd av en något varierande kvalité men i stort sett i relativt gott skick, vissa underhållsarbeten kommer dock att behöva utföras. För att få en helhetsbild av befintliga kajkonstruktioners tillstånd kommer kompletterande dykbesiktningar för det fortsatta utredningsarbetet att bli nödvändiga.

Ur geoteknisk synvinkel kan området mycket väl exploateras och förtätas ytterligare med diverse byggnationer och anläggningar om hänsyn tas till ovanstående punkter.