



Göteborgs Stad

Fastighetskontoret

Geoteknisk utredning

Datum: 2019-10-16

FK Diarienummer: 1125/13

Exploateringsavdelningen

Handläggare: Andris Vilumson

Telefon: 031-368 12 25

E-post: andris.vilumson@fastighet.goteborg.se

Detaljplan för Gamlestads torg etapp 2 inom stadsdelen Gamlestaden, i Göteborg

GEOTEKNISK RAPPORT



Aktuellt planområde

1. Innehåll

1.	Planens syfte och huvuddrag	3
2.	Områdesbeskrivning	3
3.	Geotekniska utredningar	3
4.	Befintliga markförlagda ledningar	3
5.	Geotekniska förhållanden för planområdet	3
5.1	Jordens egenskaper	4
5.2	Geohydrologi	5
5.3	Sättningar allmänt	5
5.4	Stabilitet utmed Säveån	5
5.5	Erosion	5
5.6	Slutsatser och rekommendationer avseende stabiliteten	6
6.	Översvämningsrisk	8
7.	Radon	9
8.	Geotekniska risker vid en exploatering	9
9.	För projektet har följande geotekniska risker identifierats.	9
9.1	<i>Stabilitet</i>	9
9.2	<i>Sättningar</i>	10
9.3	<i>Översvämningsrisk</i>	10
9.4	<i>Hinder i mark</i>	10
9.5	<i>Luftburna ledningar</i>	10
9.6	<i>Pålning- och schaktningsarbeten</i>	10
9.7	<i>Markvibrationer</i>	11
10.	<i>Planering och samordning i byggskedet</i>	11
11.	Sammanfattning och slutsatser avseende geotekniska risker vid byggskedet	11

Bilaga 1	Projekterings-PM Geoteknik, GAMLESTADEN ETAPP 2 Stabilitetsutredning längs Säveån, delen Gamlestadsvägen – Hornsgatan, SWECO
Bilaga 2	Delar av PM Hydrogeologisk undersökning inklusive provpumpning, SWECO

1. Planens syfte och huvuddrag

Syftet med den geotekniska utredningen har varit att klargöra markens lämplighet för ändamålen enligt detaljplaneförslaget, den södra delen, med avseende på de geotekniska förhållandena. Utredningen har bland annat utrett förutsättningar för grundläggning av nya byggnader och anläggningar inom området samt klarläggande av stabilitetsförhållandena inom detaljplaneområdet. Den norra delen av planområdet redovisas i ett separat PM.

Parallellt med planarbetet pågår en tillståndsansökan enligt Miljöbalken (Mål nr M 4841-17) för de åtgärder som bedöms utgöra vattenverksamhet exempelvis ny bro och rivning av viadukt.

2. Områdesbeskrivning

Planområdet ligger inom stadsdelen Gamlestaden och är en del av ett stort stadsutvecklingsområde som pågår just nu.

Stora delar av planområdet utgörs av trafikområden och hårdgjorda ytor med bland annat en större vägbro samt en gångcykelbro över Sävån. Spårvägen går i öst-västlig riktning strax norr om Sävån. Grönytor och träd återfinns till största del utmed Sävån men även sporadiskt inom området. I planområdets östra del vid Banérsparken finns en befintlig byggnad som är från slutet av 1920 – talet.

Marken inom området är generellt sett plan med endast mindre lokala nivåvariationer, marknivåerna varierar mellan ca +1,5 till +4,5. Lokalt större nivåskillnader förekommer från vägbron över Sävån och dess på- och avkörningsramper samt ner mot Sävån. Vägbron med dess avfartsramper, stödmurar mm är pågrundlagda, se vidare *Projekterings-PM Geoteknik, bilaga 1*.

3. Geotekniska utredningar

Som underlag för information om befintliga jordlager och geotekniska egenskaper m.m. inom detaljplaneområdet har varit tidigare utförda geotekniska utredningar framtagna av olika konsulter använts. Merparten av de geotekniska rapporterna är framtagna inför olika detaljplaner inom området samt grundläggning inför byggnation. Detta underlag kan man till viss del finna i ett separat PM är framtagen av SWEKO som behandlar stabiliteten utmed delen Gamlestadsvägen-Hornsgatan. I PM:et redovisas även befintliga och planerade anläggningars grundläggning mm, *Projekterings-PM Gamlestaden etapp 2 från SWEKO, bilaga 1*.

Underlaget är omfattande och är utförda under en lång tidsperiod, vissa av utredningarna är bara något år gamla. Då använt underlag är omfattande redovisas inte alla utredningarna i denna rapport, önskas redogörelse av använt underlag lämnas detta ut på begäran.

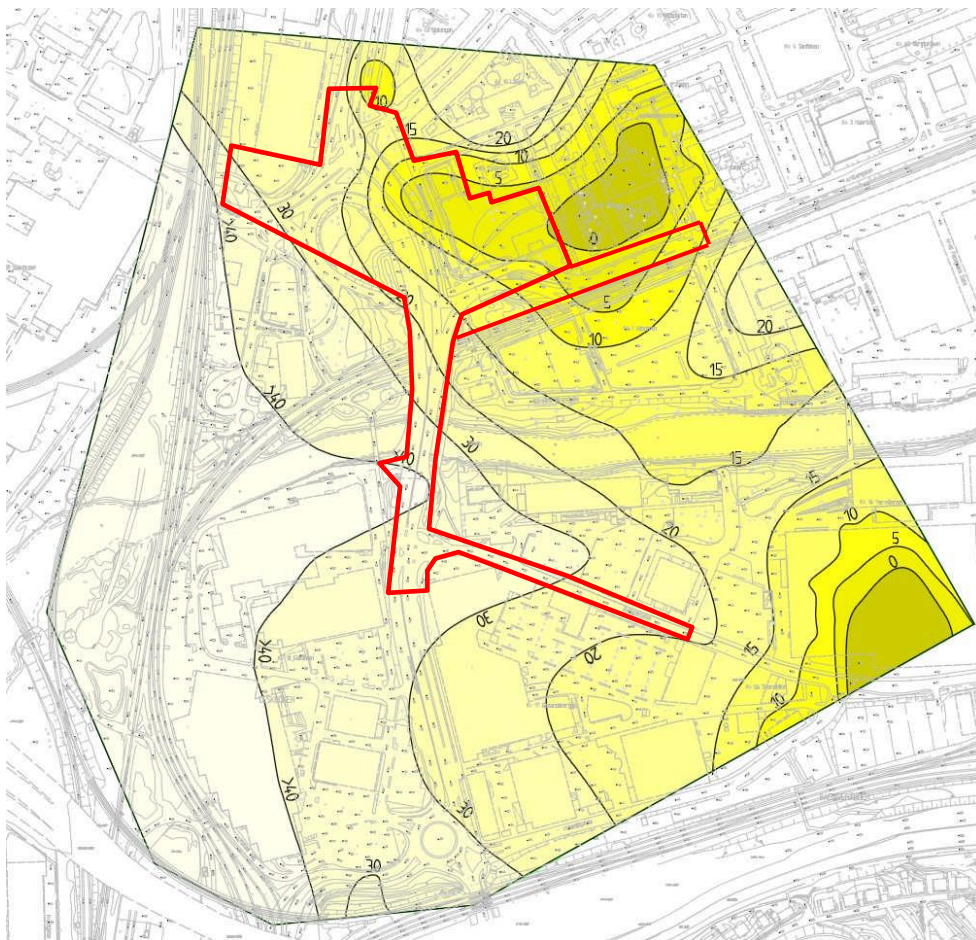
4. Befintliga markförlagda ledningar

I denna rapport har det inte tagits fram något underlag för befintliga markförlagda ledningar och installationer. Då området varit exploaterat en längre tid måste det förväntas en relativt stor omfattning av befintliga markförlagda ledningar och diverse installationer. Vid den blivande exploateringen och förändring av området kommer stora delar av befintliga ledningssystem sannolikt att behöva läggas om och kompletteras. En separat utredning tas fram inom ramen för detaljplanarbetet.

5. Geotekniska förhållanden för planområdet

Inom planområdet utgörs jordlagerföljden generellt överst av fyllnadsjord bestående av sten, grus, sand och lera med en varierande mäktighet av ca 1-3 meter. De naturligt avsatta jordlagren under fyllningen utgörs av lera med varierande mäktighet, leran underlagras av friktionsjord med varierande mäktighet ovan berg. Inom den nordöstra delen går friktionsjorden i stort sett upp till markytan, sannolikt är detta en del av den

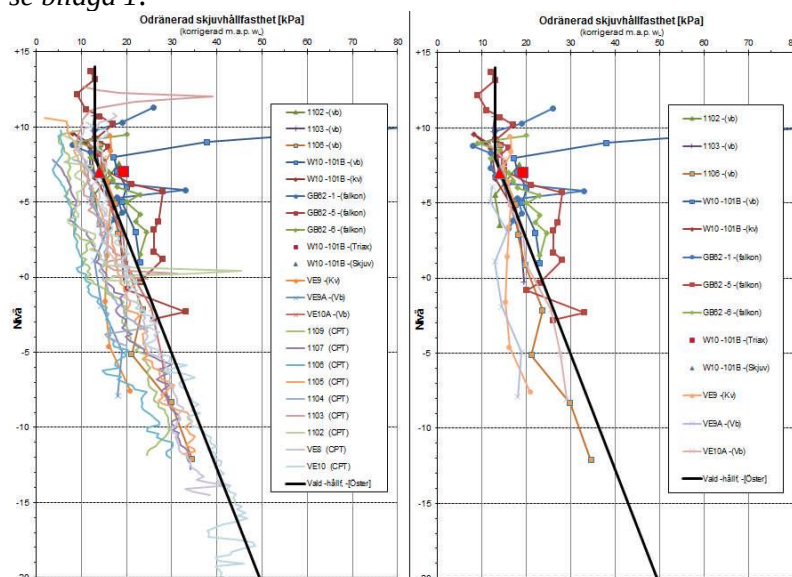
s.k. göteborgsmoränen och här är friktionsjordens mäktighet stor. Lermäktigheten inom planområdet varierar mellan ca 5-40 m, se figur 1.



Figur 1. Ungefärliga lerdjup

5.1 Jordens egenskaper

Den odränerade skjuvhållfastheten (τ_{fu}), korrigerad med avseende på konflytgränsen har utvärderats till ca 13 kPa ner till nivån ca +8 (vilket motsvarar ca 5 m under befintlig markyta). Därunder ökar skjuvhållfastheten mot djupet med ca 1,3 kPa/m, se figur 2. För lerans egenskaper närmast utmed Säveån, se bilaga 1.



Figur 2. Utvärdering lerans skjuvhållfasthet

5.2 Geohydrologi

Grundvattenytans läge återfinns generellt i överkant av den lösa leran, dvs. i allmänhet på 1 till 2 meters djup under markytan. Från den fria vattenytan är portrycksfördelningen i leran mestadels hydrostatisk ned till 3 à 6 meters djup. Därifrån bedöms portrycksökningen öka konstant med djupet ned till rådande grundvattentryck i friktionsjorden under leran (dvs. den undre akvifären). Grundvattentrycken i denna akvifär varierar över tid och styrs bl.a. av nederbörd och tillrinning från omgivande bergspartier. Tidigare utförda mätningar av trycknivå i friktionsjorden visar generellt att ett svagt poröverttryck råder i den undre akvifären. Vid de lägre liggande delarna utmed Säveån har artesiskt grundvattentryck uppmätts, *se bilaga 1*.

En separat Hydrogeologisk undersökningsrapport har tagits fram av Sweco som behandlar isälvsavlagringen i nordöst, *Markteknisk undersökningsrapport/Hydrogeologi, bilaga 2*.

5.3 Sättningar allmänt

Leran inom området är normalkonsoliderad. Troligtvis pågår krypsättningar i de övre jordlagren inom hela området. Konsolideringsförhållandena har inte utretts mer i detalj i denna utredning.

Ytterligare markbelastningar vid en exploatering bör undvikas/minimeras. Nya broar, vägramper, byggnader med fler än ett våningsplan måste sannolikt på grundläggas. Mindre lättare byggnader i ett plan kan eventuellt grundläggas med hel bottenplatta i befintliga jordlager med nuvarande marknivåer alternativt kompensationsgrundläggas. Även lokalgator, parkeringsytor mm om dessa nivåmässigt skall höjas kan behöva anläggas med någon sättningsreducerande metod.

Vilken sättningsreducerande grundläggningsmetod som är tekniskt och ekonomiskt bäst lämpad måste utredas vid detaljprojekteringen när den exakta utformningen och blivande lägen och nivåer för byggnader, mark och konstruktioner har fastställts.

5.4 Stabilitet utmed Säveån

Stabiliteten utmed Säveåns båda sidor inom planområdet har utretts av SWECO, fördjupad utredning, *se bilaga 1*. I rapporten redovisas befintlig stabilitet samt förslag på stabilitetshöjande åtgärder inför planläggning.

5.5 Erosion

Inom detaljplaneområdet ligger endast befintlig vägbros landfästen utmed Säveån. Båda brofästena samt strandområdena närmast brofästena är på båda sidor av ån erosionsskyddade med stödmurar samt vid sidorna av samkross, murar och växtlighet/samkross närmast ån, *se foto 1 och 2*. Erosionsskydden har utmed Säveån besiktigats okulärt. Erosionsskydden vid brostöden och de närmast intilliggande områdena har bedömts vara av fullgod kvalitet. I samband med byggandet av den nya bron kommer ett nytt erosionsskydd dimensioneras och läggas ut i enlighet med gällande bronorm.



Foto 1. Befintlig vägbros norra landfäste



Foto 2. Befintlig erosionsskydd öster om befintlig vägbro norra sida

5.6 Slutsatser och rekommendationer avseende stabiliteten

Den fördjupade stabilitetsutredning visar att stabiliteten inom delar av utredningsområdet inte uppfyller de rekommendationer som ges i IEG rapport 4:2010 för befintlig bebyggelse. Detta gäller i ett område norr om Säreån, där Säreåns Strandgata svänger och går parallellt med ån, samt i ett område söder om ån i anslutning till fastigheten Bagaregården 16:8, precis öster om den befintliga Gamlestadsvägen. För att förbättra stabiliteten i de delar av området med otillfredsställande stabilitet erfordras någon form av stabilitetsförbättrande åtgärd. Utredningar har visat att det inte är lämpligt att utföra sådana åtgärder enbart i vattenområdet, genom utfyllnader, tryckbankar och erosionsskydd, då detta skulle få för stor hydraulisk påverkan. Det har även undersökts erforderlig omfattning av avlastningsschakter på landsidan, för att uppfylla IEG rapport 4:2010's rekommendationer för befintlig bebyggelse. Andra åtgärder som t.ex. kcpelare eller bankpålning skulle också kunna fungera som stabilitetshöjande åtgärd. Avlastningsschakter bedöms dock vara det billigaste alternativet.

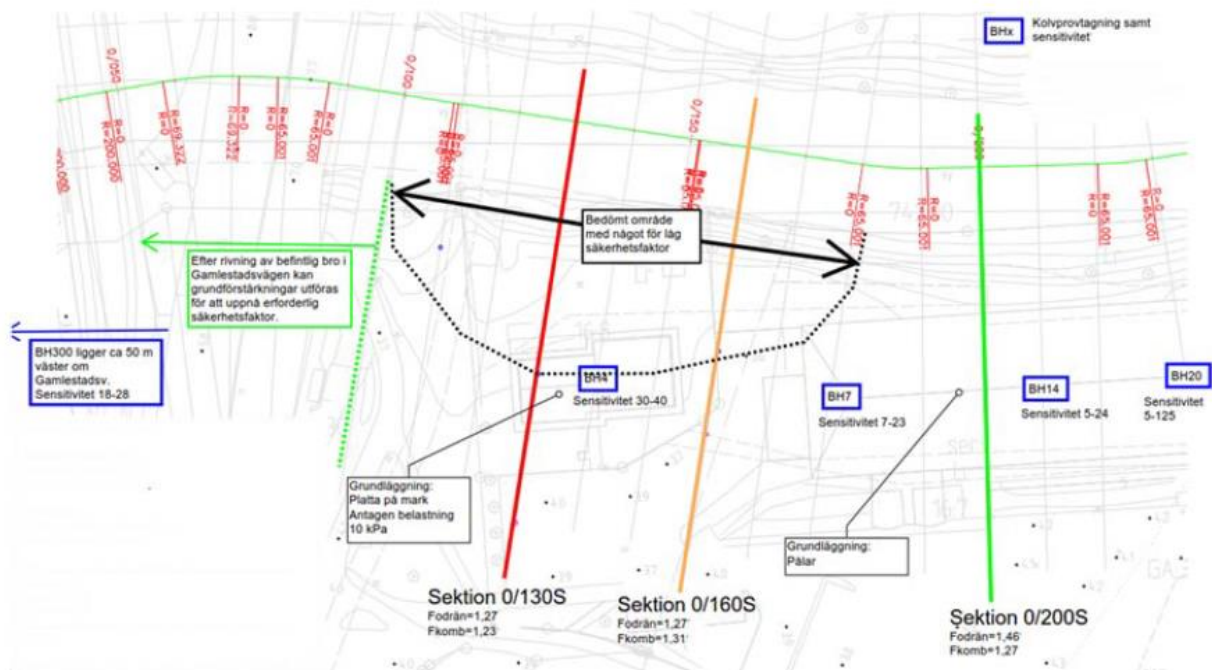
Norr om Säreån, utanför planområdet, föreslås en avlastningsschakt utföras till nivåer ca +2,2 till +2,5 inom området i *figur 3*. I första hand för att förhindra ett initialskrev för befintliga förhållande och därmed även förhindra sekundärskrev som skulle kunna komma att påverka planområdet. I samband med schakter ska befintliga ledningar beaktas. Längst denna sträcka har nya bedömningar av befintligt erosionsskydd gjort, erosionsskyddet utgörs av en relativt tät trädråd och växttäck och även utlagt bergkrossmaterial, se *foto 2*. Befintligt erosionsskydd bedöms därmed som fullgott och behöver inte kompletteras.



Figur 3 Grundkarta respektive ortofoto. Ungefärligt område där avlastningsschakt föreslås är markerat med rött.

På den södra sidan av Sävån, vid fastigheten Bagaregården 16:8, äger kommunen inte marken. Det rekommenderas att kommunen informerar markägarna samt Kretslopp och Vatten, vars 1600-ledning löper längs med ån, angående resultatet av utförd stabilitetsutredning. Bedömt område med något för låg säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott redovisas i figur 4.

I området öster om Gamlestadsvägen finns tecken på måttlig erosion.

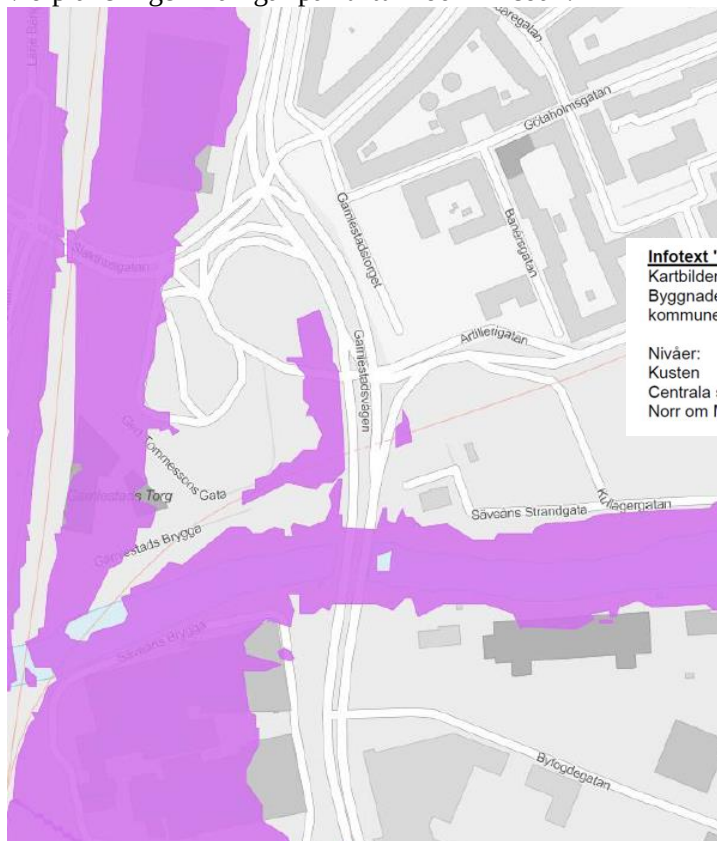


Figur 4. Södra sidan av ån. Bedömt område med något för låg säkerhetsfaktor.

I samband med detaljplanläggning samt höjningar av marknivåer vid Gamlestadens fabriker och ny vägbro för Gamlestadsvägen kommer geotekniska förstärkningsåtgärder erfordras bakom stödmuren respektive brostöden. Även i området för befintlig bro för Gamlestadsvägen kommer det troligtvis erfordras kompletterande geotekniska förstärkningsåtgärder. Omfattningen och lämplig typ av grundförstärkning beror dels på önskad nivåsättning, som inte är klarlagd i skrivande stund, men även på att det måste säkerställas att detaljplaneområdet ej kan påverkas av glidytor med för låg säkerhet. I anslutning till ny bro och ny stödmur ska erosionsskydd utföras enligt TRVK Bro och TK Geo. Det rekommenderas även utläggning av ett erosionsskydd i slänter efter rivning av befintlig bro för Gamlestadsvägen. I området öster om Gamlestadsvägen finns tecken på måttlig erosion.

6. Översvämningsrisk

Delar av planområdet ligger inom riskområdet som kan komma att påverkas av framtida prognostiserade förhöjda vattennivåer och därmed riskerar att drabbas av översvämnningar i framtiden. I den fortsatta planeringen av området måste därför översvämningsrisken beaktas, områden och nivåer som skall beaktas vid planeringen framgår på karta 1 och 2 nedan.



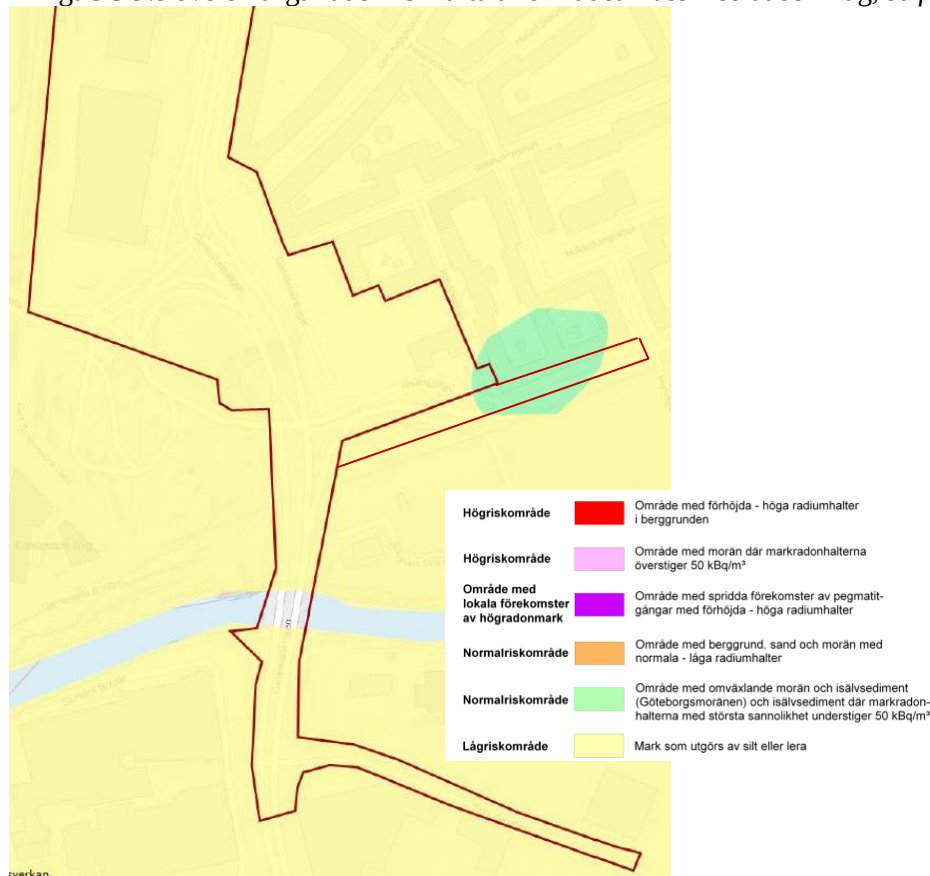
Karta 1. Tillgänglighet



Karta 2. Samhällsviktiga funktioner

7. Radon

Enligt SGU:s översiktliga radonriskkarta är området klassificerat som låg, se figur 5.



Figur 5. Utdrag ur SGU:s översiktliga radonriskkarta.

8. Geotekniska risker vid en exploatering

Inom området planeras bland annat rivning av befintliga anläggningar som broar och ramper, anläggning av nya vägar, trafikplatser, det planeras även förtätning med bostäder och skola mm.

Den planerade exploateringen kommer att medföra omfattande rivnings, schaktnings- och förstärkningsarbeten, lokalt sannolikt djupare schakter, uppfyllnader, tunga lyft som ställer krav på markens bärighet, påslagning, omläggning- och komplettering av ledningar mm. Denna typ av arbeten är alltid förknippade med vissa risker.

Planering och projektering för exakt omfattning och utformning, lägen och nivåer mm av blivande exploateringen pågår. I och med att projektet fortskrider och beslut om hur exploateringen skall se ut kommer kompletterande geotekniska utredningar behöva utföras. De geotekniska utredningarna skall bl. a. klarlägga dimensioneringsförutsättningarna för grundläggning, förstärkningsåtgärder, stabilitet mm för arbetsskedet och blivande förhållanden.

9. För projektet har följande geotekniska risker identifierats.

9.1 Stabilitet

I kombination med befintliga jordlager, fyllning som överlagrar lera, måste risk för stabilitetsbrott beaktas vid projektering av blivande permanenta byggnadsverk och anläggningar utmed Säveån samt vid större marknivåskillnader inom planområdet.

I ett bygg- och rivningsskede måste framförallt lokalstabiliteten beaktas för till exempel lokala djupare schakter, vägbankar, upplagsytor och tunga lyft. Vid temporär uppställning av t ex kranar för tunga lyft måste både stabiliteten och markens bärighet kontrolleras.

Förstärkningsåtgärder kommer att behöva utföras för permanenta skeden och eventuellt även för temporära skeden. Vilka åtgärder som är lämpligast i de olika skedena får utredas i detaljprojekteringen, *se kap 5.6 samt bilaga 1*.

9.2 Sättningar

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

Blivande exploatering måste projekteras med erforderliga åtgärder för att minimera sättningar i området för så väl permanenta och temporära skeden. Sättningskänsliga konstruktioner som byggnader, broar, väg- och spårbankar, ledningar i mark mm kommer i varierande omfattning att behöva utföras med sättningsreducerande åtgärder. Sättningsreducerande åtgärder som kan tillämnas är t ex pålning, kalk-cementpelare, olika typer av lättfyllning, bankpålning, påldäck. Vid pålgrundläggning kan negativ mantelfriktion behöva beaktas (påhängslaster).

9.3 Översvämningsrisk

Hur området skall skyddas mot framtida prognostiserad risk för översvämning kommer att utredas inom ramen för planarbetet.

9.4 Hinder i mark

Vid en exploatering kan en del av befintliga ledningssystem behöva läggas om och kompletteras. Utöver befintliga ledningar kommer det att efter erforderlig rivning finnas kvar markförlagda hinder som t ex pålar, grundkonstruktioner, bankpålningar, fundament, rustbäddar mm. Delar av befintliga grundförstärkningar framgår i *bilaga 1*.

9.5 Luftburna ledningar

Spårvägen som går tvärs planområdet är elektrifierad, vid arbeten nära kontaktledningar skall spårägarens regelverk följas.

9.6 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 borrar pålar.

Djupare schaktning påverkar lokalstabiliteten, tillfälliga stödkonstruktioner måste dimensioneras för varje enskilt fall med hänsyn till bland annat förekommande belastningar som upplag och pågående trafik intill schakt mm. Behöver spontkonstruktionen bakåtförankras med dragstag kan även ett relativt stort område utanför själva schaktområdet komma att beröras.

9.7 Markvibrationer

Markvibrationer blir som störst inom områden med lösa jordar som lera vilket planområdet utgörs av till stora djup 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.

10. Planering och samordning i byggskedet

Stora mark- och rivningsarbeten kommer att behöva utföras i samband med att planerad exploatering skall kunna genomföras. Det kommer att ställas stora krav på planering och samordning för kommande arbeten.

Det är viktigt i byggskedet att entreprenören beaktar alla risker och upprättar relevanta bygghandlingar och kontrollprogram.

11. Sammanfattning och slutsatser avseende geotekniska risker vid byggskedet

För att området skall klara planerad exploatering kommer det att krävas vissa förstärkningsåtgärder av befintlig mark.

Det aktuella området är till största delen utfyllt, konstaterade fyllningsmaktigheter varierar mellan 1-3 meter. Fyllningen underlagras generellt av lös sättningsskänslig lera generellt till relativt stora djup. Marken är sättningsskänslig vid belastning vilket medför att det kommer att krävas förstärkningsåtgärder av marken beroende på eventuell höjning av marknivåerna. Vid djupa schakter fört. ex. källare kommer det sannolikt att krävas tillfälliga stödkonstruktioner. Omläggning- och komplettering av diverse ledningar kommer också att bli nödvändiga.

För att klara tillgängligheten till befintliga fastigheter och trafiken i ett byggskede kommer tillfälliga lösningar att bli nödvändiga.

Ur geoteknisk synvinkel kan planerad exploatering utföras om ovanstående punkter avseende geotekniska risker tas i beaktande vid detaljprojekteringen. I samband med bygglov/marklov och startbesked kommer det att krävas projektanpassade geotekniska utredningar samt detaljprojektering som visar lämpligaste grundläggningsförfarandet för blivande exploatering med hänsyn till markbelastningar, sättningar och stabilitet.

Stora komplexa byggprojektet pågår redan inom Gamlestadsområdet.

PROJEKTERINGS-PM GEOTEKNIK

TRAFIKKONTORET GÖTEBORGS STAD

GAMLESTADEN ETAPP 2

Stabilitetsutredning längs Sävån, delen Gamlestadsvägen - Hornsgatan

UPPDRAGSNUMMER 2346028

2017-09-22

SWECO CIVIL GEOTEKNIK

Ändringsförteckning

VER.	DATUM	ÄNDRINGEN AVSER	GRANSKAD	GODKÄND

Innehållsförteckning

1	Allmänt.....	1
2	Objektbeskrivning.....	1
3	Underlag för Projekterings-PM.....	5
3.1	Historik stabilitetsutredningar	5
3.2	Historik lodningar	8
3.3	Övrigt underlag.....	8
4	Styrande dokument	9
5	Geoteknisk kategori.....	9
6	Höjdsystem.....	10
7	Geoteknisk översikt.....	10
7.1	Topografi, områdesbeskrivning samt befintliga och planerade anläggningar.....	10
7.2	Geotekniska förhållanden	18
7.2.1	Jordlagerföljd	18
7.2.2	Skrymdensitet, vattenkvot, konflytgräns och sensitivitet.....	18
7.2.3	Odränerad skjuvhållfasthet	19
7.2.4	Konsolideringsförhållanden.....	19
7.3	Hydrogeologiska förhållanden.....	19
7.4	Erosionsförhållanden i Säreån.....	20
8	Stabilitet.....	24
8.1	Allmänt	24
8.2	Säkerhetsrekommendationer	24
8.3	Beräkningsförutsättningar	25
8.3.1	Geometri	25
8.3.2	Materialparametrar.....	25
8.3.3	Grundvatten, portryck och vattennivå	26
8.3.4	Marklaster	26
8.4	Stabilitetsanalyser	27
8.4.1	Öster om Gamlestadsvägen, befintliga förhållanden	27
8.4.2	Öster om Gamlestadsvägen, stabilitetsförbättrande åtgärder	28
8.4.3	Broar och stödmurar i anslutning till Gamlestadsvägen.....	29
8.5	Känslighetsanalys	34

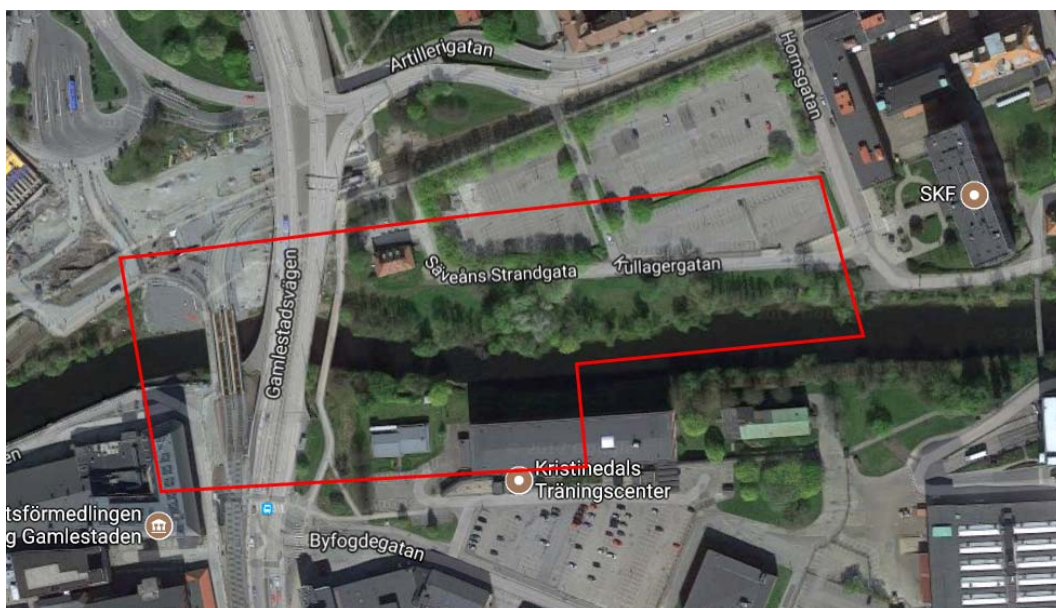
9	Dimensionering och utformning av erosionsskydd.....	34
9.1.1	Broar och stödmurar i anslutning till Gamlestadsvägen.....	34
9.1.2	Öster om Gamlestadsvägen	35
10	Slutsatser och rekommendationer.....	36

Bilagor

<i>Beteckning</i>	<i>Datum</i>	<i>Rev.datum</i>	<i>Sidor</i>
Bilaga 1 Detaljplan för Gamlestadsvägen torg. Plankarta 1	2011-11-04 /2017-09-14		1
Bilaga 2 Sammanställning av materialparametrar samt översikt förekomst av kvicklera			10
Bilaga 3 Portrycksprofiler, grundvattenobservationer, vattenståndsnivå i Torshamnen			3
Bilaga 4 Befintliga grundförstärkningar			10
<i>Bilaga 5 Stabilitetsberäkningar:</i>			
Bilaga 5A Stabilitetsberäkningar för befintliga förhållanden öster om Gamlestadsvägen			36
Bilaga 5B Stabilitetsberäkningar med olika åtgärder för att förbättra stabilitetsförhållanden öster om Gamlestadsvägen			24
Bilaga 5C Stabilitetsberäkningar i anslutning till konstruktioner vid Gamlestadsvägen			25
Bilaga 6 PM Geoteknik, Fördjupad stabilitetsutredning längs Sävåån, delen Gamlestadsvägen-Hornsgatan.	2015-06-09	2015-12-15	68

1 Allmänt

På uppdrag av Trafikkontoret Göteborgs Stad (TK) har Sweco Civil AB utfört en kompletterande geoteknisk stabilitetsutredning längs Sävån, på delsträckan Gamlestadsvägen – Hornsgatan, inom uppdrag med genomförandestudie och tillståndsansökan för utbyggnad av broar och stödmurar i Gamlestaden, Göteborg. Se Figur 1 för aktuellt utredningsområde.



Figur 1 Aktuellt utredningsområde markerat med rött. Utdrag ur Google Maps.

Längs aktuell delsträcka av ån har Sweco tidigare utfört både detaljerade och fördjupade stabilitetsutredningar för olika detaljplaner i anslutning till Gamlestadstorg, se kapitel 3.1 nedan. Denna kompletterande utredning initierades eftersom kommunen önskade en förtätning av beräkningssektioner, för att kunna ringa in områden med behov av grundförstärkning bättre, samt eftersom kommunen ville flytta tidigare föreslagen gräns för detaljplan Gamlestadstorg etapp 2. Uppdaterade stabilitetsberäkningar motiverades även av att nya lodningar av ån har utförts, se kapitel 3.2 nedan.

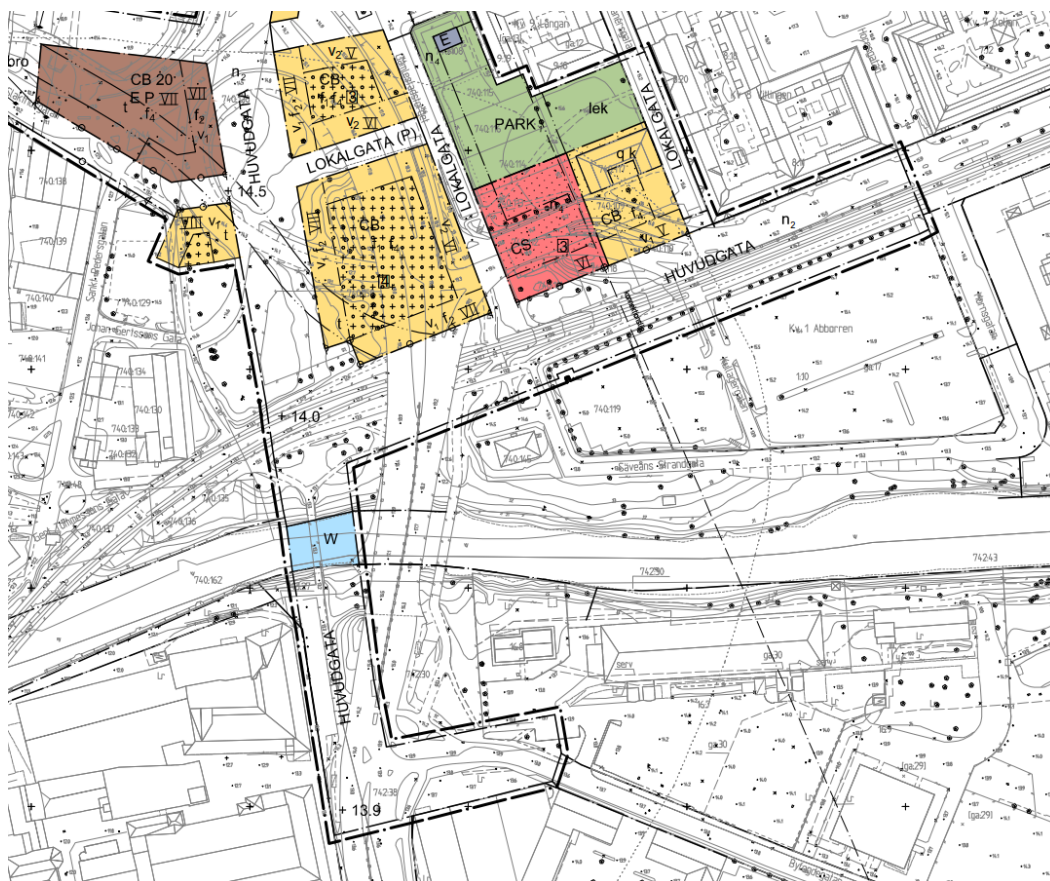
2 Objektbeskrivning

Stadsdelen Gamlestaden genomgår en omfattande förändring i syfte att skapa en blandstad med ett varierande innehåll av kontor, bostäder, kultur- och fritidsaktiviteter och service. Göteborgs Stad, i samarbete med andra aktörer, tar fram detaljplaner för olika områden i Gamlestaden i anslutning till Sävån. Aktuellt utredningsområde sträcker sig genom två olika detaljplaner; detaljplan för Gamlestadens fabriker och detaljplan Gamlestadstorg etapp 2, se Figur 2 och Figur 3, samt angränsar till detaljplan för förlängningen av Hornsgatan, se Figur 4. Huvuddelen av sträckan befinner sig dock

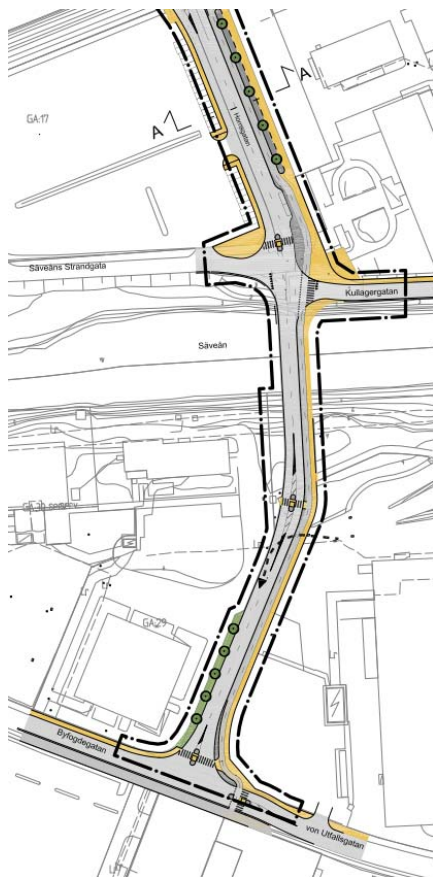
utanför områden som ska detaljplanläggas, och klassas därmed som befintlig bebyggelse. Huvuddelen av sträckan består av naturmark närmast ån, och ovanför det finns gator, parkeringsytor eller byggnader, se t.ex. Figur 5.



Figur 2 Utdrag ur skiss situationsplan för Gamlestadens fabriker, daterad 2017-04-25.



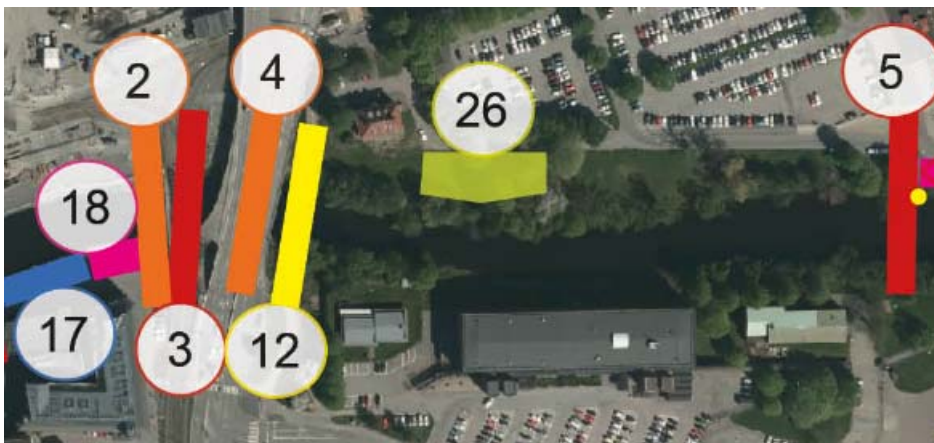
Figur 3 Utdrag ur plankarta för Gamlestads torg etapp 2, erhållen från kommunen 2017-09-14.



Figur 4 . Utdrag ur illustrationsritning för förlängning av Hornsgatan, utkast 2017-03-06.

För att genomföra detaljplanerna kommer det att vara nödvändigt att riva några av de befintliga broarna över Säveån, anlägga nya broar, stödmurar, erosionsskydd och geotekniska förstärkningsåtgärder. Åtgärderna beskrivs vidare i den tekniska beskrivning som har upprättats av Sweco under 2017 för utbyggnaden av broar och stödmurar i Gamlestaden, som en bilaga till ansökan om tillstånd för vattenverksamhet [9]. Föreliggande stabilitetsutredning har legat till grund för beskrivningen av erforderliga geotekniska förstärkningsåtgärder i den tekniska beskrivningen.

I Figur 5 nedan syns en översiktsbild med befintliga och planerade anläggningar inom och i anslutning till aktuellt utredningsområde.



Figur 5 Befintliga och planerade anläggningar inom aktuellt utredningsområde:

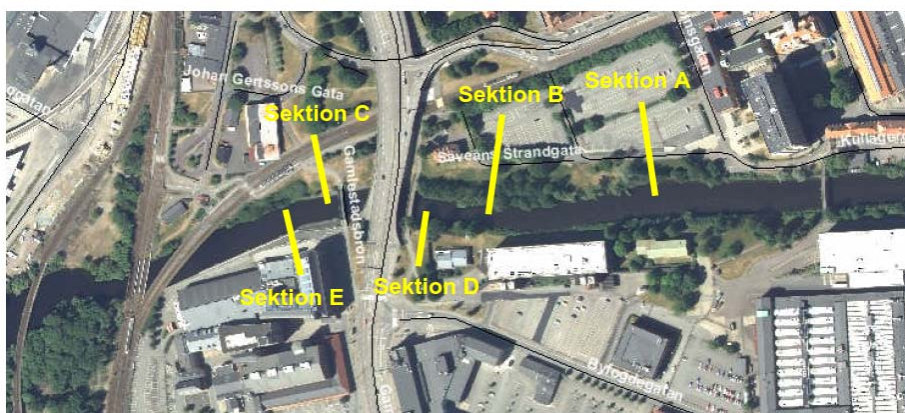
- 2. Befintlig gång- och cykelbro – ska rivas
- 3. Ny vägbro för Gamlestadsvägen
- 4. Befintlig bro för Gamlestadsvägen – ska rivas
- 5. Ny vägbro för Hornsgatan
- 12. Befintlig gång- och cykelbro öster om Gamlestadsvägen
- 17. Befintlig stödmur
- 18. Befintlig L-stödmur och ny stödmur
- 26. Geotekniska förstärkningsåtgärder (planerade)

3 Underlag för Projekterings-PM

3.1 Historik stabilitetsutredningar

- [1] Gamlestads torg och Gamlestadens fabriker, Göteborg. Geoteknisk utredning för detaljplan. PM Geoteknik. Upprättad av Sweco. Daterad revidering A 2012-08-31. Uppdragsnummer 2305440-001.

I [1] har en detaljerad stabilitetsutredning utförts, beräkningssektioner enligt Figur 6. Enbart befintliga förhållanden behandlas. Stabilitetsförhållanden för de olika detaljplanerna presenteras i separata PM [2], [3] respektive [4].



Figur 6 Beräkningssektioner i [1].

- [2] Gamlestads torg Etapp 1, Göteborg. Geoteknisk utredning för detaljplan. PM Geoteknik. Upprättad av Sweco. Daterad revidering A 2013-05-20. Uppdragsnummer 2305440-004.

I [2] har en detaljerad stabilitetsutredning utförts, beräkningssektioner enligt Figur 7. För sektion C och F har stabilitetsförhållanden för detaljplan utretts, för sektion E har enbart befintliga förhållanden utretts.

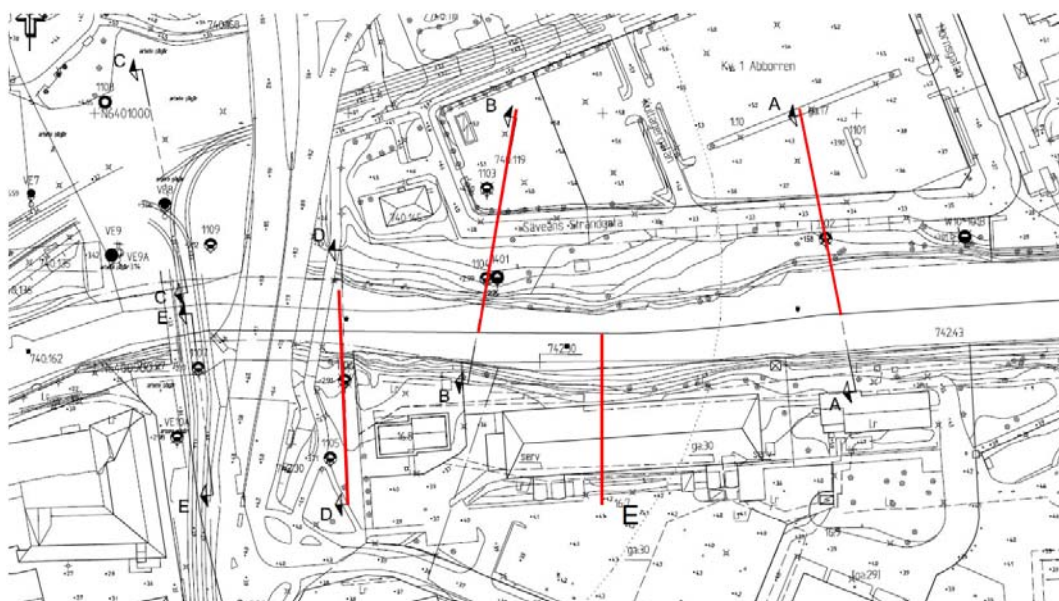


Figur 7 Beräkningssektioner i [2].

- [3] *Detaljplan Gamlestads torg, Göteborg. Fördjupad stabilitetsutredning längs Säreån, delen Gamlestadsvägen-Hornsgatan. PM Geoteknik. Upprättad av Sweco. Daterad revidering 1 2015-12-15. Uppdragsnummer 2305673.*

Se även Bilaga 6 i denna PM.

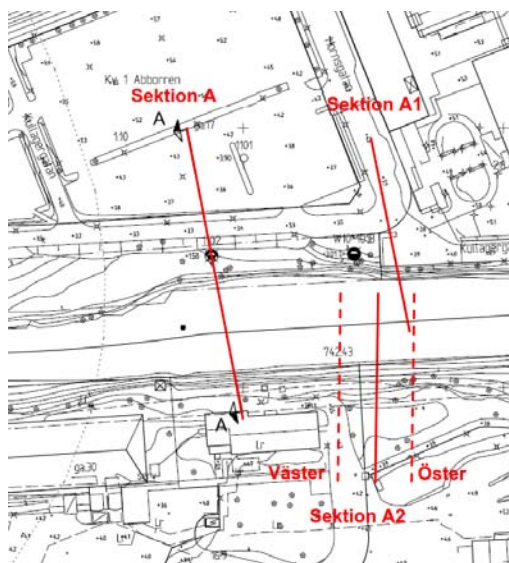
I [3] har en fördjupad stabilitetsutredning utförts, beräkningssektioner enligt Figur 8. Stabilitetsförhållanden har utretts för både befintliga förhållanden och förhållanden enligt då föreslagen detaljplan. Detaljplaneförslaget som använts som underlag i [3] är inte aktuellt längre.



Figur 8 Beräkningssektioner i [3].

- [4] *Detaljplan Hornsgatan, Göteborg. Fördjupad stabilitetsutredning längs Säreån, delen Hornsgatan. PM Geoteknik. Upprättad av Sweco. Daterad revidering 3 2017-03-08. Uppdragsnummer 2346028.*

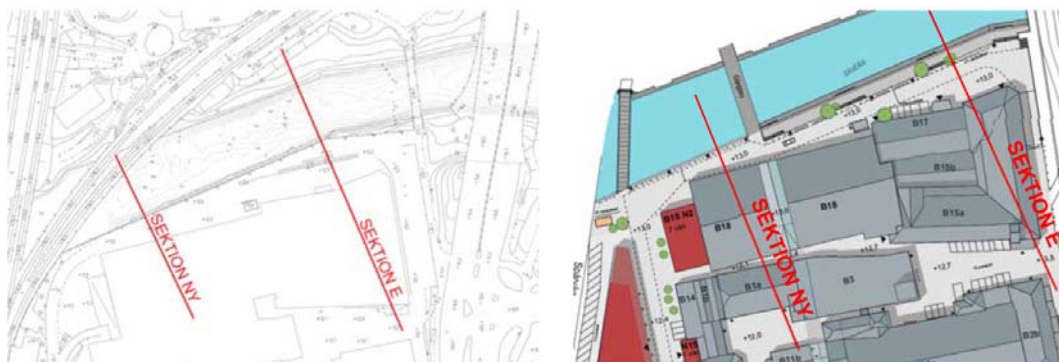
I [4] har en fördjupad stabilitetsutredning utförts, beräkningssektioner enligt Figur 9. Stabilitetsförhållanden har utretts för befintliga förhållanden i alla sektioner samt för förhållanden enligt detaljplan i sektioner A1 och A2.



Figur 9 Beräkningssektioner i [4].

- [5] Kompletterande analys av stabilitetsförhållandet vid Gamlestadens fabriker. Kompletterings-PM Geoteknik. Upprättad av Sweco. Daterad revidering A 2017-11-01. Uppdragsnummer 2305674.

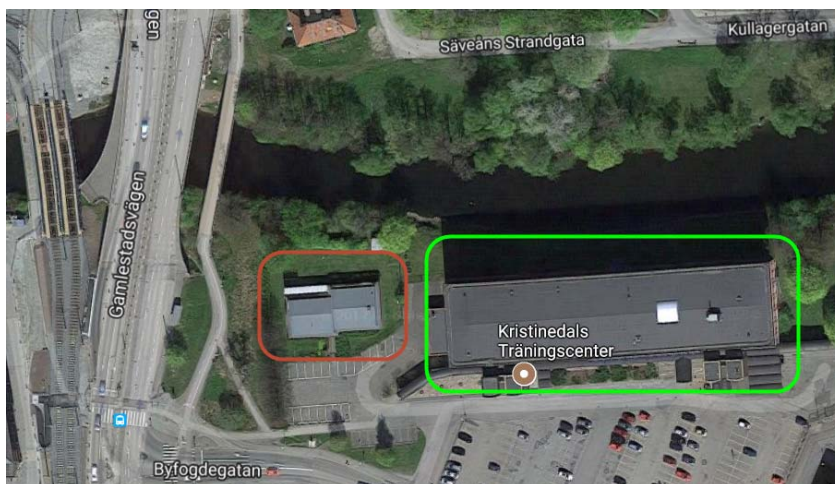
I [5] har en detaljerad stabilitetsutredning utförts, beräkningssektioner enligt Figur 10. Stabilitetsförhållanden har utretts för både befintliga förhållanden och förhållanden enligt detaljplan.



Figur 10 Beräkningssektioner i [5].

- [6] Huvudspillvattenledning längs Säveån, delen utmed SKF:s industriområde. Stabilitetsutredning. PM beträffande nuvarande stabilitet samt förslag till åtgärder. Upprättad av J&W. Daterad 1998-01-26. Uppdragsnummer 72500111.
- [7] Utlåtande över grundförhållandena för planerad nybyggnad för SIF vid SKF, Göteborg. Upprättad av P.A. HEDAR AB. Daterad 1982-06-30. Uppdragsnummer 501:27. Se även byggnaden markerad med rött i Figur 11.

- [8] *Betr. Grundundersökning för personalanläggning på SKF:s industriområde i Göteborg. Upprättad av Geotekniska byrån. Daterad 1969-06-09. Uppdragsnummer G404. Se även byggnaden markerad med grönt i Figur 11.*



Figur 11 Översikt över byggnader som det gjorts stabilitetsutredningar för.

3.2 Historik lodningar

Swecos tidigare stabilitetsutredningar, [1]-[5], är baserade på ekolodningar av Säveån som Sweco utförde i april 2011 (single beam ekolod+GPS).

I samband med aktuell utredning framkom att Clinton Mätkonsult AB hade lodat samma sträcka av Säveån på uppdrag av SGI under perioden december 2013 till mars 2014 (multibeam ekolod). Sweco och kommunen fick ta del av Clintons mätresultat, och upptäckte då relativt stora skillnader i åbottenivåer mellan lodningarna 2011 respektive 2013/2014. I vissa områden låg Clintons uppmätta åbottenivå ca 0,5 m lägre än den från Swecos lodning 2011. SGI/Clinton påbörjade en utredning av mätdata från deras lodning, och rekommenderade att Sweco tills vidare ej skulle använda sig av deras mätdata.

Därför togs beslut inom aktuellt projekt att loda Säveån igen. Sweco utförde en ny lodning av åbotten under september och oktober 2016 (single beam ekolod+totalstation). Denna sistnämnda lodning har använts som underlag för stabilitetsutredningar i föreliggande PM.

3.3 Övrigt underlag

- [9] *Utbyggnad av broar och stödmurar i Gamlestaden. Teknisk beskrivning. Bilaga B till ansökan om tillstånd för vattenverksamhet. Upprättad av Sweco. Daterad 2017-11-10. Uppdragsnummer 2346028.*
- [10] *Gamlestaden etapp 2. Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik. Upprättad av Sweco. Daterad 2017-05-05. Uppdragsnummer 2346028.*

- [11] SKF Göteborg. Nybyggnad för SIF. Geoteknisk undersökning. Upprättad av P.A. HEDAR. Daterad 1982-06-30. Uppdragsnummer 501:27. Se även byggnaden markerad med rött i Figur 11.
- [12] SKF Göteborg. Grundundersökning för personalanläggning. Upprättad av Geotekniska byrån. Daterad 1969-06-03. Uppdragsnummer G404. Se även byggnaden markerad med grönt i Figur 11.
- [13] Gamlestadens fabriker. Skiss situationsplan. Upprättad av GAJD arkitekter. Daterad 2017-04-25. Se även [5]
- [14] Detaljplan för Gamlestads torg. Plankarta 1. Upprättad av Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs Stad. Daterad 2011-11-04, erhållen från kommunen 2017-09-14. Se även Bilaga 1.
- [15] Detaljplan för förlängning av Hornsgatan inom stadsdelen Gamlestaden. Plankarta och illustrationsritning. Upprättad av Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs Stad. Daterad utkast 2017-03-06. Se även [4].
- [16] Detaljplan nya Kulan. Fördjupad stabilitetsutredning. Teknisk PM, Geoteknik. Upprättad av WSP. Daterad rev D 2016-05-27. Uppdragsnummer 10138615.
- [17] Detaljplan nya Kulan. Fördjupad stabilitetsutredning, framtida förhållanden. Teknisk PM, Geoteknik. Upprättad av WSP. Daterad rev B 2017-04-26. Uppdragsnummer 10215305.
- [18] Gamlestadsprojektet – Påverkan på akvatisk miljö. Bilaga till MKB. Upprättad av Fiske- & Miljökonsult P.M.Larsson. Daterad 2016-08-16. Uppdragsnummer U 20-48.
- Ritningar över befintliga grundförstärkningar. Ett urval redovisas i Bilaga 4.
- Projektets markmodell som är uppbyggd av resultat från lodningar och inmätningar av mark, samt från flygscanning erhållen från SBK respektive från drönare.

4 Styrande dokument

Stabilitetsutredningen är upprättad enligt IEG Rapport 4:2010

Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar.

5 Geoteknisk kategori

GK 2

6 Höjdsystem

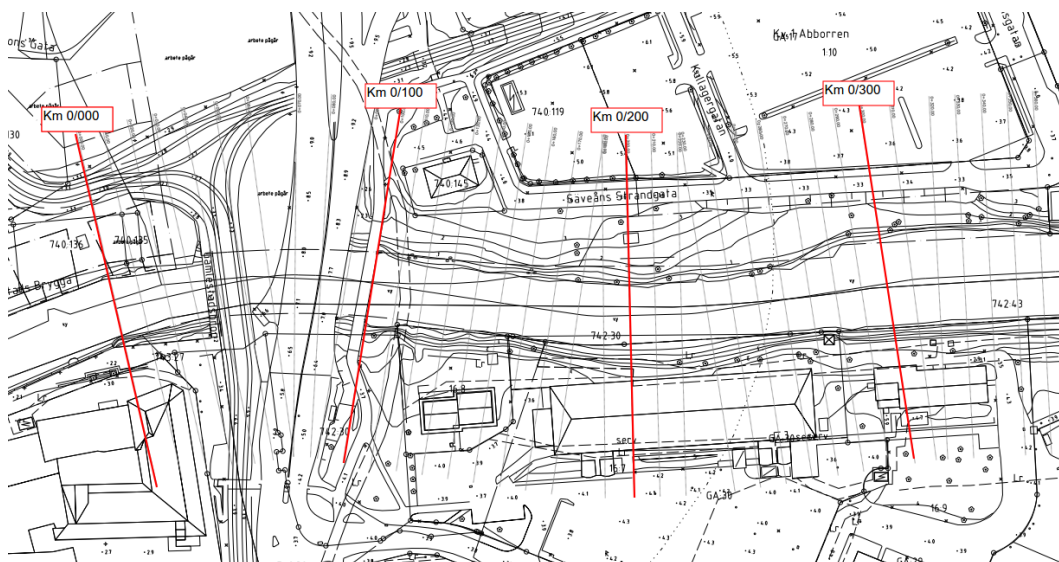
Använt höjdsystem: RH 2000.

I vissa figurer, som är utklipp från äldre ritningar, används dock GH 88. Detta anges då i figurtexten.

7 Geoteknisk översikt

7.1 Topografi, områdesbeskrivning samt befintliga och planerade anläggningar

För denna utredning har en sektionering längs ån utförts, där km 0/000 ansatts i den västra delen av utredningsområdet, vid Gamlestadens fabriker, och med ökande längdmätning uppströms ån, dvs österut. Nedanstående beskrivning utgår från denna sektionering, som visas i Figur 12.



Figur 12 Sektionering längs ån.

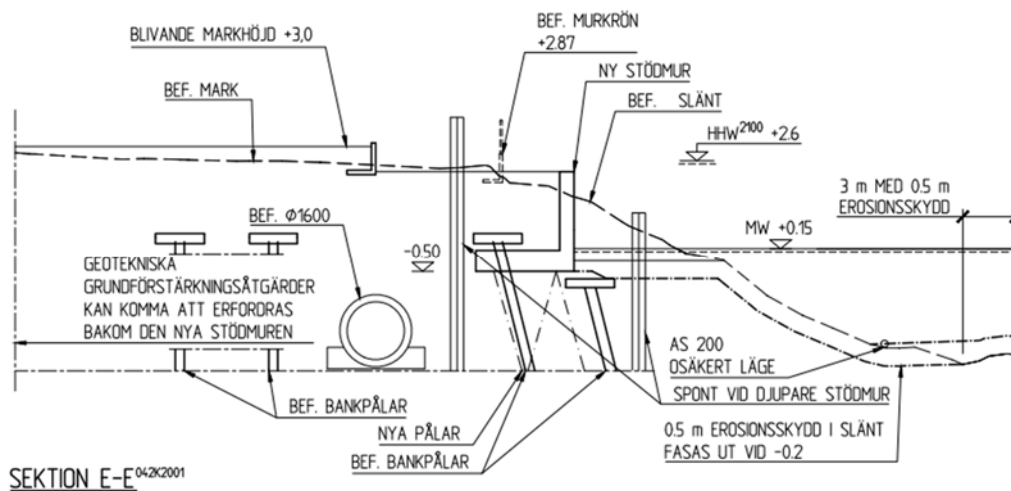
Ca km 0/000-0/030

På norra sidan av ån ingår denna delsträcka i utbyggnaden av detaljplan för Gamlestads torg etapp 1. Byggnationer pågår i skrivande stund, och innefattar anläggande av en stödpålad kajstödmur närmast ån. Bakom kajstödmuren kommer ett stödpålat bostadshus att uppföras, samt en bankpålad yta för allmän platsmark.

På den södra sidan av ån finns en befintlig L-stödmur med ett rörräcke vid gatans kant, och därefter en slänt ned mot ån, se Figur 13. Här planeras anläggande av en ny stödmur, inom detaljplan för Gamlestadens fabriker, se Figur 14 och [9]. Marknivåerna bakom stödmuren kommer att höjas något jämfört med befintliga nivåer, och framför muren kommer slänten mot muren att fasas ut så att den inte blir synlig vid medelvatten i ån.



Figur 13 Befintlig L-stödmur vid Gamlestadens fabriker.



Figur 14 Skiss planerad ny stödmur vid Gamlestadens fabriker. Se även [9].

Precis söder om den planerade stödmuren finns en befintlig pålad AS 1600-ledning. På ömse sidor om ledningen finns bankpålar (kohesionspålar) med pålplattor, se Figur 15. Dessa pålar är i huvudsak av trä, i vissa fall med en 5 m lång överpåle av betong. Inom området finns även äldre grundlägningsrester från en riven GC-bro. Den rivna GC-bron var en trespanns bro som hade bankpålade anslutningsbankar, se Figur 16.



Figur 15 Utdrag ur ritning 1926–86 samt ortofoto. Röda cirklar markerar ungefärligt område för bankpålar i anslutning till AS 1600-ledning, dvs endast principskiss för orientering.



Figur 16 Utdrag ur ritning nummer 1926–86 samt ortofoto. Röda cirklar markerar ungefärligt område för bankpålar tillhörande en riven GC-bro, dvs endast principskiss för orientering.

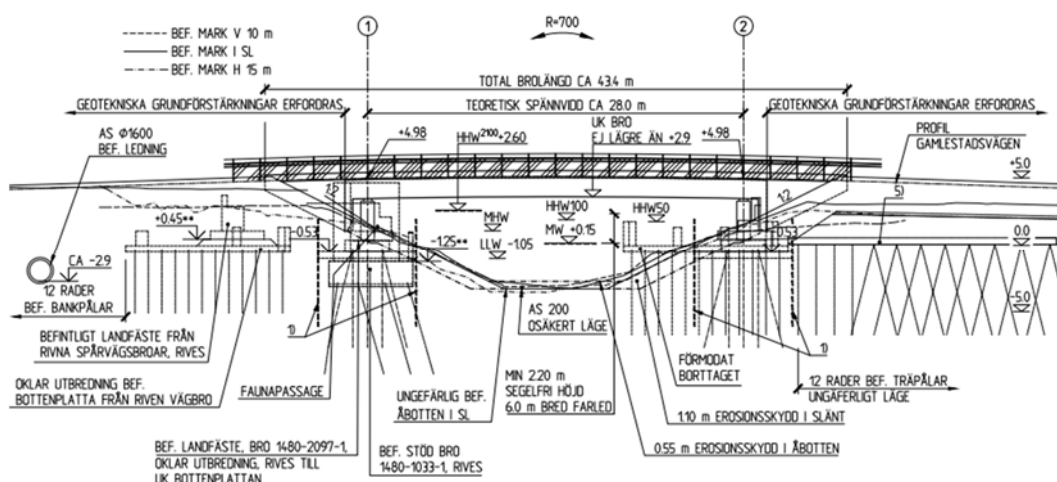
Ca km 0/030-0/055

I ca km 0/035 finns en befintlig gång- och cykelbro (nr 2 i Figur 5) som ska rivas. I läget för befintlig gång- och cykelbro låg förut en vägbro kallad Gamlestadsbron vars överbyggnad revs men bottenplattorna användes för grundläggning av gång- och cykelbron. Bottenplattorna användes även för grundläggning av två tillfälliga spårvägsbroar som användes under tiden för byggnationer inom detaljplan för Gamlestads torg etapp 1. I dagsläget är överbyggnaden på de tillfälliga spårvägsbroarna rivna, men landfästena och bottenplattorna är kvar, se Figur 17.



Figur 17 Befintlig gång- och cykelbro, till vänster i figuren. Landfäste till tillfälliga spårvägsbroar, centrerat i bilden. Till höger i bilden syns befintlig bro för Gamlestadsvägen.

Landfästena och bottenplattorna kommer att rivas i erforderlig omfattning för att kunna bygga den nya vägbron för Gamlestadsvägen (nr 3 i Figur 5), se Figur 18.



Figur 18 Skiss ny vägbro för Gamlestadsvägen. Se även [9].

Bakom de befintliga bottenplattorna tillhörande den rivna Gamlestadsbron finns bankpålar av trä utan pålplattor, se Figur 19. Under mark finns även rester av pålade stödmurar. I samband med byggnationen av den tillfälliga spårvägen i detaljplan Gamlestads torg etapp1 byggdes anslutningsbankarna med lättfyllning ovan bankpålarna. Söder om ån består lättfyllningen av cellplast, norr om ån består lättfyllningen av en lätt lastspridande platta (LLP) med lättklinker ovanpå. Det kan även

finnas rester av slaggfyllning som användes i anslutningsbankarna till den rivna Gamlestadsbron.



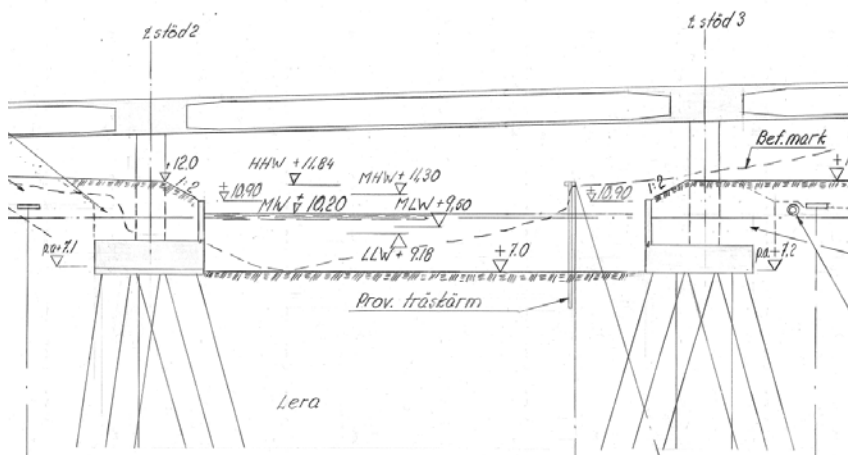
Figur 19 Utdrag ur ritning nummer 1926–86 samt ortofoto. Röda cirkclar markerar ungefärligt område för bankpålar tillhörande den rivna Gamlestadsbron, dvs endast principskiss för orientering.

Ca km 0/055-0/090

Längs denna delsträcka finns den befintliga vägbron för Gamlestadsvägen (nr 4 i Figur 5). Bron har sju stycken brospann och är grundlagd på stödpålar av betong. Under bron och längs med strandlinjen finns två stycken stödmurar på varsin sida av Säreån, som delar bottenplattor med brostöden närmast vattnet, se Figur 21. Bakom södra landfästet finns bankpålar (kohesionspålar) med pålplattor. Pålarna är i huvudsak av trä, i vissa fall med överpåle av betong. Bankpålar finns även i anslutning till bronns övriga två stöd närmast ån, se Figur 20.



Figur 20 Utdrag ur ritning nummer 1926–86 samt ortofoto. Röda cirkclar markerar ungefärligt område för bankpålar för befintlig vägbro i Gamlestadsvägen, dvs endast principskiss för orientering.



Figur 21 Befintlig bro för Gamlestadsvägen. Elevation. Brostöd 2 och 3 närmast ån. Utdrag ur ritning 1917-355. Höjdsystem GH 88.

Bron kommer att rivas i samband med byggnationer i detaljplan Gamlestads torg etapp 2. Efter rivning av bron och stödmurarna mot ån anpassas slänter till omgivande mark. Längs vattenlinjen ska kompensationsåtgärder (träd- och växtplanteringar) utföras enligt beskrivning i tillstånd för vattenverksamhet i Gamlestads torg etapp 1.

Åbotten ligger något djupare lokalt under den befintliga bron i Gamlestadsvägen samt under gång- och cykelbron öster om Gamlestadsvägen än i övrigt längs utredningsområdet. Under broarna ligger åbotten på nivå ca -3,5 till -4.

Ca km 0/090-0/100

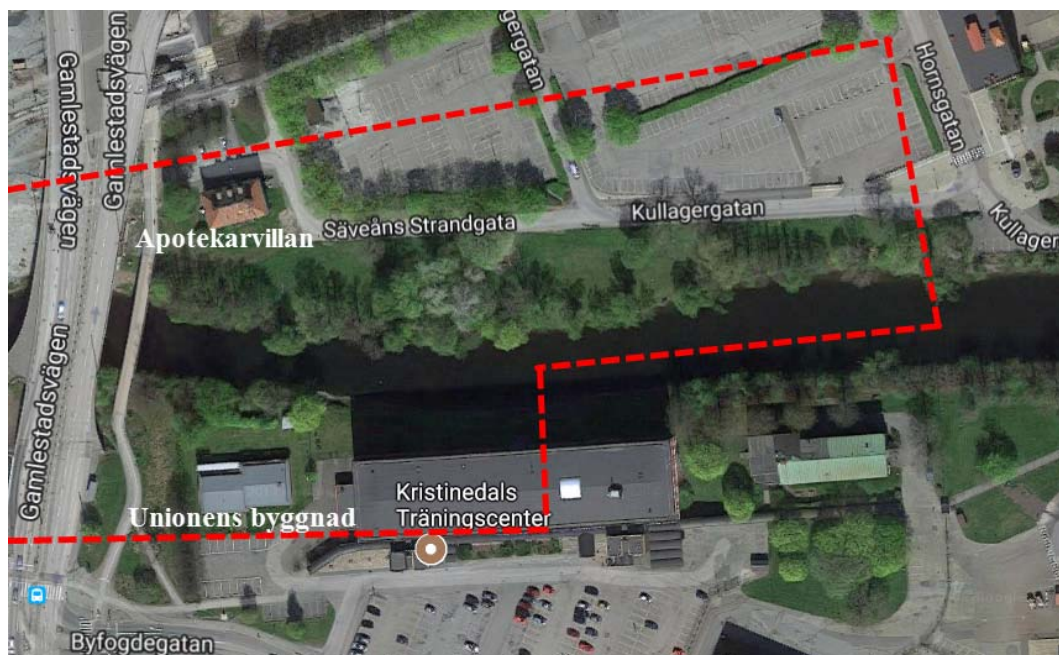
I ca km 0/095, öster om Gamlestadsvägen, finns en befintlig gång- och cykelbro (nr 12 i Figur 5). Bron är en trespannsbro, som troligtvis är grundlagd på betongpålar. Anslutningsbankarna till bron är troligtvis uppbyggda av lättklinker. Enligt faktauttag ur BaTMan finns det lättklinker inom 10 m bakom södra landfästet respektive inom 5 m bakom norra landfästet. Uppgifter om mäktigheter och utbredning i sidled saknas.



Figur 22 Befintlig bro för Gamlestadsvägen till vänster och befintlig gång- och cykelbro till höger i bild.

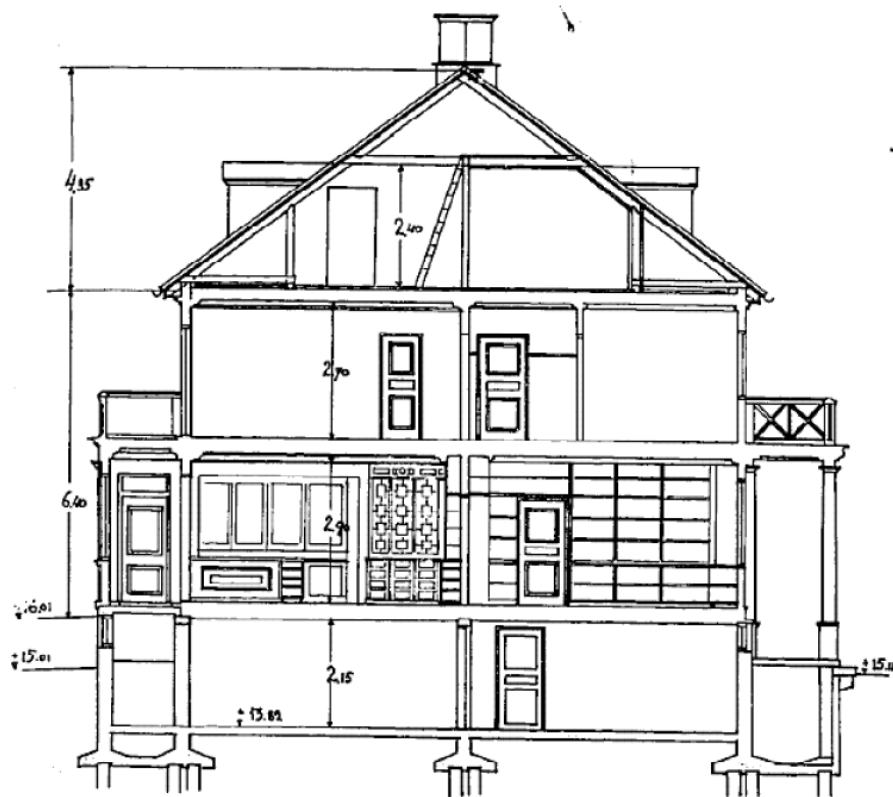
Ca km 0/100-0/330

Öster om den befintliga gång- och cykelbron utgörs området närmast ån av naturmark. Längs strandkanten växer träd, och bakom träden finns gräsbevuxna ytor. Längs delsträckan finns tre byggnader i anslutning till ån; Apotekarvillan, Unionens byggnad och Kristinedals träningscenter, se Figur 23.

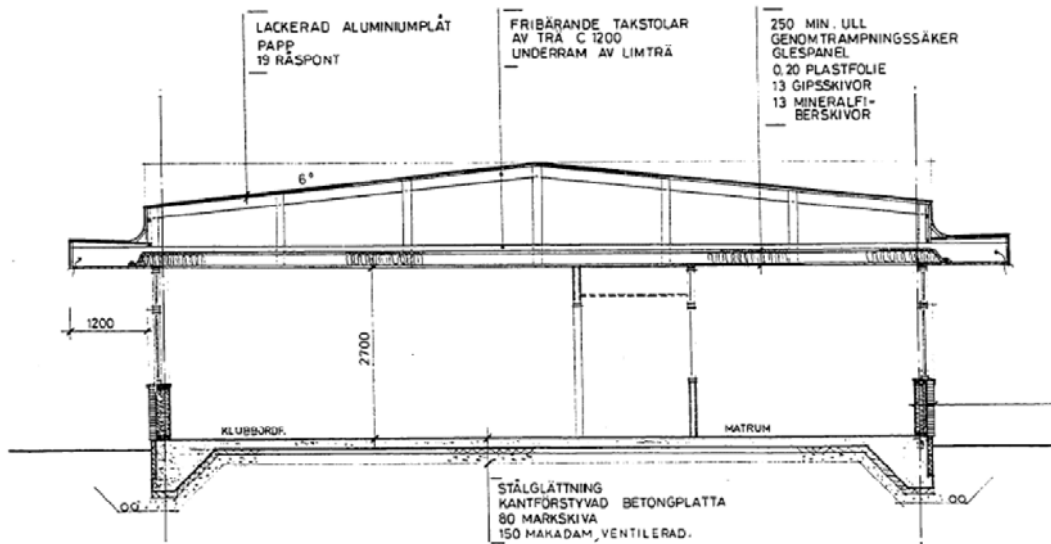


Figur 23 Byggnader inom utredningsområdet.

Apotekarvillan är byggd med källare, och har grundförstärkts med betongpålar, se Figur 24. Unionens byggnad är grundlagd med kantförstyvad platta på mark, se Figur 25. Kristinedals träningscenter är byggd med källare och grundlagd på spetsburna betongpålar. Parallellt med ån och på den norra sidan löper även Sävåns Strandgata samt Kullagergatan. Norr om gatorna finns stora parkeringsytor.



Figur 24 Apotekarvillan, tvärsektion. Höjdsystem GH 88.



Figur 25 Unionens byggnad, tvärsektion.

Området är generellt flackt med marknivåer omkring +3 till +5, förutom närmast Säreån där släntlutningen ner mot ån är ca 1:2 – 1:4. Längs delsträckan ligger Säreåns botten generellt på nivåer omkring -2,5 till -3.

På den norra sidan, mellan ca km 0/110 och 0/140 (nedanför Apotekarvillan), har det troligtvis utförts en avlastningsschakt för att förbättra stabilitetsförhållandena.

7.2 Geotekniska förhållanden

7.2.1 Jordlagerföljd

Jordlagerföljden inom utredningsområdet utgörs generellt av ett ytligt lager med fyllnadsmassor som överlagrar ett lager lera med varierande mäktighet. I områden med växtlighet finns ett tunt lager mulljord överst. I den västra delen av området finns inslag av svämsediment (sand, silt och gyttja) mellan fyllningen och leran. Under leran finns ett lager friktionsjord ovan berg.

Fyllningens mäktighet och sammansättning varierar. Mäktigheten är cirka 0,5–3 m och den innehåller bl.a. mulljord, lera, sand, grus, sten och byggrester som exempelvis tegel.

Lermäktigheterna inom utredningsområdet varierar mellan ca 10 m och 40 m, ökande åt väster och söder. Lermäktigheten är ca 30 m i anslutning till planerad ny stödmur vid Gamlestadens fabriker, omkring 25-35 m i läge för ny och befintlig bro för Gamlestadsvägen, och ca 10 m i den östra delen av området.

Friktionsjordslagrets mäktighet under leran är till stor del okänt inom utredningsområdet. I de jordbergsonderingar som har utförts i närheten av planerad ny vägbro för Gamlestadsvägen har friktionsjordslagrets mäktighet varit ett par meter. I de jordbergsonderingar som utförts längre norrut, i anslutning till befintlig spårväg, har friktionsjordens mäktighet under leran varierat mycket kraftigt mellan ett fåtal meter upp till cirka 20 m. De mäktigaste friktionsjordslagren har observerats strax öster om korsningen mellan spårvägen och den befintliga bron i Gamlestadsvägen, där det även syns en kraftig ökning av friktionsjordsmäktigheten österut. Mycket stora friktionsjordsmäktigheter har även påträffats längre nedströms Säreån, där spårvägen och järnvägen korsar ån. Friktionsjordslaget är troligtvis en del av den israndsavlagring, kallad Göteborgsmoränen, som sträcker sig tvärs genom Gamlestaden. Det har på varierande djup påträffats skikt bestående av mycket fast/hårt packad friktionsjord vid geotekniska undersökningar och vid tidigare byggnationer inom detaljplan Gamlestads torg etapp 1. En bedömning är att den härrör från Göteborgsmoränen och det bör tas i beaktande då den inte får misstas för berg.

7.2.2 Skrymdensitet, vattenkvot, konflytgräns och sensitivitet

Skrymdensiteten i leran har enligt utförda laboratorieundersökningar bestämts till ca 1,5-1,8 t/m³ med en ökande tendens mot djupet. I fyllnadsmaterialet bedöms skrymdensiteten till ca 1,8 t/m³.

Konflytgränsen (w_L) i leran varierar generellt mellan ca 40-90 % med en avtagande tendens mot djupet. Den naturliga vattenkvoten (w_N) i leran följer generellt samma mönster, vattenkvoten varierar mellan ca 45-105 %.

Utförda laboratorieundersökningar på leran visar att sensitiviteten varierar mycket i området. Undersökningar väster om nuvarande Gamlestadsvägen visar inte på någon förekomst av högsensitiv lera eller kvicklera. Medan undersökningar öster om Gamlestadsvägen visar på högsensitiv lera och kvicklera.

Se även Bilaga 2 för en sammanställning av materiaparametrar samt en översikt över kvicklerförekomst.

7.2.3 Odränerad skjuvhållfasthet

Inom och i direkt anslutning till utredningsområdet har en stor mängd geotekniska undersökningar och hållfasthetsbestämningar utförts under årens lopp såväl i fält som i laboratorium. Läget på undersökningspunkterna redovisas i [10] samt i Bilaga 2. I Bilaga 2 finns även en sammanställning av de hållfasthetsbestämningar som ansetts mest relevanta för aktuellt utredningsområde.

Lerans odränerade skjuvhållfasthet klassificeras som mycket låg till låg, till stora djup. Den korrigerade odränerade skjuvhållfastheten i leran har utvärderats till ca 15 kPa ner till nivån -3,5, och därunder ökande med en faktor ca 1,3 kPa/m. Den utvärderade skjuvhållfastheten har valts i den övre delen av spannet med stöd av resultatet av utförda konsoliderade odränerade direkta skjuvförsök. Utförda triaxialförsök (se [10] samt Bilaga 2) påvisar tydliga anisotropa egenskaper hos leran. Verifierande triaxialförsök finns endast utförda på prover från den norra sidan av Sävån men då det råder samma geologiska förutsättningar på båda sidor om Sävån så råder med största sannolikhet motsvarande hållfasthetsanisotropi inom hela det aktuella utredningsområdet. Vid stabilitetsberäkningarna har därmed hållfasthetsanisotropi beaktats i samtliga beräkningssektioner.

7.2.4 Konsolideringsförhållanden

Leran inom området är normalkonsoliderad. Troligtvis pågår krypsättningar i de övre jordlagren inom hela området. Konsolideringsförhållandena har inte utretts mer i detalj i denna utredning.

7.3 Hydrogeologiska förhållanden

Det är mycket troligt att vattennivån i Sävån även påverkar trycknivån i det övre grundvattenmagasinet (fyllningen och svämsedimenten ovan leran) närmast ån. Grundvattnets trycknivå i det övre magasinet kan i övrigt förväntas följa topografin i stort, med viss lokal påverkan i bebyggd miljö (hårdgjorda ytor, dränerande konstruktioner, tillskottsvatten från läckande ledningar).

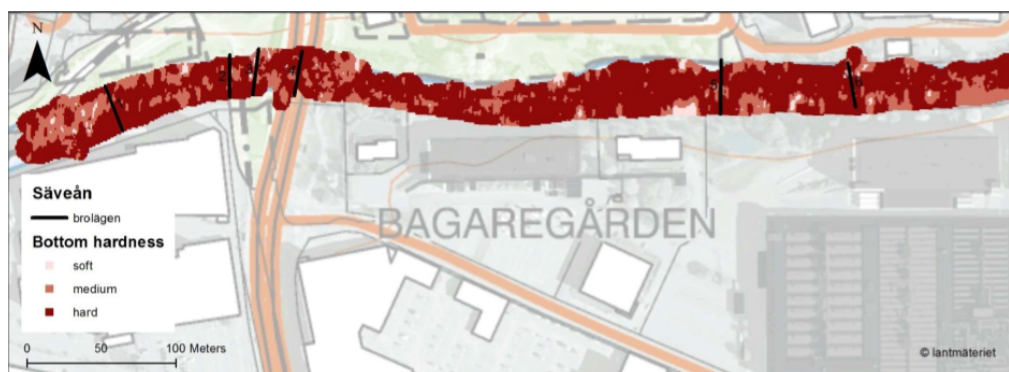
Portryck i leran har mätts i ett antal stationer längs ån, se Bilaga 3. Portrycksfördelningen har utvärderats till hydrostatiskt från ca nivå +1 ned till ca nivå -4, för att därunder öka

mer än hydrostatiskt med ca 14 kPa/m. I Bilaga 3 redovisas även grundvattenrör som installerats ned i det undre grundvattenmagasinet under leran. Grundvattenrören närmast Sävån uppvisar artesiskt vattentryck.

7.4 Erosionsförhållanden i Sävån

På sträckan från Hornsgatan till Gamlestadsvägen flyter ån relativt rakt alternativt i en svag kurva. Vid broarna kring Gamlestadsvägen går sedan ån in i en snävare kurva. I detta område, vid befintliga broar, syns lokala fördjupningar på åbotten som troligtvis är resultatet av erosion. Ån har tidigare grävts om i läge för befintliga broar samt västerut utmed Gamlestadens fabriker, se ritning 1926-83 i Bilaga 4 samt Figur 21. Enligt Figur 21 ska åbotten ligga på nivå -3 vid befintlig bro för Gamlestadsvägen, medan nu utförda lodningar i området visar fördjupningar till -3,5 till -4.

SportFiskarna har utfört en bottenkartering av Sävån, se bilaga 3 i [18] samt Figur 26. Karteringen har troligtvis utförts före utläggning av erosionsskydd inom Gamlestadens torg etapp 1.



Figur 26 Karta över bottenhårdhet. Utdrag ur [18].

Erosionsskydd av varierande utförande och kvalitet finns utlagt på båda sidor av Sävån längs utredningsområdet. Erosionsskydden har inventerats och besiktigats i samband med tidigare upprättade stabilitetsutredningar [2] - [4]. Nedanstående är en sammanställning:

Norra sidan av ån

Ca km 0/000-0/030:

Längs denna sträcka har det byggts en ny kajstödmur i detaljplan för Gamlestadens torg etapp 1. Det har lagts ut erosionsskydd i slänten framför muren, och 3 m ut på åbotten. Erosionsskyddet som är 0,6 m tjockt består av krossmaterial 0-150 mm, med ytlager av natursten.

Ca km 0/030-0/065:

Erosionsskydd av sprängsten finns utlagt. Besiktning har ej utförts.

Ca km 0/065-0/090:

En stödmur finns utmed ån. Underkant bottenplatta ligger på nivå ca -3, krönnivå ca +0,9, se Figur 21.

Ca km 0/090-0/100:

Enligt ritning 1917-355 i Bilaga 4 utgörs erosionsskyddet på denna delsträcka av samkross 0-200. Erosionsskyddet ligger i slänten, med krönnivå ca +1, och ca 1,5 m ut på botten. Besiktning har ej utförts.

Ca km 0/100-0/350:

Längs denna delsträcka finns tecken på tidigare utlagt erosionsskydd, i form av sprängsten, på botten av ån men som idag ej går upp i slänten ovan vattenytan. Måttlig erosion pågår. Tecken på det är ursköljning längs strandlinjen samt lutande och nedfallna träd, se Figur 27.



Figur 27 Sävåns norra strandkant, utmed Sävåns Strandgata/Kullagergatan.

Södra sidan av ån

Ca km 0/000-0/050:

Erosionsskydd av sprängsten finns utlagt. Besiktning har ej utförts.

Ca km 0/050-0/085:

En stödmur finns utmed ån. Underkant bottenplatta ligger på nivå ca -3, krönnivå ca +0,9, se Figur 21.

Ca km 0/085-0/100:

Enligt ritning 1917-355 i Bilaga 4 utgörs erosionsskyddet på denna delsträcka av samkross 0-200. Erosionsskyddet ligger i slänten, med krönnivå ca +1, och ca 1,5 m ut på botten. Besiktning har ej utförts.

Ca km 0/100-0/115:

På denna delsträcka finns en kallmur utmed ån, se Figur 28.

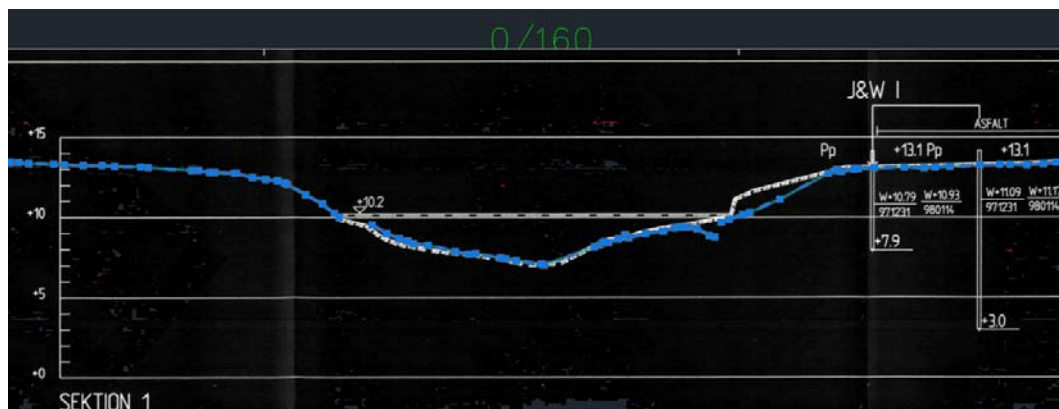
Ca km 0/115-0/180:

Tecken finns på att ett erosionsskydd har lagts ut, men det ser ut att ha spolats bort/krupit ut i ån på vissa ställen och erosion har underminerat träd, se Figur 28.



Figur 28 Säveåns södra kant, precis öster om Gamlestadsvägen. Till höger i bilden syns en kallmur.

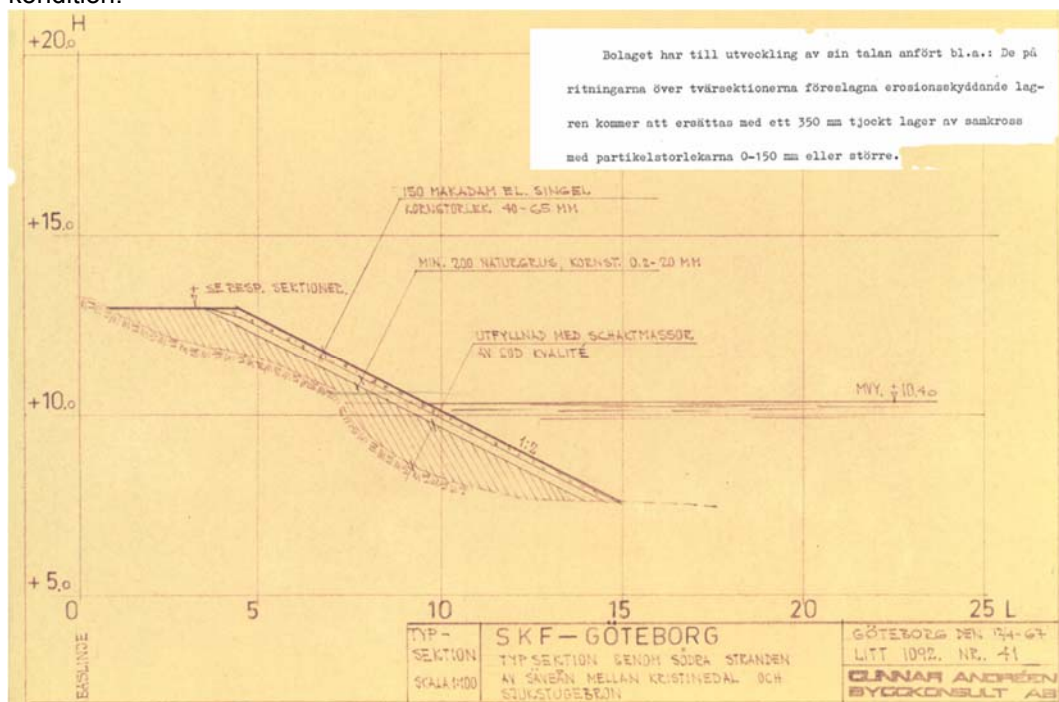
Längs denna delsträcka är å-sektionen trång. Från lodningarna går det att se en antydning till en "tryckbank" på den södra sidan av ån. Denna geometri fanns även på 90-talet då J&W gjorde sin utredning för spillvattenledningen [6], se Figur 29.



Figur 29 Åbottengeometri i sektion 0/160. Högra sidan=södra sidan. Blå linje=lodning 2016, vit linje=lodning 1998. (Höjdsystem GH88).

Km 0/180-0/450:

Erosionsskydd av samkross 0-150 mm finns utlagt med en tjocklek av 0,35 m enligt handlingar tillhörande dom A 48/1967 i Västerbygdens vattendomstol. Krönnivå varierar mellan ca +1,5 till +3 längs sträckan. Se Figur 30 för en typsektion. Besiktning har främst utförts lokalt söder om Hornsgatan, där erosionsskyddet har bedömts svara i god kondition.

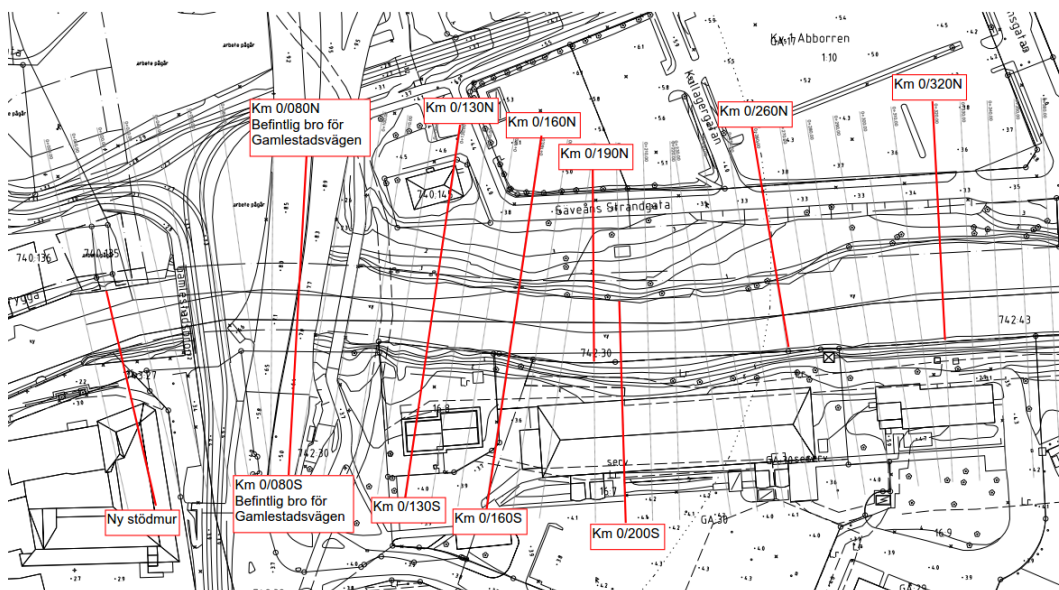


Figur 30 Utdrag ur handlingar tillhörande dom A 48/1967 i Västerbygdens vattendomstol. (Höjdsystem GH88).

8 Stabilitet

8.1 Allmänt

Stabiliteten mot Sävån har analyserats i åtta sektioner öster om Gamlestadsvägen samt i en sektion vid ny stödmur vid Gamlestadens fabriker respektive i två sektioner vid befintlig bro för Gamlestadsvägen, se Figur 31.



Figur 31 Beräkningssektioner.

Stabilitetsanalyserna har utförts som kombinerad respektive odränerad analys i Slope/W (Geostudio 2016). Beräkningarna har utförts enligt totalsäkerhetsmetoden. Redovisade säkerhetsfaktorer avser Morgenstern-Price metod för cirkulär cylindriska glidytor.

8.2 Säkerhetsrekommendationer

Stabilitetsutredningen har utförts enligt IEG rapport 4:2010 "Tillståndsbedömning/ klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar", där erforderlig säkerhetsfaktor gäller för Fördjupad stabilitetsutredning. De säkerhetsfaktorer som gäller för denna utredning är samma som använts i tidigare utredning [3], och motiveras i Bilaga 6.

Tabell 1 Gällande säkerhetsrekommendation för denna fördjupade stabilitetsutredning, för markanvändningen "Nyexploatering/Planläggning".

F_c	$\geq 1,45$
F_{komb}	$\geq 1,35$

Tabell 2 Gällande säkerhetsrekommendation för denna fördjupade stabilitetsutredning, för markanvändningen "Befintlig bebyggelse och anläggning".

F_c	$\geq 1,35$
F_{komb}	$\geq 1,25$

8.3 Beräkningsförutsättningar

8.3.1 Geometri

Som underlag till geometrin vid stabilitetsberäkningar har projektets markmodell använts. Geometrier för planerade och befintliga anläggningar har inhämtats från [9] och Bilaga 4.

8.3.2 Materialparametrar

I nedanstående tabell redovisas de materialparametrar som använts vid stabilitetsberäkningarna.

Tabell 3 Valda/utvärderade materialegenskaper för stabilitetsberäkningar

Jordlager	Bedömda materialegenskaper	
Säveån		
Fyllning/Friktionsjord	Tunghet, γ	18 kN/m ³
	Effektiv tunghet under GW, γ'	10 kN/m ³
	Friktionsvinkel, ϕ'	35°
Torrskorpelera	Tunghet, γ	17 kN/m ³
	Odränerad skjuvhållfasthet, τ_{tu}	15 kPa
	Friktionsvinkel, ϕ'	30°
	Kohesionsintercept, c'	0,1 · τ_{tu}
	Anisotropifunktion, K_0	0,7
Lera1	Tunghet, γ	16kN/m ³
	Odränerad skjuvhållfasthet, τ_{tu}	15 kPa
	Friktionsvinkel, ϕ'	30°
	Kohesionsintercept, c'	0,1 · τ_{tu}
	Anisotropifunktion, K_0	0,7
Lera2	Tunghet, γ	16 kN/m ³
	Odränerad skjuvhållfasthet, τ_{tu}	15+1,3 · z ¹) kPa
	Friktionsvinkel, ϕ'	30°
	Kohesionsintercept, c'	0,1 · τ_{tu}
	Anisotropifunktion, K_0	0,7
Lera3	Tunghet, γ	17 kN/m ³
	Odränerad skjuvhållfasthet, τ_{tu}	15+1,3 · z ¹) kPa
	Friktionsvinkel, ϕ'	30°
	Kohesionsintercept, c'	0,1 · τ_{tu}
	Anisotropifunktion, K_0	0,7

1) z-värdet räknas från nivån -3,5

Lerans dränerade hållfasthetsegenskaper har vid stabilitetsberäkningarna antagits till $\phi'=30^\circ$ och $c'=0,1 \cdot \tau_{fu}$, vilket normalt gäller för leror i Västsverige.

Anisotropifunktion ($K_0=0,7$) kan vidare anses vara försiktigt vald med hänsyn till att utförda triaxialförsök i närområdet visar att skjuvhållfastheten vid ett aktivt brott normalt är mer än 40-70 % högre än vid direkt skjuvning.

8.3.3 Grundvatten, portryck och vattennivå

När det gäller portrycksmodellering samt dimensionerande vattennivå i Sävån har det inom projektet förts diskussioner med SGI och följande modell har valts som indata i beräkningarna.

Grundvattenytan på landsidan har ansatts i underkant på fyllningen alternativt torrskorpeleran. Portrycksstationer och grundvattenrör finns invid slänkrön eller längre upp på land, och baserat på en sammanställning av dessa har en trolig portrycksprofil valts, se Bilaga 3. Denna portrycksprofil ansätts invid slänkrön. Vattentryck i den undre akvifären är känt och antas samma under ån som invid slänkrön, pga. den smala åfåran. Portrycksprofilen under ån antas vara hydrostatisk till 5 m djup under aktuell vattenyta. Därunder linjärt ökande ned till 10 m djup under vattenytan, där portrycksprofilen antas ha hunnit ansluta till vald portrycksprofil för landsidan.

I den odränerade analysen har vattennivån i Sävån satts till nivån för lägsta lågvatten (LLW -1,05) då vattnets mothållande effekt är som lägst. I den kombinerade analysen bedöms lägsta lågvatten ej vara rimligt att använda då detta vattenstånd har haft väldigt kort varaktighet enligt de vattenståndsnivåmätningar som har utförts i Torshamnen sedan 1967, se Bilaga 3. I den kombinerade analysen har istället en medellågvattennivå (MLW - 0,45) använts i Sävån, vilken har bedömts ha en mer rimlig varaktighet i förhållande till tiden det tar för ett dränerat brott att utbildas.

8.3.4 Marklaster

Trafiklaster och övriga marklaster har ansatts i de fall där de befunnits i aktivzonen av glidytor (d.v.s. i den pådrivande delen av glidytor). Trafiklasten på lokalgator har satts till 13 kPa över hela gatans bredd enligt TK Geo 13 version 1.0 (lång glidyta). Trafiklasten på GC-vägar har satts till 5 kPa. Inom parkeringsytor har en jämnt fördelad marklast på 5 kPa valts. I läge för pålade byggnader har all last ovan underkant bottenplatta tagits bort i analyserna, för att modellera att lasten bärs av pålar och förs ned till djupare jordlager. I läge för Unionens byggnad, som är ett enplanshus grundlagt med platta på mark, har en marklast om 10 kPa ansatts.

Inom naturmarken närmast ån har det ej medräknats någon marklast, efter beslut från kommunen. Detta motiveras av att det är ett Natura 2000-område, vilket innebär att åtgärder som t.ex. uppfyllnader ej får utföras hur som helst.

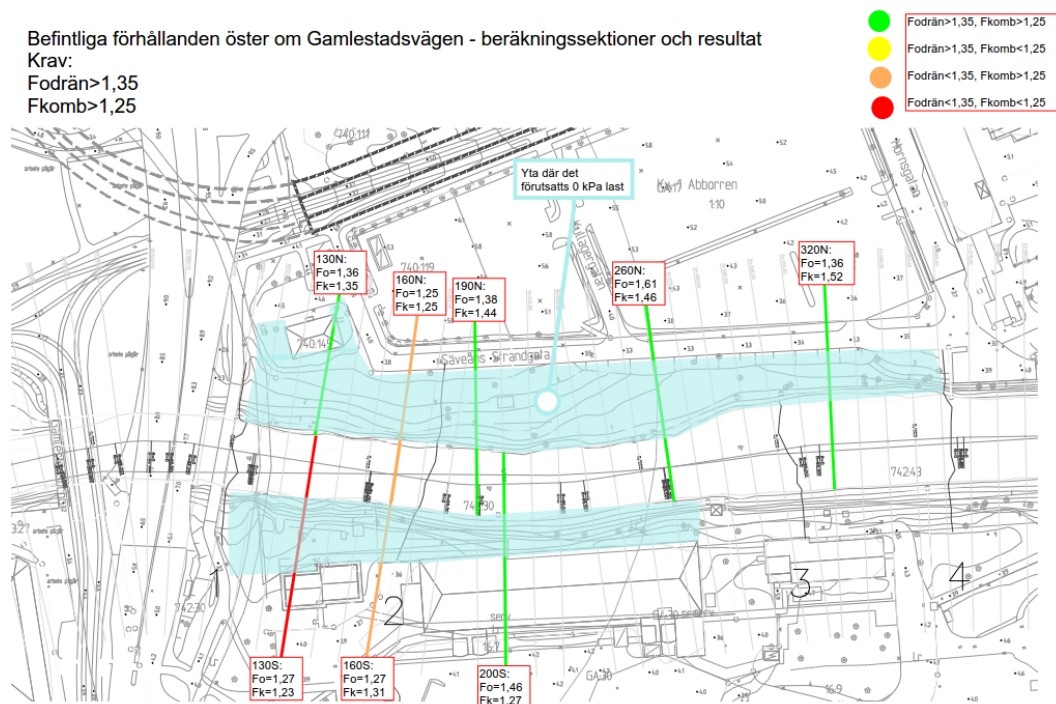
I den kombinerade analysen reduceras trafiklasten på lokalgator och gc-vägar till noll. Övriga laster med längre varaktighet, som tex. på parkeringsytor respektive av byggnad grundlagd med platta på mark, medtas i den kombinerade analysen.

8.4 Stabilitetsanalyser

8.4.1 Öster om Gamlestadsvägen, befintliga förhållanden

Stabilitetsberäkningar för befintliga förhållanden öster om Gamlestadsvägen redovisas i Bilaga 5A. Resultaten av stabilitetsberäkningarna redovisas även i Figur 32 nedan.

Längs norra sidan av ån uppfylls stabilitetskraven för befintlig bebyggelse längs nästan hela sträckan mellan Gamlestadsvägen och Hornsgatan. Det är enbart på en kortare sträcka, där Sävåns Strandgata börjar gå parallellt med ån som stabilitetsförhållanden ej uppfyller kraven.



Figur 32 Beräkningssektioner och resultat, öster om Gamlestadsvägen.

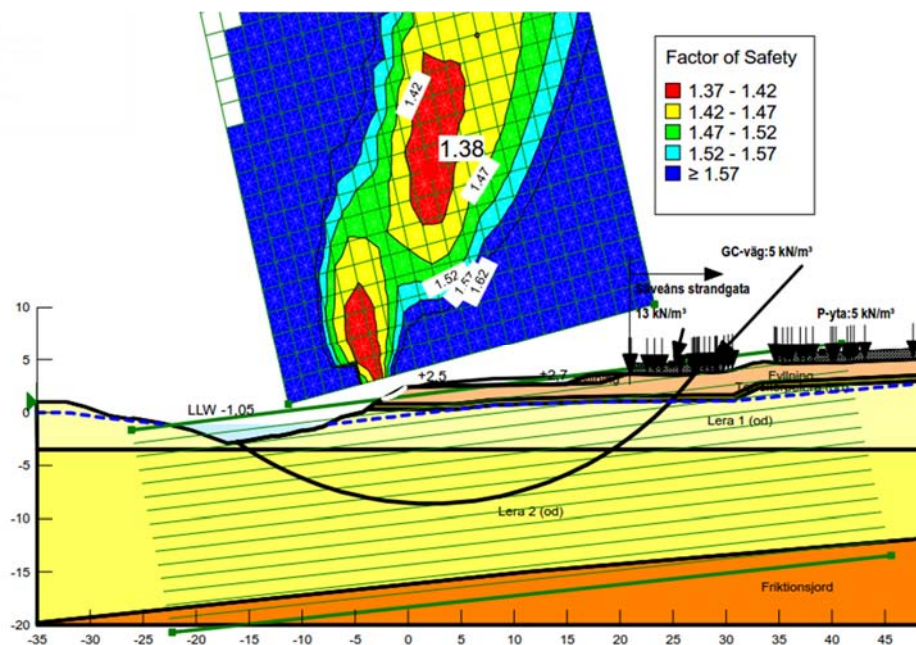
Längs den södra sidan av ån visar de båda beräkningssektionerna i anslutning till Unionens byggnad att stabilitetskrav ej uppfylls för befintliga förhållanden. Beräkningssektionen vid Kristinedals träningscenter visar däremot på tillfredsställande stabilitet. Även utredningen som utfördes på 90-talet, för spillvattenledningen som löper söder om ån [6], visade på för låga säkerhetsfaktorer mot stabilitetsbrott. Det rekommenderades då en förbättring av stabilitetsförhållandena genom avlastningsschakter, utfläckning av slänt samt flytt av biltrafik längre ifrån ån. Dessa åtgärder verkar delvis vara utförda. I utredningen på 90-talet föreslogs dock bara åtgärder i en omfattning så att en viss procentuell förbättring skulle erhållas, dvs. ej så att t.ex. 1,5-faldig säkerhet för odränerad analys skulle uppnås (vilket annars var brukligt vid nybyggnation vid den tidpunkten).

8.4.2 Öster om Gamlestadsvägen, stabilitetsförbättrande åtgärder

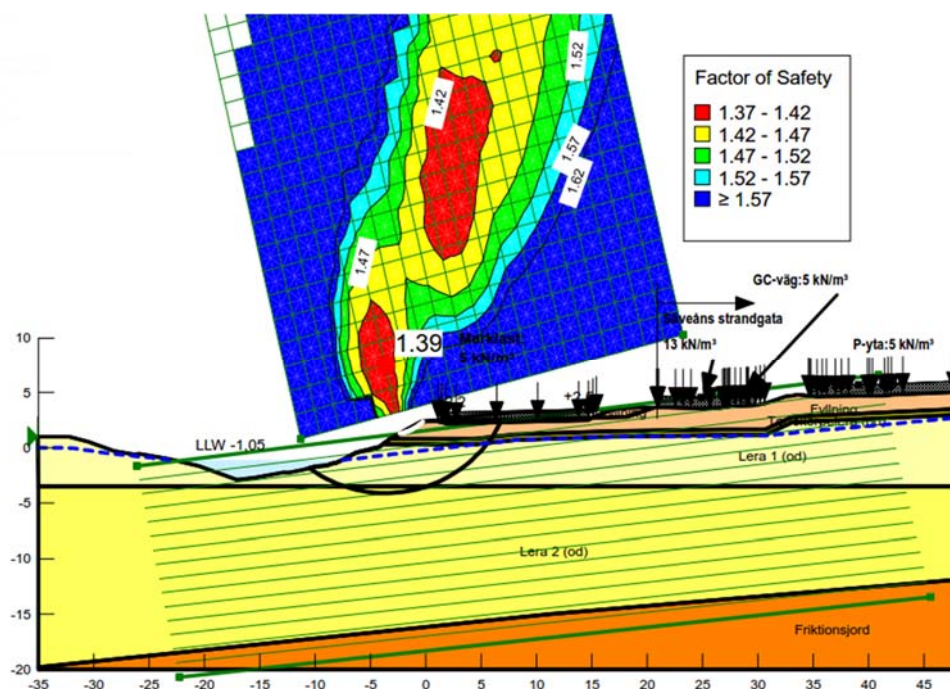
Inom projektet har det varit ett önskemål från kommunen att bevara trädridån och naturmarken utmed norra sidan av Sävån i så stor utsträckning som möjligt. Kommunen önskade därför veta om det skulle vara möjligt att utföra åtgärder enbart i ån (tryckbankar och erosionsskydd) och på detta vis uppnå tillfredsställande stabilitet för befintliga förhållanden. I ett tidigt skede ville kommunen även veta omfattningen av åtgärder i Sävån om man skulle låta detaljplanlägga fastigheten där Apotekarvillan ligger. Beräkningarna redovisas i Bilaga 5B.

För att få en känsla för hur stor den hydrauliska påverkan skulle bli av de framräknade erosionsskydden och tryckbankarna utfördes dämpningsberäkningar i programmet HEC-RAS (utfördes av hydrauliker, redovisas ej här). Bedömningen blev att erforderliga utfyllnader/tryckbankar/erosionsskydd skulle få för stor hydraulisk påverkan, och rekommenderades därför inte. Just längs den del av ån där stabilitetsförhållandena är som sämst smalnar ån av, vilket innebär att det inte är lämpligt att förminska tvärsektionen ytterligare.

Beräkningar har även utförts för alternativet att enbart utföra avlastningsschakt på land, se Bilaga 5B. I sektion 0/160N, där Sävåns Strandgata svänger och börjar gå parallellt med ån, skulle en avlastningsschakt ned till nivåer ca +2,5 till +2,7 innebära att stabilitetskraven för befintliga förhållanden uppfylls under förutsättning att det inte tillåts någon belastning närmast ån, se Figur 33. För att kunna tillåta viss belastning närmast ån erfordras ytterligare avlastning. För 5 kPa marklast bör avlastningsschakt utföras till nivå ca +2,2 till +2,5, se Figur 34.



Figur 33 Sektion 0/160N odränerad analys, avlastningsschakt till +2,5 till +2,7.



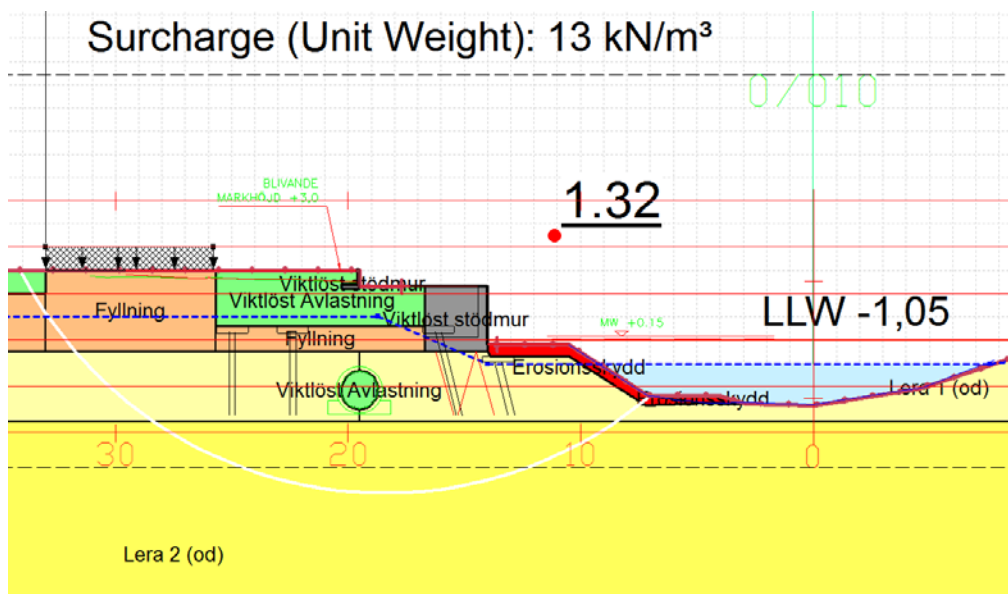
Figur 34 Sektion 0/160N odränerad analys, inkl. marklast 5 kPa, avlastningsschakt till +2,2 till +2,5.

8.4.3 Broar och stödmurar i anslutning till Gamlestadsvägen

8.4.3.1 Ny stödmur vid Gamlestadens fabriker

I läge för planerad ny stödmur vid Gamlestadens fabriker finns idag en kohesionspålard 1600-ledning samt bankpålar på ömse sidor av ledningen. 1600-ledningen ligger några meter bakom slänkrönet. Stabilitetsanalyser har utförts för befintliga förhållanden, dels för fallet att pålar inte finns alls, dels som om att pålarna är spetsburna och all last ovan pålplattorna därmed förs ned till fast botten. Verkligheten ligger troligtvis någonstans mellan de två ytterlighetsfallen, närmare fallet med spetsburna pålar. Detta eftersom de befintliga kohesionspålarna är långa, och nästan når friktionsjorden under leran. Beräkningarna redovisas i bilaga 5C.

Beräkningar har även utförts inklusive den nya planerade stödmuren. För geometrier se Figur 14 och [9]. Beräkningarna visar att geotekniska förstärkningsåtgärder erfordras på landsidan bakom stödmuren för att uppfylla IEG rapport 4:2010's rekommendationer vid planläggning. Förstärkningsåtgärder kan t.ex. utgöras av lättfyllning och/eller bankpållning. I Figur 35 nedan redovisas den odränerade analysen. Krav på säkerhetsfaktor vid planläggning är 1,45 och om det enbart tillgodoräknas den nya stödmuren samt att befintliga bankpålar bär all last ovan pålplattorna så erhålls säkerhetsfaktorn 1,32, dvs ytterligare åtgärder erfordras. Det bör även övervägas att ersätta de befintliga bankpålarna med nya.



Figur 35 Ny stödmur vid Gamlestads fabriker. Odränerad analys.

Tabell 4 Säkerhetsfaktor mot brott vid Gamlestads fabriker (befintliga förhållanden samt enligt detaljplan med ny stödmur).

Sektion	Befintliga förhållanden		Enligt detaljplan	
	F_c $\geq 1,35$	F_{komb} $\geq 1,25$	F_c $\geq 1,45$	F_{komb} $\geq 1,35$
0/010 Befintliga förhållanden				
Befintliga pålar för ned all last ovan pålplattor till fastare jordlager.	1,40	1,62		
0/010 Befintliga förhållanden				
Exkl. pålar.	1,03	1,15		
0/010 Ny pålad stödmur			1,32	1,48
Befintliga pålar för ned all last ovan pålplattor till fastare jordlager.				

8.4.3.2 Ny vägbro för Gamlestadsvägen

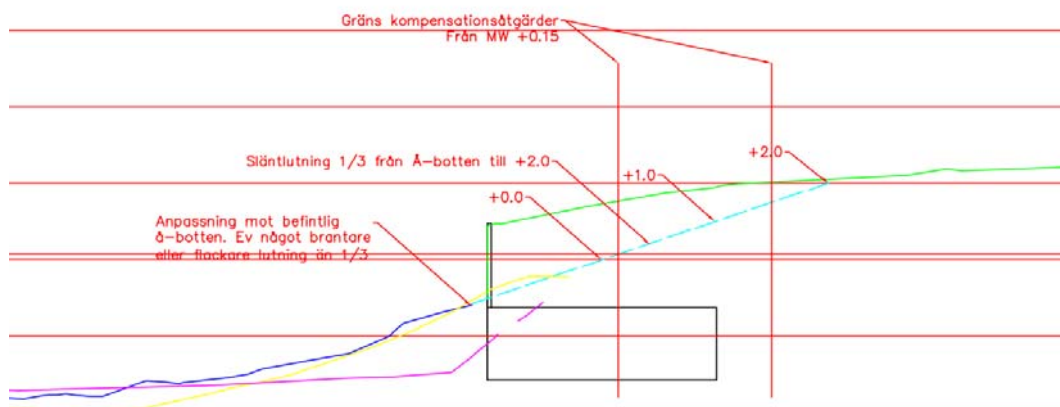
I läget för ny vägbro för Gamlestadsvägen låg förut en vägbro kallad Gamlestadsbron vars överbyggnad revs men bottenplattorna lämnades kvar. Bottenplattorna användes för grundläggning av en befintlig gc-bro samt två tillfälliga spårvägsbroar som användes

under tiden för byggnationer inom detaljplan för Gamlestads torg etapp 1. I dagsläget är överbyggnaden på de tillfälliga spårvägsbroarna rivna, men landfästena, gc-bron och bottenplattorna är kvar. I samband med byggnationerna av anslutningsbankarna till de tillfälliga spårvägsbroarna utfördes geotekniska förstärkningsåtgärder, i form av lättklinker norr om ån samt cellplast söder om ån. Lättfyllningen i kombination med bottenplattorna och de befintliga träpålarna bakom bottenplattorna gör att stabilitetsförhållanden är tillfredställande för befintliga förhållanden.

Den planerade vägbron innebär dock att marknivåerna kommer att höjas ytterligare bakom brostöden. Detta innebär att kompletterande geotekniska förstärkningsåtgärder erfordras. Det bör även övervägas att ersätta de befintliga bankpålarna med nya. På den norra sidan av ån kan man t.ex. jämföra med de förstärkningsåtgärder (bankpålning) som utfördes för torgytan precis väster om bron, inom detaljplan för Gamlestads torg etapp 1, se ritning 2220/12-6934 i Bilaga 4.

8.4.3.3 Rivning av befintlig bro för Gamlestadsvägen

Den befintliga bron för Gamlestadsvägen ska rivas. I dagsläget är där stödmurar mot ån, men dessa ska rivas och det ska istället anläggas slänter ned mot ån på motsvarande sätt som omkringliggande slänter. Utgångspunkten är att behålla bottenplattorna på brostöden närmast ån, och att enbart riva murarna ned till ovankant platta. Principen för återställningsarbetena efter rivning syns i Figur 36.



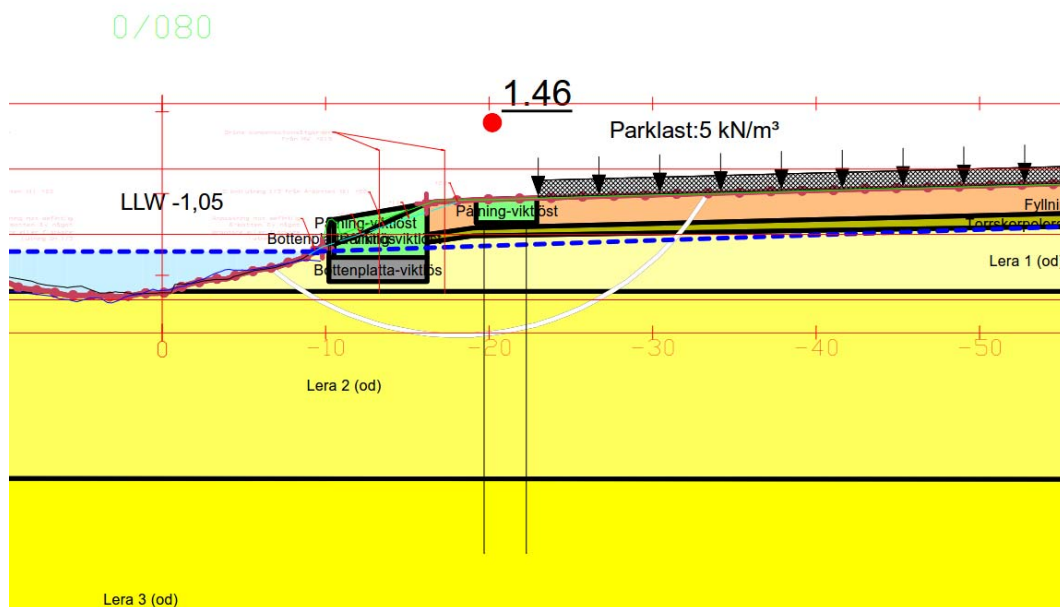
Figur 36 Principskiss återställning av slänter efter rivning av befintlig bro för Gamlestadsvägen. Kompensationsåtgärder= plantering av växtlighet för att kompensera växtlighet som togs ned pga. byggnationer i detaljplan Gamlestads torg etapp 1.

Vid tidpunkten för aktuell utredning var det inte fastlagt hur marken bakom nytt släntrön kommer att utformas med avseende på geometri och markanvändning. Stabilitetsanalyser har därför bara utförts för befintliga förhållanden. Beräkningarna redovisas i bilaga 5C.

I anslutning till brostöden på ömse sidor om ån finns en mängd befintliga bankpålar (kohesionspålar). I stabilitetsanalyserna har två ytterlighetsfall kontrollerats; dels har beräkningar utförts som om det inte fanns några kohesionspålar, dels som om

kohesionspålarna bär all last ovan pålplattorna och för ned den till stora djup under glidyterna. För de spetsburna brostöden antas att de för ned all last till fasta jordlager. För att kunna visa att stabilitetsförhållanden är tillfredställande för befintliga förhållanden behövde en horisontallast appliceras i bakkant av respektive bottenplatta på brostöden närmast ån. Denna horisontallast motsvarar ett försiktigt ansatt vilodjordtryck från jorden ovan bottenplattorna och ned till underkant bottenplatta. Efter rivning av bron och återställning av slänter kommer denna mothållande horisontallast att minska.

Troligtvis erfordras kompletterande geotekniska förstärkningar efter att den befintliga bron har rivits. Det bör även övervägas att ersätta de befintliga bankpålarna med nya. Önskad nivåställning och användning av området efter rivningen påverkar såklart mängden och typen av erforderlig förstärkning. Eftersom området angränsar till detaljplanen för Gamlestads torg etapp 2, måste det även säkerställas att glidytor med för låg säkerhet ej kan nå detaljplaneområdet.



Figur 37 Befintlig bro för Gamlestadsvägen. Norra sidan. Odränerad analys.

Tabell 5 Säkerhetsfaktor mot brott vid befintlig bro för Gamlestadsvägen (befintliga förhållanden).

Sektion	Befintliga förhållanden	
	F_c $\geq 1,35$	F_{komb} $\geq 1,25$
0/080 Norr Exkl. kohesionspålar.	1,30	1,04
0/080 Norr Exkl. kohesionspålar. Vilojordtryck ansätts i bakkant av brons bottenplatta.	1,41	1,14
0/080 Norr Befintliga pålar för ned all last ovan plattor till fastare jordlager.	1,46	1,23
0/080 Norr Befintliga pålar för ned all last ovan plattor till fastare jordlager. Vilojordtryck ansätts i bakkant av brons bottenplatta.	1,55	1,28
0/080 Söder Exkl. kohesionspålar.	0,99	1,03
0/080 Söder Exkl. kohesionspålar. Vilojordtryck ansätts i bakkant av brons bottenplatta.	1,01	1,05
0/080 Söder Befintliga pålar för ned all last ovan plattor till fastare jordlager.	1,48	1,22
0/080 Söder Befintliga pålar för ned all last ovan plattor till fastare jordlager. Vilojordtryck ansätts i bakkant av brons bottenplatta.	1,57	1,28

8.5 Känslighetsanalys

Det har inte utförts några känslighetsanalyser inom aktuell utredning, förutom en kontroll med LLW i den kombinerade analysen. Istället hänvisas till utförda känslighetsanalyser inom tidigare utförd stabilitetsutredning för sträckan Gamlestadsvägen – Hornsgatan [3], se även Bilaga 6.

9 Dimensionering och utformning av erosionsskydd

9.1.1 Broar och stödmurar i anslutning till Gamlestadsvägen

Enligt TRVK Bro 11 ska ett brostöd förses med skydd mot skadlig erosion. Brostöden på den planerade nya vägbron för Gamlestadsvägen kommer att skyddas av släntkoner, vilket innebär att erosionsskydd av stenmaterial då kan dimensioneras enligt TK Geo 13, kapitel 9.2.3. Motsvarande förhållanden gäller även för den planerade nya stödmuren vid Gamlestadens fabriker.

Konstruktionerna bedöms kunna hänföras till konsekvensklass 2, KKL 2, vilket innebär att största stenstorlek, d_{100} , bestäms enligt följande formel:

$$\text{I KKL2 ska } d_{100} \text{ bestämmas enligt: } d_{100} = 0,03 \cdot (1,5 \cdot v_{\text{dim}} / r_{\phi})^2$$

v_{dim} är dimensionerande medelvattenhastighet i vattendraget (m/s)

r_{ϕ} är en justeringsfaktor enligt Tabell 9.2-3 för erosionsskydd av krossmaterial som funktion av släntlutning och friktionsvinkel hos erosionsskyddet.

Tabell 9.2-3. r_{ϕ} som funktion av släntlutning.

Släntlutning	ϕ'_{35°	ϕ'_{40°	ϕ'_{45°
Plan botten	1,0	1,0	1,0
1:3	0,8	0,85	0,9
1:2	0,65	0,7	0,8
1:1,5	-	0,5	0,6

Om naturmaterial används ska d_{100} ökas med 10 %.

Figur 38 Utdrag ur TK Geo 13, kapitel 9.2.3 Skydd mot strömmande vatten.

Ytskiktet i erosionsskyddet ska utgöras av natursten/naturgrus (pga. att detta är gynnsammast för fiskar), varför erosionsskyddets friktionsvinkel har ansatts till 37 grader. Släntlutningar är mellan ca 1:2 till 1:3.

Enligt AMA Anläggning ska erosionsskyddets tjocklek vara $2 \cdot d_{100}$, dock minst 0,5 m.

Erosionsskyddets utbredning styrs av TK Geo 13 version 2, som anger att det ska utsträckas till HHW (med 50 års återkomsttid för KKL 2), samt 3 m utanför släntfot.

När erosionsskydd görs upphöjda, dvs läggs ovanpå befintliga åslänter och botten, blir dimensioneringen av erosionsskydd en iterativ process, eftersom genomströmningsarean minskar och vattenhastigheten (som är en indata vid dimensioneringen av erosionsskydd)

ökar. De erosionsskydd som presenteras i [9] har tagits fram genom iteration, där beräkningar har utförts i programmet HEC-RAS för att bestämma dimensionerande vattenhastighet i vattendraget efter utläggning av erosionsskydd. (Beräkningarna i HEC-RAS har utförts av hydrauliker och redovisas ej här. Se [9] för en sammanfattning av dimensionerande vattenhastigheter och tillhörande erosionsskydd).

Även efter rivning av befintlig bro för Gamlestadsvägen rekommenderas utläggning av erosionsskydd enligt ovanstående princip i samband med att slänterna anpassas till omgivande mark. Dock med den skillnad att erosionsskyddet avslutas strax ovan medelvattennivå i anslutning till de kompensationsåtgärder (plantering av växtlighet) som planeras i vattenlinjen.

I aktuellt projekt har det varit ett önskemål att använda erosionsskydd av stenmaterial, på grund av att detta har bedömts vara den bästa lösningen ur fiskperspektiv. Där ån är smal och vattenhastigheterna höga innebär detta dock relativt tjocka erosionsskydd i slänterna. Det finns andra typer av erosionsskydd som inte skulle bygga så mycket i höjd, t.ex. erosionsskyddsmattor, gabionmadrasser eller betongmadrasser.

9.1.2 Öster om Gamlestadsvägen

För att säkerställa stabiliteten långsiktigt längs åsträckan öster om Gamlestadsvägen rekommenderas utläggning av erosionsskydd, både på den norra och södra sidan av ån.

För att kunna exploatera och detaljplanlägga området norr om ån, längs aktuell delsträcka, bedöms utläggning av ett erosionsskydd vara nödvändigt. En försvårande omständighet är att det är kvisklara i området vilket innebär att det finns risk för omfattande sekundär skredutveckling om ett mindre initialt skred skulle uppkomma i anslutning till ån. Därför kommer det att vara viktigt med ett erosionsskydd även om man inte detaljplanlägger området ända ner till ån. Eftersom kommunen har planer på att detaljplanlägga parkeringsytorna norr om ån i framtiden har det varit en önskan att ta ett helhetsgrepp på erforderliga grundförstärkningar och erosionsskydd i samband med den planprocessen.

Det rekommenderas att det tas fram ett kontrollprogram för övervakning av erosion och stabilitetsförhållanden längs sträckan Gamlestadsvägen-Hornsgatan, till dess att erosionsskydd lagts ut alternativt tills att man kan konstatera att risken för skadlig erosion är försumbar.

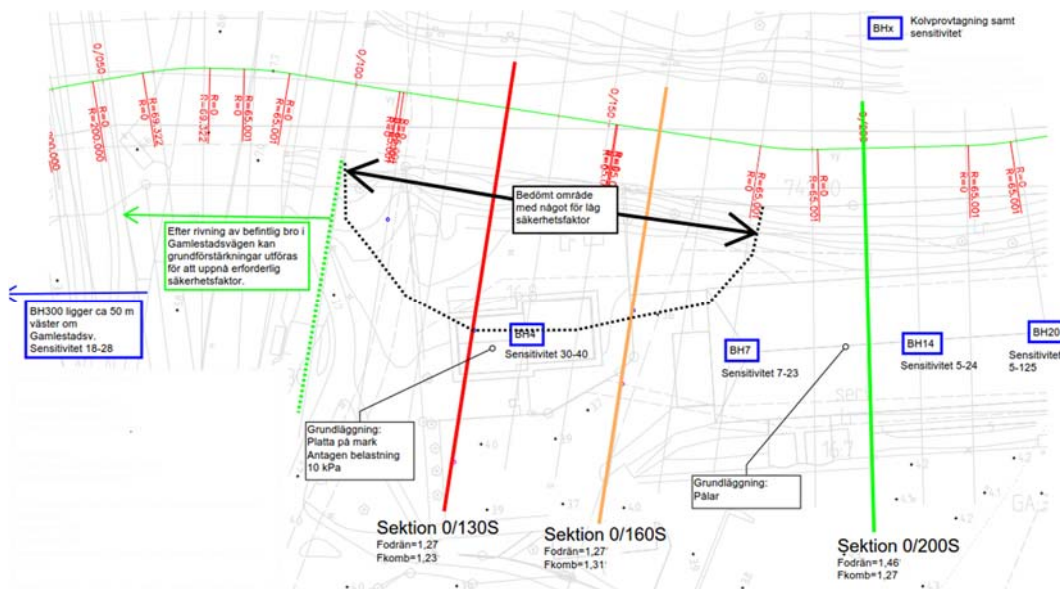
10 Slutsatser och rekommendationer

Denna fördjupade stabilitetsutredning visar att stabiliteten inom delar av utredningsområdet inte uppfyller de rekommendationer som ges i IEG rapport 4:2010 för befintlig bebyggelse. Detta gäller i ett område norr om ån, där Sävåns Strandgata svänger och går parallellt med ån, samt i ett område söder om ån i anslutning till Unionens byggnad, precis öster om den befintliga Gamlestadsvägen. För att förbättra stabiliteten i de delar av området med otillfredsställande stabilitet erfordras någon form av stabilitetsförbättrande åtgärd. Utredningar har visat att det inte är lämpligt att utföra sådana åtgärder enbart i vattenområdet, genom utfyllnader, tryckbankar och erosionsskydd, då detta skulle få för stor hydraulisk påverkan. Det har även undersökts erforderlig omfattning av avlastningsschakter på landsidan, för att uppfylla IEG rapport 4:2010's rekommendationer för befintlig bebyggelse. Andra åtgärder som t.ex. kc-pelare eller bankpålning skulle också kunna fungera som stabilitetshöjande åtgärd. Avlastningsschakter bedöms dock vara det billigaste alternativet.

Norr om ån föreslås en avlastningsschakt utföras till nivåer ca +2,2 till +2,5 inom området i Figur 39. I samband med schakter ska befintliga ledningar beaktas. På den södra sidan av ån, vid Unionens byggnad, äger kommunen inte marken. Det rekommenderas att kommunen informerar markägarna samt Kretslopp och Vatten, vars 1600-ledning löper längs med ån, angående resultatet av utförd stabilitetsutredning. Bedömt område med något för låg säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott redovisas i Figur 40



Figur 39 Grundkarta respektive ortofoto. Ungefärligt område där avlastningsschakt föreslås är markerat med rött.



Figur 40 Södra sidan av ån. Bedömt område med något för låg säkerhetsfaktor.

I samband med detaljplanläggning samt höjningar av marknivåer vid Gamlestads fabriker och ny vägbro för Gamlestadsvägen kommer geotekniska förstärkningsåtgärder erfordras bakom stödmuren respektive brostöden.

Även i området för befintlig bro för Gamlestadsvägen kommer det troligtvis erfordras kompletterande geotekniska förstärkningsåtgärder. Omfattningen och lämplig typ av grundförstärkning beror dels på önskad nivåställning, som inte är klarlagd i skrivande stund, men även på att det måste säkerställas att detaljplaneområdet för Gamlestads torg etapp 2 ej kan påverkas av glidytor med för låg säkerhet.

I anslutning till ny bro och ny stödmur ska erosionsskydd utföras enligt TRVK Bro och TK Geo. Det rekommenderas även utläggning av ett erosionsskydd i slänter efter rivning av befintlig bro för Gamlestadsvägen.

I området öster om Gamlestadsvägen finns tecken på måttlig erosion. Längs denna delsträcka saknas ett fullgott erosionsskydd. Det är även här som stabilitetsförhållandena är som sämst. Erosion av slänter och åbotten kan innebära att stabilitetsförhållandena försämras. Det rekommenderas att det tas fram ett kontrollprogram för övervakning av erosion och stabilitetsförhållanden längs sträckan Gamlestadsvägen-Hornsgatan, till dess att erosionsskydd lagts ut alternativt tills att man kan konstatera att risken för skadlig erosion är försumbar.

Pia Johansson

Handläggare

Per Lager

Teknikansvarig Geoteknik

Bilaga 4 Markteknisk undersökningsrapport/Hydrogeologi

Trafikkontoret Göteborgs Stad

Projektnummer: 2346028

2017-05-05

Vattenresurser Göteborg

Skapad av: Linn Ödlund Eriksson Matilda Einemo	Internt granskad av: Janette Jönsson	Uppdragsansvarig: Karin Ahlbom
Version/Revideringsdatum: -/-	Datum för interngranskning: Klicka här för att ange datum.	Uppdragsnummer: 2346028
Revidering kapitel:	Revideringen avser:	

	Teknikområde: Gamlestadens etapp 2	Sidnr: 2 (10)	
		2017-05-05	
		Uppdragsnr: 2346028	Rev. datum: -/-

Innehållsförteckning

1	Bakgrund	4
1.1	Objekt	4
1.2	Syfte	4
1.3	Avgränsning	4
1.4	Allmän projektinformation	4
1.5	Positionering – höjd- och plankoordinatsystem	5
1.6	Underlag för undersökningarna	5
2	Omfattning och gällande standarder	5
2.1	Gällande standard och kvalitetsinformation	6
3	Metod och utförande	7
3.1	Egenskapsborrning i jord	7
3.1.1	Jordprovtagning	8
3.2	Installation av grundvattenrör	8
3.3	Installation av porttrycksstationer	8
3.4	Funktionstester/slugtester i grundvattenrör	8
3.5	Grundvattennivåmätningar/Porttrycksmätningar	9
3.6	Provpumpning	9
3.6.1	Observationspunkter och grundvattennivåmätningar	10
3.6.2	Brunnen	10
3.6.3	Övriga installationer	10
3.6.4	Vattenprovtagning	10
4	Korrektioner	13
5	Resultatredovisning	13
5.1	Egenskapsborrningar i jord	13
5.1.1	Jordprovtagning	13
5.2	Funktionstester/slugtester	13
5.3	Vattenprovtagning	14
5.4	Grundvattennivåmätningar	15
5.5	Porttrycksmätningar	16
5.6	Provpumpning	16

	Teknikområde: Gamlestaden etapp 2	Sidnr: 3 (10)	
		2017-05-05	
		Uppdragsnr: 2346028	Rev. datum: -/-

BILAGOR

Bilaga 4.1	Översiktskarta
Bilaga 4.2	Lista observationspunkter
Bilaga 4.3	Fältprotokoll egenskapsbörning i jord
Bilaga 4.4	Laboratorieresultat siktanalyser
Bilaga 4.5	Slugtestutvärderingar
Bilaga 4.6	Laboratorieresultat vattenanalyser
Bilaga 4.7	Diagram grundvattennivåmätning i det undre och övre magasinet
Bilaga 4.8	Mätningar av portrycksstationer

	Teknikområde: Gamlestaden etapp 2	Sidnr: 4 (10)	
		2017-05-05	
		Uppdragsnr: 2346028	Rev. datum: -/-

1 Bakgrund

På uppdrag av Trafikkontoret Göteborgs Stad (TK) har Sweco Environment AB utfört en översiktlig hydrogeologisk undersökning inom uppdrag med genomförandestudie och tillståndsansökan för ny vägtunnel med anslutande ytor i Gamlestaden, Göteborg.

1.1 Objekt

I projektet Ny knutpunkt och stadsmässig blandstadsbebyggelse vid Gamlestads torg ingår detaljplaner för Gamlestadens Torg, Etapp 1 och Etapp 2. Föreliggande rapport är en del av Genomförandestudien (trafikförslag och byggnadstekniska förutsättningar) av Etapp 2 och ett underlag till tillståndsansökan för vattenverksamhet för byggandet av tråg och tunnel. Etapp 2 som innehåller den större delen av nybyggnationen och som kopplar samman nytt med befintlig bebyggelse- och gatustruktur i Gamlestaden, genomförs med rivning av trafikviadukt och utbyggnad av huvudgatusystemet med bl a en ny vägtunnel mellan Artillerigatan och Slakthusgatan samt rivning och nybyggnation av broar över Säveån.

1.2 Syfte

Denna Marktekniska undersökningsrapport/Hydrogeologi (MUR/Hydrogeologi) inom ramen för Projekt Gamlestaden Etapp 2 redovisar hydrogeologiska undersökningar utförda mellan 2016-06-13 och 2017-07-08. Syftet med egenskapsborrningar, grundvattennivåmätningar och provpumpning är att inhämta underlag för egenskapsbestämning hos jordlagren genom vilka de planerade anläggningarna kommer att skära. Fältinformationen som inhämtats i detta skede och redovisas för i denna Marktekniska undersökningsrapport/Hydrogeologi har planerats med avsikt att vara tillräckligt underlag för en tillståndsansökan för vattenverksamhet och underlag för genomförandestudien nämnd ovan.

1.3 Avgränsning

Egenskapsborrningar och installationer av 2"-stålrör (2 tums stålrör) samt brunn är förlagda till området runt Artillerigatan. Dessa undersökningar är planerade av teknikområde Hydrogeologi och utförda av Vara Brunnsborrning.

Installation av 2" grundvattenrör i plast täcker ett något större geografiskt område än stålrören och de har planerats av teknikområde Hydrogeologi och utförts av teknikområde Geoteknik. Redovisningen av dessa återfinns i markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik.

1.4 Allmän projektinformation

Projektnamn:	Gamlestaden Etapp 2
Plats:	Gamlestaden
Projektnummer:	2346028
Beställare:	Trafikkontoret/Göteborgs stad
Konsult:	Sweco

	Teknikområde: Gamlestaden etapp 2	Sidnr: 5 (10)	
		2017-05-05	
		Uppdragsnr: 2346028	Rev. datum: -/-

Entreprenör: Vara Brunnsbörning AB

Ansvarig hydrogeolog: Janette Jönsson

Handläggare: Linn Ödlund Eriksson

Fälthandläggare: Linn Ödlund Eriksson, Linnea Ruderfelt, Helen Eklund, Anders Blom, Agnes Danielsson, Per Gustafsson, Matilda Einemo

Laboratorium för siktanalys: Geolab Ramböll

Laboratorium för vattenanalys: ALS

1.5 Positionering – höjd- och plankoordinatsystem

Inmätning av borrhäls punkter har utförts av Sweco. Höjd- och plankoordinatsystemet är SWEREF 99 12.00 och RH2000.

1.6 Underlag för undersökningarna

Underlag för planering av egenskapsborrningar har varit SGU:s jordartskarta, ledningsinventering via Ledningskollen.se, successiva resultat av genomförda egenskapsborrningar, tidigare genomförda undersökningar¹ samt geotekniska sonderingar utförda av Sweco.

Nederbördsdata har inhämtats från SMHI:s öppna data.

SGU:s jordartskarta har använts för planering av undersökningar tillsammans med Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stads jordartskarta.

Kartmaterial för redovisning har erhållits av Stadsbyggnadskontoret Göteborg Stad.

Länsstyrelsen i Västra Götalands län redovisar tre MIFO-objekt av riskklass 2 inom området för genomförd hydrogeologisk undersökning, varav två gamla kemtvättar och en ytbehandling av metaller. Detta har föranlett försiktighetsmått och vattenprovtagning. Som underlag i planerandet och genomförda undersökningar har även *Miljöteknisk markundersökning inför detaljplan Gamlestadstorget Etapp 2, Göteborg, 2016-01-20* utförd av Geosigma AB på uppdrag av Fastighetskontoret Göteborg Stad använts.

2 Omfattning och gällande standarder

I tabell 2-1 och 2-2 sammanfattas det totala antalet genomförda fält- och laboratorieundersökningar fördelat på egenskapsborrningar/installationer och laboratorieförsök som teknikområde Hydrogeologi utfört.

¹ Bilaga 3 Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik, Sweco, 2017-05-05

	Teknikområde: Gamlestaden etapp 2	Sidnr: 6 (10)	
		2017-05-05	
		Uppdragsnr: 2346028	Rev. datum: -/-

Tabell 2-1 Sammanställning av genomförda egenskapsborrningar/installationer av observationspunkter.

<i>Undersökningsmetod</i>	<i>Antal</i>	<i>Tidsperiod</i>
Egenskapsborrning och installation av 2" grundvattenrör	16 ²	2016-06-13 till 2016-06-17 samt 2017-02-16 till 2017-02-08
Planering av grundvattenrör 2"-plaströr ³ utförda av teknikområde Geoteknik	10	2017-02-01 till 2017-02-03
Funktionstest av grundvattenrör	26	Juni 2016 samt februari 2017
Provpumpning	1	2017-02-20 till 2017-03-20

Tabell 2-2 Sammanställning av genomförda laboratorieanalyser, typ och antal.

<i>Laboratoriemetod</i>	<i>Antal</i>
Kornfördelningsanalyser	31 st
Vattenanalyser	43 st

För mer information om i vilka punkter och på vilka djup proverna är tagna hänvisas till respektive bilaga för kornfördelningsanalys och vattenanalys samt kapitel 3.

2.1 Gällande standard och kvalitetsinformation

Tabell 2-3 till 2-5 nedan sammanfattar styrande dokument för genomförd markteknisk undersökning Hydrogeologi.

Tabell 2-3 Planering och redovisning.

<i>Undersökningsmetod</i>	<i>Standard eller annat styrande dokument</i>
Fältplanering	SS-EN 1997-2
Fältutförande	SGF Rapport 1:2013 ⁴ , Geoteknisk fälthandbok SS-EN-ISO 22475-1
Beteckningssystem	SGF/BGS beteckningssystem 2001:2 IEG Beteckningsblad: Berg och Jord, daterad 2011-05-08
Dokumenthantering	IEG Rapport 4:2008

² Varav 15 med filter i det undre magasinet och 1 med filter i det övre magasinet

³ Installation och utförande av teknikområde Geoteknik, se Bilaga 3 Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik, Sweco, 2017-05-05

⁴ Ersatt av SGF Rapport 1:2013

	Teknikområde: Gamlestaden etapp 2	Sidnr: 7 (10)	
		2017-05-05	
		Uppdragsnr: 2346028	Rev. datum: -/-

Tabell 2-4 Fältundersökningar.

<i>Undersökningsmetod</i>	<i>Standard eller annat styrande dokument</i>
Installation av 1 meter Φ6mm hålad filterarea, 2” hålad krysspets	<i>Branschpraxis</i>
Störd jordprovtagning	<i>Branschpraxis</i> SS-EN-ISO 22475-1:2006 ⁵
Vattenprovtagning	SS-EN ISO 22475-1:2006
Grundvattennivåmätning/- undersökningar	SGF Rapport 1:2013 ¹ , Geoteknisk fälthandbok SS-EN ISO 22475-1:2006 SS-EN 1997-1:2005 SS-EN 1997-2:2007
Provpumpning	<i>Branschpraxis</i>

Tabell 2-5 Laboratorieundersökningar.

<i>Undersökningsmetod</i>	<i>Styrande dokument</i>
Jordartsbestämning	SS-EN ISO 14688-1:2004 SS-EN ISO 14688-2:2004 SS-EN ISO 14688-2:2004/Amd 1:2013
Kornfördelningsanalys	SIS-CEN ISO/TS 17892-5:2013
Vattenanalys	För gällande och använda standarder, se Bilaga 4.6 Laboratorieresultat Vattenprovtagning

3 Metod och utförande

3.1 Egenskapsborrning i jord

Egenskapsborrning i jord har genomförts genom drivning av 2” stålrör med hålad spets och hålad mantelyta Φ6mm utefter 1 meter, vilket innebär att egenskapsundersökning och installation av grundvattenrör sker simultant, se avsnitt 3,2. Vid borrning noteras fältmässigt bedömd jordart samt en kontinuerlig provtagning av friktionsjorden genomförs, se 3.1.1 nedan. Noggrannheten i djupbestämning i fält bedöms vara ca någon decimeter vid sondering med 2” grundvattenrör i stål.

Sonderingsmetoden ger inte ett säkert underlag för bergyta då den kan stoppa mot exempelvis block eller hårt friktionsmaterial. Syftet med undersökningen var att inhämta information om friktionsmaterialet och installera fungerande grundvattenrör, djup till fast botten var av lägre prioritet. Därför har neddrivning skett så djupt som möjligt men utan att

⁵ Standarden är modifierad enligt hydrogeologisk branschpraxis och avviker genom mekanisk störning av proverna på grund av spolning.

	Teknikområde: Gamlestadens etapp 2	Sidnr: 8 (10)	
		2017-05-05	
		Uppdragsnr: 2346028	Rev. datum: -/-

riskera förlorad vattenföring. Kompletterande information om djup till berg har i vissa punkter inhämtats från de geotekniska sonderingarna, information om de geotekniska sonderingarna återfinns i Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik⁶.

För läge i plan se bilaga 4.1.

3.1.1 Jordprovtagning

I samband med egenskapsborrningar har jordprovtagning utförts varje meter i friktionsjord samt vid varje vid neddrivning tolkad större jordartsförändring. Provtagning har skett genom uppblåsning av material samtidigt som rördrivning pågår. Vid utförandet har även eventuell vattenföring mätts (genom blåsning med tryckluft) och noterats vid varje provtagningsnivå, notering har även gjorts om huruvida grundvattnet klarnar under rensning eller inte.

3.2 Installation av grundvattenrör

De 2" stålrör som drivs ned vid egenskapsborrningen lämnas kvar och fungerar sedan som grundvattenobservationspunkter. De har hålad krysspets och 6 millimeters hålad mantelyta som filter längs med 1 meter av rörlängden. Alla 2" stålgrundvattenrör utom ett har utförts till ett sådant djup att filtret sitter i friktionslagret under lera (undre magasin). Ett av rören har utförts till lerlagrets överkant och ingår i serien rör som installerats i det övre grundvattenmagasinet.

I övre magasinet har, utöver det enda stålröret, ytterligare 10 grundvattenobservationspunkter av typ 2" PEH-rör installerats. Dessa har i fält utförts av teknikområde geoteknik, se Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik.

I bilaga 4.2 framgår mer information om de installerade grundvattenobservationspunkterna.

3.3 Installation av porttrycksstationer

Två porttrycksstationer installerades av teknikområde geoteknik, för läge i plan se Översiktskarta i bilaga 4.1. Varje porttrycksstation består av tre porttrycksmätare med membran installerade med porttrycksspetsen på olika nivå i den vattenmättade leran, detta för att kunna registrera variation i porttryck längs med jordprofilen. Vidare installerades även ett grundvattenrör av typ 1" stålrör i det undre magasinet. Installation av porttrycksstationer har utförts enligt Geoteknisk fälthandbok, SGF Rapport 1:2013, kapitel 10.3.3.

3.4 Funktionstester/slugtester i grundvattenrör

I samtliga 2" grundvattenrör har funktionstest utförts efter installation.

Vid funktionstest, likväl som vid slugtest, görs en tryckstörning genom att vattennivån sänks eller höjs i röret och återhämtning till ursprunglig nivå mäts. Tryckstörningen har i detta projekt åstadkommit genom en vattenpåfyllnad i grundvattenrören.

Om ett grundvattenrör har acceptabel funktion beror på vilken geologisk formation det sitter i och även på syftet med observationsröret. Är syftet att det skall fungera för långtidsobservationer med (normala) långsamma grundvattennivåfluktuationer kan en relativt långsam återhämtning accepteras efter påförd tryckstörning. Är syftet att

⁶ Bilaga 3 Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik, Sweco, 2017-05-05

	Teknikområde: Gamlestaden etapp 2	Sidnr: 9 (10)	
		2017-05-05	
		Uppdragsnr: 2346028	Rev. datum: -/-

observationsröret skall användas vid ett interferenstest och röret är placerat nära pumpbrunn så är snabb återhämtning mycket viktigare. För använda bedömningskriterier i detta projekt se tabell 3-1 nedan.

Tabell 3-1 Valda kriterier vid funktionstest. Återhämtningshastighet efter en momentan höjning eller sänkning av grundvattennivån i ett borrhål.

Definition av rörfunktion. Utgå från nivåhöjningen uppmätt efter en minut.	
OK snabb	Nivåhöjningen reduceras med mer än 50% på en halvtimme alternativt nivåhöjningen liten (<20 cm) redan efter en minut.
OK	Nivån reduceras med mer än 50 % på 24 h
OK trög	Nivån reduceras med mer än 50 % på 7 dagar
Ej OK	Nivån reduceras med mindre än 50 % på 7 dagar

Mätdata från funktionstestet kan också användas likt data från ett hydrauliskt enhålstest, slugtest, och den mätta tryckstörningen kan utvärderas med AQTESOLV Pro 4.5 för att beräkna hydrogeologiska egenskaper. Denna typ av utvärdering har gjorts i 5 punkter och använd utvärderingsmetod är Cooper-Bredehoeft-Papadopulos. Då utvärderingarna är gjorda utifrån funktionskontroller är mätningarna glesare och säkerheten i utvärderingen lägre än vid ett fullständigt slugtest.

3.5 Grundvattennivåmätningar/Porttrycksmätningar

Grundvattennivåmätningar har inletts efter funktionstester av de installerade grundvattenrören (se Bilaga 4.5 Försöksrapport Slugtestutvärderingar) och pågår tills vidare. Se Bilaga 4.2 Lista grundvattenobservationspunkter för mer information.

Mätfrekvensen för manuella mätningar har varit 2 gånger per månad under ostörda förhållanden men med tätare mätfrekvens under genomförd provpumpning. Mätningarna har skett ljuslod, samma lod vid varje tillfälle, genom att registrera avstånd från rörs överkant till grundvattenytan. Mätningen sker med noggrannhet ± 1 cm.

Vid sidan om de manuella mätningarna har även mätningar med automatiska tryckloggers av typ Diver utförts i samtliga observationspunkter. Mätfrekvensen har varit 1 gång per timme under ostörda förhållanden, tätare under genomförandet av provpumpningen och återhämtningen därefter.

Porttrycksmätningar har utförts enligt Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013, kapitel 10.3.4.

3.6 Provpumpning

Provpumpningen startades 2017-02-20 kl 11:38 med ett flöde på 4 l/s och pågick till 2017-03-20 kl 11:05 då kontrollerat pumpstopp skedde. Flödet har hållits konstant under hela pumpningen bortsett från ett oplanerat pumpstopp som upptäcktes 2017-02-21. Sedan pumpstart nummer två 2017-02-21 kl 14:00 har pumpen gått konstant utan avbrott.

Under pumpningen har som säkerhet larm- och stoppnivåer använts för att indikera om provpumpningen riskerade orsaka skada i omgivningen, men dessa nivåer har aldrig nåtts.

	Teknikområde: Gamlestaden etapp 2	Sidnr: 10 (10)	
		2017-05-05	
		Uppdragsnr: 2346028	Rev. datum: -/-

Som extra säkerhetsmått har även markrörelser mätts av teknikområde Mätteknik och Geoteknik, detta eftersom relativt stora friktionsmaktigheter utsatts för trycksänkning i det undre magasinet.

Nivåpåverkan från provpumpningen har registrerats med automatiska tryckloggers samt manuella mätningar ca en gång per vecka.

3.6.1 Observationspunkter och grundvattennivåmätningar

Observationspunkter finns i det undre magasinet i riktningarna norr, öst och syd om brunnen, se Bilaga 4.1 Översiktskarta. Två observationspunkter finns även väster om brunnen, varav den längst bort inte mätts lika frekvens som övriga ingående observationspunkter. För mer information om ingående observationspunkter se Bilaga 4.2.

Ytterligare tre observationspunkter finns i det undre magasinet väster ut men dessa tillhör ett annat pågående projekt. Data eller information från dem redovisas ej i denna Marktekniska undersökningsrapport/Hydrogeologi.

Täta manuella mätningar utfördes under den första veckan av pumpningen, därefter skedde mätningar ett par gånger per vecka. Automatiska tryckloggers i alla observationspunkter har loggat var 30:e till var 90:e sekund under pumpfasen. De manuella mätningarna har utförts som komplement genom kontinuerlig kontroll. Mätningar sker även under återhämtningsfasen (bedömt till 4 veckor), manuellt ca en gång per vecka och med automatiska tryckloggers i varje rör var 3:e minut.

3.6.2 Brunnen

Brunnen är utförd i 6" foderrör med förlorat filter med slitsvidd 0,75 millimeter och filterlängd 3 meter utan sump.

Brunnens filter placerades på 18-21 meters djup.

3.6.3 Övriga installationer

Resultat av föregående vattenprovtagningar och krav på att vattnet måste renas innan utsläpp ledde till att det uppumpade vattnet har renats med aktivt kol i för ändamålet specialdesignad anläggning innan utsläpp till dagvattennätet. Detta har krävt ackumulatortank och kolfilter i uppvärmda byggtält med uppvärmda, isolerade rörinstallationer emellan. Installationerna har utförts på ett sådant sätt att flödet ur brunnen hölls konstant på ca 4 l/s.

På grund av installationerna med ackumulatortank, kolfilter och säkerhetssystem har flödet inte kunnat mätas med hink och klocka. Istället har flödet mätts med för ändamålet installerade flödesmätare på röret upp från pumpen. Dessa har lästs av vid varje fältbesök.

3.6.4 Vattenprovtagning

Vattenprovtagning har skett i tre faser:

1. Ostörda förhållanden, efter installation av grundvattenrör och inför provpumpning
2. Under provpumpningen

	Teknikområde: Gamlestaden etapp 2	Sidnr: 11 (10)	
		2017-05-05	
		Uppdragsnr: 2346028	Rev. datum: -/-

3. Efter provpumpningen

Syftet med provtagningen var under fas 1 att få kunskap om den rådande föroreningssituationen (som hade misstänkts sedan tidigare). Syftet under fas 2 var att undersöka hur föroreningssituationen påverkades av provpumpningen samt att verifiera reningen av det uppumpade vattnet.

Under den första fasen togs prover i punkterna 16S001G, 16S002G, 16S003G, 16S004G, 16S005G, 16S006G, 16S007G och 16008G. Provtagning har ej skett i övre magasin eftersom den potentiella föroreningen är lokaliserad till det undre magasinet.

Under den andra provtagningsfasen togs prover från punkterna 16S004G och 16S003G samt även på det uppumpade vattnet direkt efter pumpen samt på utgående vatten från kolfiltret (Brunn_före och Brunn_efter). Prover på uppumpat vatten före och efter rening togs för att kunna verifiera att reningsprocessen fungerade tillräckligt väl och som den skulle. Ett vattenprov har även tagits cirka 3 månader efter provpumpningens slut.

Provtagningen under fas 1 har skett med föregående omsättningspumpning med som minst 3 borrhålsvolymmer.

Provtagning under fas 2 har skett utan omsättning; direkt ut kranar (för provpunkterna före och efter kolfiltret) eller med bailer (16S003G och 16S004G). Proverna har lämnats in och skickats till laboratoriet samma dag som provtagning skett, i enstaka fall (2017-03-20) har proverna förvarats i kylskåp under natten och skickats in efterföljande dag.

Provtagning under fas 3 har skett med föregående omsättningspumpning med som minst 3 borrhålsvolymmer.

Tabellen nedan sammanställer provtagningsstillfällena. För resultat hänvisas till Bilaga 4.6 Laboratorieresultat vattenanalyser. Provtagning kommer att ske även efter avslutad provpumpning.