

PM GEOTEKNIK

STRANDPROMENADEN, HENRIKSBERG

The logo for SSM, consisting of the letters 'SSM' in a stylized font. The 'S' is red and the 'SM' is blue.

SLUTRAPPORT
2020-06-03

UPPDRAG

294989, Henriksberg SH

Titel på rapport: Projekterings PM Geoteknik

Status: Slutrapport

Datum: 2020-06-03

MEDVERKANDE

Beställare: SSM Bygg & Fastighets AB

Kontaktperson: Johan Appelqvist

Konsult: Tyréns AB

Uppdragsansvarig: Liselott Luhr, Tyréns AB

Handläggare: Martin Sundvall, Tyréns AB

Kvalitetsgranskare: Mattias Falksund, Tyréns AB

REVIDERINGAR

Revideringsdatum: ÅR-MÅN-DAG

Version: X.Y exv. 1.0

Initialer: Namn, Företag

Uppdragsansvarig:

Liselott Luhr

Datum: 2020-06-03

Handlingen granskad av:



Datum: 2020-06-03

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	OBJEKT	5
2	ÄNDAMÅL	6
3	UNDERLAG FÖR PROJEKTERINGS PM	6
4	STYRANDE DOKUMENT	6
5	PLANERAD/FÖRESLAGEN KONSTRUKTION OCH GEOTEKNISKA FRÅGETSTÄLLNINGAR	7
	5.1 PLANERAD KONSTRUKTION/ANLÄGGNING	7
	5.2 GEOTEKNISKA FRÅGESTÄLLNINGAR	8
6	UTFÖRDA MARKUNDERSÖKNINGAR	8
7	MARKFÖRHÅLLANDEN	9
	7.1 TOPOGRAFI OCH VEGETATION	9
	7.2 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	9
	7.3 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	10
8	DIMENSIONERING OCH BERÄKNING	10
	8.1 BESKRIVNING AV GEOKONSTRUKTION	10
	8.2 GEOTEKNISK KATEGORI OCH SÄKERHETSKLASS	11
	8.2.1 GEOTEKNISK KATEGORI	11
	8.2.2 SÄKERHETSKLASS	11
	8.3 UTVÄRDERING AV GEOKONSTRUKTIONENS DIMENSIONERANDE VÄRDEN	11
	8.3.1 VALDA VÄRDEN	11
	8.3.1 VÄRDERING AV UNDERSÖKNING	12
	8.3.2 KARAKTÄRISTISKA VÄRDEN	12
	8.3.3 DIMENSIONERANDE HYDROGEOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR	16
	8.3.4 LASTER	16
	8.4 BERÄKNINGAR	16
	8.4.1 RESULTAT	16
	8.4.2 SLUTSATS/ANALYS	16
9	REKOMMENDATIONER	17
	9.1 STABILITETSHÖJANDE ÅTGÄRDER	17
	9.1.1 BORRAD SPONT	18
	9.2 GRUNDLÄGGNING	18
	9.3 SCHAKT- OCH Fyllningsarbeten	18
	9.4 MILJÖ	18

9.4.1 MARRADON.....	18
9.4.2 MARKFÖRORENINGAR	19
10 OMGIVNINGSPÅVERKAN.....	19
11 KOMPLETTERANDE UTREDNINGAR OCH UNDERSÖKNINGAR	19

BILAGOR

<i>Beteckning</i>	<i>Datum</i>	<i>Rev. datum</i>
Bilaga 1 – Tolkade sektioner, geoteknik	2020-05-29	201x-xx-xx

TILLHÖRANDE DOKUMENT/HÄNVISNINGAR

<i>Beteckning</i>	<i>Datum</i>	<i>Rev. datum</i>
MUR Geoteknik	2020-06-03	201x-xx-xx
Beräknings PM/Geoteknik	2020-05-29	201x-xx-xx

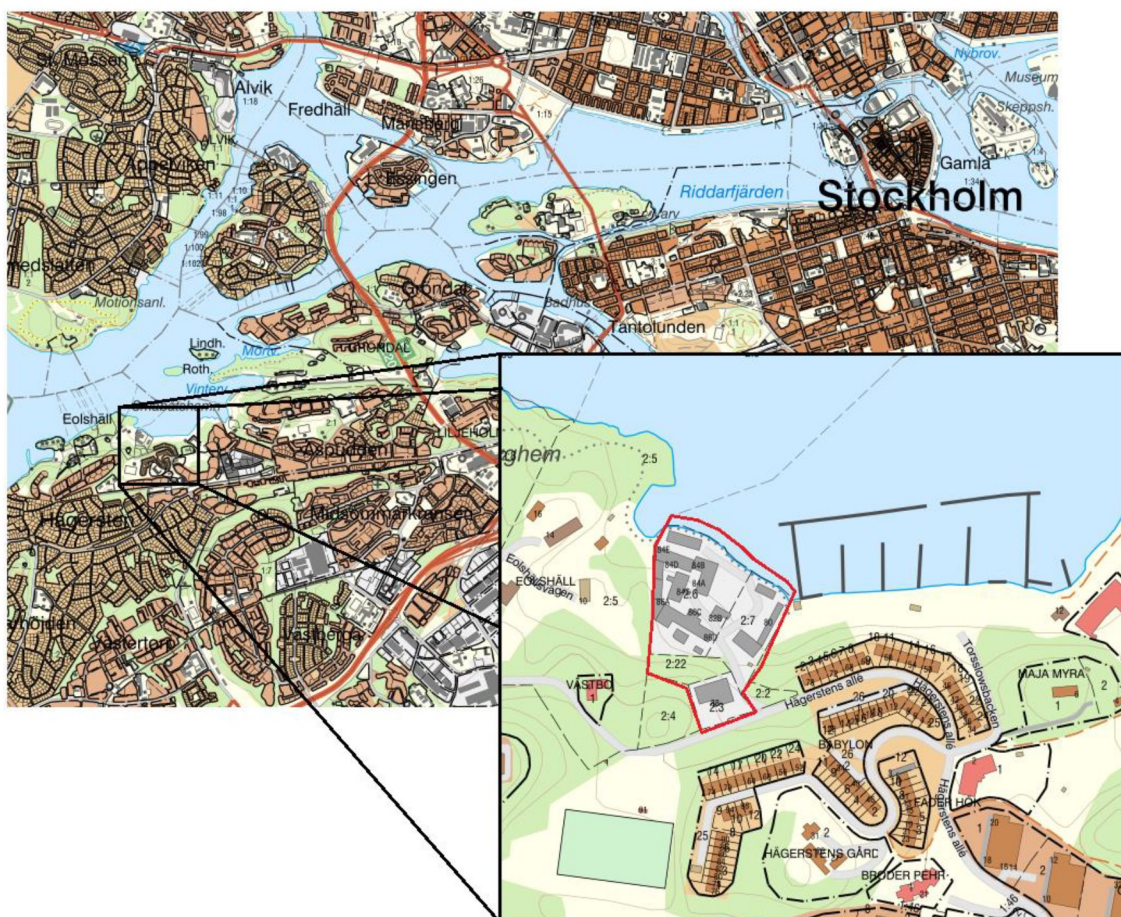
INLEDNING

Föreliggande PM behandlar de geotekniska förutsättningarna för rubricerat objekt. Sammanställning av tidigare och nu utförda undersökningar redovisas i en separat rapport, Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik (MUR/Geoteknik), daterad 2020-05-29.

Projekterings PM/Geoteknik redogör för geoteknisk dimensionering och beräkning utifrån tillgängliga uppgifter om aktuellt objekt. Vid upprättande av bygghandlingar, då byggnaders och anläggningars utformning är bestämd skall geotekniska uppgifter och rekommendationer, som överensstämmer med planerat grundläggningsarbete, inarbetas i den byggnadstekniska beskrivningen.

1 OBJEKT

Tyréns AB har på uppdrag av SSM Bygg & Fastighets AB och Trust Realestate AB utfört en geoteknisk utredning som underlag till systemhandling för ny detaljplan. Undersökningsområdet ligger inom befintliga fastigheter Hägersten 2:6, 2:7 och 2:22 i förekommande verksamhetsområde Henriksberg, se figur 1 nedan.



Figur 1. Översiktskarta. Aktuell utbredningsområde ligger i norra delen av rött markerat område.

Projektledare på SSM är Anna Blom och uppdragsansvarig för Tyréns AB är Liselott Luhr med ansvarig geotekniker Mattias Falksund.

Utredningen har utförts med inriktning på stabilitetsförhållanden för befintlig slänt mot Mälaren i detaljplaneområdets norra delar som i tidigare skede konstaterats ha låg säkerhet mot ras och skred. Den så kallade "strandpromenaden" skall rustas upp och göras mer tillgänglig för gångtrafikanter.

2 ÄNDAMÅL

Den geotekniska utredningen syftar till att klargöra geotekniska förhållanden och stabilitetsförhållanden för befintlig utfyllnadsslänt mot Mälaren. Undersökningar har utförts i tidigare undersökta sektioner, som bedömts fortsatt representativa för området, vilka kompletterats med mer detaljerad information om förekommande leras egenskaper och utbredning ute i Mälaren.

Utredningen skall även ge vidare underlag för dimensionering av eventuell förstärkningsåtgärd och inarbetas i bygghandling för dessa arbeten.

3 UNDERLAG FÖR PROJEKTERINGS PM

Underlag som använts vid upprättande av denna PM är följande:

- Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik (MUR/Geoteknik) upprättad av Tyréns AB, daterad 2020-05-29,
- Tidigare utförda geotekniska undersökningar och utredningar från området och olika tidsepoker som inarbetats och/eller bilagts MUR/Geoteknik,
- Geotekniska *Beräknings PM* och *Utrednings PM* upprättade av Structor 2019 samt
- Skissmaterial med planerade byggnaders samt nytt gångstråks med ny placering i plan.

4 STYRANDE DOKUMENT

Tabell 1. Styrande dokument.

DOKUMENT	DATUM
Eurokod 7, Dimensionering av geokonstruktioner del 1 och 2 SS-EN 1997	
IEG:s tillämpningsdokument (EN 1997-1), Rapport 6:2008 Kap 11 och 12 - Slänter och bankar	
TK Geo 13, version 2.0 (TDOK 2013:0667)	2016-02-29
TR Geo 13, version 2.0 (TDOK 2013:0668)	2016-02-29
Anläggnings AMA 17	
Skredkommissionens Rapport 3:95	

5 PLANERAD/FÖRESLAGEN KONSTRUKTION OCH GEOTEKNISKA FRÅGETSTÄLLNINGAR

5.1 PLANERAD KONSTRUKTION/ANLÄGGNING

I området planeras för uppförandet av nya flerbostadshus samt att några av befintliga byggnader skall bevaras. I områdets södra delar höjer sig terrängen upp och berget ligger ytligt. I områdets norra delar utgörs marken av utfyllning i Mälaren med en brant, delvis undervattensslänt. Norr om nybyggnationen skall en ny GC-väg anläggas ("Strandpromenaden"). Den ligger delvis i området för en mindre byggnad som skall rivas samt befintlig väg.

Områdets totalstabilitet har tidigare analyserats (utredning utförd av Structor 2019) i två sektioner med grova antaganden på jordmodellen och konstaterad låg säkerhet mot ras och skred.

Aktuell utredning har utrett jordlagerföljder och lerans geotekniska egenskaper mer detaljerat dels på land men även ute i Mälaren.

Byggnaderna närmast strandlinjen kommer att grundläggas på stödpålar alternativt packad fyllning efter urgrävning till fast mark eller berg (vid mindre fyllnadsmäktighet).



Figur 2. Planskiss över område med expolatering. Byggnader ritade med rött tak är befintliga och bevarade byggnader. Övriga byggnader skall uppföras i projektet. Norr om nya byggnader anläggs strandpromenaden mellan husraden och vattenlinjen. I de östra delarna planeras GC-vägen ligga närmare strandlinjen.

5.2 GEOTEKNISKA FRÅGESTÄLLNINGAR

Förekommande lera konstateras ha mycket låg odränerad skjuvhållfasthet och lerlagret letar sig in under fyllningen som ligger på skrå ut i Mälaren. Av denna anledning medför de geotekniska och geometriska förutsättningarna en ogynnsam situation ur ett stabilitetshänseende. Detta är gällande för områdets befintliga situation. Något förvånande har lerans odränerade skjuvhållfasthet konstaterats vara i nivå med uppmätta värden från jungfrulig havsbotten. En konsolidering och därmed hållfasthetstillväxt torde ha inträffat till följd av utfyllda massor men detta har alltså ej kunnat påvisas.

Området har legat utfyllt under en längre tidsperiod (enligt kartunderlag sedan 50-, 60-talet i dess nuvarande omfattning) och har sannolikt utsatts för flera extremvärden så som lågvatten, riklig nederbörd, laster från maskiner etc. som i normalfallet kan trigga en jordrörelse/skred. Detta har dock ej inträffat.

Utförd sjömätning ger underlag till markmodellen som visar tecken på att sjöbotten tryckts upp från slänkfoten och en bit ut vilket kan ses på tolkade sektioner, *bilaga 1*. Troligtvis har fyllningsfronten pressat de lösa sedimenten framför sig i en slags okontrollerad undanpressning/nedpressning (kan ha skett medvetet eller omedvetet). Ingen information och arkivmaterial på hur utfyllnaden utförts har påträffats.

Lasterna från de nya byggnaderna förutsätts föras ner till berg eller fasta jordlager och belastar därmed inte underliggande lerjordar. Således påverkar ej uppförandet av nya byggnader områdets stabilitet negativt.

Ny GC-väg skall medräknas i detta skede med en last enligt TK Geo 13 på 5 kPa vilket är rimligt att lastkompenseras bort genom utskiftning av fyllnadsmaterial och ersätta med lättfyllning. Utskiftning av 0,5 meter fyllning mot ex. vis. skumglas motsvarar avlastning med ca 8 kPa.

Sättningar har konstaterats genom besiktning i Structors utredning, främst mot släntkrönet och strandpromenadens träöverbyggnad. Horisontala markrörelser kan dock troligen förklaras av en mängd olika orsaker. Dels erosion i den mycket branta slänten ner i Mälaren. Men även sättningar i leran under fyllningen eller i fyllen. Fyllningen är troligen ej kontrollerad och packad med tanke på när i tiden den utfördes. Det kan troligtvis även följt med organiska material som ex.vis. stubbar som med tiden kan ha förmultnat med en sättning i markytan som följd. Eller kanske rent av diverse järnskrot som med tiden rostar sönder och orsakar sättningar i markytan.

Noterade sättningar bedöms ej vara ett resultat av skredliknande rörelser men det går inte heller att utesluta.

6 UTFÖRDA MARKUNDERSÖKNINGAR

Till underlag för den geotekniska utredningen och denna PM ligger geotekniska undersökningar utförda av Tyréns under perioden 2020-04-16 till 2020-04-23 samt undersökningar utförda 2019 av Structor. Därtill äldre utförda undersökningar, Stockholm stads Byggnadsgeologiska karta och SGUs jordartskarta har även studerats.

De geotekniska undersökningar som utförts i detta uppdrag utgörs av:

- CPT-sondering,
- Hejarsondering,
- jord- och bergsondering,

- störd provtagning med skruvborr,
- ostörd provtagning med kolvprovtagare,
- vingborr provtagning,
- utförda inmätningar av sjöbotten och mark samt
- geotekniska laboratorieundersökningar (rutinundersökning, CRS och skjuvförsök)

Resultaten redovisas i en separat handling Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik (MUR/Geoteknik), daterad 2020-05-28 och upprättad av Tyréns AB.

7 MARKFÖRHÅLLANDEN

7.1 TOPOGRAFI OCH VEGETATION

Området sluttar något från södra delen ner mot strandlinjen i norr men är relativt plan. Markytan där fyllningen ligger närmast Mälaren har mätts in på nivå ca +2,0. Denna yta utgörs av hårdgjord yta.

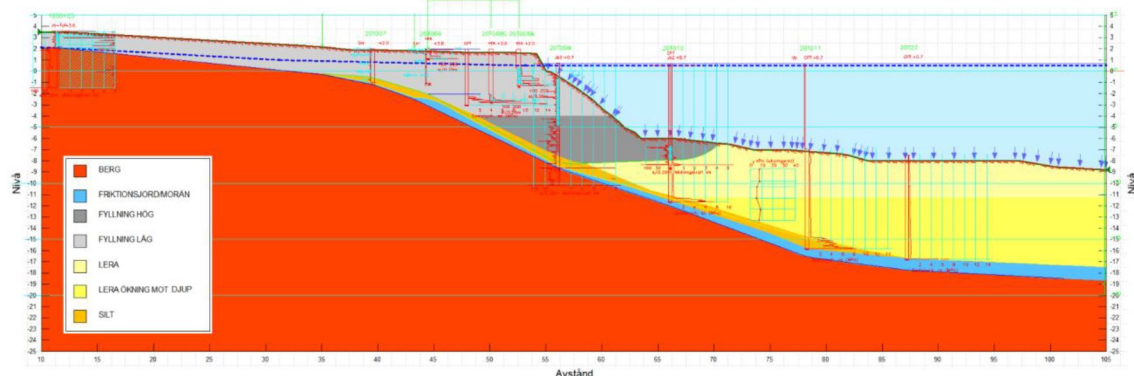
Befintlig strandpromenad längst ut på slänkrön utförs av trädäckad lösning med räcken ut mot Mälaren. Det förekommer även enstaka buskar och mindre träd längs med strandlinjen.

Sjöbotten är inmätt i tidigare skede och närmast slänten ligger botten på nivå ca -6,0 till -8,0 vilket motsvarar ca 7 till 9 meters vattendjup.

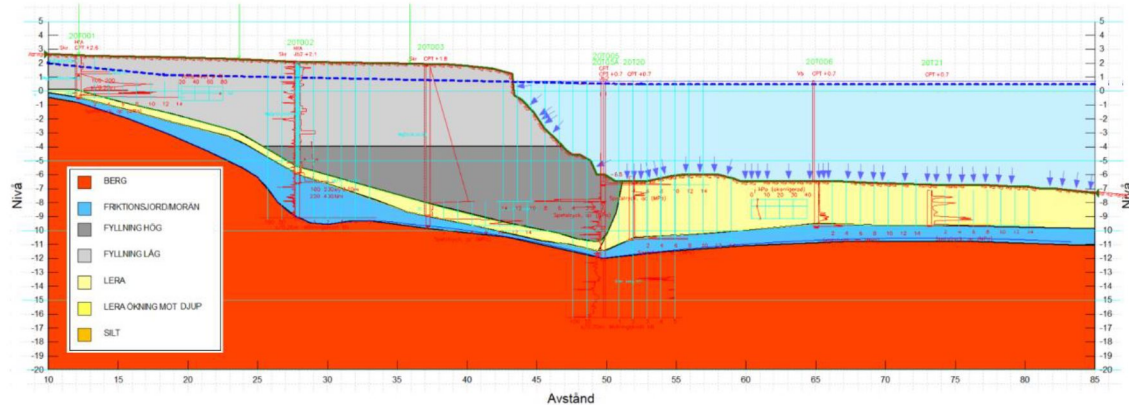
7.2 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

På fastland utgörs marken av fyllningsmaterial med varierad sammansättning och mäktighet, 2-10 meter. Där nedan följer ett tunt lager av finkorniga sediment, som mest drygt 1 meter mäktigt. Sedimenten underlagras av ett tunt lager friktionsjord ovan berg. I områdets södra delar höjer terrängen upp sig och bergytan ligger ytligare. I områdets södra delar förekommer inte heller finkorniga sediment under fyllningen och fyllningens mäktighet är betydligt mindre.

I sektion A-A har sedimenten klassificerats som lerig silt och i sektion B-B har de klassificerats som lera med inslag av gyttja. Se *figur 3* och *figur 4* för tolkade sektionsritningar (samt *bilaga 1*).



Figur 3. Geotekniskt tolkad jordlagerföljd, sektion A-A.



Figur 4. Geotekniskt tolkad jordlagerföljd, sektion B-B.

Fyllningen utgörs av blandad friktionsjord av sand, grus och sten. Vid jord- och bergsondering har block eller större sten genomborrats.

Havsbottnen utgörs överst av mycket lösa och delvis dyga sediment. Mot djupet består botten av lera med inslag av sulfid och gyttja. I sektion B-B är sedimenten på havsbotten ca 3-5 meter mäktiga. I sektion A-A är sedimentens mäktighet större, ca 7-9 meter.

Utvärderade hållfasthetsegenskaper på ingående jordlager beskrivs vidare i kapitel 8.

7.3 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Inga mätningar av grundvattenytan har utförts i detta projekt. I tidigare skede har mätningar utförts i monterade grundvattenrör, se MUR/Geoteknik upprättad av Structor 2019.

Fyllningen utgörs av genomsläppliga jordarter och därav är ett rimligt antagande att grundvattenytan i fyllningen närmast strandlinjen korrelerar med nivån/vattenståndet i Mälaren.

I samband med utförda fältundersökningar 2020 mättes vattennivån till ca +0,7.

Minimumvärdet för vattenståndet i Mälaren, enligt statistisk från Stockholms Hamnar, under en 10-årsperiod (2009 augusti – 2019 augusti) ligger på nivån +0,50.

8 DIMENSIONERING OCH BERÄKNING

Denna utredning och geokonstruktioner har i detta skede dimensioneras med karaktäristiska värden. Framtagande av dimensionerande värden enligt Eurokod har således ej utförts i detta skede för att beräkningsresultat skall vara jämförbart med tidigare utredning, utförd av Structor 2019.

8.1 BESKRIVNING AV GEOKONSTRUKTION

Nya byggnader förutsätts grundläggas på sådant sätt så att laster förs ned till berg och/eller fasta jordlager genom pålning eller utskiftning. Dessa konstruktioner bedöms således ej påverka stabiliteten i området negativt.

En befintlig strandpromenad flyttas in från slänkrönet och görs som grusad väg för gångtrafikanter och hästar. Denna nya anläggning medräknas en trafiklast för tillfälliga snöröjningsfordon på 5 kPa

8.2 GEOTEKNISK KATEGORI OCH SÄKERHETSKLASS

8.2.1 GEOTEKNISK KATEGORI

Planerad anläggning avseende grundläggning och eventuella stödkonstruktioner hänförs till geoteknisk kategori 2 (GK2).

8.2.2 SÄKERHETSKLASS

Planerad anläggning avseende grundläggning och eventuella stödkonstruktioner hänförs till säkerhetsklass 2 (SK 2).

Tabell 2. Partialkoefficient som beaktar säkerhetsklass.

SÄKERHETSKLASS	KRAV SÄKERHETSFAKTOR
SK 1	1,35
SK 2	1,5
SK 3	1,65

8.3 UTVÄRDERING AV GEOKONSTRUKTIONENS DIMENSIONERANDE VÄRDEN

Beräkningar i brottgränstillstånd utförs med nedanstående parametrar. Dessa är utvärderade ur såväl undersökningsresultat som laboratorieundersökningar.

Utgångspunkt är härledda värden som är uppmätta vid fält- eller laboratorieundersökning.

Utifrån härledda värden bedöms ett valt värde vilket utvärderas från sammanställning av härledda värden för respektive parameter, där eventuella tvivelaktiga mätvärden exkluderats. Hänsyn tas till empiri och olika undersökningsmetoders relevans för aktuell brottmekanism.

8.3.1 VALDA VÄRDEN

Ingående hållfasthetsparametrar redogörs för i *figur 5* och *figur 6*. I *figur 7* redogörs för fyllningsmaterialets deformationsegenskaper utifrån utförda hejarsonderingar.

Friktionsvinkeln har utvärderats utifrån empiri och utförda hejarsonderingar där tidigare undersökningar utförda av Structor även har inarbetats. Spridningen i mätresultaten bedöms normala jämfört med likvärdiga fyllningar. Den relativt stora mängden konstaterade block torde dock ge än högre värde på friktionsvinkeln vilket ej kunnat konstateras av sonderingsmotståndet.

Odränerad skjuvhållfasthet har utvärderats utifrån utförda CPT-sonderingar, vingborrprovtagare, fallkonsförsök (rutinförsök på upptagna ostörda prover) samt utförda direkta skjuvförsök. Sammantaget har en relativt stor mängd sonderingar och provtagningar utförts vilket även kompletterats med laboratorieanalys för att bekräfta modellen ytterligare. Resultaten ger en relativt samlad bild av den odränerade skjuvhållfastheten även mellan olika metoder. Mätta värden från konförsök, vingborr och CPT har korrigerats med hänsyn till flytgränsen på de nivåer där flytgränsen har bestämts.

8.3.1 VÄRDERING AV UNDERSÖKNING

Undersökningarna har utförts med riklig variation av sonderings- och provtagningsmetoder och dessutom i för uppdraget relevant omfattning.

Bedömningen av härledda värden och medelvärden ger en god till mycket god samstämmig bild av jordens hållfasthetsegenskaper. Mycket god för kohesionsjordars ingående parametrar.

I fyllningen har större sten och block påträffats, främst i nedre delarna av fyllen, vilket medför att fyllningens genomsnittliga friktionsvinkel (för hela volymen) borde kunna bedömas högre än sonderingsmotståndet anger. Modellen och valt värde anses härvidlag vara något i underkant.

Lerlagret under fyllningen har enbart undersökts i en punkt. Lagret har varit tunt och svårt att utföra ostörda provtagningar med ovanliggande fyllning med stor mäktighet (>10 meter). Laboratorieanalys från denna provtagning visar på förvånande lågt värde på den odränerade skjuvhållfastheten utvärderad dels genom CPT-sondering samt fallkonsförsök och direkt skjuvförsök. Provet har visat tecken på att vara stört.

8.3.2 KARAKTÄRISTISKA VÄRDEN

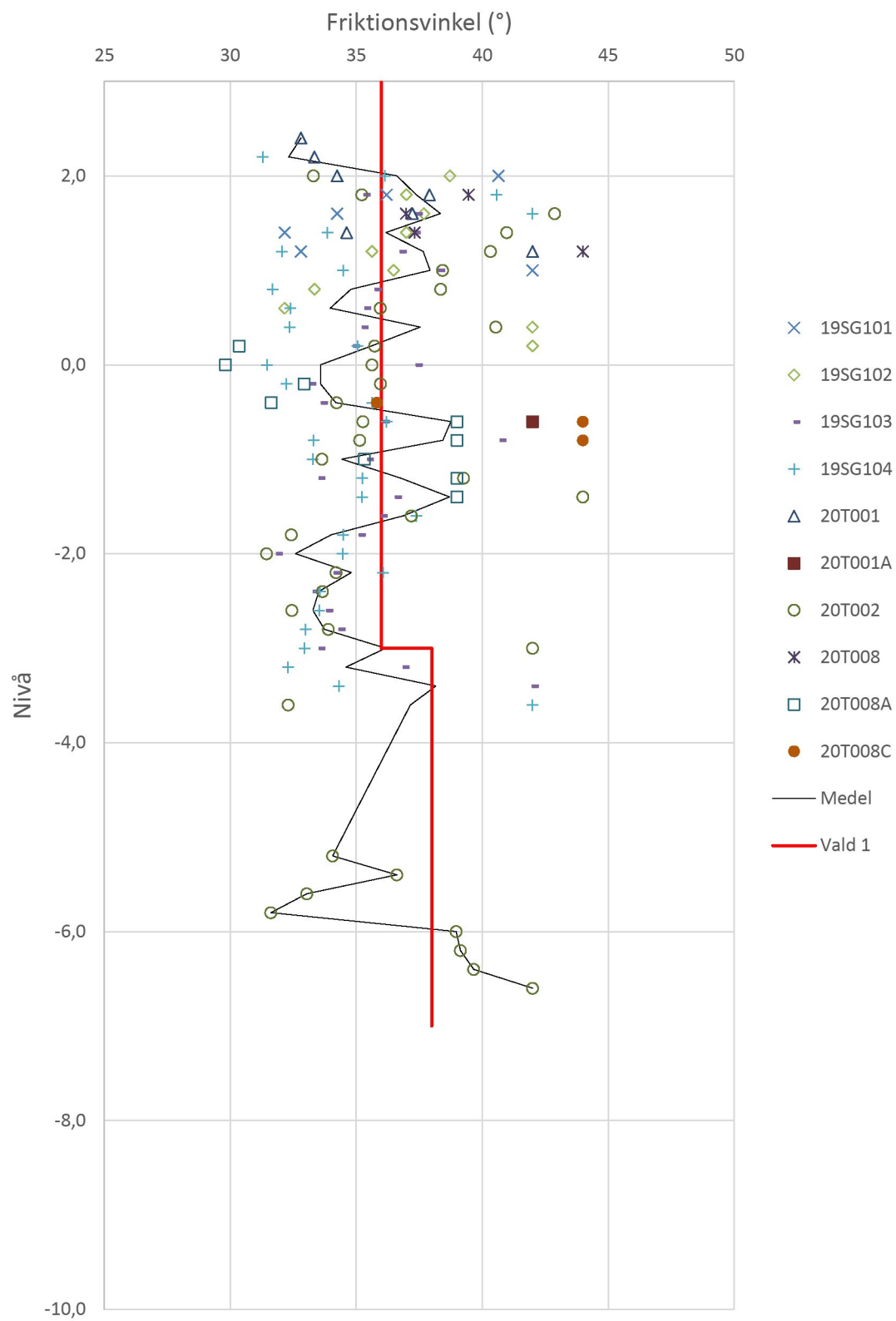
I *tabell 3* nedan sammanställs samtliga parametrar.

Tabell 3. Geotekniska parametrar, indata stabilitetsberäkningar.

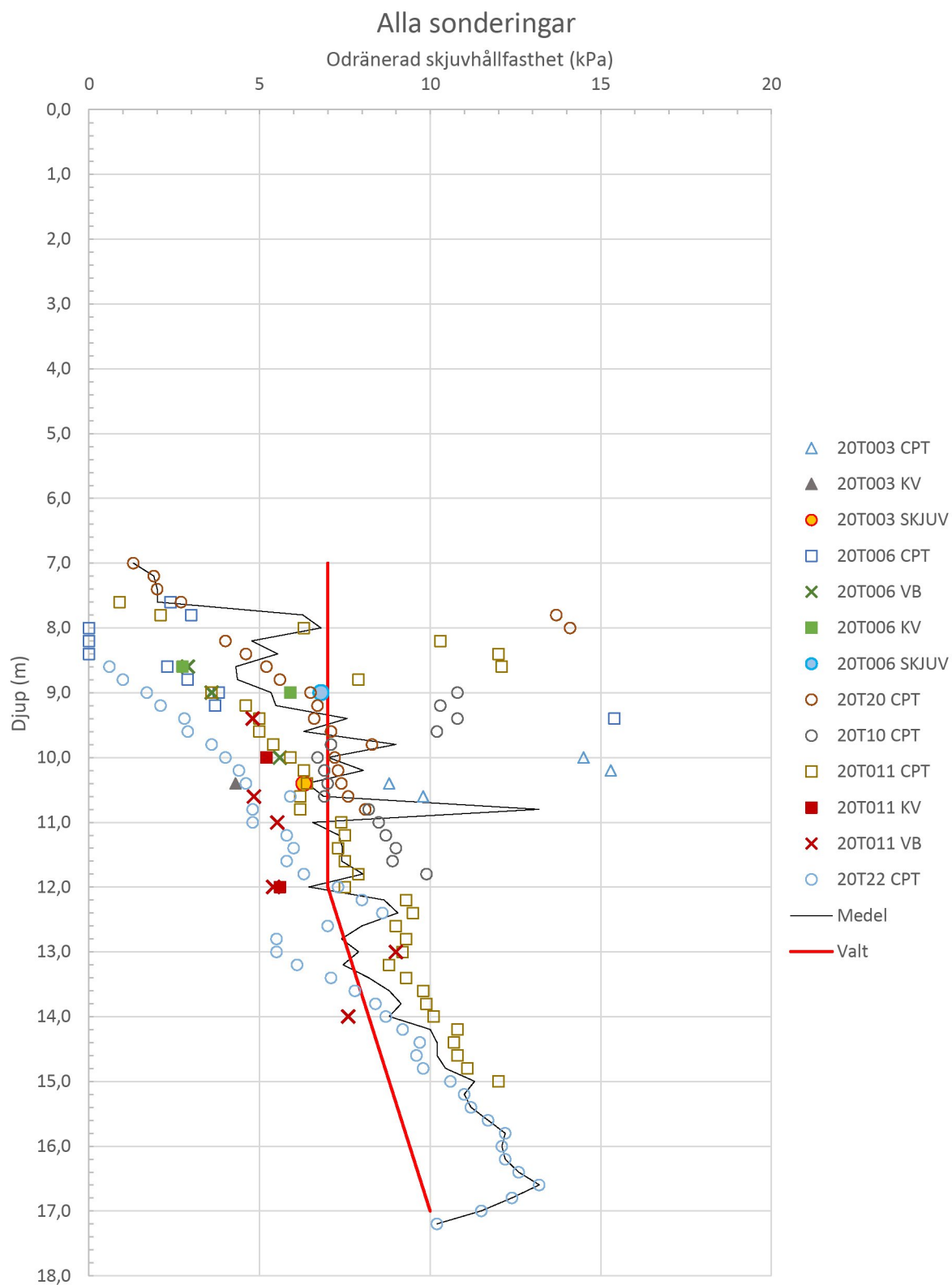
MATERIAL	TUNGHET ρ (ρ')* (kN/m ³)	HÅLLFASTHETS- EGENSKAPER	DEFORMATIONS- EGENSKAPER
Fyllning, övre (tom nivå -4)	20 (12)	$\phi'_{dk} = 36^\circ$	$E_k = 25$ MPa
Fyllning, undre (fr nivå -4)	20 (12)	$\phi'_{dk} = 38^\circ$	$E_k = 25$ MPa
Lättfyllning	3,5 (1)	$\phi'_{dk} = 45^\circ$ (skumglas)	ej utvärderad
Lerig silt (sektion A-A)	17 (7)	$c_u = 10$ kPa $\phi'_{dk} = 30^\circ$ $c' = 0,1 \cdot c_u$	ej utvärderad
Lera, övre (tom nivå -11,3)	16 (6)	$c_u = 7$ kPa $\phi'_{dk} = 30^\circ$ $c' = 0,1 \cdot c_u$	Se CRS ($M_L = 150-350$ kPa)
Lera, undre (fr nivå -11,3)	16 (6)	$c_u = 7 + z^{**} \cdot 0,6$ kPa $\phi'_{dk} = 30^\circ$ $c' = 0,1 \cdot c_u$	Se CRS ($M_L = 150-350$ kPa)
Friktionsjord/ morän	20 (12)	$\phi'_{dk} = 40^\circ$	$E_k = 40$ MPa

* värden inom parentes avser effektiv tunghet under grundvattenytan

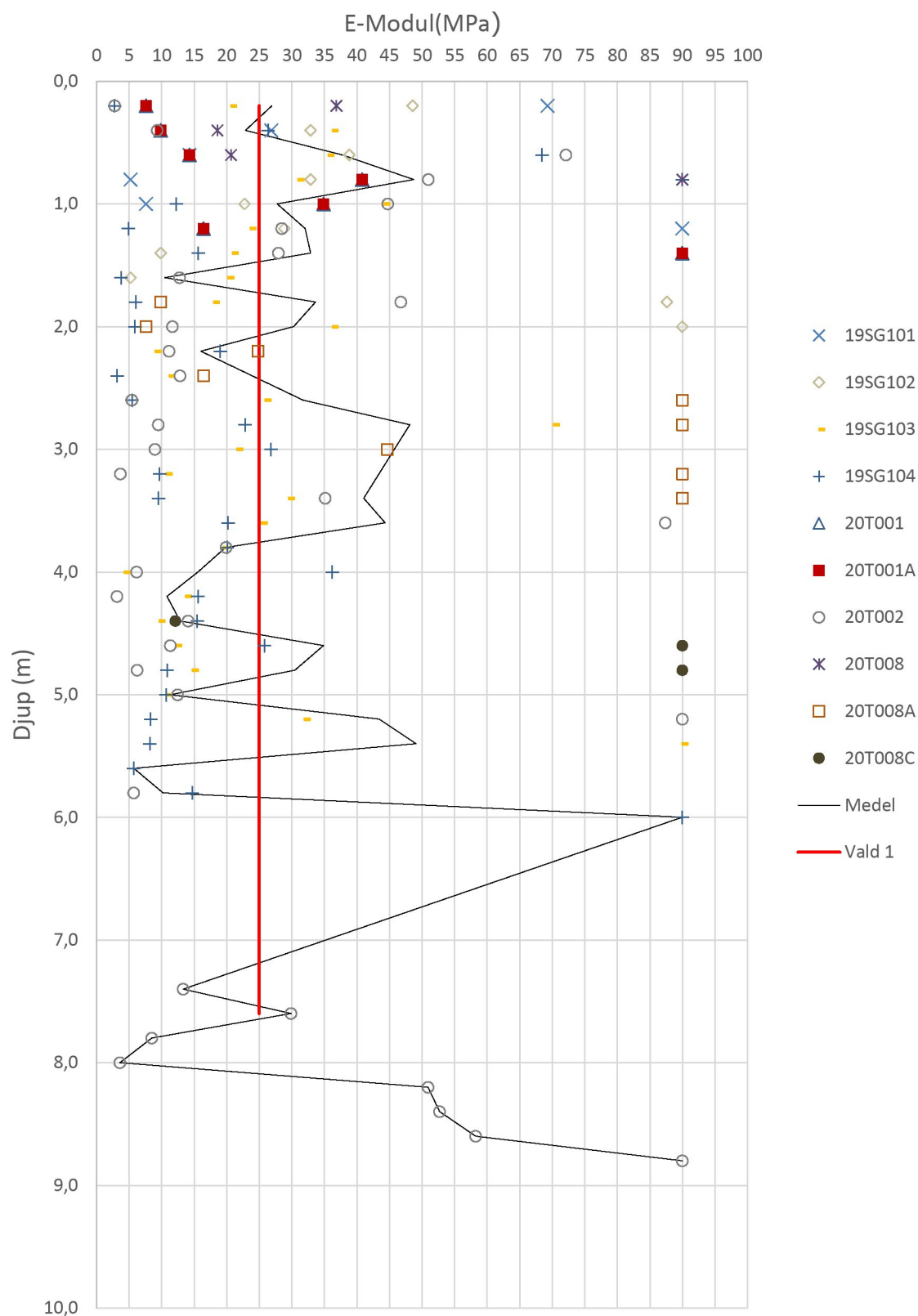
** med z avser djupet räknat från nivå -11,3



Figur 5. Utvärdering av friktionsvinkel i förekommande fyllnadsmassor



Figur 6. Utvärdering av odränerad skjuvhållfasthet i förekommande sedimentjordar.



Figur 7. Utvärdering av deformationsegenskap (E-modul) i förekommande fyllning.

8.3.3 DIMENSIONERANDE HYDROGEOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR

Dimensionerande grundvattennivå och vattenstånd i Mälaren skall ansättas en nivå +0,5 meter.

8.3.4 LASTER

Laster från nya byggnader räknas ej med i denna utredning då grundläggning planerar utföras på sådant sätt (pålar/utskiftning) att slänten eller omkringliggande markyta ej påverkas av tillkommande laster.

8.4 BERÄKNINGAR

Stabilitetsberäkningar har utförts med programvaran GeoStudio, Slope/W 2020.

8.4.1 RESULTAT

I *tabell 4* nedan redogörs för resultaten av utförda beräkningar på respektive sektion. I Beräknings PM redogörs utförda beräkningar i sin helhet.

Tabell 4. Beräkningsresultat, stabilitetsberäkningar.

BERÄKNINGSFALL	SÄKERHETSFAKTOR, F_c
Sektion A-A, Befintlig situation utan last	$F_c = 1,06$
Sektion A-A, Efter exploatering med last	$F_c = 1,06$
Sektion A-A, Efter exploatering med last och lättfyll	$F_c = 1,07$
Sektion B-B, Befintlig situation utan last	$F_c = 0,89$
Sektion B-B, Efter exploatering med last	$F_c = 0,88$
Sektion B-B, Efter exploatering med last och lättfyll	$F_c = 0,97$

8.4.2 SLUTSATS/ANALYS

I tidigare skede har Structors utredning (2019) konstaterat extremt låga säkerhetsfaktorer ($<0,5$) för glidytor som uppkommer på havsbotten. Vid en närmare kontroll av dessa beräkningar har felaktigheter i modellen konstaterats vilka medfört felaktigt framräknade värden.

Tidigare utredning (Structor, 2019) har antagit hållfasthetsvärden på förekommande lera till 10 kPa. I föreliggande utredning har leran undersökts mer detaljerat med förhoppning om att erhålla än högre parametrar vilket dessvärre ej kunnat påvisas, snarare lägre (se valda värden).

Framräknad säkerhetsfaktor för aktuell och befintlig slänt ger i båda beräkningssektionerna en icke tillfredställande säkerhet mot ras och skred.

I sektion A-A är säkerhetsfaktor precis över 1,0 men i sektion B-B är framräknad säkerhetsfaktor för befintlig slänt ca 0,9 och därmed så låg att skred skall inträffa.

Den geotekniska modellen blir ofta något generaliserad och är i detta fall troligen något underskattad då slänten står vid befintlig belastning och utformning. Med tanke på resultaten av utförda beräkningar torde totalstabiliteten för befintlig slänt vara

åtminstone ca 1,0-1,1. Dock bedöms det högst orimligt att säkerhetsfaktorn skulle nå upp till Skredkommissionens rekommendation, $F_c = 1,5$.

I beräkningsfall med utskiftning av tunga massor och ersättning till lättfyllning förbättras säkerheten mot ras och skred jämfört med befintlig situation med mellan 1% och 9%. Störst konstaterad effekt har lättfyllningen i sektion B-B där även GC-vägen når närmare slänkrönet och därigenom påverkar stabiliteten mer.

Det går med säkerhet att lastkompensera bort trafiklasten för ny GC-väg genom att använda lättfyllning av skumglas. Laster från nya byggnader förutsätts, genom val av grundläggningsmetod, ej påverka totalstabiliteten i området. Om planerad strandpromenad utförs med lättfyllnad, så kommer totalstabiliteten ej påverkas negativt utan snarare resultera i en mindre stabilitetshöjning.

Tyvärr saknas information om hur landutfyllnaden utförts historiskt sett. Det kan vara så att ex.vis. nedpressning av stora block skett i det tunna lerlagret som i modellen går in under fyllnadsmassorna. Skulle så vara fallet påverkar det säkerheten mot stabilitetsbrott till det bättre (viket kan ha en avsevärd effekt). Detta är dock ej påvisat i den utförda geotekniska utredningen.

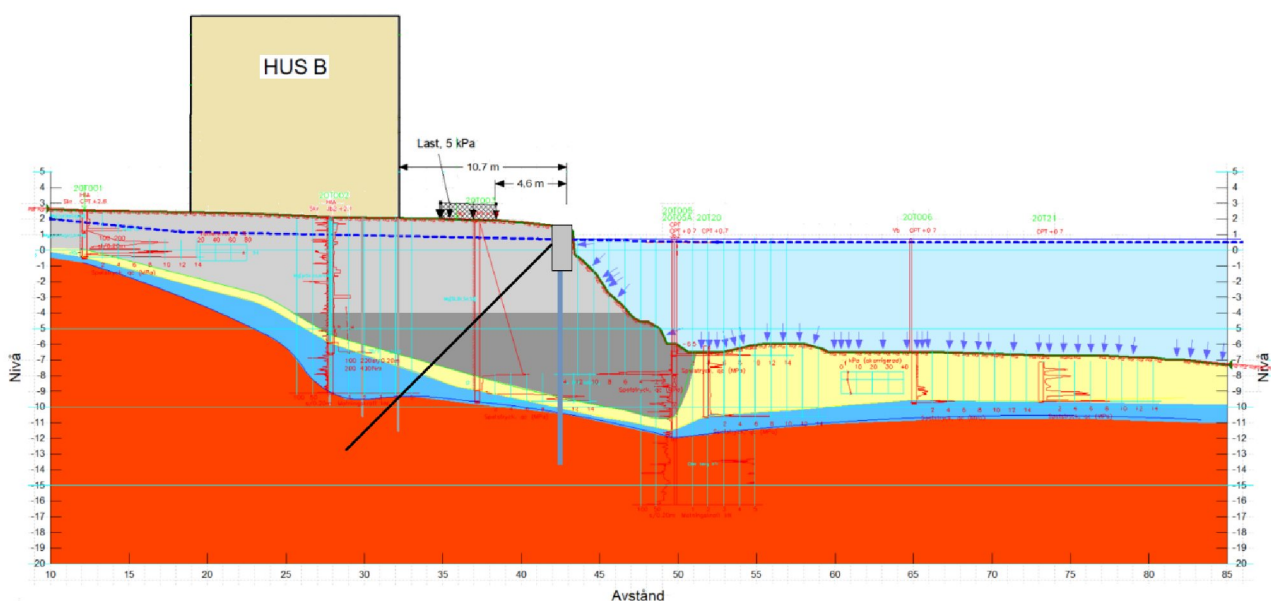
9 REKOMMENDATIONER

9.1 STABILITETSHÖJANDE ÅTGÄRDER

För att nå erforderlig säkerhet mot ras och skred i enlighet med Skredkommissionens riktlinjer och TK Geo 13 krävs geotekniska förstärkningsåtgärder.

En metod som skulle kunna vara kostnadseffektiv och som utretts i detta skede är anläggande av tryckbank på havsbotten. Dock erhålls ej tillräcklig effekt med rimlig omfattning/utbredning för att kunna utföra metoden rationellt och ekonomiskt fördelaktigt. Det studerade alternativet har därav förkastats.

Huvudalternativ som föreslås utredas vidare och detaljprojekteras är en spontlösning som förslagsvis installeras vid slänkrön och bakåtförankras med stag ner i berg.



Figur 8. Principskiss, utförande med borrarad spont, krönbalk i betong samt bakåtförankring i berg.

9.1.1 BORRAD SPONT

Sponten utförs förslagsvis som en borrarad lösning (typ Rd-pålvägg eller liknande) då det förekommer block och större sten i fyllningsmassorna vilket gör det svårt vid installation av traditionell Larsen-spont eller liknande. Sponten behöver dock ej vara tät om inte byggnader innanför planeras utföras med källarlösning eller liknande. Denna spontlösning behöver dimensioneras i senare skede för upprättande av bygghandling.

Detaljösning för sponten kan utföras på flera sätt, ovanstående skiss är enbart ett förslag/skiss. En krönbalk i betong kan anläggas för att dels skydda spontens översta del från korrosion (i skvalpzonen) och dessutom skapar denna lösning en förutsättning för att kunna anlägga en kajliknande lösning ut mot Mälaren, se principskiss i *figur 8*. Utförs sådan lösning på släntröner, med en ca 2 meter hög krönbalk, finns inget direkt behov av att komplettera med erosionsskydd i slänten ut mot Mälaren. Ett annat alternativ är att välja en kraftigare sponttyp med rostmån.

Spontlinjen kan även flyttas ca 1-2 m längre in på land och då ej vara i direkt kontakt med vattnet. Om spont installeras i ett läge längre in från släntröner så rekommenderas att släntens erosionsskydd förbättras i skvalpzonen.

Ytterligare alternativa förstärkningsmetoder har redogjorts för i tidigare utredning utförd av Structor 2019 (så som bankpållning, jet-injektering etc.) men dessa alternativ har ej utretts vidare då de av olika skäl prioriterats bort (mest kostnadsrelaterat).

I detta skede förutsätts installationen av borrarad spont ske från vattnet på flytetyg/ponton med hänsyn till släntens stabilitet. När krantyp och laster är kända bör en utredning utföras för att klargöra om installation kan göras landbaserad.

Övriga detaljer kring sponten kan hanteras i kommande skeden, då dessa är mer på "micro-nivå" knytet direkt till sponten.

9.2 GRUNDLÄGGNING

I denna PM beaktas ej grundläggning av nya byggnader annat än att de ur stabilitetshänseende förutsätts grundläggas på sådant sätt att laster tas ned genom grundsulor/pelare till fast mark eller berg med hjälp av pålar.

Där förekommande fyllningsmaktighet är ringa kan utskiftning till fast naturlig mark eller berg utföras med återfyllning av packat krossmaterial.

9.3 SCHAKT- OCH FYLLNINGSGARBETEN

Schaktarbeten i befintliga fyllnadsmassor skall förutsätta förekomst av block och större sten.

Grundvattenytan kan förutsättas korrelera med intilliggande Mälaren och skall därigenom beaktas vid schaktarbeten under nivå ca +1.

Schaktmassor och andra tunga fyllnadsmassor får ej placeras eller tillföras inom 25 meter från släntröner mot Mälaren med hänsyn till stabilitetsproblematik.

9.4 MILJÖ

9.4.1 MARRADON

Markradonundersökning har ej utförts inom ramen för detta uppdrag.

Enligt tidigare utredning utförd av Structor 2019 skall marken klassificeras som högradonmark till dess att annat motbevisats. Planerade byggnader skall om inget annat konstateras utföras med radonsäker grund.

9.4.2 MARKFÖRORENINGAR

Markföroreningar har ej beaktats inom ramen för detta uppdrag. I tidigare utredning utförd av Structor 2019 har översiktligt konstaterats förekomst av såväl organiska som oorganiska föroreningar i jord och grundvatten vilket troligtvis återspeglar den industriella verksamhet som bedrivits under stora delar av 1900-talet.

Structor 2019 föreslår att kompletterande miljöteknisk markundersökning bör genomföras för att undersöka och avgränsa föroreningarnas utbredning.

10 OMGIVNINGSPÅVERKAN

I samband med packning av fyllnadsmassor, pålning/spontning och eventuell sprängning i området kommer buller och markvibrationer att alstras vilket kan ha påverkan på kringliggande byggnader och kan verka negativt på områdets totalstabilitet.

Riskanalys med restriktioner för dessa arbeten måste tas fram innan schakt-, grundläggnings- och stabilitetshöjande arbeten påbörjas. Kontrollprogram upprättas med relevanta kontrollobjekt/metoder.

11 KOMPLETTERANDE UTREDNINGAR OCH UNDERSÖKNINGAR

I detta skede har följande behov av möjliga kompletterande utredningar identifierats:

- markradonundersökning i jord och på berghällar,
- detaljerade miljögeotekniska undersökningar enligt förslag i upprättad markmiljöteknisk utredning,
- för en säkrare mängdning av spont - om möjligt, utföra geofysiska mätningar längs tänkt spontlinje (släntkrön) för att utreda troliga spontlängder,
- detaljerad geoteknisk undersökning av grundläggningsförutsättningar för nybyggnation samt
- kontroll/verifiering av eventuellt pågående markrörelser i området framförallt i horisontalled (men även vertikalt). Utförs under projektets framdrift och installeras omgående. Går det att verifiera "nollrörelser" är detta positivt.