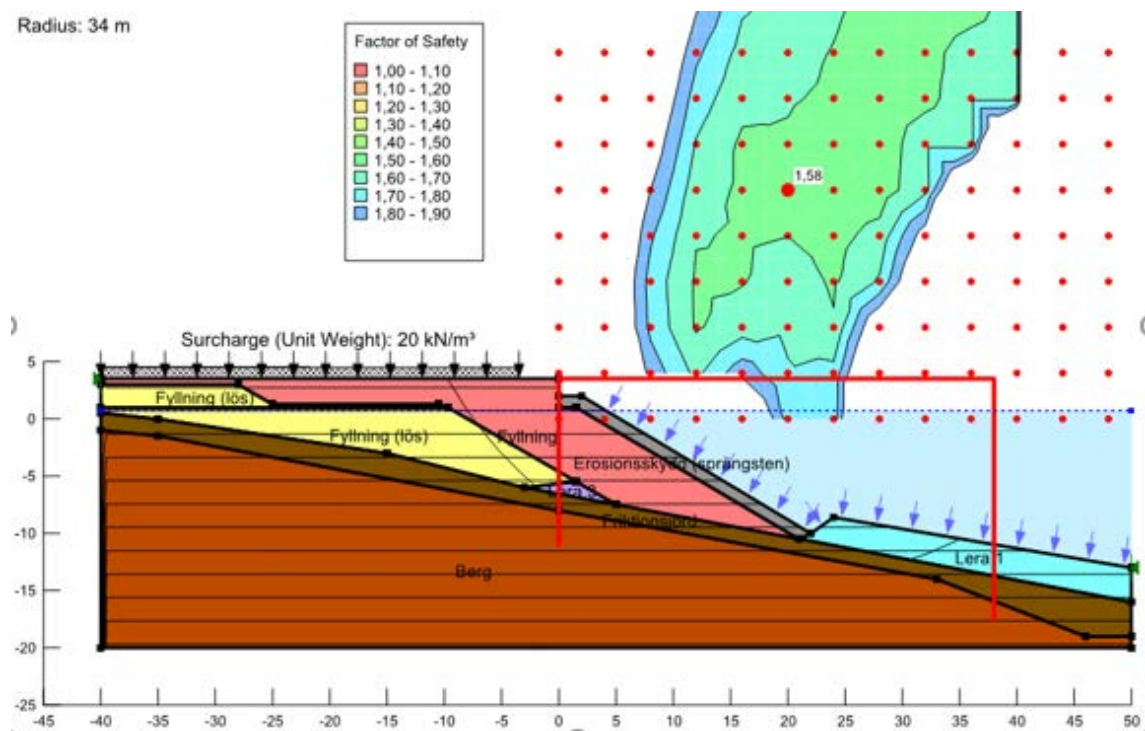


UNDERLAG TILL TILLSTÅNDSANSÖKAN

STOCKHOLM EXERGI – LÖVSTAVERKET

Hamnområdet

Geotekniskt PM med beräkningar



Solna 2019 - 11 - 13

KFS AnläggningsKonstruktörer AB

Hans Klingenberg

David Horn

Granskad av Martin Eliasson

Innehållsförteckning

1.	Uppdragsinformation.....	4
2.	Allmänt.....	4
3.	Hamnområdet.....	5
3.1.	Koordinat- och höjdsystem.....	5
3.2.	Hydrologiska förhållanden.....	6
3.3.	Grundundersökningar, undersökning av jord och sediment och övriga relevanta undersökningar och utredningar.....	7
3.4.	Tidigare utförda undersökningar och utredningar.....	8
4.	Befintliga anläggningar, ledningar, hinder i vattenområdet.....	9
5.	Geotekniska förutsättningar.....	10
5.1.	Översiktlig beskrivning.....	10
5.2.	Topografi och beskrivning av området.....	12
5.3.	Grundförhållanden allmänt.....	12
5.4.	Grundförhållanden i hamnområdet på land ut till befintlig strandlinje.....	13
5.5.	Grundförhållanden i hamnområdet i och utanför befintlig strandlinje.....	15
5.6.	Tippområdets yttre strandlinje närmast udde och norr därom.....	16
6.	Bottenytans sammansättning och uppbyggnad.....	18
6.1.	Okulär bedömning av bottensubstratet, föroreningar.....	18
6.2.	Bedömning av material i slänter.....	22
6.3.	Bottens lutning.....	23
6.4.	Bottentyp.....	23
6.5.	Vind- våg- och strömexponering i slänter och botten.....	24
6.6.	Bottenmaterialets tekniska egenskaper.....	25
6.7.	Bedömning.....	28
7.	Geohydrologisk bedömning.....	29
8.	Regelverk och styrande dokument.....	29
9.	Stabilitet.....	30
9.1.	Allmänt.....	30
9.2.	Tippområdets yttre strandlinjen söder och öster om udde.....	33
9.3.	Tippområdets yttre strandlinje omfattande udden och norr därom till stödbank E.....	34
9.4.	Hamnområdet.....	37
9.5.	Utjämning skredkanter i hamnbassängbotten.....	42
10.	Bottensedimentens påverkan av propellerinducerade strömmar.....	43
10.1.	Inledning.....	43
10.2.	Kritisk bottenskjuvspänning.....	43
10.3.	Naturliga strömmar.....	43
10.4.	Propellerinducerade strömmar.....	45

10.5.	Muddringsområde för förorenade sediment.....	48
10.6.	Bottenströmmar inom hamnbassängens muddringsområde.....	52
10.7.	Bottenströmmar utanför muddringsområdet	52
10.8.	Bedömning.....	53
11.	Sättningar	53
12.	Grundläggning med muddring, fyllning och kajöverbyggnad.....	54
12.1.	Kaj och hamnbassäng.....	54
12.2.	Muddring, fyllning och erosionsskydd.....	56
12.3.	Dagvattendamm	59
12.4.	Ledningar i mark och i vatten	59
12.5.	Risikanalyt	59
13.	Sammanfattande bedömning.....	59

Ritningar

K10.1-1001	Ny hamn för energianläggning, Översiktsplan
K10.2-1010	Sammanställning hamnanläggning, Sektion 0/005 och 0/055
K10.2-1011	Sammanställning hamnanläggning, Sektion 0/100 och 0/150
K10.2-1012	Sammanställning hamnanläggning, Sektion 0/200 och 0/250
K10.2-1013	Sammanställning hamnanläggning, Illustration arbetsordning
K10.2-1014	Muddring och fyllning mot tippområdet, Sektioner
K10.3-1011	Sammanställning hamnanläggning, Längdsektioner
K11.1-1001	Muddring för utfyllnad och rivning av befintliga konstruktioner, Plan
K11.1-1002	Muddring förorenade sediment, Plan
K11.1-1003	Utfyllnad och erosionsskydd, Plan

Bilagor

Bilaga 1	KFS Beräkningsbilaga Stabilitet – Norra hamnläget, daterad 2019-10-01
Bilaga 2	KFS Beräkningsbilaga Stabilitet – Västra tippen, daterad 2019-10-01
Bilaga 3	KFS Beräkningsbilaga Sättningar, daterad 2019-10-01
Bilaga 4	SSPA Beräkning av propellerinducerade strömmar, daterad 2019-09-05

Referenser (bifogas ej)

Ref 1	SWECOs PM Geoteknik, 2019-06-17
Ref 2	SWECOs Marktekniska undersökningsrapport (MUR), 2019-06-17
Ref 3	SWECOs ”PM förorenad mark och hydrogeologi”, 2019-06-17
Ref 4	Yoldias PM ”Föroreningsdjup i sediment”, 2019-10-19
Ref 5	SWECOs Rapport “Spridningsberäkningar vid muddring av bottensediment”, 2019-10-15
Ref 6	SGUs Rapport 2012:6, 2012-07-17
Ref 7	KFS Geotekniska PM (avseende ett studerat södra hamnläge), 2014-09-09
Ref 8	SWECOs MKB, 2019

1. Uppdragsinformation

Uppdrag	Lövstaverket
Plats	Lövsta fd soptipp norr om Hässelby i Stockholms kommun
Uppdragsgivare	Stockholm Exergi
Konsult, rådgivande ingenjör	KFS AnläggningsKonstruktörer AB
Ansvarig geotekniker	Hans Klingenberg, KFS
Handläggare, beräkningar	Martin Eliasson och David Horn KFS
Sidokonsulter för geoteknisk bedömning	SWECO för utförande och rapportering av MUR, förorenad jord och sediment, geohydrologi, spridningsberäkningar samt samordning av sina underkonsulter för sjömätningar, grundundersökningar, provtagning och analys av sediment och förorenad jord. SSPA för beräkning av propellerinducerade strömmar.

2. Allmänt

Stockholm Exergi planerar att anlägga en hamnanläggning i anslutning till ny energi-produktionsanläggning i Lövsta vid Mälaren i nordvästra Stockholm.

Bränslet som planeras användas i Lövstaverket är biobränslen och utsorterade, brännbara fraktioner ur avfall från hushåll, verksamheter och samhälle, så kallad RDF, Refuse Derived Fuel. RDF-bränsle består av både förnybara fraktioner och återvunna bränslefraktioner som uppstår vid sortering av avfall. Årsförbrukningen av bränsle bedöms till 700 000 – 1 000 000 ton/år beroende på val av bränsle och dess värmevärde i MWh/ton.

Anläggningen kommer bl.a. att ersätta befintlig kraftvärmeanläggning i Hässelby söder om Lövsta samt kraftvärmeproduktionen med kol som bränsle i Värtaverket.

Huvuddelen av bränslet levereras sjövägen med fartyg, ca 300 fartygsanlöp per år.

Hamnanläggningen byggs med 2 kajplatser för att minska risken att fartyg får vänta på ledig kajplats.

3. Hamnområdet

Området som innefattas av geotekniska beräkningar och bedömningar i detta Geotekniska PM är hamnområdet bakom och utanför strandlinjen samt den i vattenområdet utfyllda tippens västra slänt ut till och med den utstickande udden, dvs innanför gul linje i [figur 3.1](#). Den utstickande udden är sprängstensbank D enligt [figur 8.1](#).

Markområdet mellan norra och västra tippen och det planerade området för energiproduktionsanläggningen öster om hamnen behandlas i SWECOs PM Geoteknik, /Ref 1/.



Figur 3.1 Liljevalls illustration av planerat hamnläge med kaj och del av hamnbassäng. Område innanför gul linje behandlas i detta Geotekniska PM.

3.1. Koordinat- och höjdsystem

Använt plansystem är Sweref 99 1800 för redovisning av plankoordinater.

Alla nivåer i detta dokument, således såväl marknivåer som djupnivåer, anges i höjdsystem RH2000, som är det nu officiella.

I äldre dokument kan finnas ett flertal höjdsystem för att beskriva Mälarens höjd.

Mälarens höjdsystem (MHS)

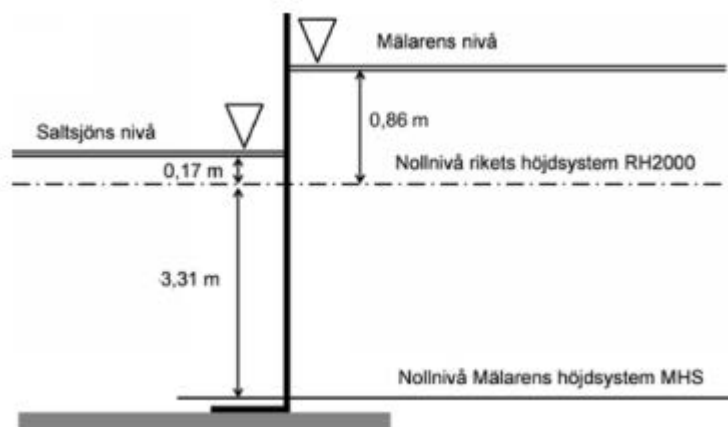
RH1900 (RH00)

RH1970

I tabellen nedan redovisas hur de olika höjdsystemen förhåller sig till RH2000 vid Stockholm.

RH2000	Mälarens höjdsystem	RH1900	RH1970
0	+3,31	-0,53	-0,17

Källa SMHI. Fakta om Mälaren.



Figur 3.2. Relationen mellan RH2000 och Mälarens höjdsystem samt medelvattennivån i Mälaren respektive i Saltsjön.

Digital grundkarta utgör underlag för marknivåer.

Bottentopografien baseras på sjömåtning med multibeam (flerstråleekolod) utförd av Clinton i december 2018.

3.2. Hydrologiska förhållanden

De karakteristiska vattenstånden i Mälaren kan skilja sig någon centimeter i olika dokument beroende på vilken källa informationen hämtas ifrån och för vilken tidsperiod beräknade värden baseras på.

Vattennivåer	RH2000 ¹⁾	
	Före Slussens utbyggnad	Efter Slussens utbyggnad
Högsta årsmedelvattenstånd	+0,96	+0,93
Högsta Högvattenstånd, HHW	+1,47	+1,24
Medelhögvattenstånd, MHW	+1,14	+1,12
Medelvattenstånd, MW	+0,88	+0,87
Medellågvattenstånd, MLW	+0,73	+0,74
Lägsta Lågvattenstånd, LLW	+0,55	+0,59

1) Utdrag ur Tabell 10 enligt SMHI Rapport nr 2011-64 över vattenstånd i Mälaren före och efter Slussens utbyggda utskovskapacitet i Stockholm.

Den i tabellen redovisade värdena baseras på analyser för perioden 1976 – 2005

Mälarens nollvattennivå eller Sjökortsnivån, som sjökorten relaterar till, har nivån +0,78 m i RH2000.

I texten och på ritningar angivna djup och ramfria djup för fartygen relaterar till Sjökortsnivån.

Ökad utskovskapacitet vid Slussen i Stockholm syftar till att:

- Minska risken för översvämningar
- Minska risken för låga vattennivåer i Mälaren
- Förhindra saltvatteninträngningen

Den nya regleringen utförs för viktiga samhällsintressen såsom dricksvattenförsörjningen, bebyggelse och infrastruktur, sjöfart och jordbruk.

Utifrån ett geotekniskt perspektiv i aktuellt projekt ger detta en marginell men positiv effekt. Risken för stranderosion minskar.

Klimatscenarier

Höga havsvattenstånd påverkar avbördningskapaciteten från Mälaren eftersom skillnaden i vattenstånd till Mälarens vattenstånd blir mindre.

Enligt SMHIs Rapport 2011-64 kan följande slutsatser dras:

- Under normaldrift (1976-2005) samt för 100-årstillrinningen klarar nya regleringen vid Slussen i Stockholm att hålla Mälarens nivåer under +1,29 m. Detta innebär att slussarna i Söderström, Hammarby och Södertälje inte används för avtappning under normaldrift.
- För tillflöden med en återkomsttid upp till 1 000 år klarar reglering enligt utbyggd utskovskapacitet vid Slussen i Stockholm att hålla Mälarens nivåer under +1,39 m. Detta gäller även vid relativt höga saltsjövattenstånd +0,77 m.
- I slutet av innevarade sekel klarar regleringen enligt utbyggd utskovskapacitet vid Slussen i Stockholm att hantera de beräknade extrema tillrinningarna till Mälaren under för perioden 2069 - 2098 i kombination med ett förhöjt nettohavsvattenstånd i Saltsjön på + 30 cm, ca 0,8 m globalt. Om havsvattenståndet i Stockholm stiger till + 50 cm netto, ca 1 m globalt¹⁾, klarar inte den föreslagna regleringsstrategin att hålla Mälarens vattenstånd under målnivån +1,39 m. Utvärderingen av klimatensemblen för Mälarens maxnivå pekar då på att målnivån +1,39 m överstigs med 3 cm (medianvärde) till 9 cm (75% percentil).
¹⁾ 1 m global vattenståndshöjning bygger på det högsta klimatscenariot, RCP8,5 enligt IPCC AR5. (RPC=Representative Concentration Pathways, 8,5 är skillnaden mellan in- och utstrålad energi till och från jorden uttryckt i W/m²).

Hamnens kajyta med bakomliggande hamnplan byggs med nivåer högre än nivån + 3. Detta innebär för byggande vid Mälaren, att Länsstyrelsens rekommendationer på +2,7 för samhällsfunktioner innehålls.

3.3. Grundundersökningar, undersökning av jord och sediment och övriga relevanta undersökningar och utredningar

Grundundersökningar, hydrogeologiska undersökningar samt undersökning av förorenad jord på land och sediment i vatten har utförts.

Under juni 2018-februari 2019 har SWECO låtit utföra grundundersökningar på land och i vattenområdet med geotekniska laborieundersökningar. Dessa undersökningar redovisas i SWECOs Marktekniska undersökningsrapport (MUR), /Ref 2/.

Hydrogeologiska undersökningar har utförts i samband med den geotekniska undersökningen. Resultatet från denna undersökning har beaktats i detta PM Geoteknik.

Provtagning har utförts i omgångar i förväntat förorenade fyllnadsmassor på land och i förorenade ytsediment från hösten 2018 fram till september 2019.

Laborieundersökning har utförts av föroreningsinnehållet i fyllnadsmassor på land och i de ytliga sedimenten i vattenområdet.

Beskrivning av föroreningssituationen i mark- och vattenområdet redovisas i SWECOs ”PM förorenad mark och hydrogeologi /Ref 3/ respektive i Yoldias PM ”Föroreningsdjup i sediment”, /Ref 4/.

Laborieundersökningar har även utförts för bedömning av sedimentens erosionskänslighet och sedimenteringsegenskaper, som underlag för hydromodellering och beräkningar av effekter av partikelspridning vid muddring

Resultatet av hydromodelleringen redovisas i Rapport ”Spridningsberäkningar vid muddring av bottensediment”, /Ref 5/.

Områdets stabilitet och sjöbottens erosionsstabilitet redovisas under avsnitt 9 respektive 10 i detta Geotekniska PM.

3.4. Tidigare utförda undersökningar och utredningar

Undersökningar har tidigare utförts i omgångar i området dels innan dels efter tippområdets utfyllnad på 1970-talet.

SGU utförde i november 2011 en undersökning av bottenområdet utanför Lövsta gamla deponiområde omfattande hydroakustiska mätningar, bottenprovtagning med borrhinar, avbildning av botten och laboratorieprovningar.

Resultatet redovisas i SGUs Rapport 2012:6 /Ref 6/.

SGUs undersökning utgjorde underlag för den grundundersökning som SWECO utförde hösten 2012 för att bedöma en hamnlokalisering längs tippområdets södra del. Denna grundundersökningen utfördes i 7 sektioner c/c 50 m längs en ca 300 m lång sträcka utmed strandlinjen utanför deponiområdet. Resultatet från undersökningen redovisas i SWECOs Markundersökningsrapport, MUR, ”Geoteknisk undersökning av sprängstensbank och -slänt för energihamn Mälaren”, 2013-05-30.

Denna MUR tillsammans med SGUs undersökning utgjorde underlag för KFS utförda stabilitetsberäkningar längs tippområdets södra strandlinjen och som redovisats i KFS Geotekniska PM 2014-09-09/Ref 7/.

WSP har 2013 sammanställt SWECOs undersökningar från 2012 och tidigare utförda undersökningar, i ett arbetsmaterial. med ritningsnummer WSP G1216003 plan samt G1232507-G1232511, sektionerna A-E.

Äldre undersökningar innan 1990 och som är relevanta för aktuell placering av energiproduktionsanläggning med tillhörande hamn, är redovisade under kapitel 4.1 i SWECOs MUR /Ref 2/.

4. Befintliga anläggningar, ledningar, hinder i vattenområdet

Från undersökning av botten med multibeamekolod (flerstråleekolod) har gjorts iakttagelser inom vattenområdet som måste beaktas vid planeringen av hamnanläggningen.

I småbåtshamnens vattenområde finns flytpontoner med bottenförankringar, som måste avlägsnas vid utbyggnaden av hamnen. Det finns två sjunkna pontoner och ett mindre båtvrak som kan komma att bärgas i samband med muddring av botten.

På land och över vattenytan finns en naturstensmur som kan demonteras och återanvändas. Mellan småbåtshamnen och badet finns en bottenförlagd ledning, sannolikt en intagsledning för bevattning av golfbanan i området. Ledningen kan inte ligga kvar i sitt nuvarande läge utan måste rivras inför muddring av botten och utfyllnad i strandlinjen. Inom detta vattenområde kan dolt under sjöbottenytan finnas äldre pålverk som måste rivras i samband med muddringen.

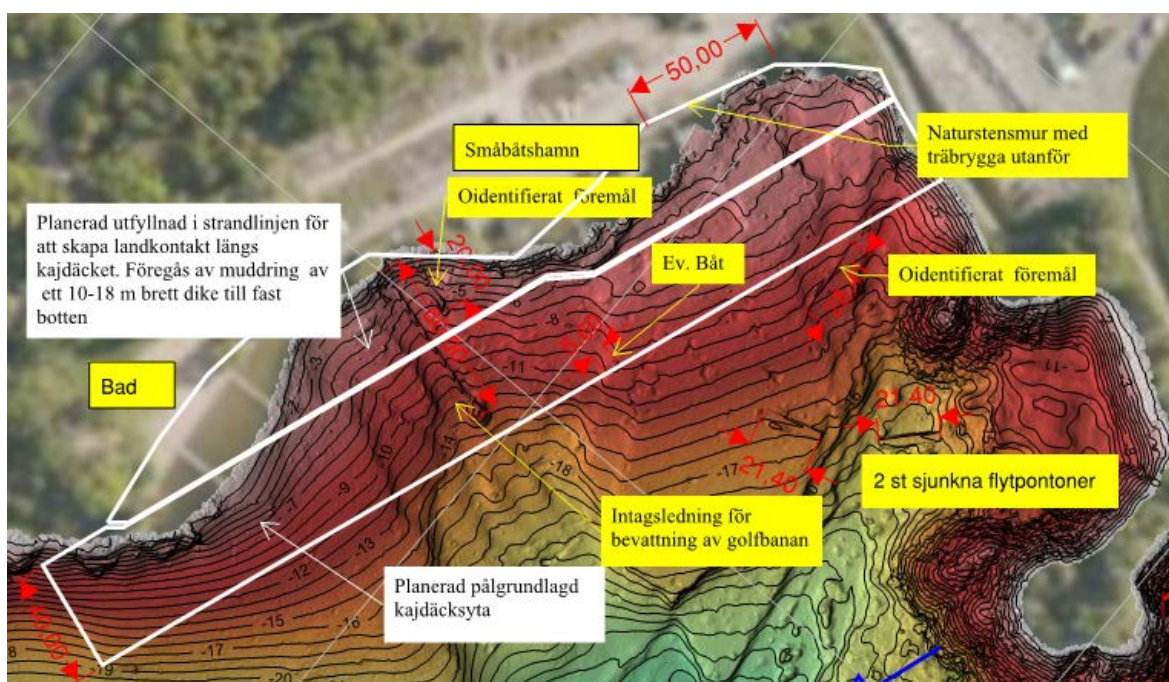


Fig 4.1. Anläggningar, ledningar och andra hinder i vattenområdet. KFS tolkning från sjömätning utförd med multibeam (flerstråleekolod) av Clinton i dec 2018

5. Geotekniska förutsättningar

5.1. Översiktlig beskrivning

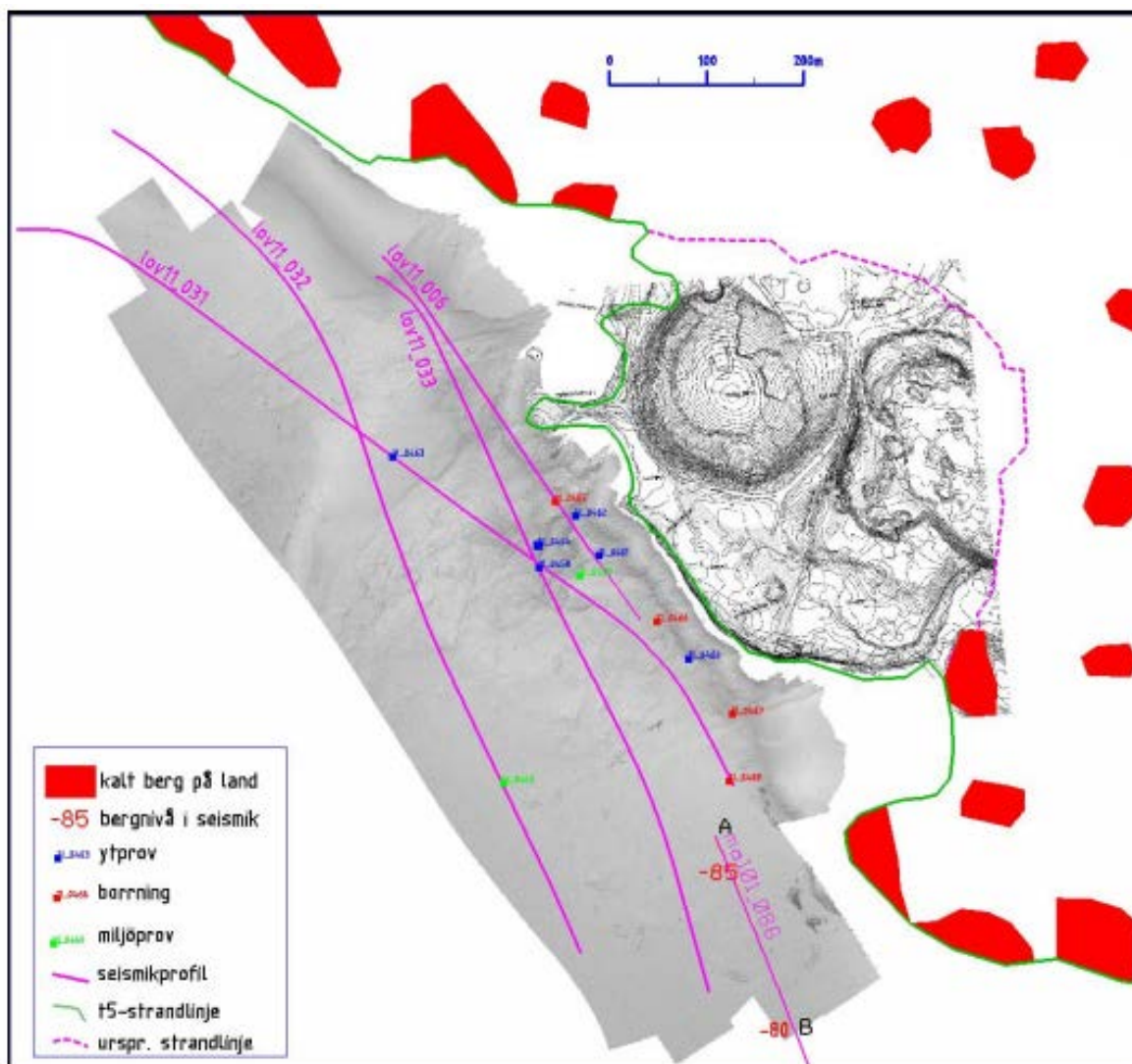


Fig 5.1. Översikt som visar ursprunglig strandlinje och utfyllt tippområde.
(Figur 26 ur SGUs Rapport 2012:6 /Ref 6/).

”I Lövstafjärden dominerar postglacial gyttjelera som blir allt mäktigare ner mot de djupaste, centrala delarna med vattendjup ner till omkring 50 m. Den underliggande glacialleran tittar fram som en smal bård på de grundare områdena längs stranden där nutida sedimentation förhindras av svallning”. Citat från SGUs Rapport 2012:6/Ref 6/

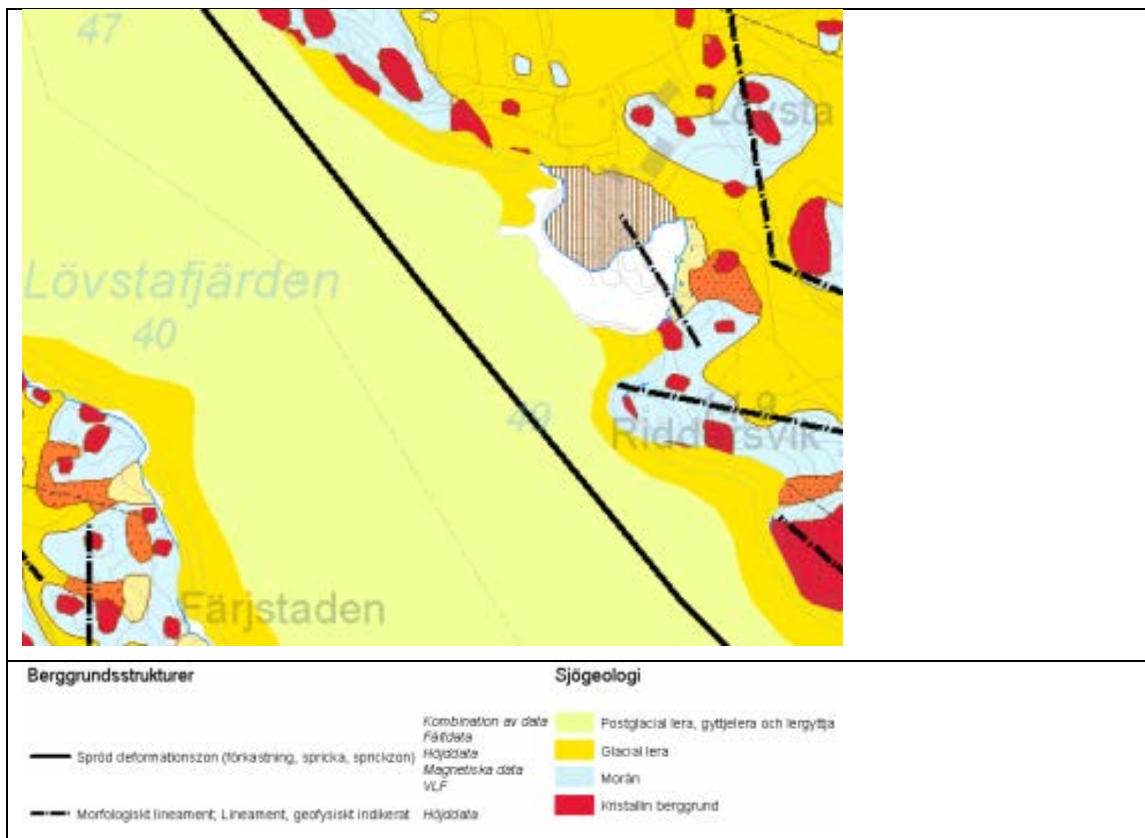


Fig 5.2. Utsnitt av Figur 9 i SGUs Rapport 2012:6 /Ref 6/

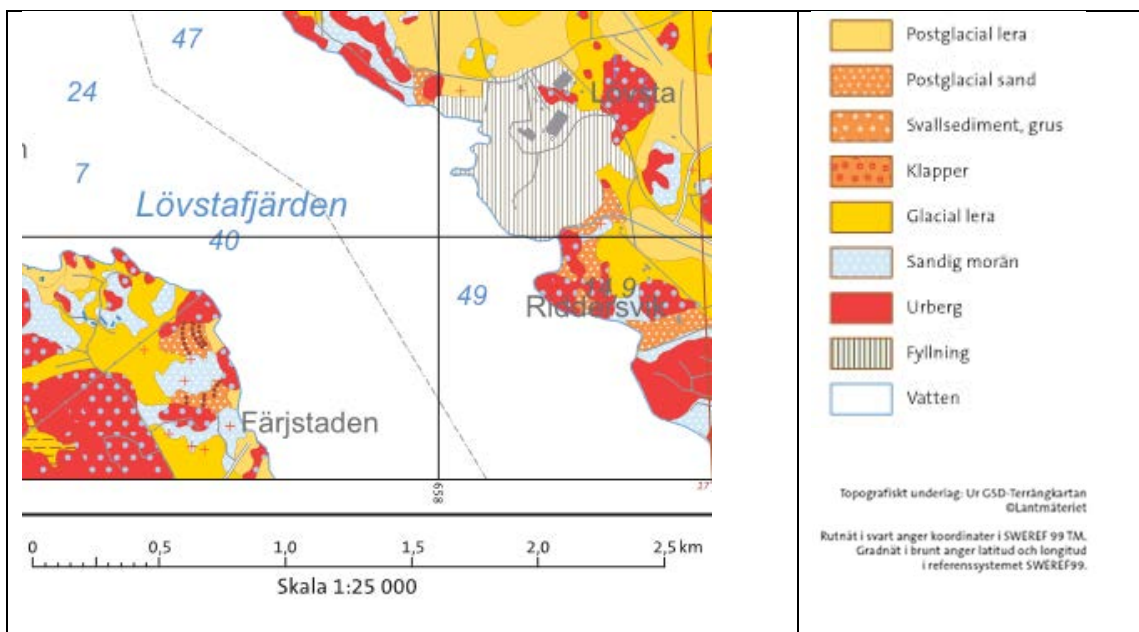


Fig 5.3. Utsnitt av SGUs jordartskarta.

5.2. Topografi och beskrivning av området

Marknivåerna på land inom planerat hamnområde har nivåer mellan ca + 0,9 och +7 i höjdsystem RH2000.

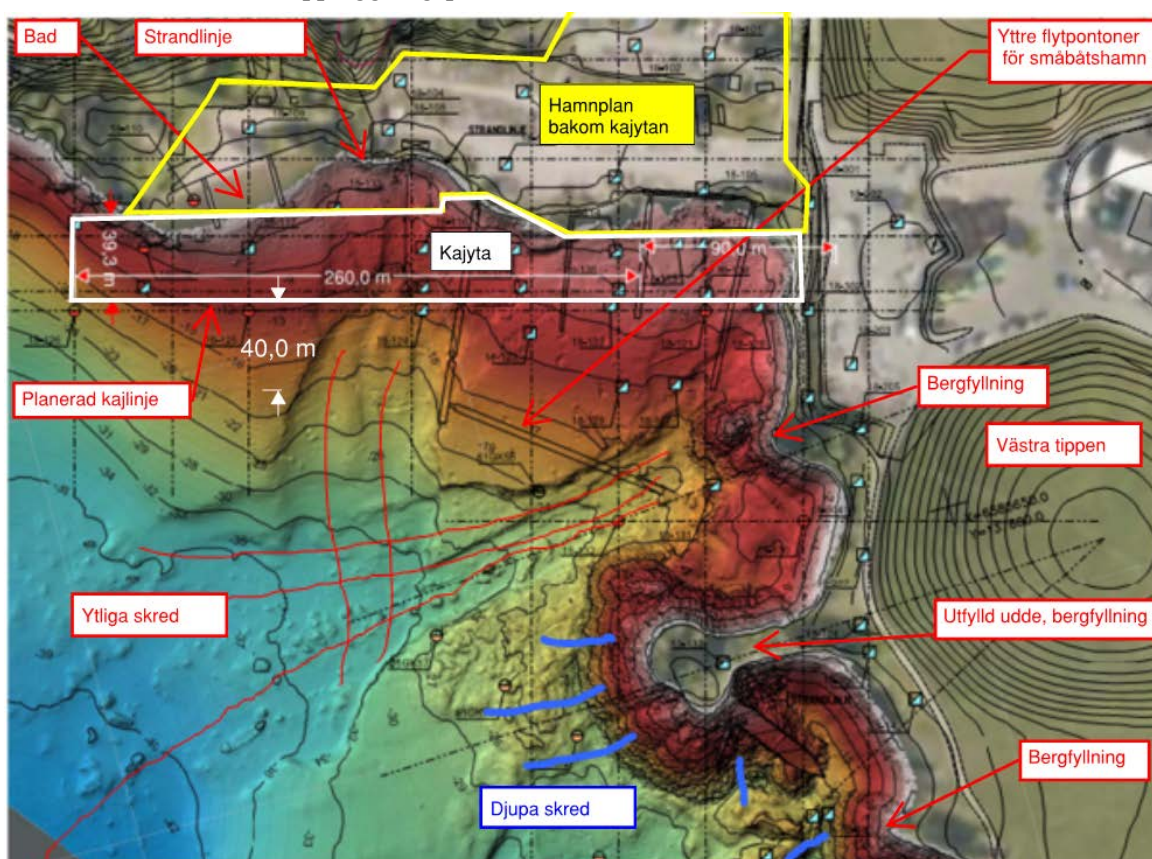
I planerad kajlinje, ca 40 m utanför strandlinjen, varierar bottennivån mellan ca -5 och -20.

Ungefär 100 m ut från och parallellt med kajlinjen sänker sig botten till nivåer mellan -20 och -36.

Ungefär 200 m ut från kajlinjen finns bottennivåer på -40 m och djupare. Sjöbotten har en lutning ca 1:5 mot söder på huvuddelen av kajens längd. Lutningen ökar i västra änden till ca 1:3.

5.3. Grundförhållanden allmänt

I valt hamnläge finns idag en småbåtshamn och bad. Badet har funnits under lång tid och småbåtshamnens pontoner sedan 1991. Området närmast strandlinjen har tidigare nyttjats som järnvägsområde samt innanför var Sakabs tidigare verksamhet belägen för mottagning, sortering, förbränning, lagring, upparbetning och lastning av farligt avfall. Småbåtshamnen nyttjar delar av detta område som vinteruppläggningsplats för båtar.



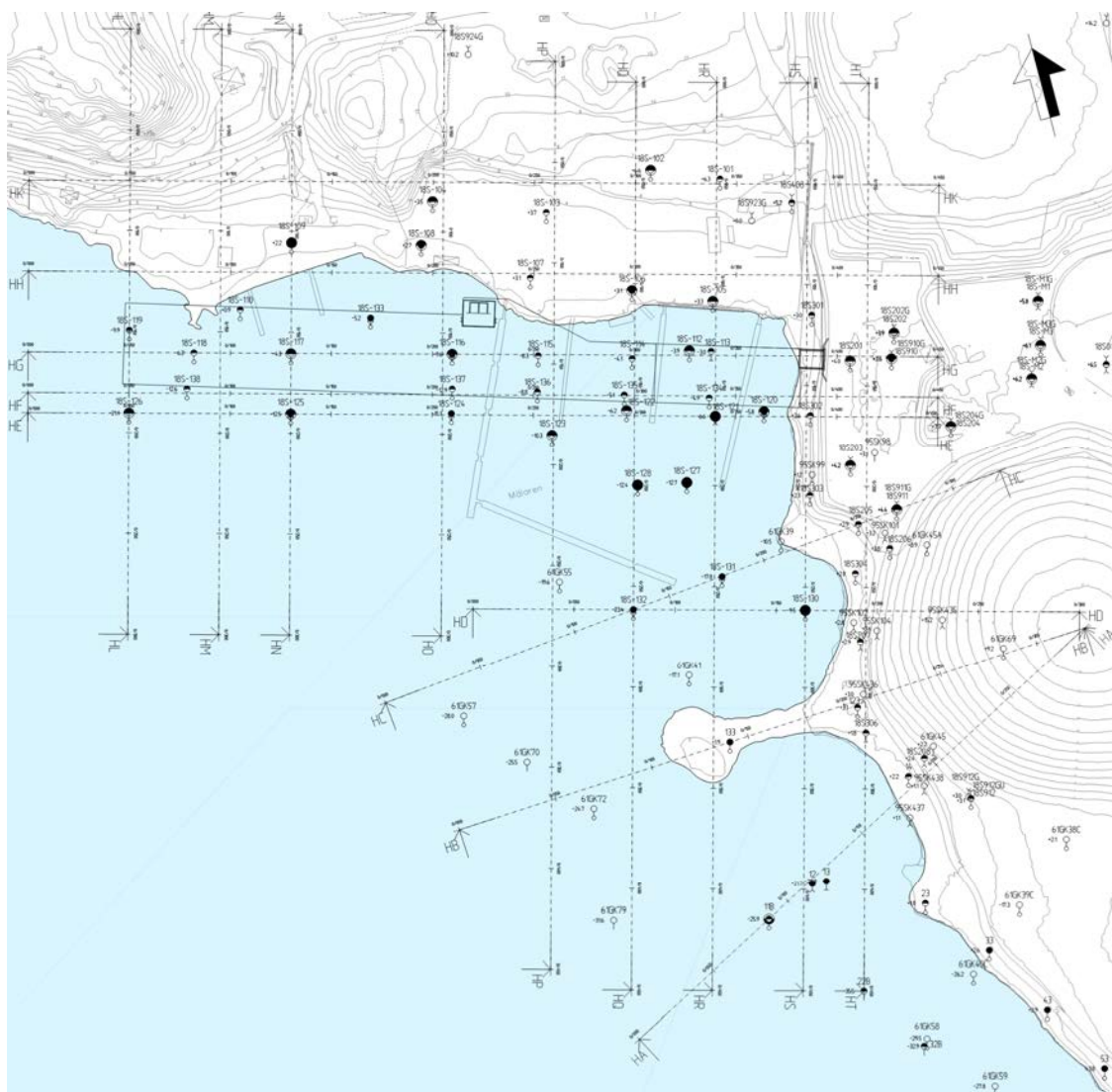
Figur 5.4. Ungefärligt inlagd kajyta med hamnplan bakom. Röda och blå linjer illustrerar ytliga respektive djupa skred i botten.

I stort sett hela det undersökta bottenområdet sydväst om Lövsta gamla deponiområde är påverkat av grunda skred och utglidningar, som sannolikt uppkommit i samband med utfyllnader med bland annat sprängstensvallar runt deponin och de sprängningar som då genomfördes för att få vallarna att sätta sig. Skreden har medfört att aska, slagg, sopor och sjunkna prämar som fanns inom det yttre tippområdet och strandzonen förts mellan 50 och 250 meter ut från strandlinjen och deponerats över Lövstafjärdens tidigare botten i området.

I det nu undersökta områdets södra del, kring den utstickande udden i tippområdets sydvästra del, syns även spåren av sannolikt djupare gripande skred, vilket också orsakat upptryckning av

lermassor längre ut. Dessa spår kan med stor sannolikhet knytas till skedet 1972. Skred och skredkanter framgår av [figur 5.4](#).

Grundförhållandena är undersökta i ett antal punkter på land och i vattenområdet, vilket framgår av [figur 5.5](#).



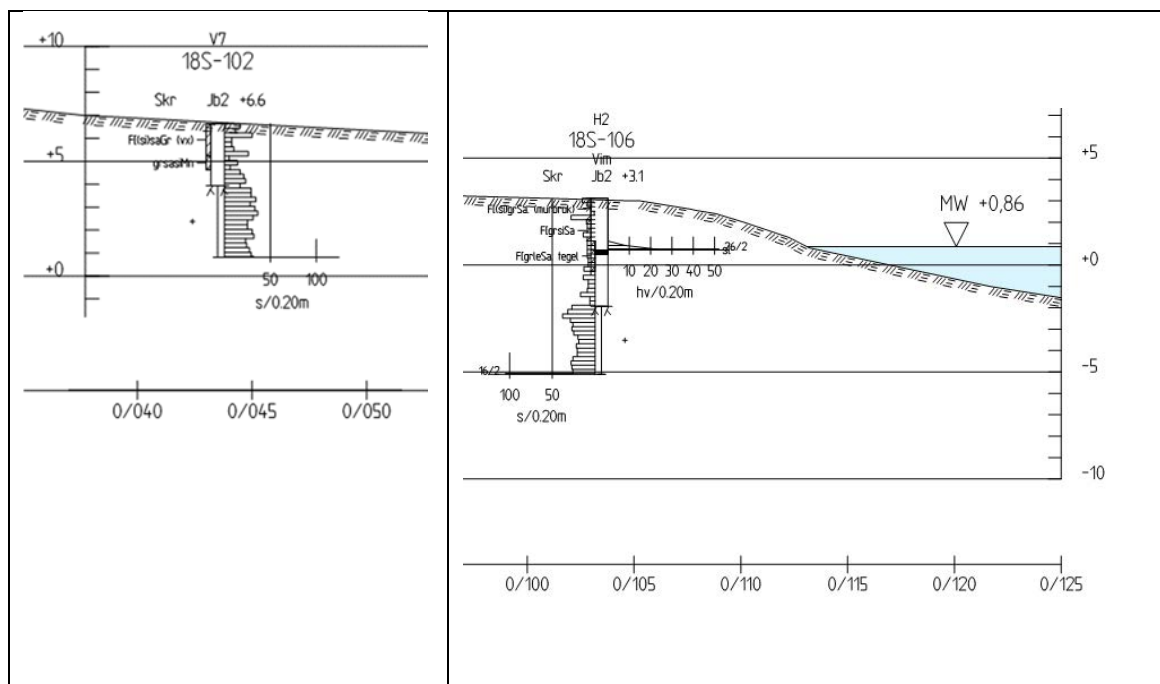
Figur 5.5. Del av planritning 100G1101 från SWECOs MUR /Ref 2/.

5.4. Grundförhållanden i hamnområdet på land ut till befintlig strandlinje.

Grundförhållandena på land inom planerat hamnområde öster om badplatsen utgörs överst av 1 - 6 m fyllning av olika fraktioner med inslag av byggrester.

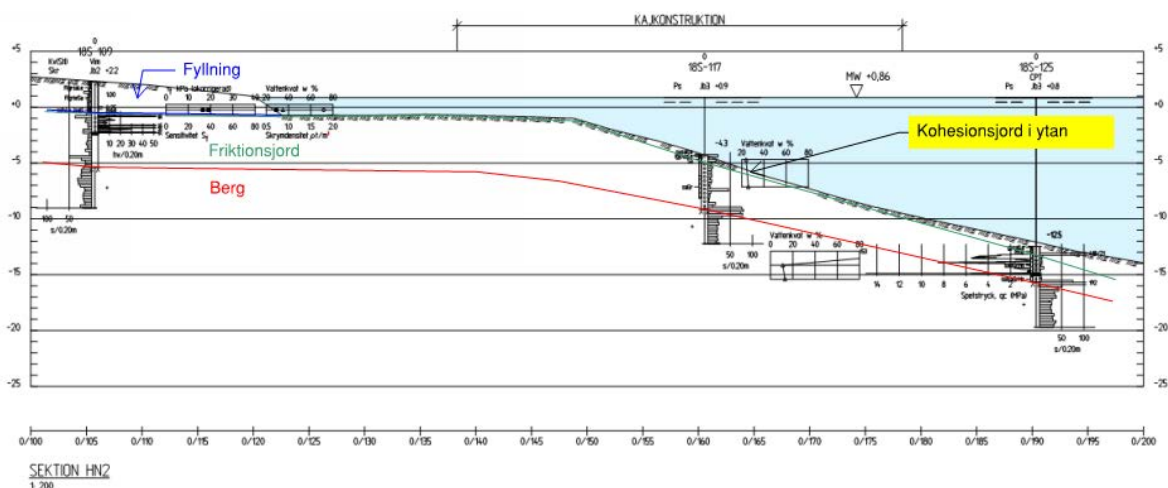
Fyllningen har som regel kontakt mot fast botten av friktionsjord eller berg. Bergnivån innanför strandlinjen varierar mellan nivåerna +3 och -6.

Ställvis har påträffats ett ca 1 m mäktigt lerlager mellan fyllningen och friktionsjorden.



Figur 5.6. Två borrhöjningar från sektionsritning 100G11HQ1 ur SWECOs MUR /Ref 2/.

Badstranden utgörs av en naturlig strand med 2 - 5 m mäktig utsvallad sand och grus från bakomliggande moräntäckta hållmarker, som ställvis rensolats. Under den utsvallade friktionsjorden finns ett mindre än 1 m mäktigt moränlager på berget. Ca 20 m in från strandlinjen överlagras sanden i en undersökt punkt av 2 m fyllning av grusig sandig lera och grusig lerig sand på ett ca 0,5 m mäktigt lager av finsandig varvig lera, se figur 5.7.



Figur 5.7. Tolkade skiktgränser på sektionsritning 100G11HN2 från SWECOs MUR /Ref 2/.

5.5. Grundförhållanden i hamnområdet i och utanför befintlig strandlinje.

Grundförhållandena från strandlinjen och till ca 15 m utanför planerad kajlinje utgörs i ytan av ett 0 - 0,7 m organiskt sedimentskikt med låg skjuvhållfasthet. En odränerad skjuvhållfasthet har uppmätts i några punkter till 3 - 6 kPa och sensitiviteten till 21 - 34. Sedimentet i området har mycket höga halter av flera miljöstörande ämnen dels av metaller dels av organiska miljögifter. Det förorenade sedimentskiktet planeras muddras och transporteras bort till godkänd mottagare.

Under de förorenade yt sedimentet finns 1 - 4 m mestadels oorganisk lös lera.

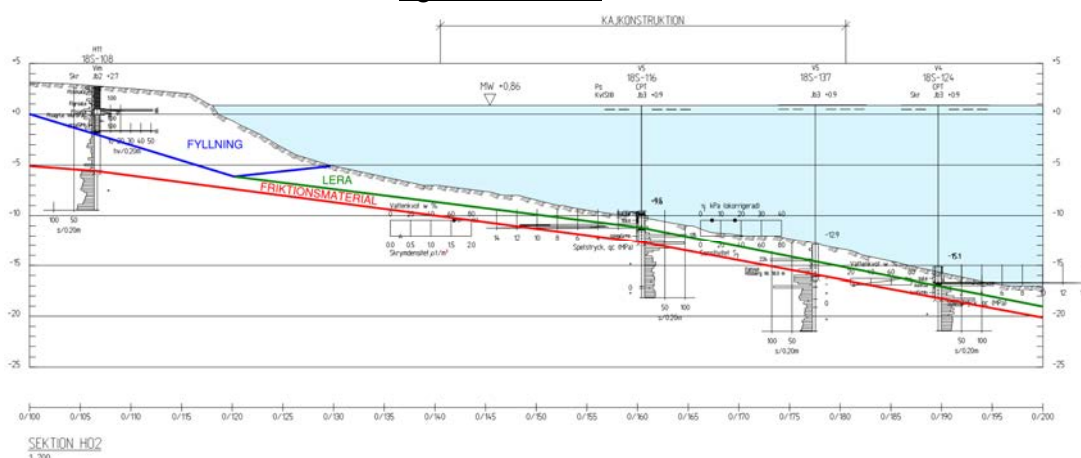
Under leran följer 0,5 – 5 m friktionsjord av huvudsakligen sandig grusmorän på berget.

Berget ca 15 m utanför och parallellt med kajlinjen har nivån mellan -4 till -20 med en punkt längst västerut på -24.

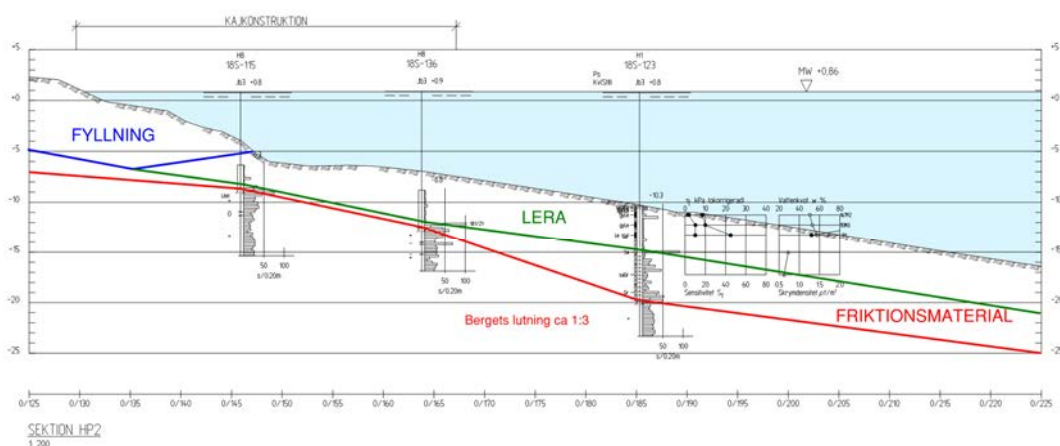
Ungefär 40 m utanför kajlinjen och utåt tilltar vattendjupen, mäktigheten hos lös lera ökar och bergnivån är djupare. Släntberg har påträffats i ett par borrhöjningar drygt 15 m utanför kajlinjen.

Bergets lutning tvärs kajen är mellan undersökta punkter ca 1:5 och som mest ca 1:3.

Två tolkade sektioner redovisas i [figur 5.8](#) och [5.9](#).

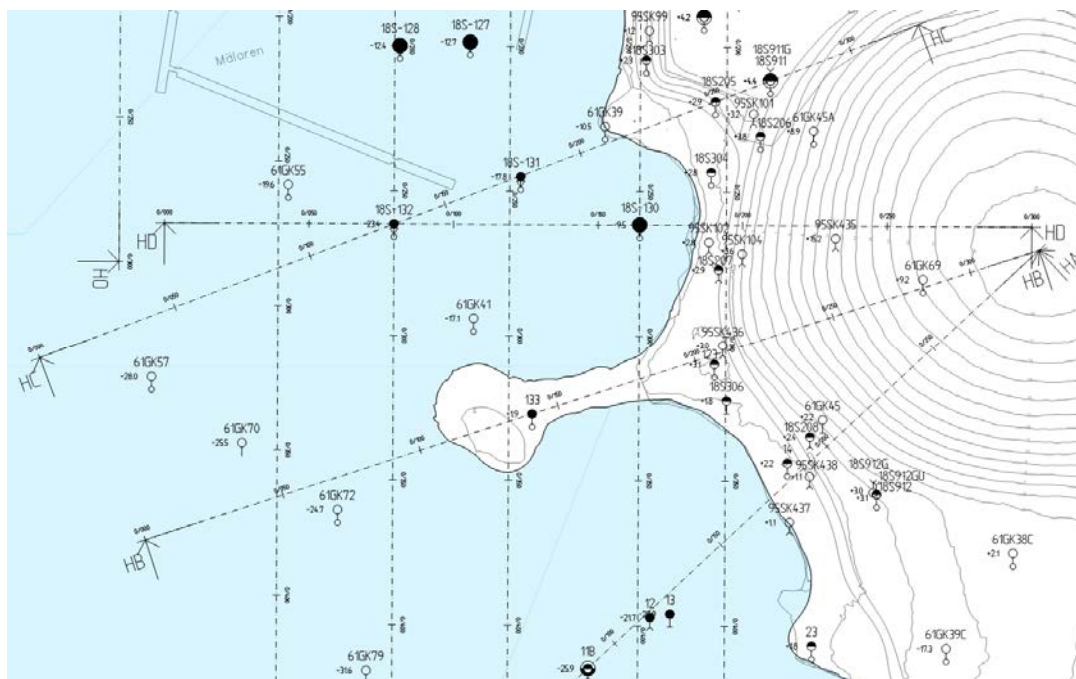


Figur 5.8. Tolkade skiktgränser på sektionsritning 100G11HO2 från SWECOs MUR /Ref 2/.

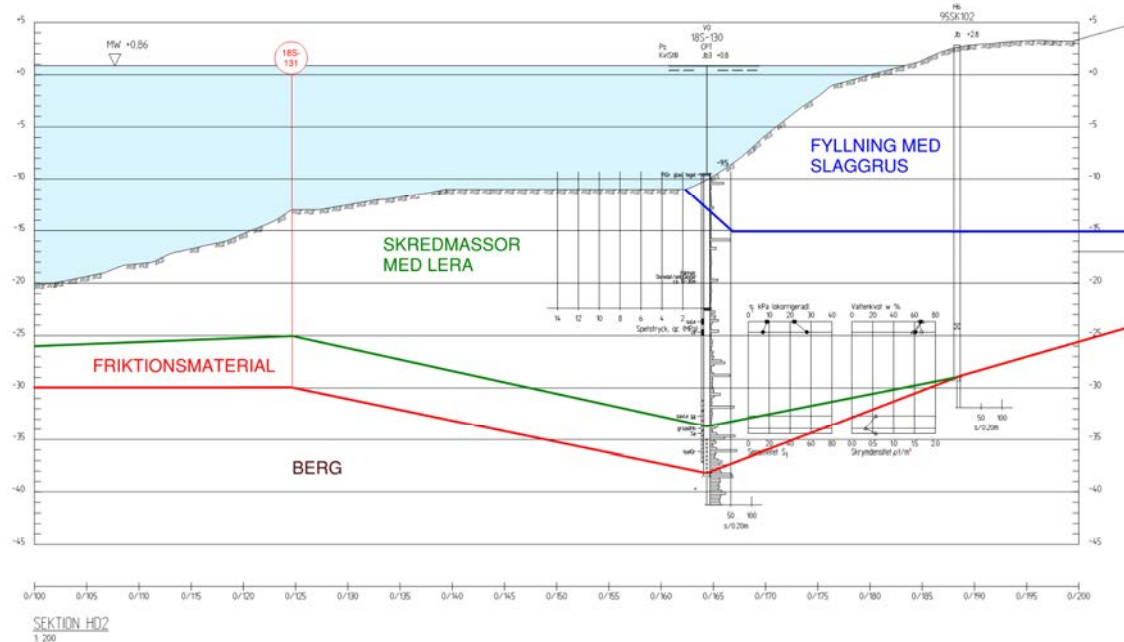


Figur 5.9. Tolkade skiktgränser på sektionsritning 100G11HP2 från SWECOs MUR /Ref 2/.

5.6. Tippområdets yttre strandlinje närmast udde och norr därom



Figur 5.10. Delplan av området vid udden. Utdrag ur SWECOs ritning 100G110. MUR /Ref 2/



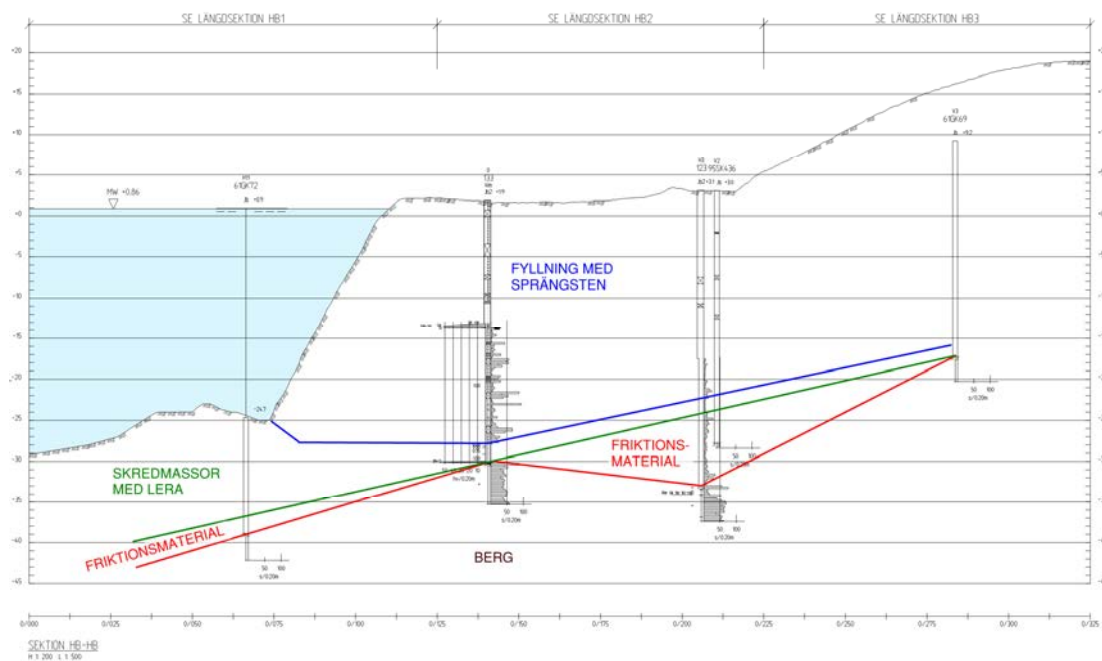
Figur 5.11. Tolkad jordlagerföljd i på ritning 100G11HD2 från SWECOs MUR /Ref 2/. Slaggrus är sorterad och lagrad bottenaska från förbränning av hushålls- och industriavfall i en rosterpanna.

Berget har i skredområden kring den utfyllda udden påträffats på nivåer mellan -38 (punkt 18S-130 norr om udden) till ca -48 (punkt 12 söder om udden).

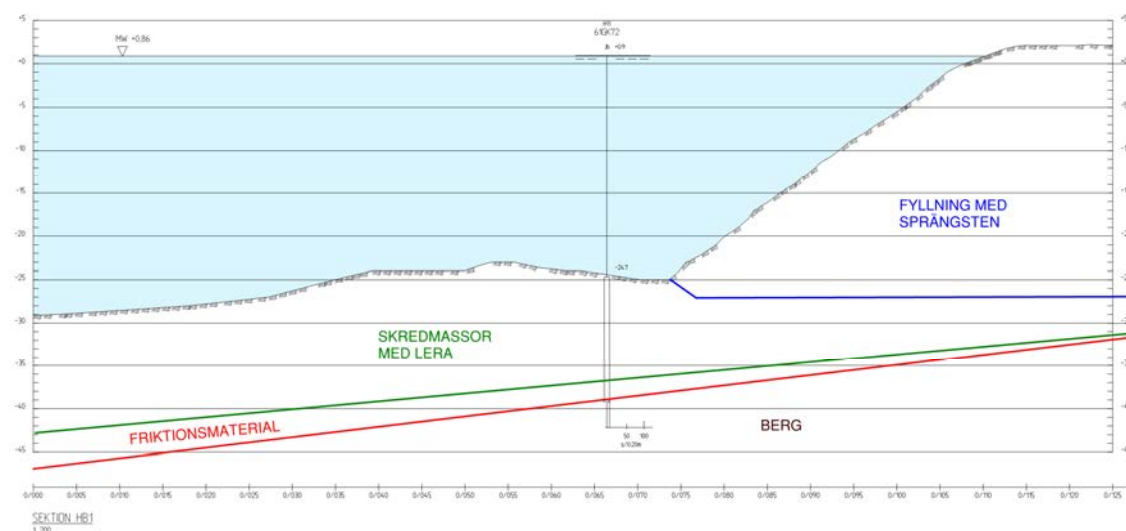
Bergets tvärlutning in mot västra toppen är i sektion HD ca 1:2 till 1:2,7, se [figur 5.11](#).

Udden består huvudsakligen av sprängstensfyllning med inslag av mindre sten, grus och sandliknande fraktioner. Djupare ner i lagerföljden finns lera i skredmassorna.

Tvärmåttet på genomborrade block i fyllningen är mindre än 0,8 m. Uddens slänkrön har nivån ca +2, botten vid släntfooten ca -25 och fast botten vid släntfoot bedömt till mellan -35 och -40. Slänterna i fyllningen har lutning ca 1:1,2 och lokalt brantare, se [figur 5.12 och 5.13](#).



Figur 5.12. Tolkad jordlagerföljd i längssektion genom udden. Förställd skala $L=1:500$, $H=1:200$. Utdrag ur ritning 100G-11-HB, SWECOs MUR /Ref 2/.



Figur 5.13. Tolkad jordlagerföljd i längssektion genom udden. Skala $L=1:200$, $H=1:200$. Utdrag ur ritning 100G-11-HB1, SWECOs MUR /Ref 2/.

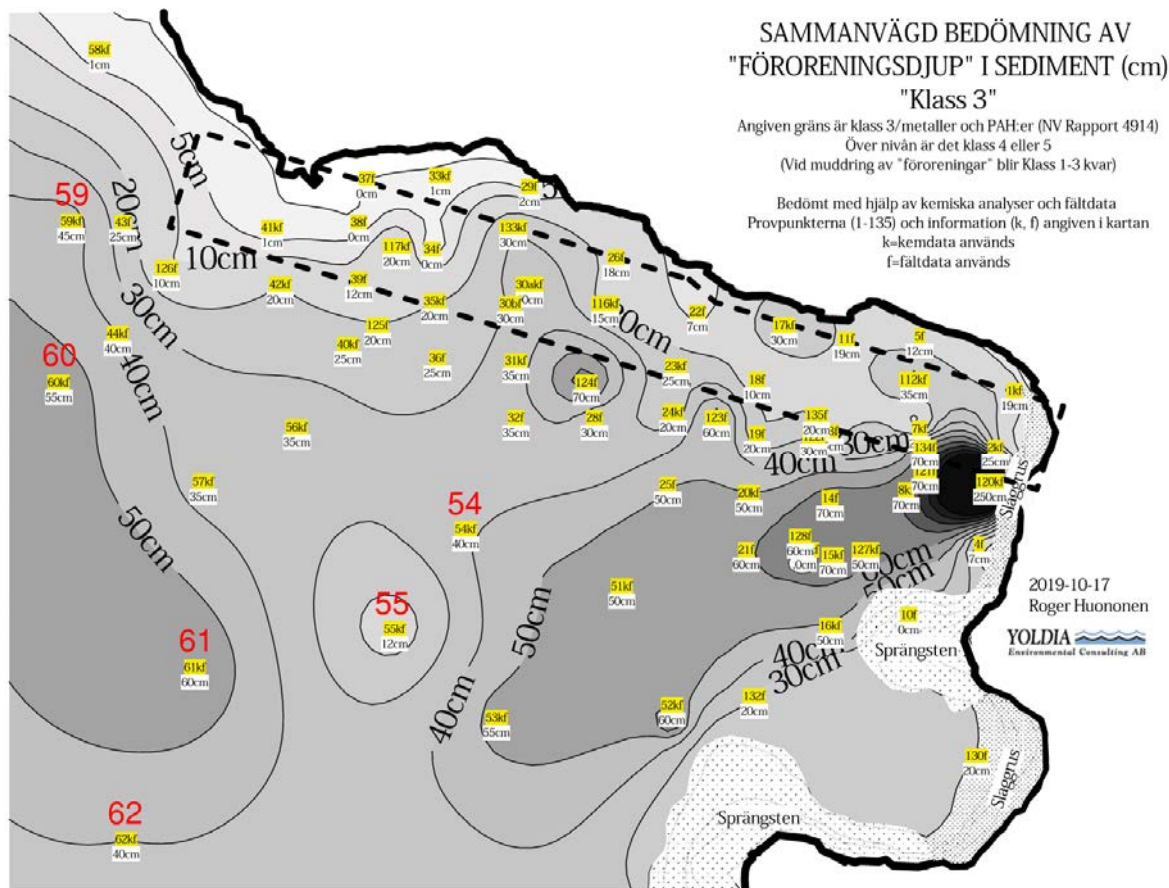
6. Bottenytans sammansättning och uppbyggnad.

6.1. Okulär bedömning av bottensubstratet, föroreningar

Bottensubstratet utgörs i ytan mestadels av 0 - 1 m mäktiga lösa lersediment med ställvis högt organiskt innehåll, gyttjig lera eller lerig gyttja. Dessa lager innehåller som regel föroreningar av metaller med mycket stor avvikelse och organiska miljögifter i mycket höga halter enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet, ”Kust och hav”, Rapport 4914.

Noterade föroreningsdjup till klass 3 framgår av [figur 6.1](#).

Utförda fältundersökningar, laboratorieprovningar samt redovisning av sedimentens föroreningsstatus redovisas i Yoldias rapport /Ref 4/.



Figur 6.1. Föroreningsdjup i sediment till klass 3 för metaller enligt NV Rapport 4914, Yoldias rapport /Ref 4/.



En okulär bedömning och beskrivning av sedimentproven gjordes vid provtagningstillfället. Sedimenten vid nästan alla provpunkter visade ett tunt brunt ytskikt följt av ett svart/gråsvart lerigt/gyttjigt skikt. Inslag av sand observerades i några av proverna.

Den okulära bedömningen av proverna tyder generellt på ett syresatt brunt ytskikt, vilket innebär god syreomsättning nära botten. Detta gäller såväl för prover inne vid stranden som på större djup.



Den okulära bedömningen av proverna och analysresultaten från laboratorium indikerar på förekomst och spridning av förorenade sediment i ytan och att sedimenten förflyttar sig i dessa punkter. Ingen översedimentering av betydelse med renare sediment från omgivande renare områden kan noteras i punkter belägna inom ca 150 m från strandlinjen eller på djup mindre än ca 35 m /Ref 4/.

En viss översedimentering med renare sediment kan noteras vid punkten 60B på 39 m djup.

Vid punkt 61 på 39 m djup och punkt 62 på 42 m djup förekommer en tydligare översedimentering med renare sediment. Metallföroreningar med mycket stor avvikelse i klass 5 enligt NVs rapport 4914 förekommer mellan 10 och 60 cm under ytan i dessa två punkter.

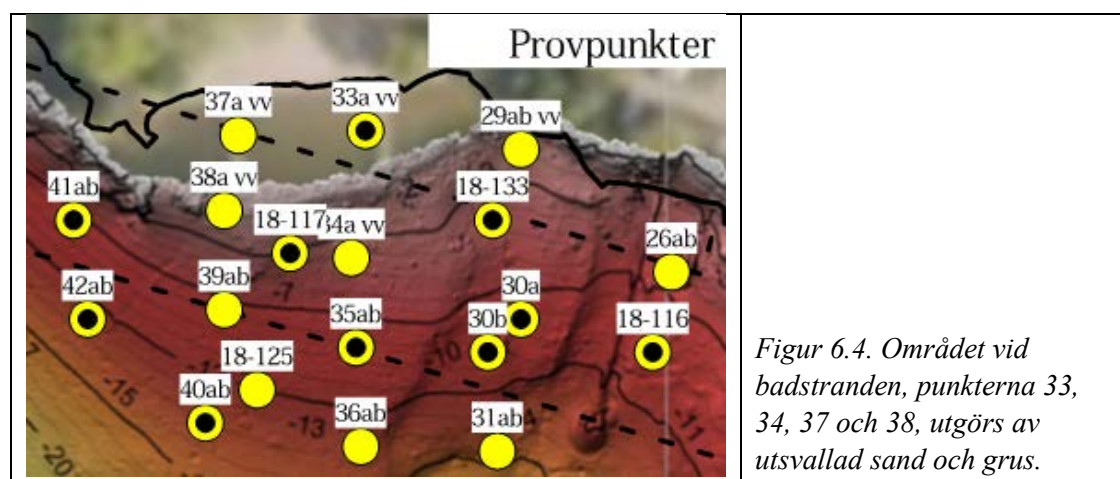
	
<p>Punkt 54A. Enligt fältprotokoll 0-2 ljusbrunt org, 2-20 brunt org, 20-46 mörkbrunt. 46-50 svarta stråk (varvig) gråbrun ngt styv lera. 0-46 gasbubblor.</p>	<p>Punkt 55A. Enligt fältprotokoll 0-5 ljusbrunt org, 5-70, svarta stråk (varvig) gråbrun styv lera.</p>
<p>Analysresultat. Metallföroreningar för flera ämnen med mycket stor avvikelse i klass 5 finns från ytan och ner till 40 cm djup. Därunder klass 1-3.</p>	<p>Analysresultat. Metallföroreningar för flera ämnen med mycket stor avvikelse i klass 5 finns från ytan och ner till 10 cm djup. Därunder klass 1-3.</p>

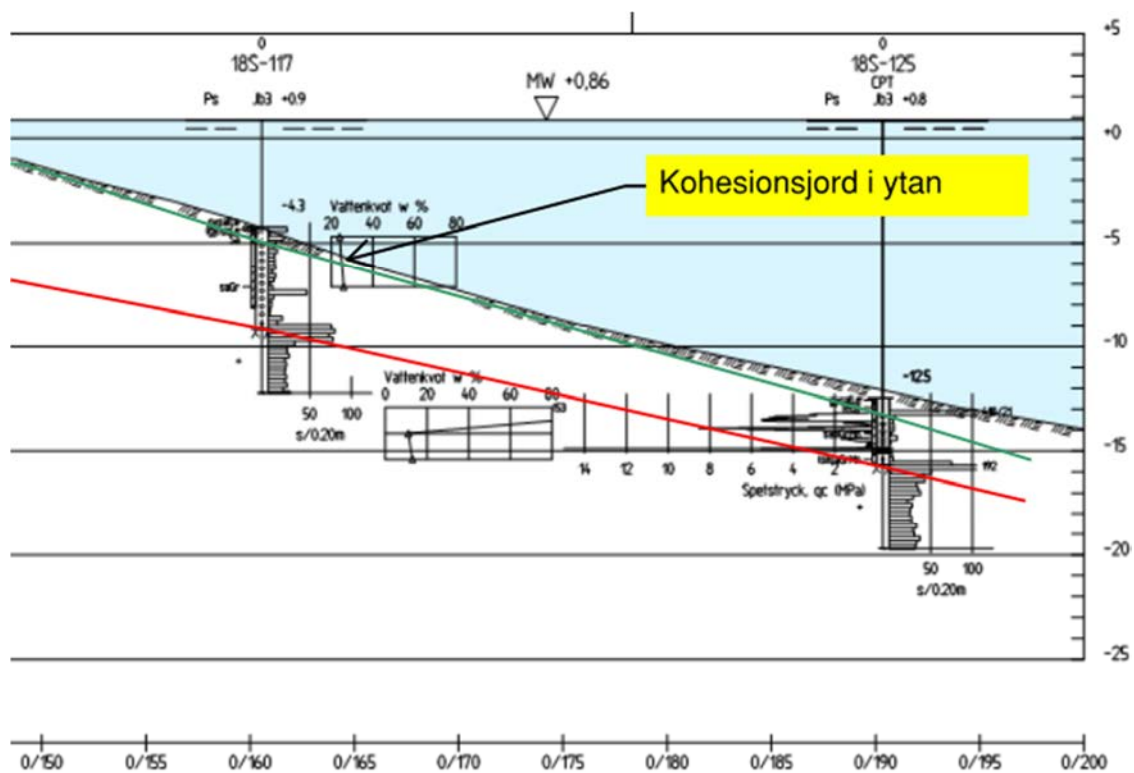
Figur 6.2. Fotografering och fältbenämning av provkärnor 54A och 55A och sammanfattning av analysresultat /Ref 4/.

	
<p>Punkt 59B. Enligt fältprotokoll. 0-2 ljusbrunt org, 2-12 gråbrunt org, 12-25 gråsvart org, 25-50 gråbrun halvstyv "gyttje"?lera.</p>	<p>Punkt 60B. Enligt fältprotokoll 0-2 ljusbrunt org, 2-40 brunt org, 40-50 brunsvart org/lera?, 50-52 svart org/lera?, 52-70 brunrå varvig ej styv gyttjelera. Diverse och svårtolkad kärna.</p>
<p>Analysresultat. Metallföroreningar för flera ämnen med mycket stor avvikelse i klass 5 finns från ytan och ner till 20 cm djup. Därunder mestadels klass 1-3.</p>	<p>Analysresultat. Metallföroreningar för flera ämnen med mycket stor avvikelse i klass 5 finns från 10 - 50 cm djup. Tendens till renare i i ytan. Under 50 cm djup klass 1-3.</p>

Figur 6.3. Fotografering och fältbenämning av provkärnor 59 B och 60B och sammanfattning av analysresultat /Ref 4/.

Vid badet finns utsvallad sand och grus i ytan som är tämligen ren, men ca 10 m öster om badstranden finns organiska sediment med ca 30 cm mäktighet med föroreningar av metaller och organiska miljögifter i klass 5, punkt 18-133, se [figur 6.4](#).



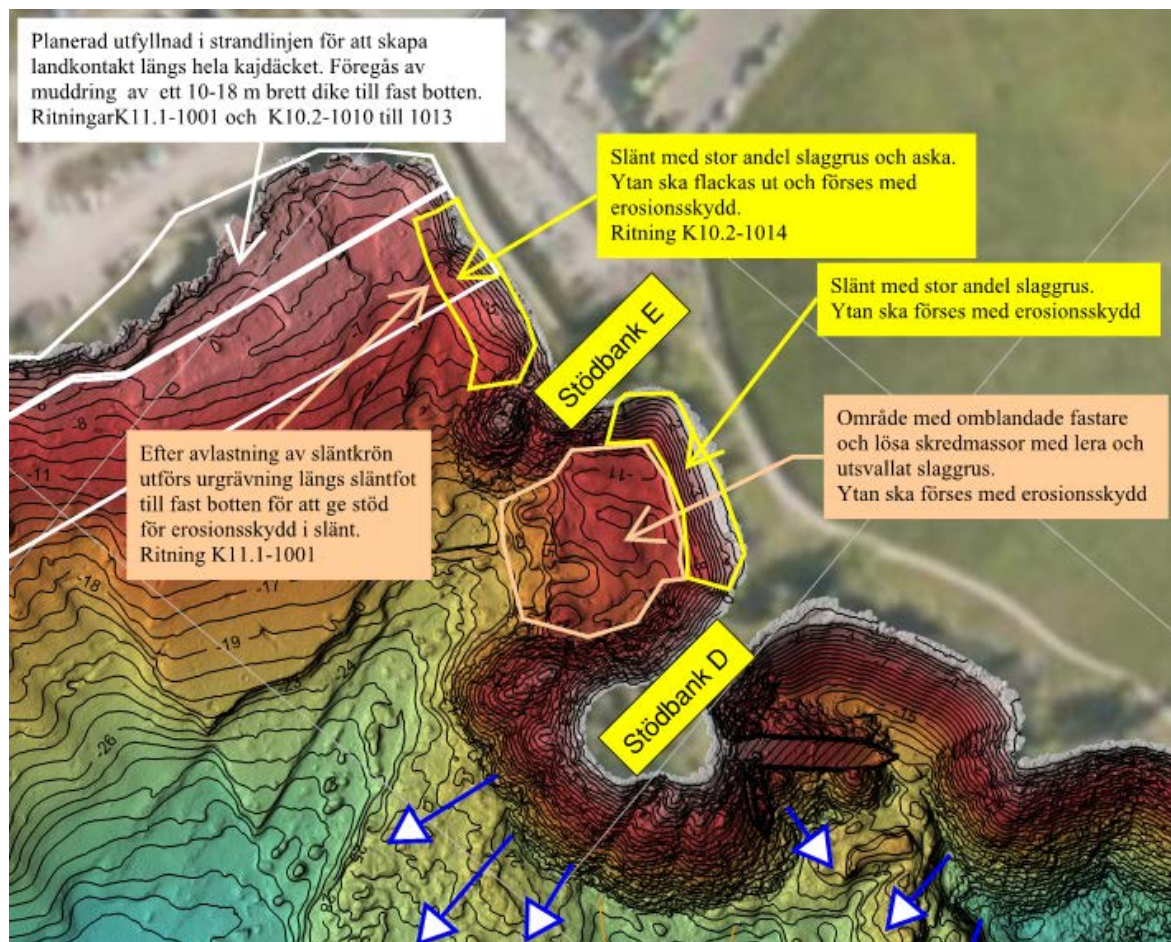


Figur 6.5. På större djup täcks den utsvallade sanden och gruset av ett tunt lager lersediment punkterna 18S-117 och 18S-125. Utdrag ur ritning 100G-11-HN2, SWECOs MUR /Ref 2/.

6.2. Bedömning av material i slänter

Längs tippområdets strand finns utfyllda stödbankar med sprängsten. I slänterna mellan dessa bankar finns finkornig fyllning av slaggrus och ställvis aska, se [figur 6.6](#).

För att förhindra erosion och utspolning av föroreningar måste fyllnadsslänterna försees med erosionskydd även under vattenlinjen. Detta beskrivs under avsnitt 12.2.



Figur 6.6. Tippområdets slänt mot hamnområdet.

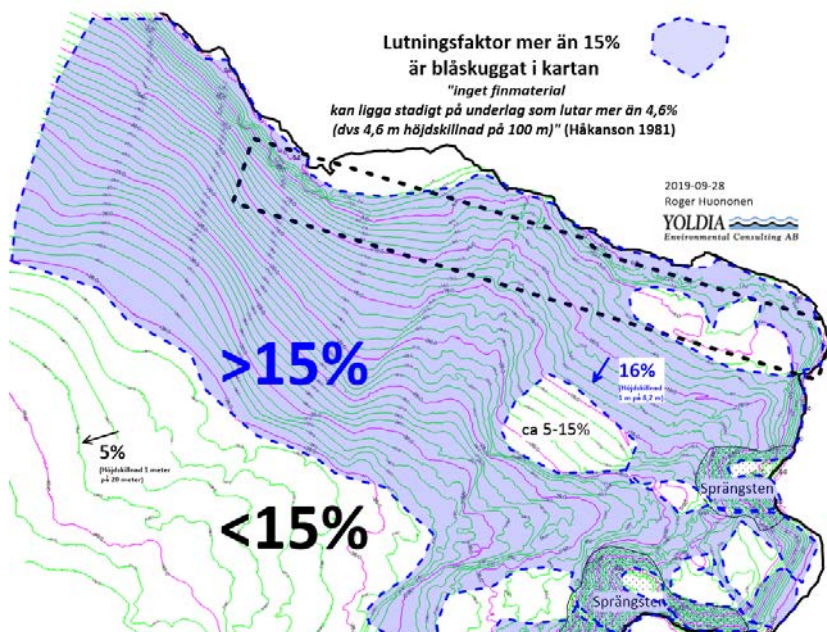


Figur 6.7. Stranderosion utanför västra tippet i viken mellan stödbank D och E söder om småbåtshamnen. Foto KFS 1 januari 2007.



Figur 6.8. På den finkorniga fyllningen finns från år 2010 utlagt en stenfyllning från släntrön ungefär ner till vattenlinjen. Foto KFS 25 juni 2012.

6.3. Bottens lutning



Figur 6.9. Bottens lutning. Figur upprättad av Yoldia.

Bottenlutningen inom stora delar av hamnområdet är större än 15 % vilket innebär att finmaterial utan kohesion inte stadigt kan ligga kvar där. Förutsättningarna indikerar en typisk transportbotten. På de flackare partierna finns det områden som kan vara ackumulationsbotten åtminstone under vissa perioder.

6.4. Bottentyp

Ett vanligt sätt att karakterisera en botten är att beskriva om botten är en ackumulations-, transport- eller erosionsbotten.

- Sediment från en ackumulationsbotten har hög vattenhalt och hög glödförlust, dvs hög halt av organisk substans. I en ackumulationsbotten sker en kontinuerlig tillförsel av sedimentpartiklar som blir liggande kvar på botten.
- På en transportbotten sker en oregelbunden deposition och borttransport av finmaterial och blandade sediment. Denna borttransport kan ske med strömmar och vågrörelser.
- Erosionsbottnar karaktäriseras av att bottenströmmar och vågrörelser som ständigt transporterar bort finsediment från området. Där dominerar grövre material > 0,006 mm, vilket motsvarar mellansilt och grövre.

Sambanden mellan vattenhalt och glödförlust i ytsediment för bottentyper redovisas i litteratur enligt L. Håkansson och M. Jansson (1983), se tabell 6.1. Detta samband är inte tillämpligt för de branta sidolutande bottnarna i inre delen av hamnområdet.

Tabell 6.1. Sambanden mellan vattenhalt och glödförlust i ytsediment för bottentyper enligt L. Håkansson och M. Jansson (1983)

Bottentyp	Vattenhalt (% av våtvikt)	Glödförlust (% av torrsvikt)
Erosionsbotten	0 - 50	<4
Transportbotten	50 - 80	4 - 10
Akkumulationsbotten	75 - 99	>10

6.5. Vind- våg- och strömexponering i slänter och botten

Vid hårda vindar från väst till nordväst beräknas vågrörelser ge upphov till erosion i slänter och i lösa bottensediment vid tippområdet ner till 3 å 4 m djup. Även vågsvall och propellerströmmar från båtar nära stranden ger erosion och då främst i slänter, som inte försetts med erosionskydd, se [figur 6.7](#). Stranderosionen enligt figuren åtgärdades med en stenskonning ovan vattenlinjen i samband med sluttäckningen av tippområdet omkring år 2010, se [figur 6.8](#).

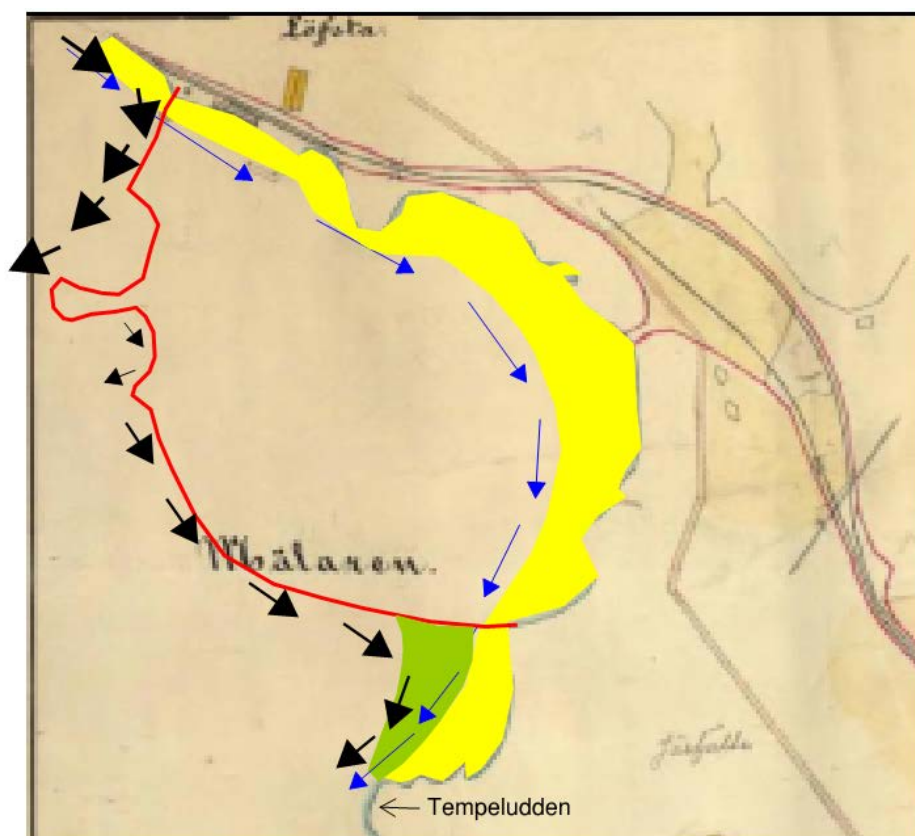
Mellan utfyllda stenbankar finns i slänterna under vattenytan finkornigare material av slaggrus som saknar erosionskydd.

Lövstatippens utfyllnad har förändrat morfologin i vattenområdet, dvs vattendjupen och bottensubstratets sammansättning, genom vågors och vattenströmmars påverkan längs strandremsan. En transport av sediment längs stranden västerifrån fångades tidigare upp på sjöbotten i den nu med tippmassor utfyllda viken norr om Tempeludden, se [figur 6.10](#).

I dagsläget erhålls vid hårda västliga vindar en vattenströmning längs den naturliga stranden, som vid tippområdet styrs utåt.

Erosion och sedimenttransport uppkommer naturligt och som regel tydligast vid starka vindar och storm. I delar av planerat hamnområde väster om tippens kan vindgenererade strömmar längs botten bli ca 0,15 m/s vid västlig vind 15 m/s, se [figur 6.11](#).

Vindgenererade strömmar och vågrörelser väster om tippens bedöms bidra till att lösa och förorenade lösa sediment från botten och i slänter dras med utåt mot djupare vatten i Lövstafjärden, speciellt under perioder med hårda vindar.



Figur 6.10. Illustration av vattenströmmar längs ursprunglig strand (blå pilar) och sedimentation i den stora viken (gult område) innan tippens kom till.

Illustration av vattenströmmar längs tippområdets strand (svarta pilar) och sedimentation i lilla viken norr om Tempeludden (grönt område).

Underlag Expropriationskarta från 1889 (fr. Lantmäteriet, historiska kartor)

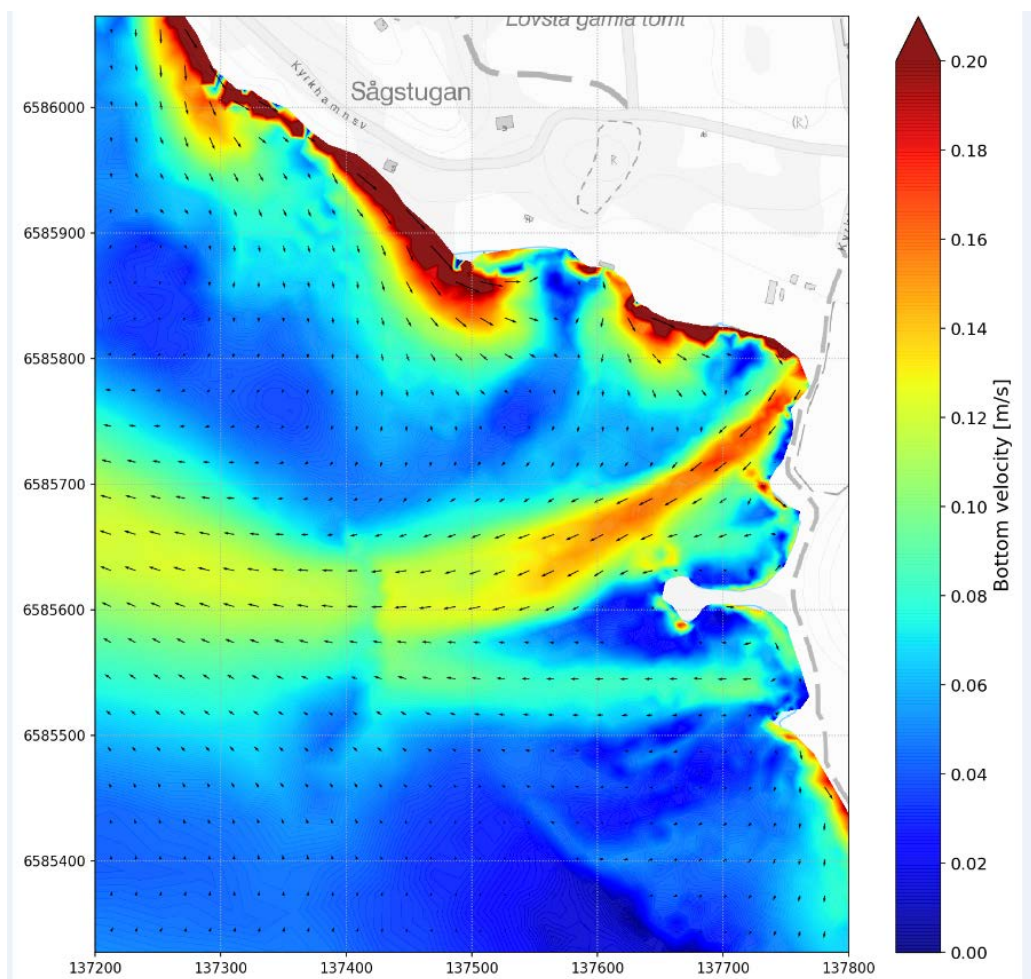


Fig 6.11. Vattenströmshastighet i planerat hamnområde 0,5 m över botten för hård vind 15 m/s från väst enligt SWECOs modellering /Ref 5/.

6.6. Bottenmaterialets tekniska egenskaper

Bottenmaterialets tekniska egenskaper med avseende på känslighet för att kunna förflyttas i ett område är beroende på en rad olika faktorer beskrivna under avsnitt 6.3 och 6.4 ovan.

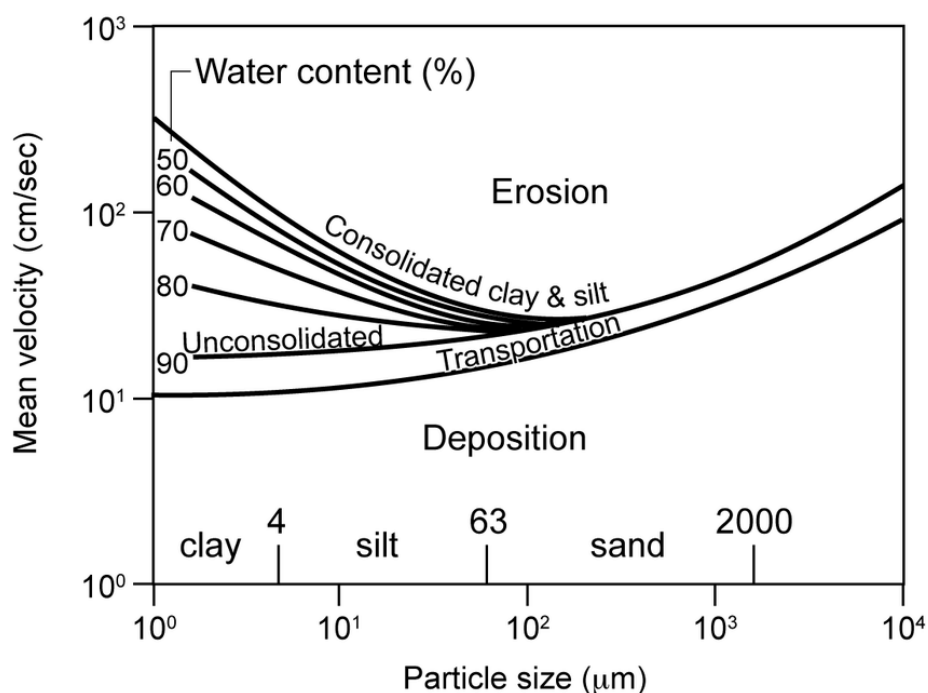
Ytterligare ett sätt att bedöma om ett material vid olika vattenhastigheter eroderar, transporteras eller sedimenterar är att beakta materialets korngradering och för finsedimenten silt och lera beakta vattenhalten.

- Hög vattenhalt innebär ett lösare material som är mer lätttröligt.
- Hög andel lera (> ca 15 %) binder ihop materialet med kohesionskrafter och är mindre lätttröligt. Övre fraktionsgräns för ler är 0,002 mm enligt SGF 1981.
- Hög andel organisk halt i jorden ökar rörligheten.
Lågorganisk jord 2-6 % av torr massa <2 mm kan vara gyttjig lera
Mellanorganisk jord 6-20 % av torr massa <2 mm kan vara lerig gyttja
Högorganisk jord >20 % av torr massa <2 mm kan vara gyttja

Tabell 6.2. Vattenhalt V (% av våtvikt) samt glödförlust LOI (% av torrsvikt) för ett antal provpunkter från stranden och utåt med bedömning av bottenyt i ytskiktet.¹

	Punkt 17		Punkt 20		Punkt 54		Punkt 55		Punkt 61		Punkt 62	
Vattendjup	2 m		15 m		27 m		35 m		39 m		43 m	
Muddringsdjup	Slänt		70 cm		40 cm		På gränsen till 40 cm		-		-	
Djup under botten	V %	LOI %	V %	LOI %	V %	LOI %	V %	LOI %	V %	LOI %	V %	LOI %
0-10	52 ²	8	50	8	75	12	70	7	83	7	81	7
10-20	-	-	64	17	81	21	62	3	78	8	78	7
20-30	-	-	81	44	86	43	49	1	67	14	73	9
30-40	-	-	81	41	83	36	52	1	54	6	58	3
40-50	-	-	57	7	49	1	47	1	51	2	55	2
50-60	-	-	61	6	-	-	49	1	51	2	55	2
60-70	-	-	-	-	-	-	51	1	51	2	55	3
70-80	-	-	-	-	-	-	50	1	51	2	-	-

- 1) Redovisad vattenhalt och glödförlust enligt SWECOs sammanställning av analyserade sediment med avseende på föroreningsinnehåll, /Ref 8/.
Ytterligare prover har analyserats vid punkterna 51-62 med avseende på korngradering, vattenkvot och glödförlust. Resultaten av dessa analyser redovisas i protokoll upprättade 2019-11-01 av SWECO GEOLAB (Bifogas ej).
- 2) Avser djup 0 - 17 cm under botten



Figur 6.12. Hjulströms modifierade diagram enligt Postma och Gardner

Av figur 6.12 kan utläsas att

- Lera med 0,001 mm (=10⁰ μm) korndiameter och 90 % vattenhalt erodera vid en vattenhastighet på 10-15 cm/s.
- Om samma material har 75 % vattenhalt krävs ca 50 cm/s för erosion.

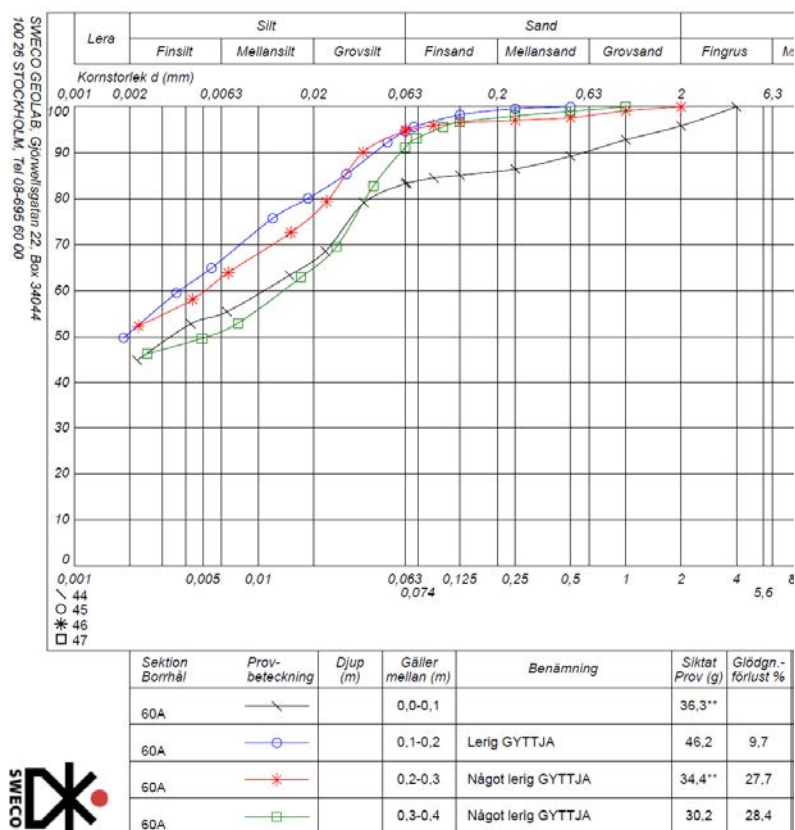
- Med korndiametern 0,01 mm (=10¹ µm) motsvarande mellansilt sker erosion vid 90 % vattenhalt vid ca 15-20 cm/sek.
- Om samma material har 75 % vattenhalt sker erosion vid ca 40 cm/sek.
- Finsand med korndiameter 0,1 mm (=10² µm) eroderar vid ca 30 cm/sek.

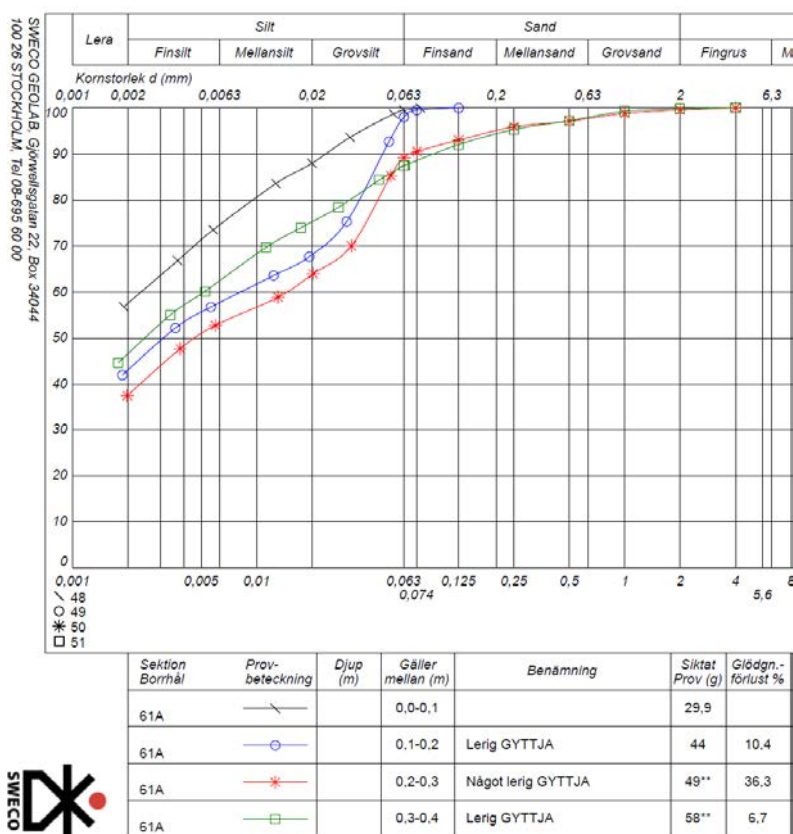
Kornstorleksfördelningen har bestämts på proverna 51-62 på samtliga nivåer i intervall om ca 0,1 m för att beräkna och bedöma erosionsrisken från propellerinducerade strömmar. Diagrammen för de 2 punkterna nr 60 och 61 i [figur 6.13](#) visar på kornfraktioner mestadels mindre än 0,063 mm motsvarande övre gränsen för silt. På grund av högt organiskt innehåll benämns från laboratoriet proverna mestadels som lerig gyttja.

Användningen av Hjulströms diagram är indikativt och ger en grov bedömning.

Ett noggrannare sätt att beräkna och bedöma erosionsrisken är att ställa aktuell bottenskjuvspänning mot den kritiska bottenskjuvspänningen på botten. Detta redogörs under avsnitt 10 nedan.

Bottenskjuvspänning definieras som den kraft per ytenhet (N/m²) som en vattenström påverkar botten med. När den kritiska bottenskjuvspänningen uppnås så börjar bottenmaterialet att erodera.





Figur 6.13. Exempel på kornfördelning i punkt 60 och 61.
(Analyserad provmängd liten enligt standard)

6.7. Bedömning

Det förorenade området med sina punktkällor, som ska muddras bort och delvis täckas med erosionskydd, bedöms i huvudsak vara en transportbotten och närmast stranden en erosionsbotten. Möjligen sker viss ackumulation på vattendjup större än 35 m. Bedömningen baseras främst på:

- Starkt sidolutande botten och att det förekommit ytliga skred.
- Förekomst av föroreningar i klass 5 i ytan inom muddringsområdet till mer än 30 m vattendjup. En viss översedimentering sker först på djup större än 35 m utanför muddringsområdet, se punkterna 61, 62 och i viss mån punkt 60.
- Att icke försumbara naturliga bottenströmmar inträffar vid hårda västliga vindar, se SWECOs modellering.
- Okulär bedömning av foton på prover i samråd med Roger Huononen på Yoldia.
- Högt organiskt innehåll i sedimenten i flera punkter beror sannolikt på att organiskt material från utsläpp av sopor med latrin och avfall från parker och trädgårdar ägt rum i området. Det pågår en anaerob nedbrytning av dessa utsläpp, som i några punkter ger upphov till gas.

7. Geohydrologisk bedömning

De hydrogeologiska förutsättningarna för Lövsta området beskrivs under kapitel 4 i SWECOs ”PM förorenad mark och hydrogeologi”, /Ref 3/.

De för hamnområdet relevanta förhållandena som utgör underlag för stabilitetsberäkningar längs strandlinjen visar tydligt på att grundvattennivåerna i den utfyllda delen i Mälaren korrelerar till Mälarens nivå.

Enligt SWECOs PM, /Ref 3/, förstärks denna effekt av låg grundvattenbildning i sluttäckta och hårdgjorda områden, genomsläppligt fyllnings- och avfallsmaterial, samt att mycket vattengenomsläppliga sprängstensvallar utgör gräns mot Mälaren och förekommer som ett nätverk inne i deponin. Grundvattenytans lutning är flack i detta område och gradienten är mindre än 1 %.

I områdena som ligger över den ursprungliga strandlinjen styrs grundvattennivåerna framförallt av markytans topografi, grundvattenbildningen och jordlagrens genomsläpplighet. Lokalt kring deponiområdet strömmar grundvattnet från höjdområdena och ut mot den ursprungliga strandlinjen. Grundvattenytans lutning i området ovanför den tidigare strandlinjen är ca 2 - 3 %.

Geotekniska stabilitetsberäkningar och bedömningar för hamnområdet i detta PM baseras således på att det är Mälarens vattenstånd som styr grundvattennivåerna i strand- och vattenområdet som studerats.

8. Regelverk och styrande dokument

De regelverk och styrande dokument som i huvudsak tillämpas i föreliggande projekt för beräkning av stabilitet är

Grundförfattning:

- BFS 2015:6 EKS 10 beslutade 2015-10-27

Tekniska råd:

- TK Geo 13 (TDOK 2013:0667) Trafikverkets tekniska krav för geokonstruktioner
- IEG Rapport 2:2008, Rev 3 Tillämpningsdokument Grunderna i Eurokod 7
- IEG Rapport 6:2008, Rev 1 Tillämpningsdokument EN 1997-1 Kapitel 11 och 12, Slänter och bankar
- IEG Rapport 4:2010 Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar
- Skredkommissionens rapport 3:95 Anvisningar för släntstabilitetsutredningar

Beräkningsstandard:

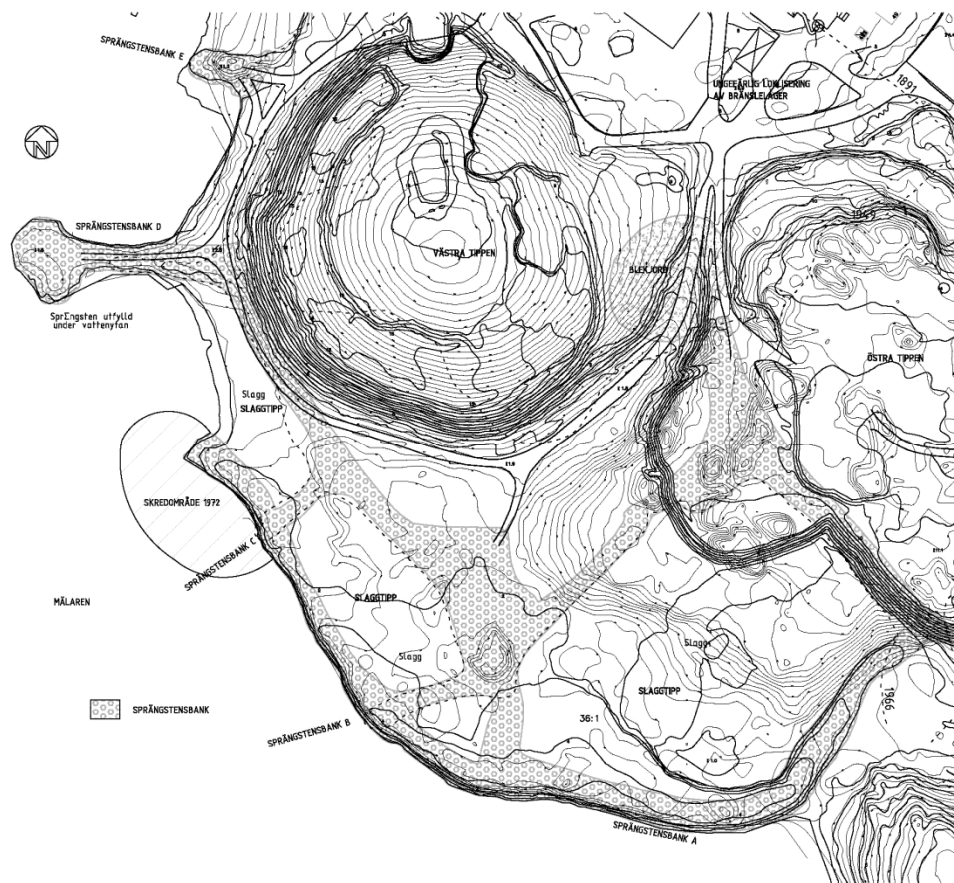
- SS-EN 1997 (EK7), 1997-1, publicerad 2010-04-27
1997-1:2005/AC:2009, publicerad 2009-03-26

9. Stabilitet

9.1. Allmänt

Fyllningarna och deponierna har i olika etapper stabiliserats ut mot och längs den utfyllda strandlinjen med kraftiga sprängstensbankar dels 1961 - 1962 dels 1969 – 1972.

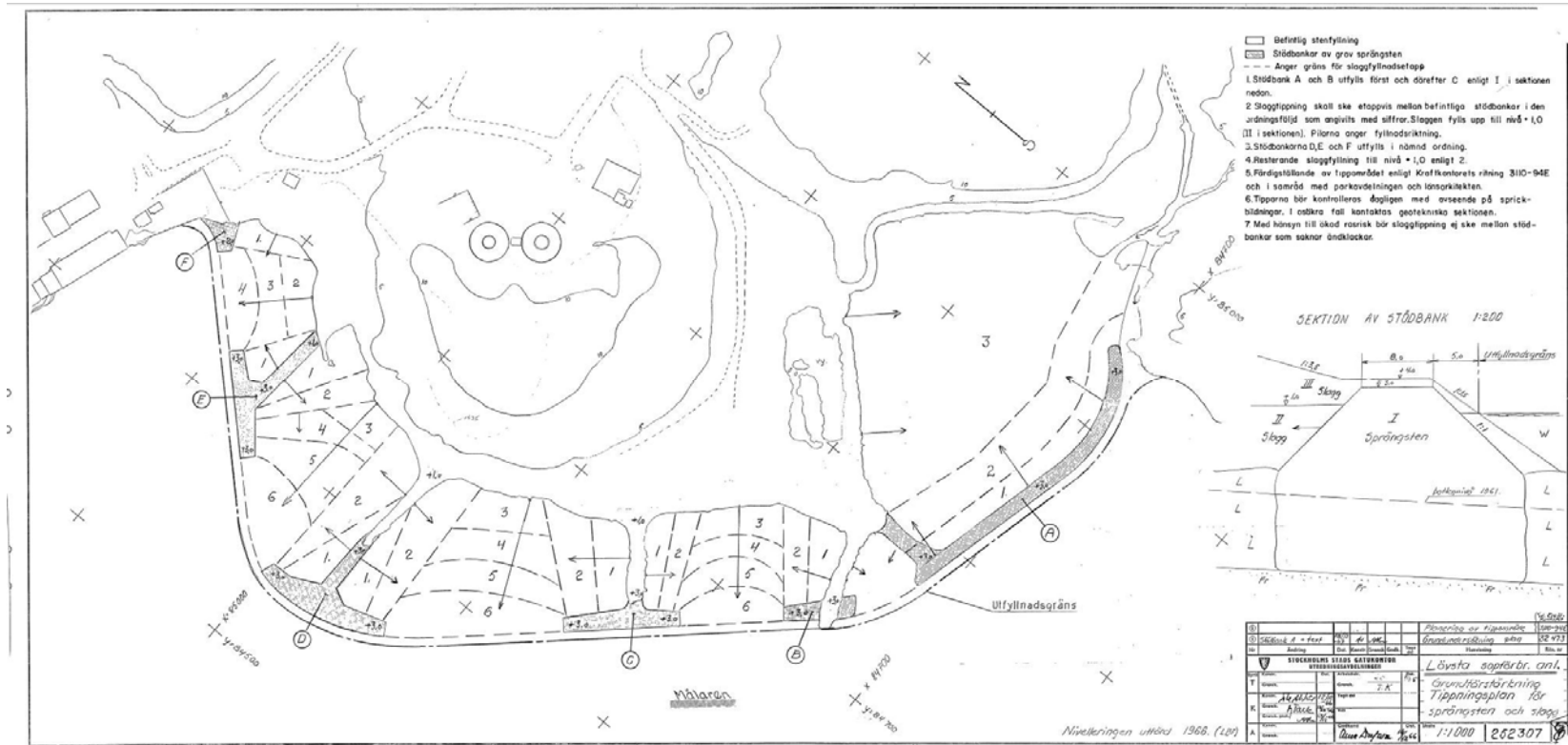
Sprängstensbankarna har getts beteckning A-E enligt [figur 9.1](#) nedan.



Figur 9.1. Delplan över området med sprängstensbankar och raset år 1972 vid sprängstensbank C, söder om västra tippen och sprängstensbank D, "udden".

Bankarna projekterades med släntlutning 1:1 enligt [figur 9.2](#) (Stockholm Stads tipplan. Ritning 252307 från 1966).

Syftet var att åstadkomma en nedträngning av bankarna till fast botten (morän eller berg). Enligt uppgift ska sprängning ha utförts för att söka åstadkomma detta och mellan sprängstensbankarna skall endast slagg ha deponerats.



Figur 9.2. Tippningsplan för sprängsten och slag nedanför västra och östra tipparna. Ritning 252307 från 1966.

År 1972 inträffade ett större skred söder om västra tippen och vid sprängstensbank C. Den planerade stabiliserande tippningen blev ej slutförd, se [figur 9.3](#).

Någon kontroll och verifiering av resultat från 1960- och 1970-talet efter utfyllnaden av bankarna om vilket stabiliserande effekt som bankarna haft på stabiliteten har inte erhållits. Normalt ska numera kontroll utföras av massåtgång, markrörelser, verifiering av stabilitet genom överlast på bankarna och borring genom bankarna för att undersöka kontakt mot fast mark.

Nedpressningsdjup större än 15 m bör undvikas och vid sidolutande fast botten kan utfyllnaden glida i sidled. I följande publikationer finns krav och rådtexter för massutskiftning och nedpressning: ”Nedpressning av vägbank. Statens Vägverks publikation TU139, 1979-06, Vägverkets Publikation 2005:4 Massutskiftning samt Trafikverkets TK och TR Geo 13. Bifogas ej.

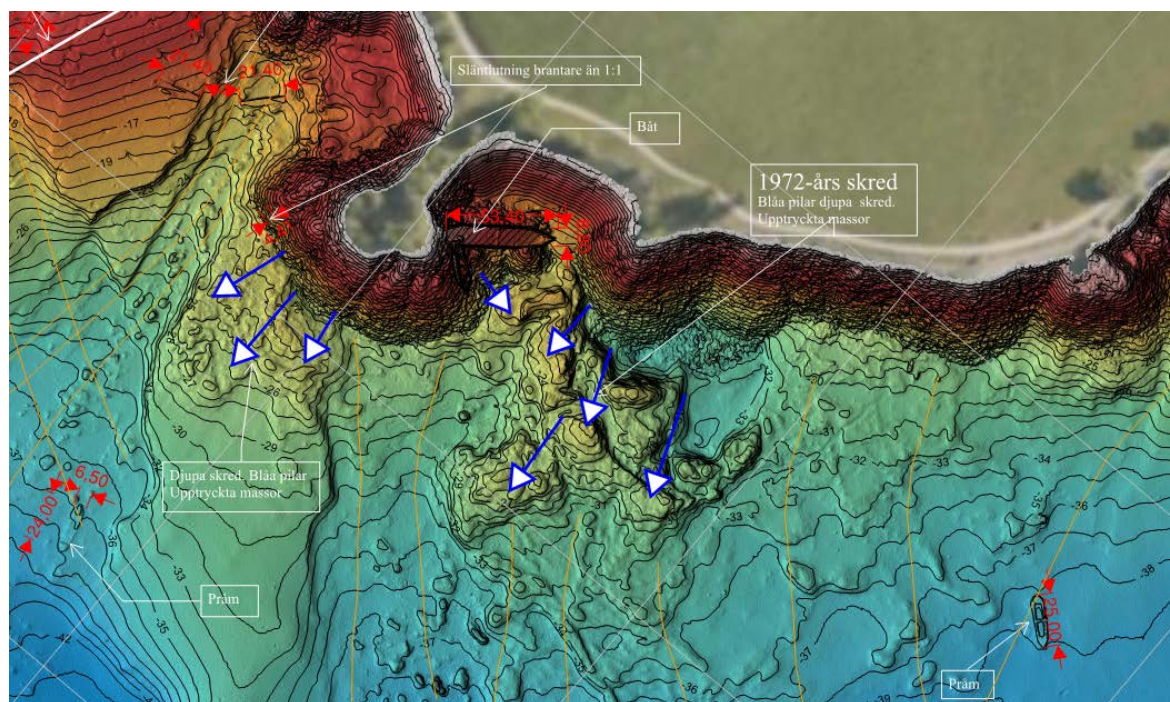
De under 2011 och 2018 år utförda grundundersökningarna visar på förekomst av kohesionsjord under och inblandade i utfyllda massor i anslutning till udden, stödbank D, och vid 1972 års skred, stödbank C. I dessa områden är jorddjupen till fast botten större än 15 m och fastbotten med en tvärlutning på ca 1:3 och brantare. Även i sektion HD2 norr om udden lutar fast botten brant, se figur 5.11 ovan.

Sprängstensbankarna har nu legat snart 50 år även där djupa skred noterats. Vi har inga uppgifter om noterade markrörelser av betydelse, varför vi bedömt att stabiliteten successivt förbättrats något med åren.

Detta beror främst på att hållfastheten hos lösa lermassor i och under leran ökat med tiden eftersom tyngden av bankarna konsoliderat jorden genom att pressa ur vatten ur lerjorden.

En hållfasthetstillväxt i lerjord har således tillgodoräknats vid utförda stabilitetsberäkningar, där lera konstaterats ställvis finnas kvar under bankarna.

Längs det mest känsliga strandområdet, som omfattar stödbank C, udden och fram till stödbank E, uppfylls inte de rekommenderade säkerhetsfaktorer som krävs enligt IEG:s Rapport 4:2010 – ”Tillståndsbedömning/ klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar”. I stabilitetsberäkningarna har en kravnivå på $F_c \geq 1,5$ och $F_{komb} \geq 1,4$ tillämpats, se avsnitt 9.2 och 9.3 nedan.



Figur 9.3. Blå pilar utanför udden och 1972-års skred visar upptryckta massor i sjöbotten.

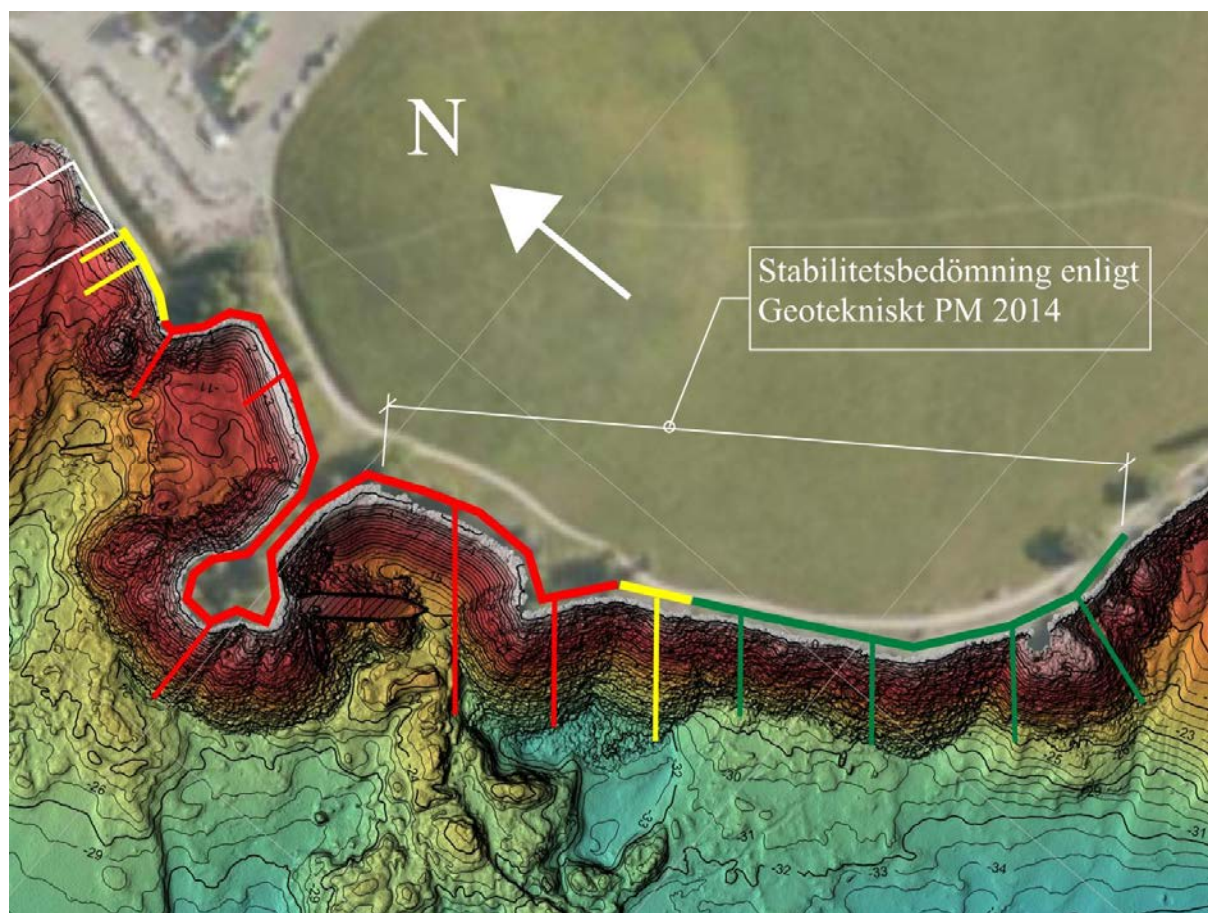
9.2. Tippområdets yttre strandlinjen söder och öster om udde

I samband med undersökningar för ett hamnläge söder och öster om udden i riktning mot Riddersvik utfördes undersökningar år 2011 och 2012. Grundförhållandena har kartlagt översiktligt dessförinnan med hydroakustiska metoder och provtagning av ytliga sediment av SGU i november år 2011.

Grundundersökningar utfördes under juli samt september till november år 2012 av SWECO och omfattade då även skredområdet från 1972. Vid undersökningen bestämdes jordlagerföljd, djupet till fast botten och berg. Resultatet av undersökningen finns redovisad i SWECOs MUR (Markteknisk undersökningsrapport) 2013-05-30 samt med uttolkning och bedömningar i KFS PM Geoteknik 2014-09-09 med tillhörande stabilitetsberäkningar.

Undersökningar och beräkningar visar på att delar av strandlinjen har tämligen god stabilitet där det konstaterats finnas kontakt mellan utfylld bergbank och underliggande fast botten.

För strandlinjen kring 1972 års skredområde och närmast udden är stabiliteten inte godtagbar för att anlägga en ny verksamhet i slänten där. Där finns skredmassor med kohesionsjord (lera) kvar under utfyllda bergbankar, stora vattendjup och djup till fast botten med betydande tvärlutning.



Figur 9.4. Schematisk redovisning av stabilitetsförhållandena enligt Geotekniskt PM 2014.

- Grönt: Stabilitetsförhållandena är goda
- Gult: Stabilitetsförhållandena är något tveksamma
- Rött: Stabilitetsförhållandena har konstaterats vara tveksamma

9.3. Toppområdets yttre strandlinje omfattande udden och norr därom till stödbank E.

Grundförhållandena har kartlagts på land och i vattenområdet med kompletterande sonderingar och provtagningar från udden och in mot land, vilket framgår av avsnitt 5 ovan.

Stabilitetsberäkningar har utförts i tre sektioner dels sektion 1, en längdsektion genom udden, dels sektion 2 genom slänten mellan udden och stödbank E, dels sektion 3 genom stödbank E.

Ett stort antal beräkningar har gjorts för varje sektion, där materialparametrar varierats med utförd grundundersökning och Trafikverkets TK Geo 13 som grund. Både djupa och ytliga glidytor har studerats. I tabell 9.1 redovisas en sammanställning av relevanta beräkningsfall med hänvisning till underbilagor tillhörande bilaga 2.

Tabell 9.1. Resultat från stabilitetsberäkningar. Säkerhetsfaktorer

Underbilaga	Sektion	Fall	Kommentar	F_c	F_{komb}
6	1	1	Sprängsten 38° Djup glidyta i lera	1,1	1,1
6	1	2	Sprängsten 42° Djup glidyta i lera	1,2	-
7	2	1a	Fyllning 35° Djup glidyta i lera	1,2	1,2
7	2	1b	Fyllning 35° Ytlig glidyta i lera	1,1	1,1
7	2	2a	Fyllning 38° Djup glidyta i lera	1,2	-
7	2	2b	Fyllning 38° Ytlig glidyta i lera	1,2	-
8	3	1	Sprängsten 38° Djup glidyta i lera	1,2	-
8	3	2	Sprängsten 42° Djup glidyta i lera	1,3	-

Grön markering = Godkänd nivå på säkerhetsfaktor

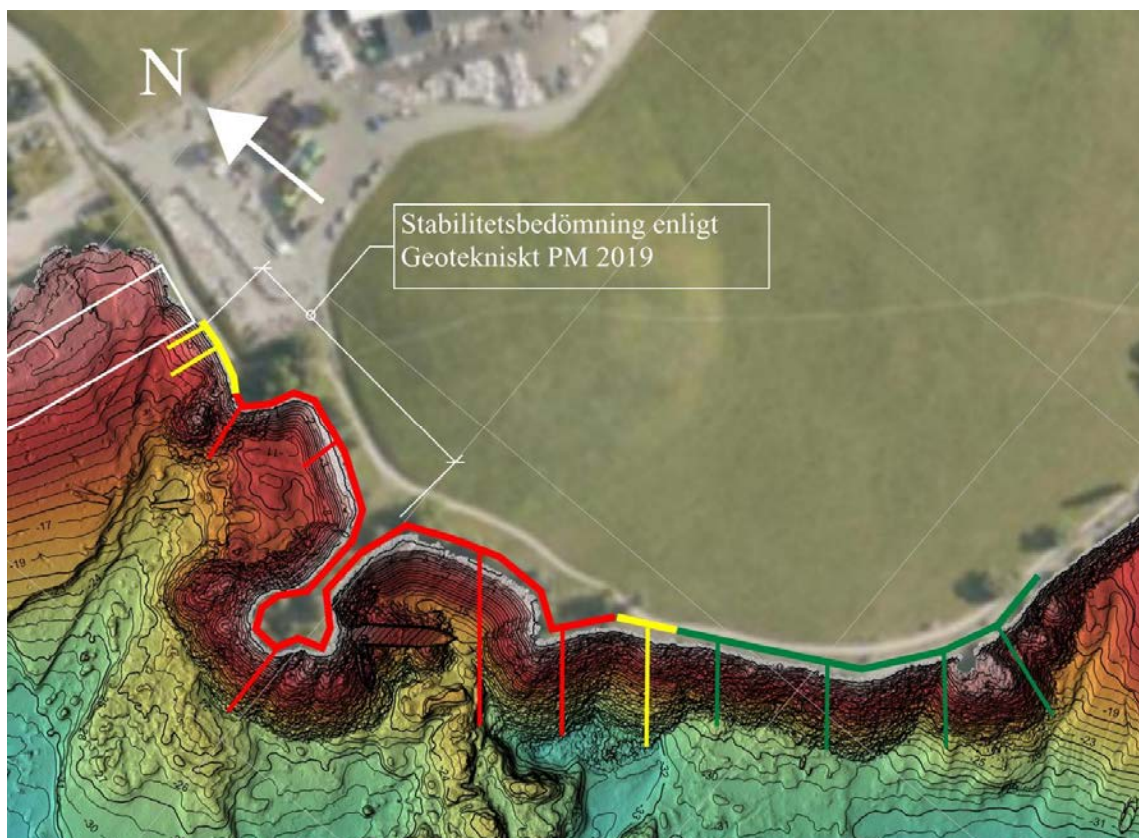
Röd markering = Icke godkänd nivå på säkerhetsfaktor

Beräknade säkerhetsfaktorer enligt odränerad analys ligger i intervallet $F_c=1,1 - 1,3$ beroende på antagna hållfasthetsparametrar i fyllning, skredmassor och underliggande naturlig jord.

Säkerhetsfaktorns kravnivå, $F_c \geq 1,5$.

För strandlinjen som omfattar udden och fram till stödbank E är således stabiliteten inte godtagbar för att anlägga en ny verksamhet. Där finns skredmassor med kohesionsjord (lera) kvar under utfyllda bergbankar, stora vattendjup och djup till fast botten med betydande tvärlutning.

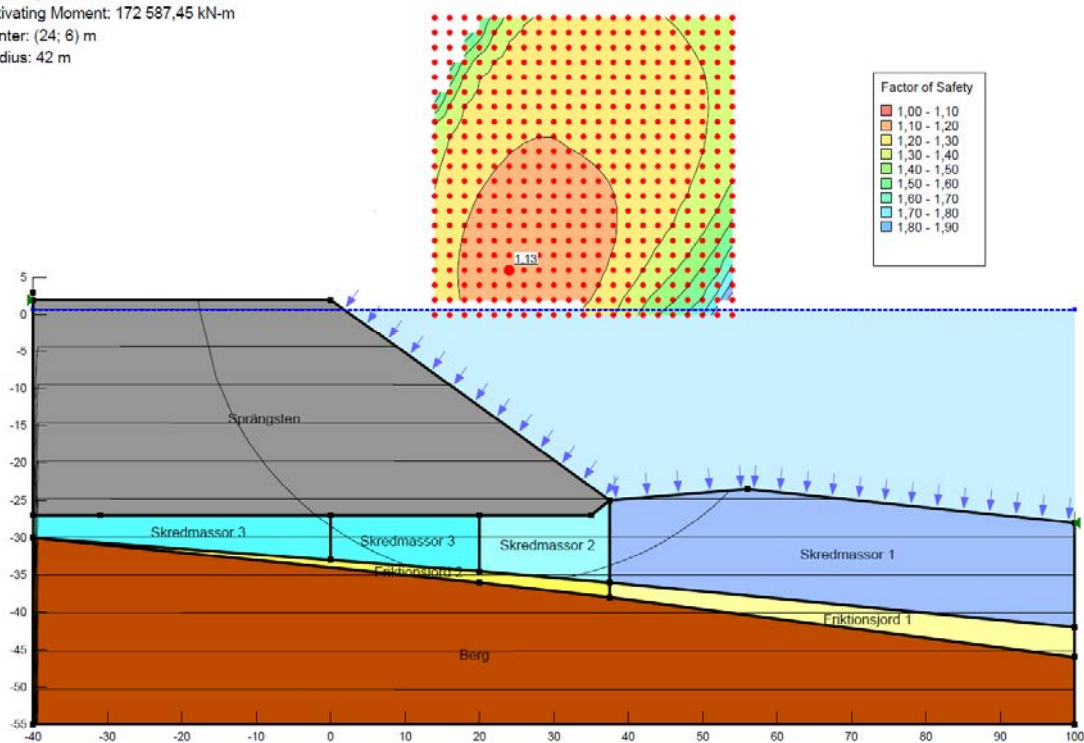
Hamnanläggningen måste därför uppföras på det avstånd från denna slänt, som framgår av bifogade ritningar och beskrivningar i detta Geotekniska PM.



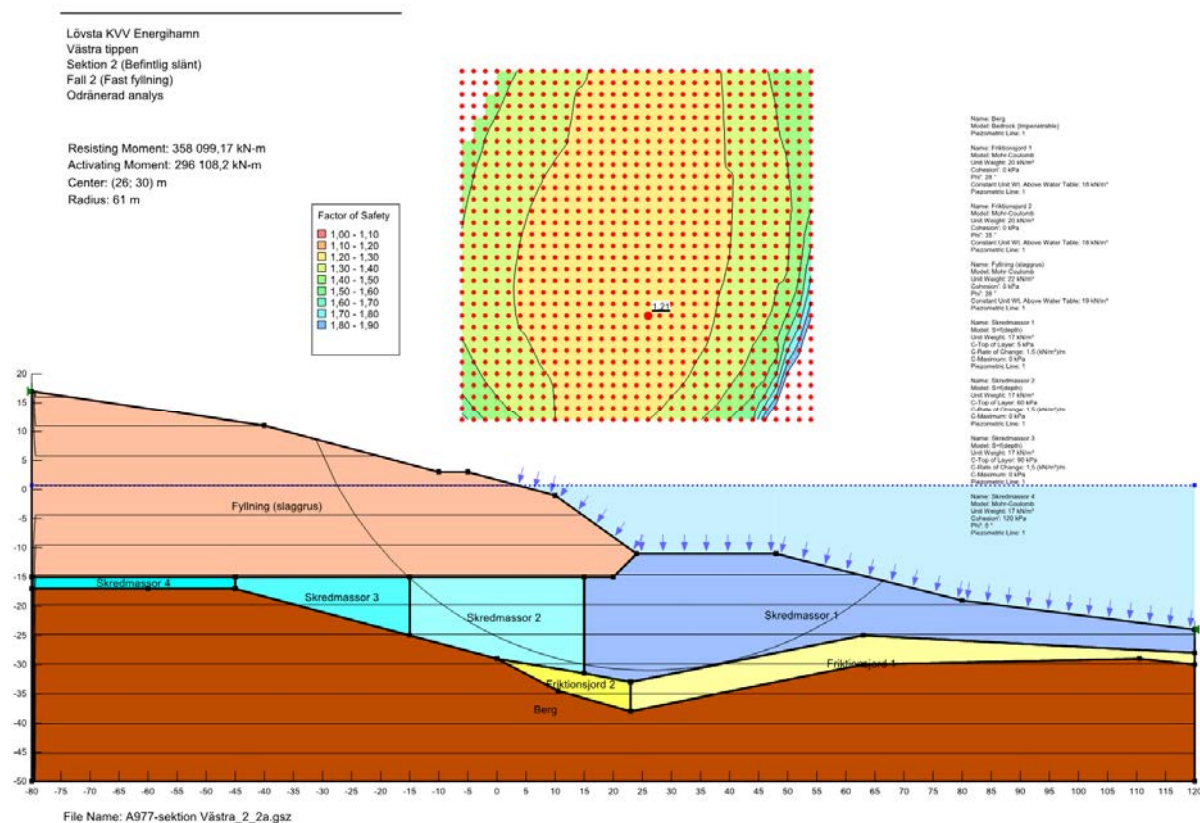
Figur 9.5. Schematisk redovisning av stabilitetsförhållandena enligt Geotekniskt PM 2019.

- Grönt: Stabilitetsförhållandena är goda
- Gult: Stabilitetsförhållandena är något tveksamma
- Rött: Stabilitetsförhållandena har konstaterats vara tveksamma

Resisting Moment: 194 619,97 kN-m
 Activating Moment: 172 587,45 kN-m
 Center: (24; 6) m
 Radius: 42 m



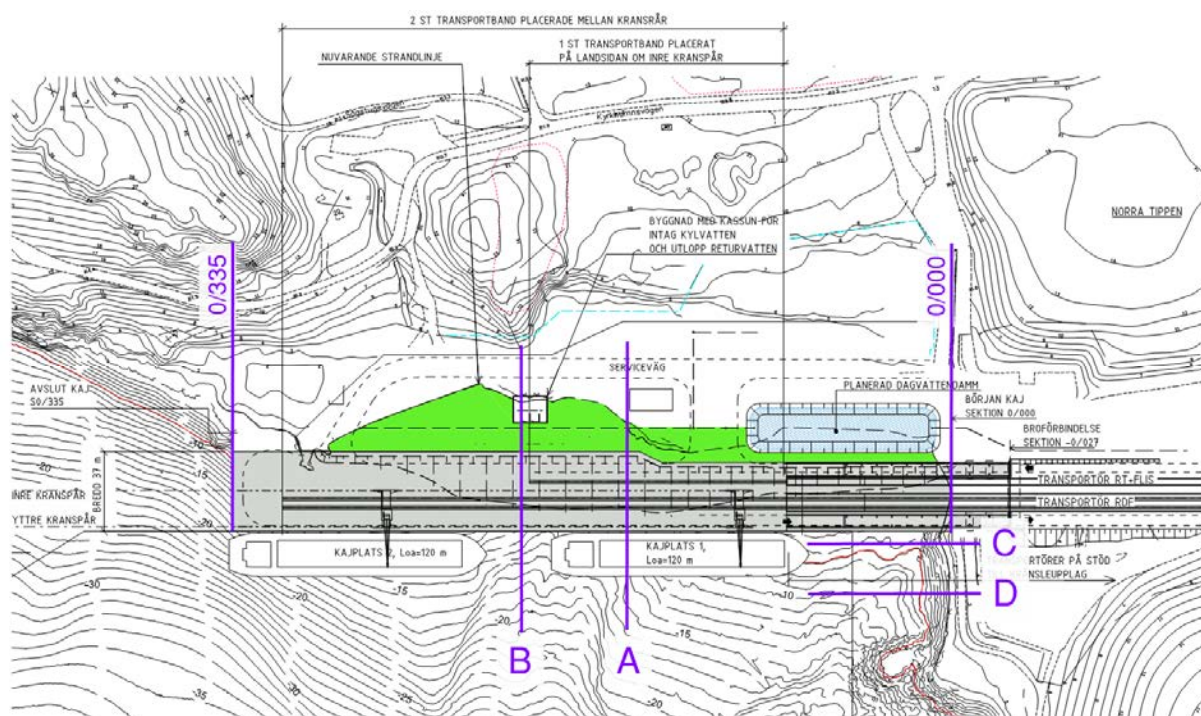
Figur 9.6. Exempel på stabilitetsberäkning befintliga förhållanden med kort glidyta för sektion 1. Säkerhetsfaktorn $F=1,13 < 1,5$ som skulle erfordras vid en exploatering.



Figur 9.7. Exempel på stabilitetsberäkning befintliga förhållanden med lång glidyta för sektion 2. Säkerhetsfaktorn $F=1,21 < 1,5$ som skulle erfordras vid en exploatering.

9.4. Hamnområdet.

Studerat förslag till utfyllnad inom hamnområdet redovisas i [figur 9.8](#).



Figur 9.8. Översiktsplan med beräknade sektioner A-D. Utfylt område är markerat med grönt. Utdrag ur KFS ritning K10-10.1-1001

Slänt mot tippområdet vid inre kajplatsen

I syfte att förhindra propellerserosion och förbättra stabiliteten för slänten längs tippområdet öster om inre kajplatsen utförs en stabiliserande fyllning i etapper längs spontfoten efter bortmuddring av lös kohesionsjord, lera och lösa uttryckta massor. För att åstadkomma detta på ett säkert sätt erfordras i byggskedet en ca 2 m avlastning av släntkrönet inom en bredd av ca 15 m. Den nya slänten byggs upp med bergkrossmaterial i flackare lutning ca 1:7 och ytan förses med ett erosionsskydd av grov sten och block i ett lager om minst 1 m.

För att förhindra utspolning av finkorniga slaggprodukter genom den påförda fyllningen och erosionsskyddet läggs en kraftig fiberduk innan fyllningen och erosionsskydd påförs, se [figur 9.9](#).

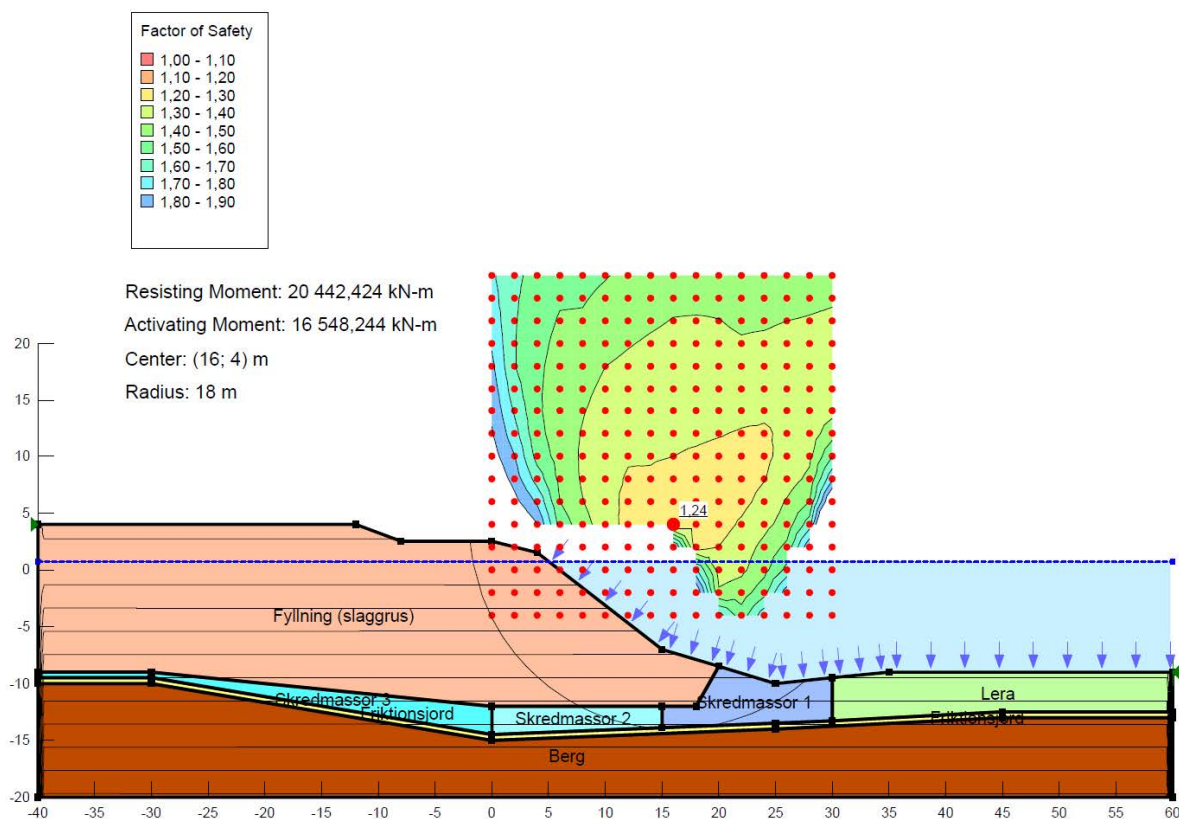
Fyllningens och erosionsskyddets mäktighet kan anpassas för att bibehålla släntkrönets läge och bibehålla strandvägen.

Mellan sprängstensbank E och till sprängstensbank D (udden) förses slänten med ett erosionsskydd av injekterade betongmadrasser för att förhindra utspolning av finkornig slaggfyllning i slänten.

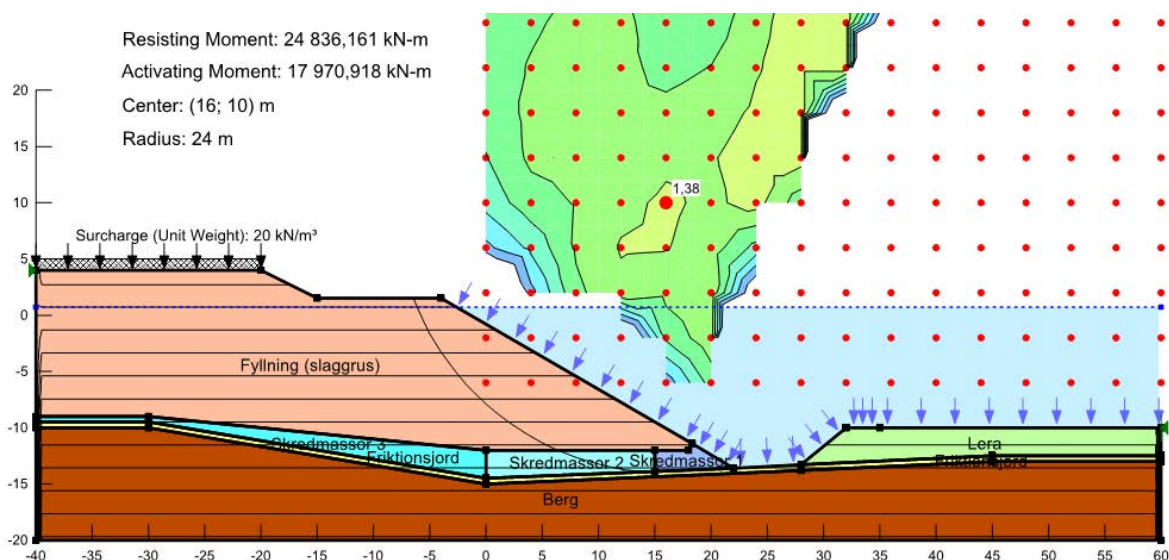


Figur 9.9. Exempel på avlastat slänkrön, utläggning av bergfyllning och erosionskydd vid slänfot och på större djup upp längs slänten med hjälp av mudderverk, som här hämtar bergmaterialet ur pråm. En grävmaskin med långsticka nyttjas i detta fall för att utföra arbetet i den övre delen av slänten.

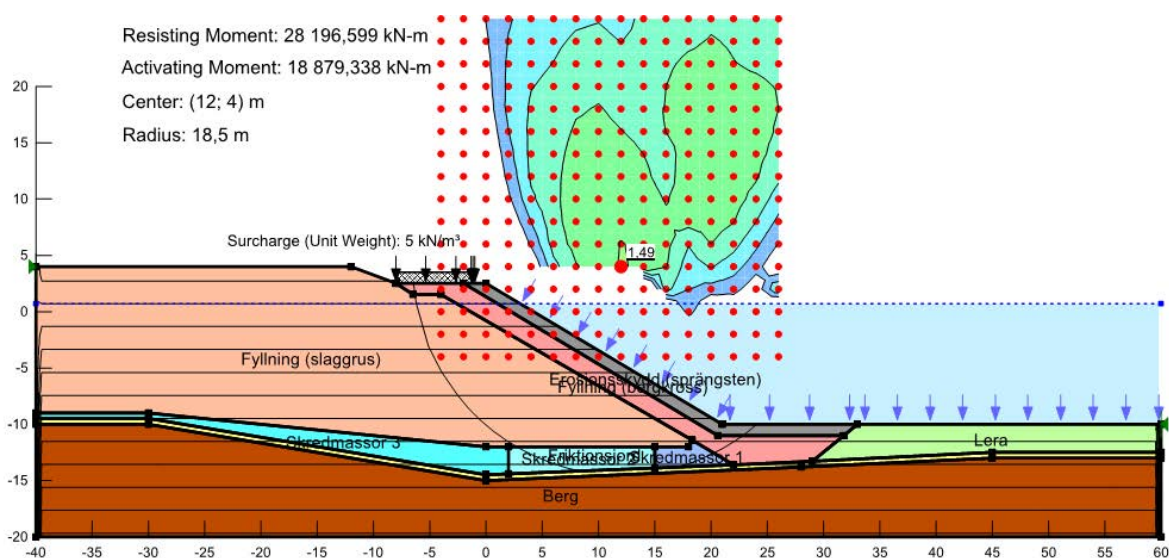
Stabilitetsberäkning har utförts för befintliga förhållanden, för byggskedet och färdigt utförande, se figur 9.10 - 9.12, där sektion D redovisas. Beräkningar för sektion C har utförts på motsvarande sätt och redovisas i beräkningsbilagan, bilaga 1. I tabell 9.2 redovisas en sammanställning av relevanta beräkningsfall med hänvisning till underbilagor tillhörande bilaga 1.



Figur 9.10. Befintliga förhållanden. $F=1,24$.



Figur 9.11. Byggskedet. $F=1,38$.



Figur 9.12. Färdigt utförande, $F=1,49$, där påförd fyllning och erosionsskydds mäktighet kan anpassas för att nå säkerhetsfaktor $F>1,5$.

Tabell 9.2. Resultat från stabilitetsberäkningar för slänten mot tippområdet.

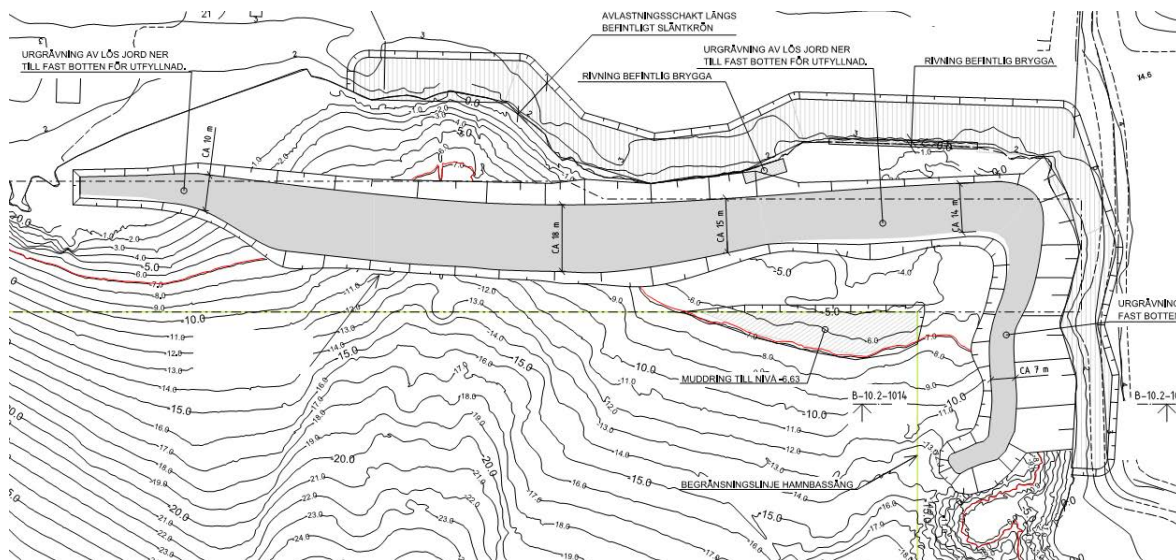
Säkerhetsfaktorer

Underbilaga	Sektion	Kommentar	Schaktbredd	F_c
7	C	Befintlig slänt	-	1,2
7	C	Byggskede	7 m	1,3
7	C	Driftskede	7 m	1,6
8	D	Befintlig slänt	-	1,2
8	D	Byggskede	7 m	1,4
8	D	Driftskede	7 m	1,5

Grön och röd markering är godkänd respektive icke godkänd säkerhetsfaktor.

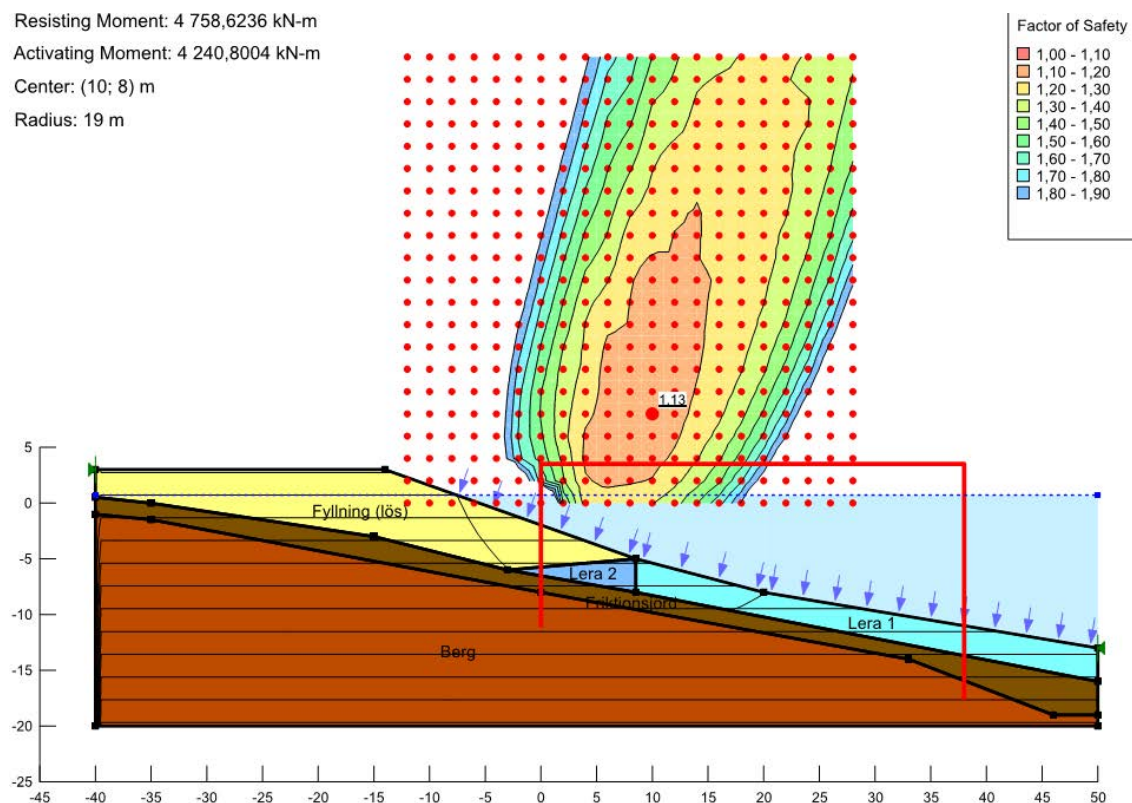
Slänt och utfyllnad för kaj längs stranden mot båtuppläggningsplatsen.

För att skapa landkontakt med en stabil utfyllnad utmed hela kajlängden erfordras en lokal bortmuddring av lös kohesionsjord, lera och lösa uttryckta massor till kontakt med fast botten längs stranden mot båtuppläggningsplatsen. Schaktbottenbredden blir ca 10 - 20 m. För detta erfordras en ca 1,5 m avlastning av släntrönet inom en bredd av ca 15 m. Arbetet utförs så att fyllningsfronten successivt följer muddringen för att begränsa den öppna schaktlängden.



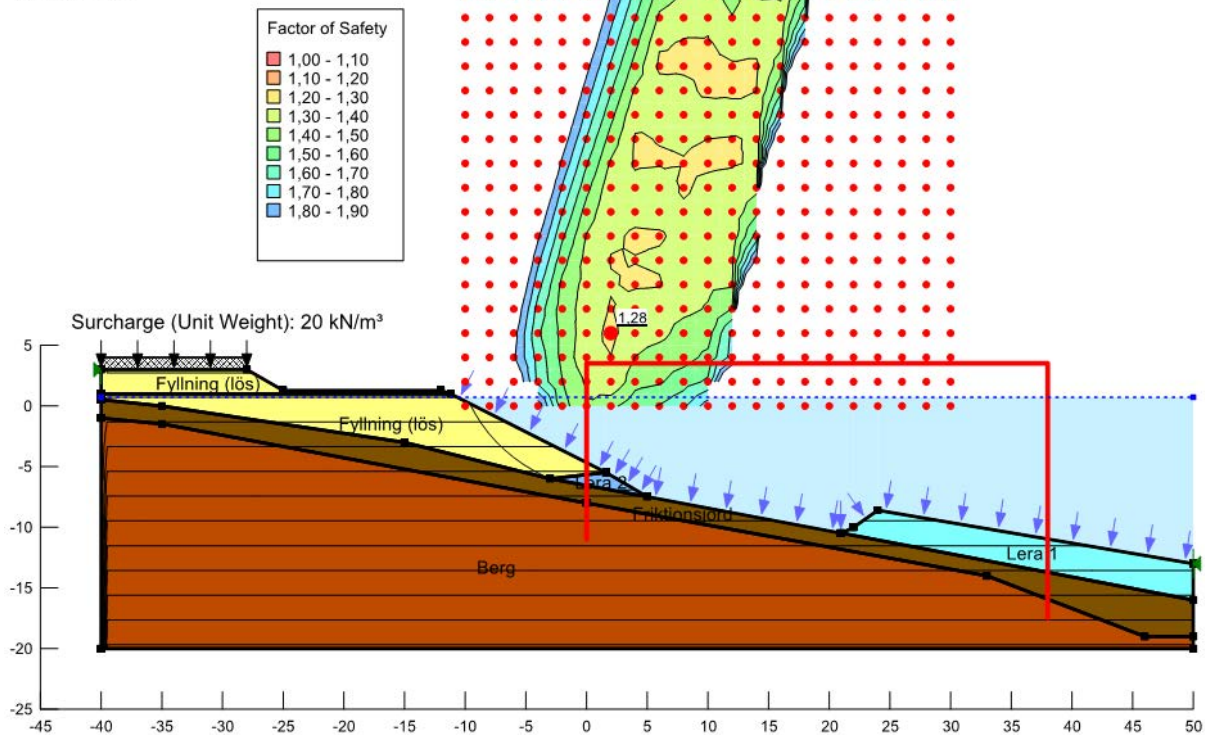
Figur 9.13. Plan över avlastningsområde och muddrat dike. Utdrag ur KFS ritning K11.1-1001.

Stabilitetsberäkning har utförts för befintliga förhållanden, för byggskedet och färdigt utförande, se figur 9.14 - 9.16, där sektion A redovisas. Beräkningar för sektion B har utförts på motsvarande sätt och redovisas i beräkningsbilagan, bilaga 1. I tabell 9.3 redovisas en sammanställning av relevanta beräkningsfall med hänvisning till underbilagor tillhörande bilaga 1.



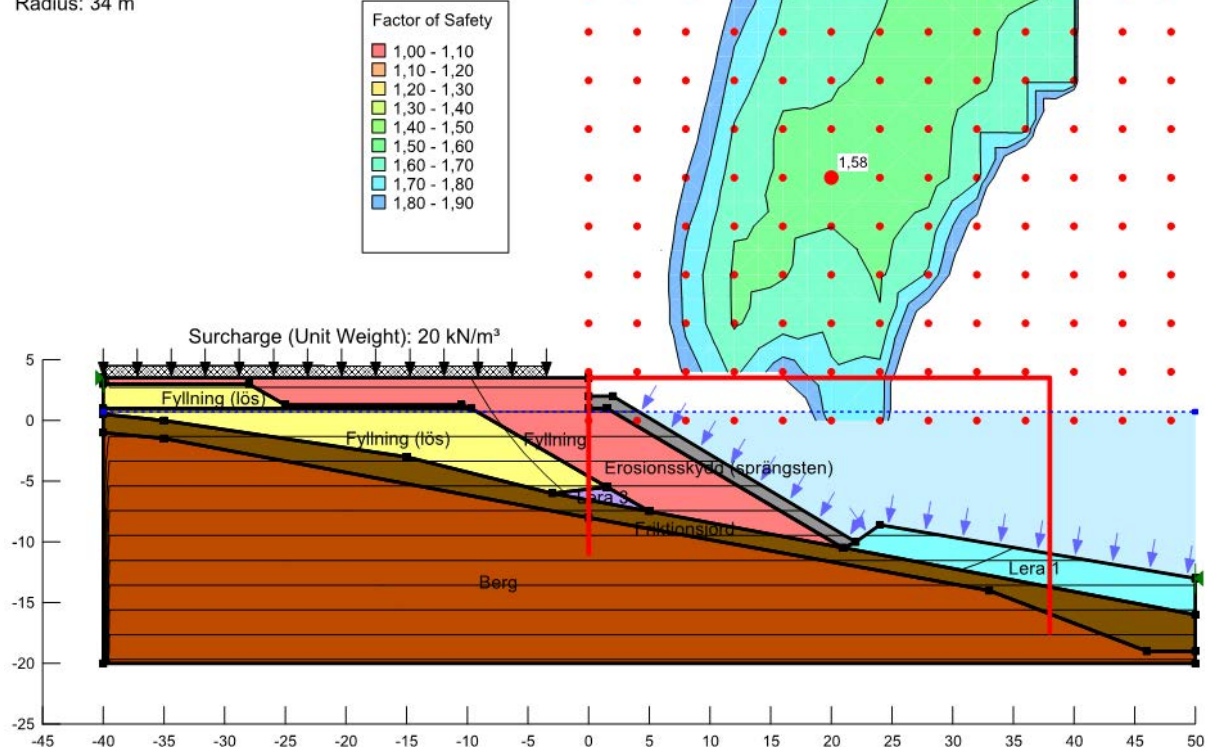
Figur 9.14. Befintlig slänt. $F=1,1$.

Resisting Moment: 2 032,8091 kN-m
 Activating Moment: 1 596,9652 kN-m
 Center: (2; 6) m
 Radius: 13 m



Figur 9.15. Byggskedet. $F=1,28$.

Resisting Moment: 48 118,427 kN-m
 Activating Moment: 30 469,141 kN-m
 Center: (20; 20) m
 Radius: 34 m



Figur 9.16. Färdigt utförande. $F=1,58$.

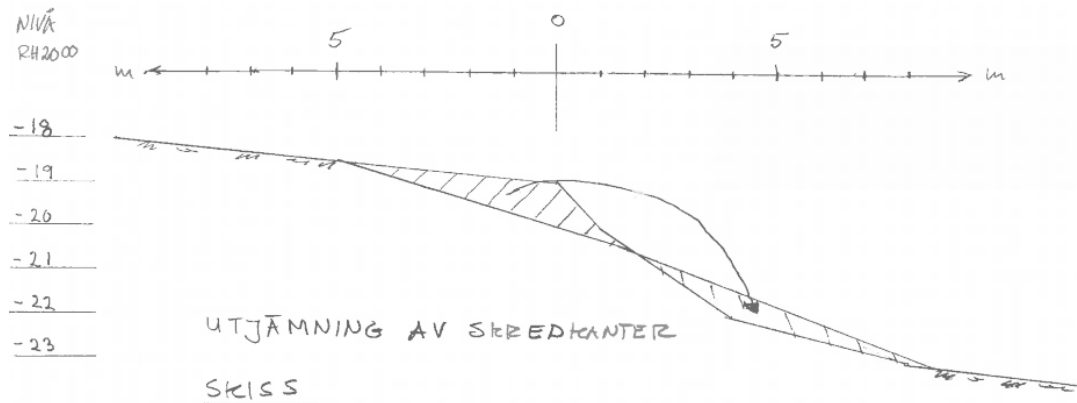
Tabell 9.3. Resultat från stabilitetsberäkningar för vid kajen. Säkerhetsfaktorer

Underbilaga	Sektion	Kommentar	Schaktbredd	F _c
5	A	Befintlig slänt	-	1,1
5	A	Byggskede	16 m	1,3
5	A	Driftskede	16 m	1,6
6	B	Befintlig slänt	-	1,4
6	B	Byggskede	16 m	1,3
6	B	Driftskede	16 m	1,5

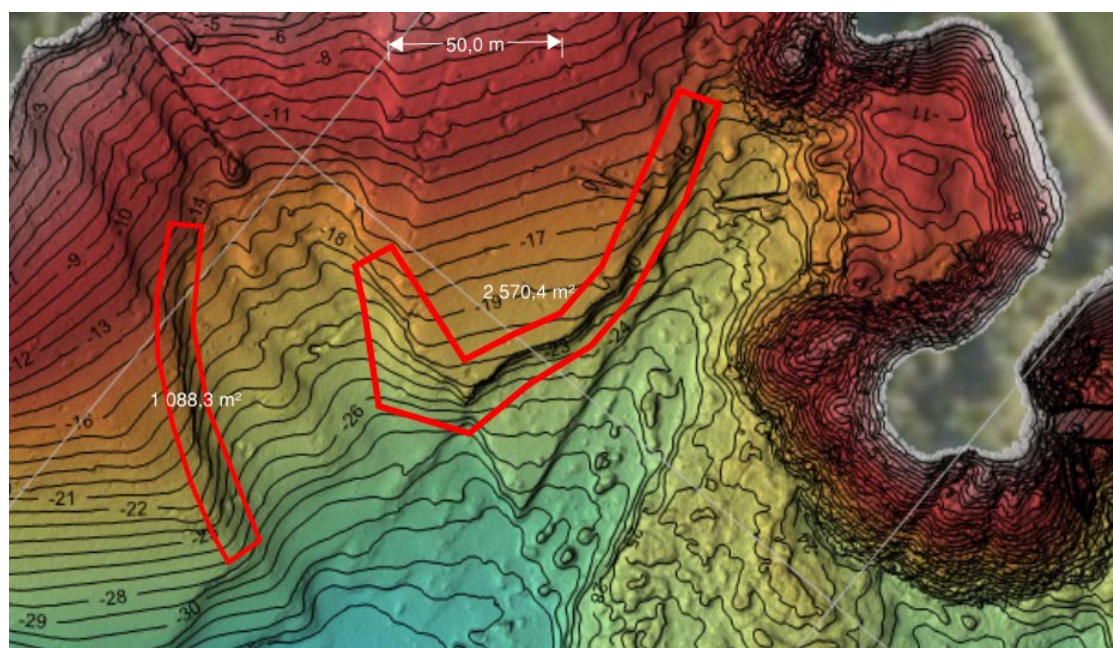
Grön och röd markering är godkänd respektive icke godkänd säkerhetsfaktor.

9.5. Utjämnning skredkanter i hamnbassängbotten

Inom hamnområdet finns branta skredkanter i lutning 1:1 till 1:2 och med ca 3-4 m nivåskillnad mellan slänkrön och släntfot. För att minska risken för spontana ras jämnas dessa skredkanter ut genom att slänkrön avlastas med ca 1-1,5 m inom en bredd på ca 5 m och massorna omdisponeras under vatten med mudderverket och läggs längs släntfoten. Berörd area ca 3 000 m².



Figur 9.17. Sektion genom slänt.



Figur 9.18. Aktuella områden för utjämnning av skredkanter på botten.

10. Bottensedimentens påverkan av propellerinducerade strömmar

10.1. Inledning

Bottensedimenten utsätts för olika strömningspåverkan. Om denna strömningspåverkan är tillräckligt kraftig kommer sedimenten lyftas upp från botten och hållas suspenderade i vattenmassan till dess att sedimenten sjunker ned och lägger sig på botten. Grövre partiklar sjunker snabbare jämfört med finare partiklar. Föroreningar som finns i sedimenten kommer att suspendera i vattnet när sedimenten eroderas och kan på samma sätt som sedimenten spridas med vattenströmmar.

Avgörande för om erosion kommer att ske är:

- Strömningshastigheter som orsakar bottenskjuvspänning på botten
- Bottenmaterialets erosionsbenägenhet

Förorenade sediment inom hamnområdet ska tas upp på land till godkänd deponi. Arbetet kommer att utföras med miljömuddring inom områden som skulle kunna påverkas av betydande erosion av propellerinducerade strömmar.

10.2. Kritisk bottenskjuvspänning

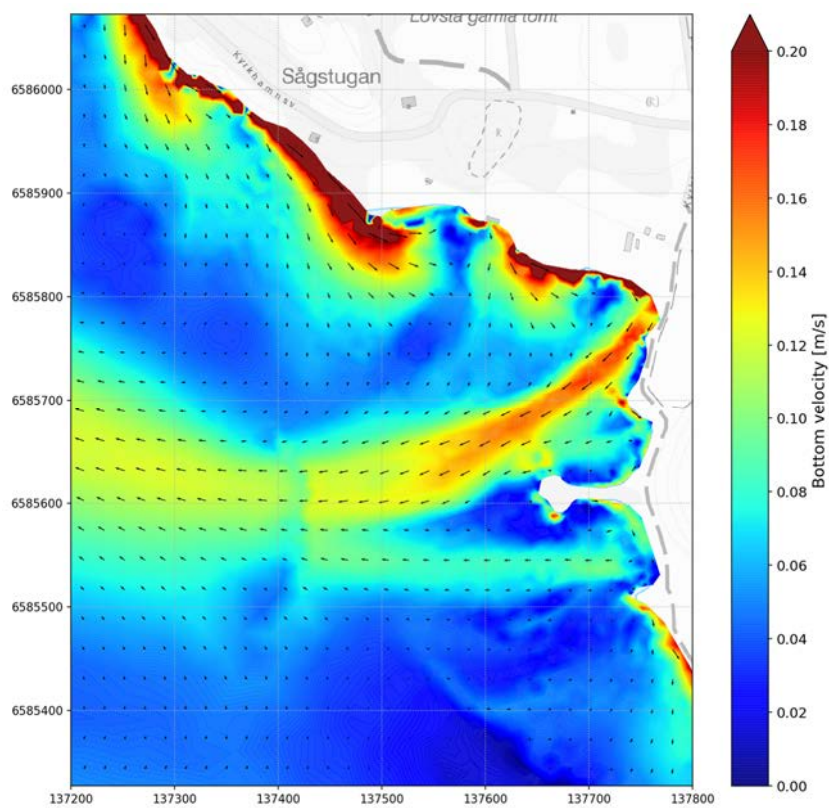
Den kritiska bottenskjuvspänningen, τ_c , är tröskelvärdet då bottenmaterialet börjar erodera. Denna parameter är avhängig av sedimentens fysikaliska egenskaper som kornstorleksfördelning, vattenhalt, kohesion och konsolideringsgrad vilket beskrivs i kapitel 6.6. Bottensedimenten har en vattenhalt på 70 - 80 % och ett relativt högt lerinnehåll med sammanhållande kohesionskrafter. En rimlig bedömning av kritisk bottenskjuvspänning för bottensedimenten är ca 0,1 N/m².

10.3. Naturliga strömmar

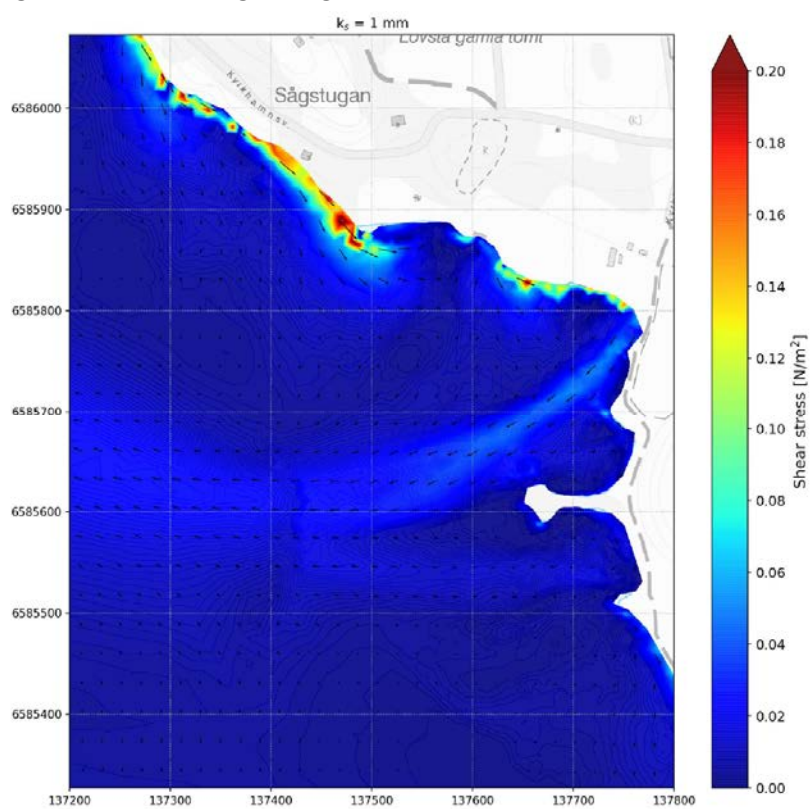
SWECO har simulerat naturliga strömmar vid hård västlig vind 15 m/s, scenario 11. /Ref 5/.

Strömningshastigheten 0,5 m över botten varierar mellan 0,05 och 0,15 m/s, se [figur 10.1](#).

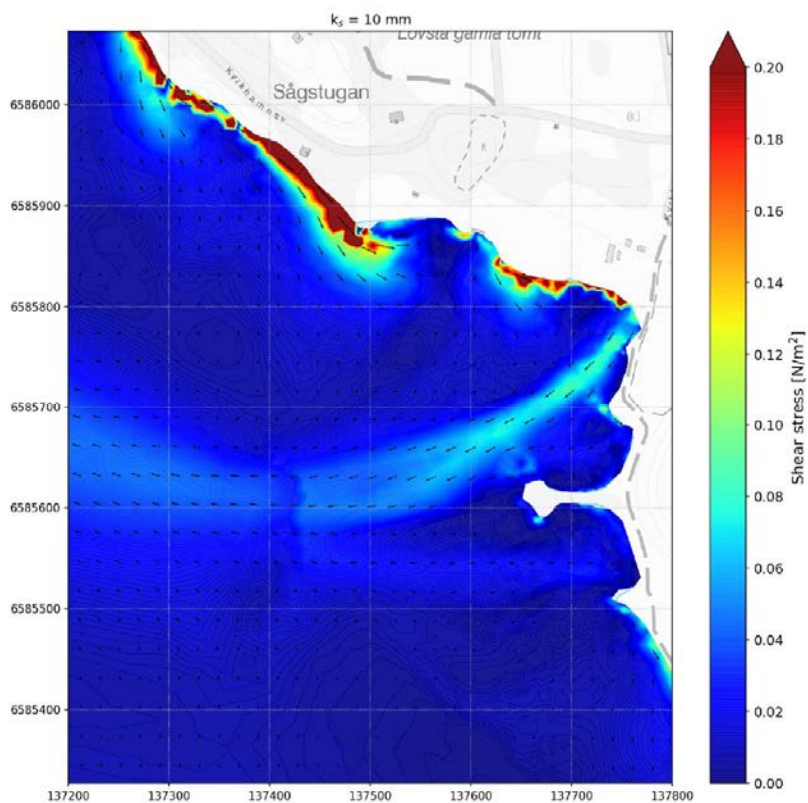
Beräknade bottenskjuvspänningar uppgår till ca 0,05 N/m² och ca 0,1 N/m² beroende på vilket värde på ekvivalent sandråhet som används ($k_s = 1$ mm respektive 10 mm), se [figur 10.2 och figur 10.3](#).



Figur 10.1. Strömningshastighet 0,5 m över botten.



Figur 10.2. Bottenskjuvspänning vid antagen råhet $k_s=1$ mm.



Figur 10.3. Bottenskjuvspänning vid antagen råhet $k_s=10$ mm.

10.4. Propellerinducerade strömmar

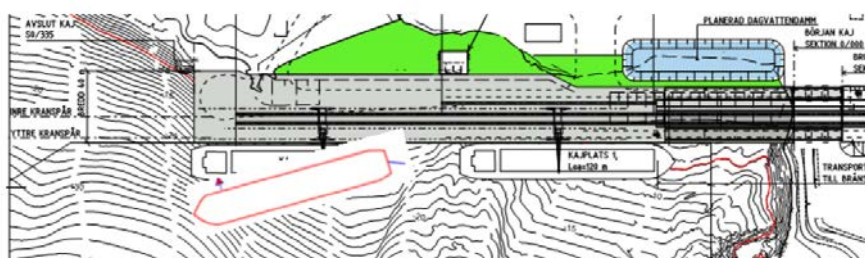
SSPA har simulerat hur propellerinducerade strömmar kring ett bulkfartyg påverkar sjöbotten i samband med ankomst och avgång. SSPAs rapport redovisas i [bilaga 4](#).

Simuleringarna har legat till grund för bedömning av

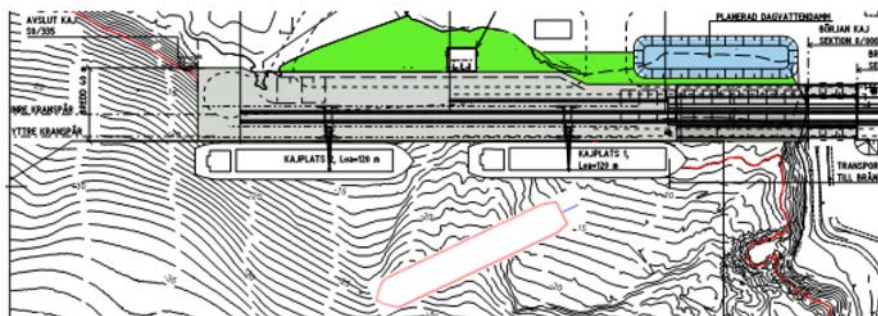
- erforderligt muddringsområde för förorenade bottensediment samt
- erforderliga åtgärder utmed slänter som påverkas av propellerinducerade strömmar.

Nio simuleringsfall har studerats varav fall 1, fall 5 och fall 8 i huvudsak har varit dimensionerande, se [figur 10.4](#).

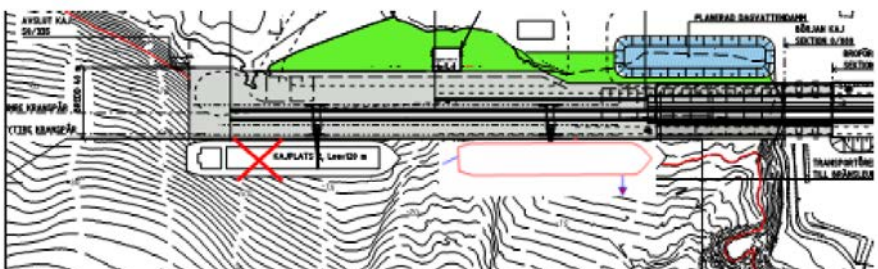
Nr 1. Avgång



Nr 8. Avgång

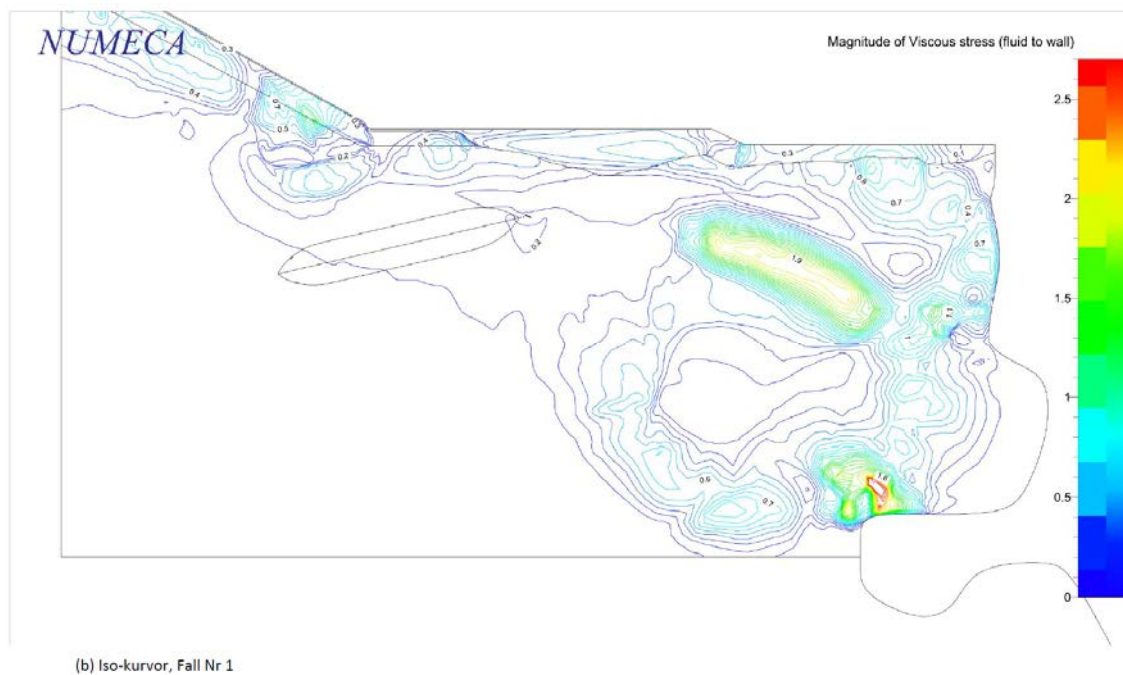


Nr 5. Ankomst

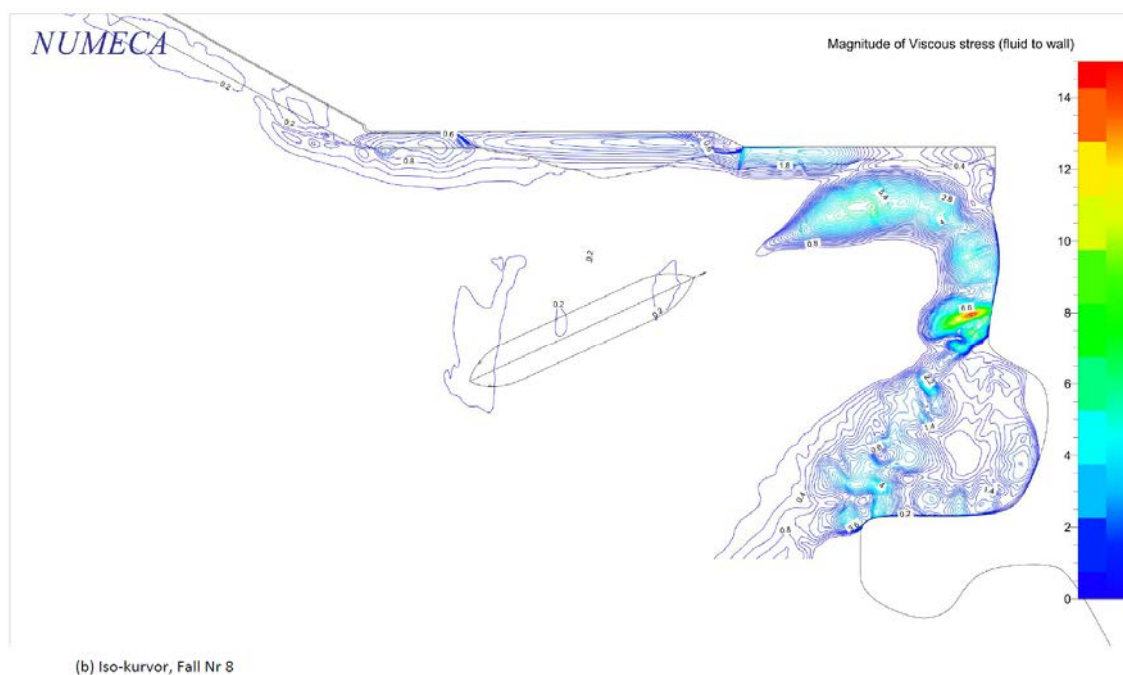


Figur 10.4. Dimensionerande simuleringsfall.

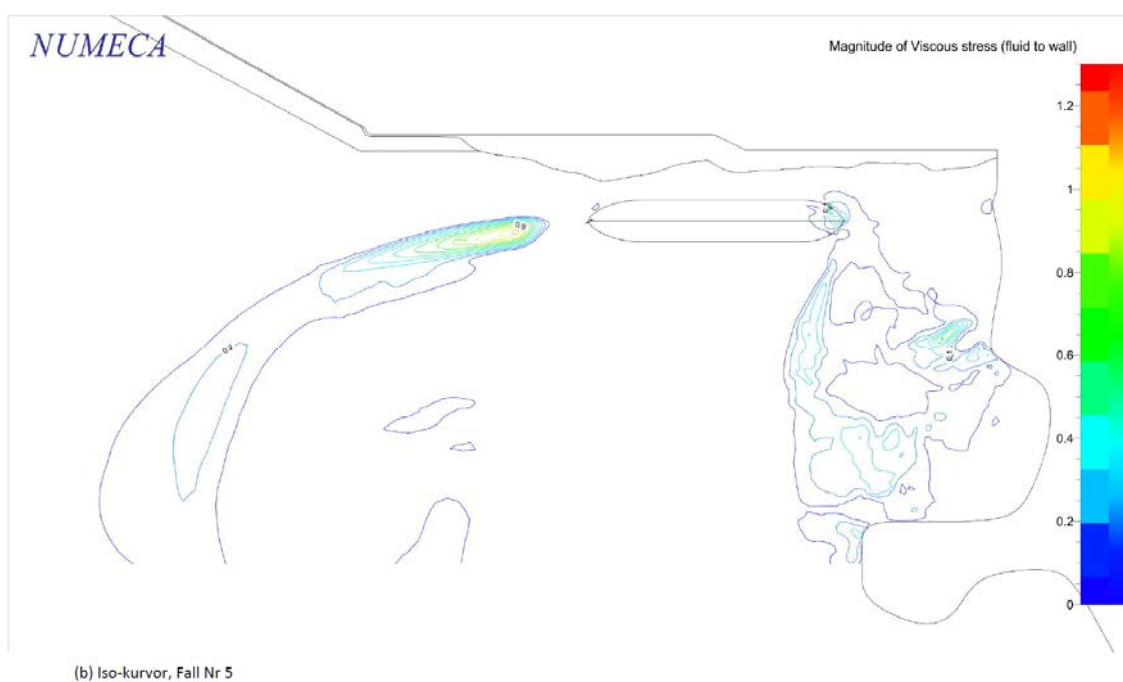
Propellerströmmarnas påverkan på botten redovisas som bottenskjuvspänning, τ_b , för dessa tre simuleringsfall, se [figur 10.5](#), [figur 10.6](#) och [figur 10.7](#).



Figur 10.5. Bottenskjuvspänning, fall 1.

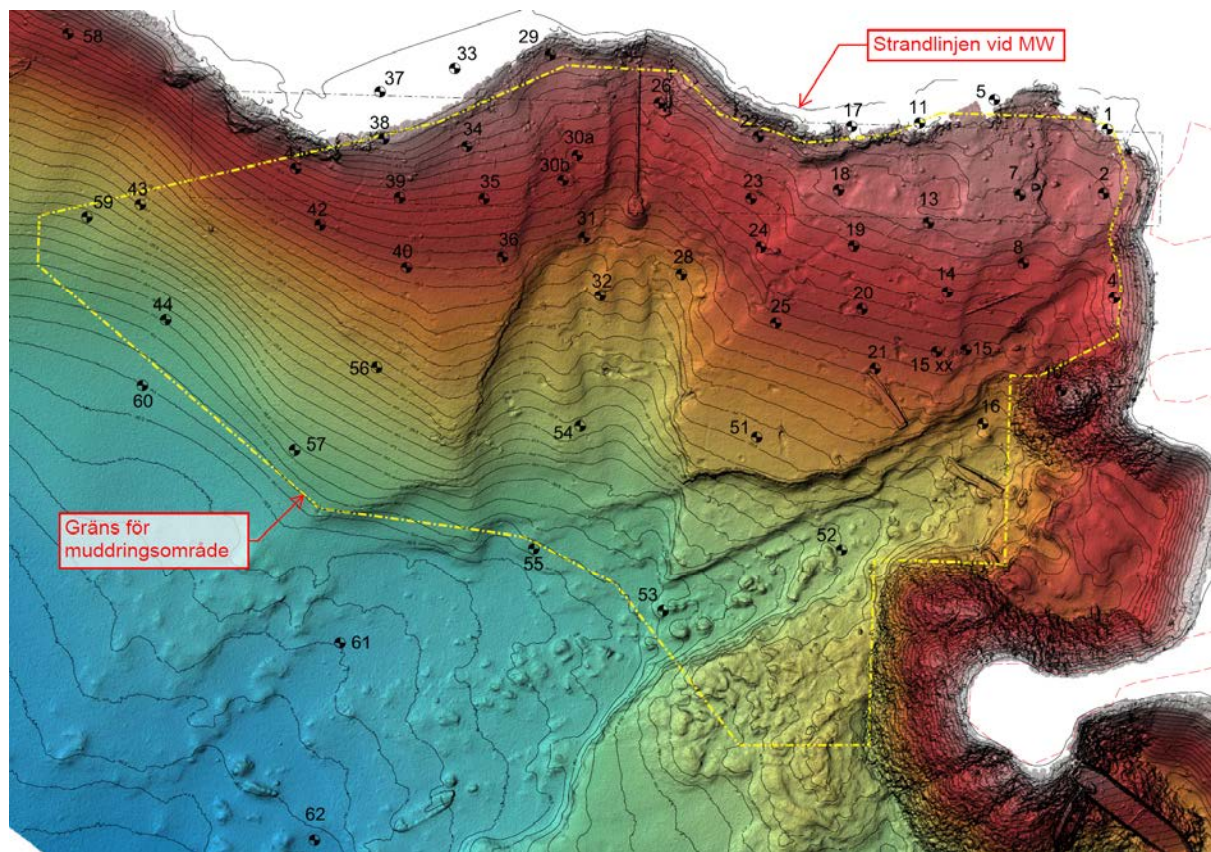


Figur 10.6. Bottenskjuvspänning, fall 8.



Figur 10.7. Bottenskjuvspänning, fall 5.

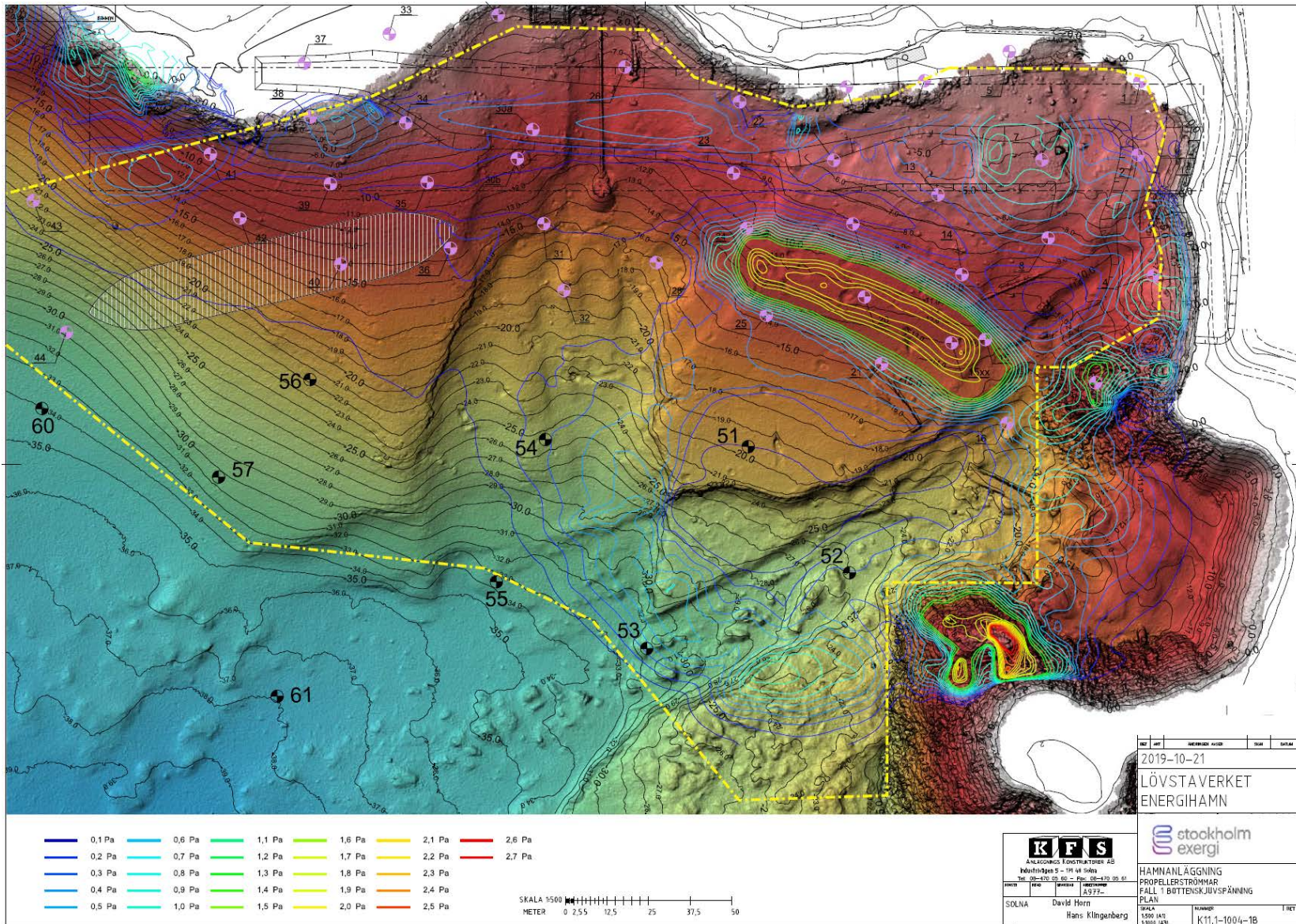
10.5. Muddringsområde för förorenade sediment



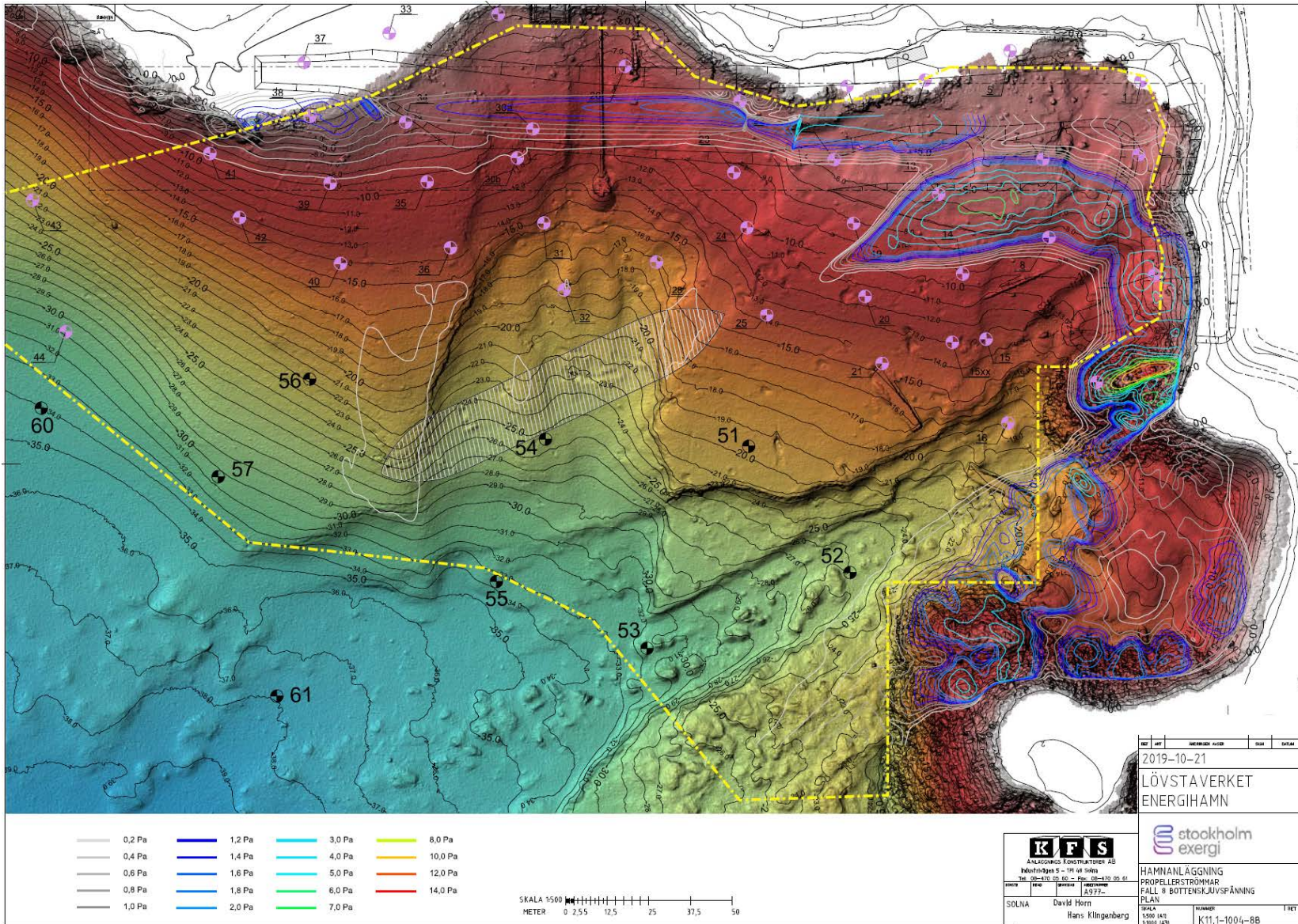
Figur 10.8. Muddringsområde för förorenade sediment.

Valt muddringsområde för förorenade sediment redovisas som gul streck-prickad linje i figur 10.8. Muddringsytan är drygt 50 000 m² och inom muddringsområdet är bottennivån som djupast -33 m. Muddringsdjup under botten redovisas på muddringsplan, se [ritning K11.1-1002](#).

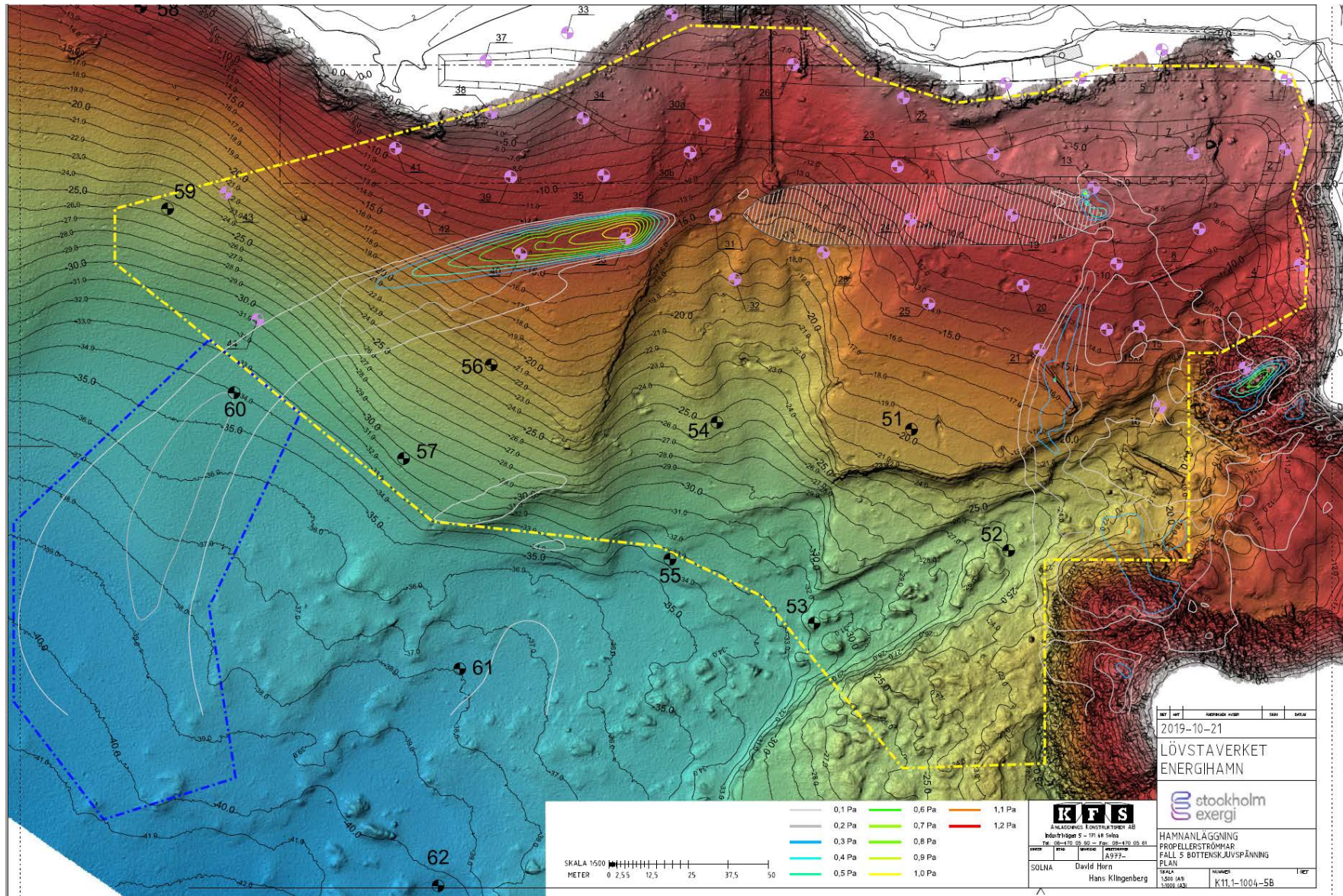
Propellerströmmarnas påverkan på botten redovisas med bottenivåer och valt muddringsområde för utvalda simuleringsfall, se [figur 10.9-10.11](#).



Figur 10.9. Bottenskvjvspänning, fall 1.



Figur 10.10. Bottenskvjvspänning, fall 8.



Figur 10.11. Bottensjövspanning, fall 5.

10.6. Bottenströmmar inom hamnbassängens muddringsområde

Bottenskjuvspänningarna orsakade av propellerinducerade strömmar, τ_b , bedöms överskrida kritisk bottenskjuvspänning, τ_c , inom stora delar av hamnbassängens botten, se figur 10.9 och figur 10.10.

Muddringsområdet täcker de delar av hamnbassängens botten som påverkas av propellerinducerade strömmar av betydelse. Inom detta område tas förorenade sediment bort i klass 4 och 5 enligt Naturvårdsverkets statistiska klassning Rapport 4914 Kust och hav. Underliggande fastare sediment utgörs huvudsakligen av glacial och postglacial lera, som är mer motståndskraftig mot erosion.

Även slänterna inom hamnområdet påverkas av de propellerinducerade strömmarna. Slänterna bakom kajen och mot tippområdet kommer att förses med erosionsskydd för att förhindra erosion och spridning av föroreningar i bakomliggande utfyllnader, se ritning K11.1-1003 och avsnitt 9.4.

10.7. Bottenströmmar utanför muddringsområdet

Områden med förorenade sediment tas bort ner till ett vattendjup av drygt 30 m, där de propellerinducerade strömmarna och bottenskjuvspänningarna minskat.

Bottenskjuvspänningarna orsakade av propellerinducerade strömmar vid fall 5 bedöms vid anlöp överskrida kritisk bottenskjuvspänning inom en yta utanför muddringsområdet som uppgår till ca 10 000 m², se blå streck-prickad linje i figur 10.11.

Erosionshastigheten, E [kg/m²/s], kan grovt uppskattas med Partheniades-Krone's formel

$$E = M \cdot (\tau_b / \tau_c - 1) \text{ om } \tau_b > \tau_c$$

M är en empirisk konstant som beror på sedimentens erosionsegenskaper. M kan variera mellan $1 \cdot 10^{-5}$ kg/m²/s och $5 \cdot 10^{-4}$ kg/m²/s enligt Winterwerp et al (2012), A conceptual framework for shear flow-induced erosion of soft cohesive sediment beds, J. Geophys. Res., 117. En rimlig uppskattning av M bedöms vara $1 \cdot 10^{-4}$ kg/m²/s. Bottensedimenten utanför muddringsområdet har ett relativt högt lerinnehåll och därmed sammanhållande kohesionskrafter.

Kritisk bottenskjuvspänning, τ_c , har bedömts vara 0,1 N/m² enligt avsnitt 10.2.

Eroderad mängd sediment beräknas med formeln

$$m = E \cdot T \cdot A \text{ [kg]}$$

Tiden, T , per anlöp (ankomst och avgång) uppskattas till totalt 12 minuter. Den tid som propellerinducerade strömmar verkar över ytan A utanför muddringsområdet bedöms till 120 s vid ankomst och 120 s vid avgång.

Ytan A uppgår till totalt ca 10 000 m², varav ca 1 000 m² där τ_b är ca 0,25 N/m² och ca 9 000 m² där τ_b är ca 0,15 N/m².

Med ovanstående antagande beräknas eroderad mängd sediment (torrvikt) till ca 150 kg per anlöp, vilket under ett år med ca 300 anlöp uppgår till ca 45 ton (torrvikt). Med en antagen skrymdensitet på 1,2 ton/m³ blir volymen totalt eroderat sediment (partiklar och porvatten) ca 200 m³.

I praktiken kommer ytan som påverkas av propellerströmmar vara större än 10 000 m², som antagits ovan då propellerströmmarna inte påverkar samma yta vid varje anlöp.

Erosionshastigheten kommer att avta efter det att de översta centimetrarna av bottensedimenten eroderat, eftersom de underliggande sedimentlagren har en högre konsolideringsgrad och densitet som i sin tur innebär en högre kritisk bottenskjuvspänning och ett lägre M -tal.

10.8. Bedömning

Punktkällor med föroeningar inom muddringsområdets grundare delar mot tippområdet tas bort och bottensedimenten väster om tippområdet saneras ner till ca 30 m vattendjup. Det är ett ca 50 000 m² stort bottenområde väster om Lövstatippen som saneras.

På grundare vattendjup sprids lösa ytligt föroenade bottensediment av vågor, vindgenererade strömmar samt av propellerströmmar från fritidsbåtar. Uppvirvlade föroeningar i ytligt lösa bottensediment bedöms därefter spridas till omgivande vattenområden av naturliga strömmar.

På större djup utanför muddringsområdet förekommer en viss översedimentering av naturliga mycket lösa sediment som ständigt förflyttar sig på botten med lägre föroeningshalter.

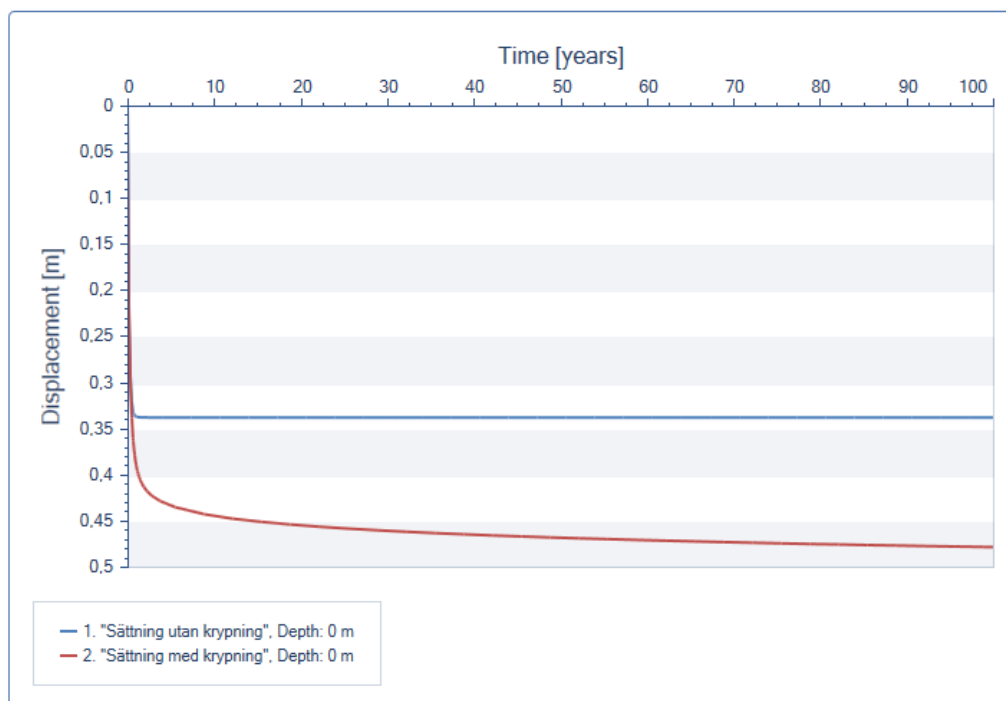
11. Sättningar

Sättningsberäkningar har utförts med en förenklad geometri och jordprofil för en grov uppskattning av totalsättningarna och hur lång tid det tar för sättningarna att utvecklas. Sättningsberäkningarna redovisas i [bilaga 3](#).

Beräkningar har utförts i kajsektion 0/100 efter utfyllnad från bottennivån ca -5,0 upp till nivån +3,4 och i kajsektion 0/200 efter utfyllnad från bottennivån ca -5,5 upp till nivån +3,5.

Med antagna förutsättningar bedöms sättningarna i sektion 0/100 uppgå till 34 cm utan krypning och 48 cm med krypning och i sektion 0/200 uppgå till 42 cm utan krypning och 65 cm med krypning. Sättningar beräknade med krypning är ca 50 % större än beräknade sättningar utan krypning. Ett (1) år efter det att utfyllnadsarbetena avslutats kvarstår ca 10 cm av sättningarna.

Med en permeabilitet motsvarande finsilt bedöms det ta ca 5 år innan 90 % konsolidering uppnåtts.



Figur 11.1. Sättningar i kajsektion 0/100.



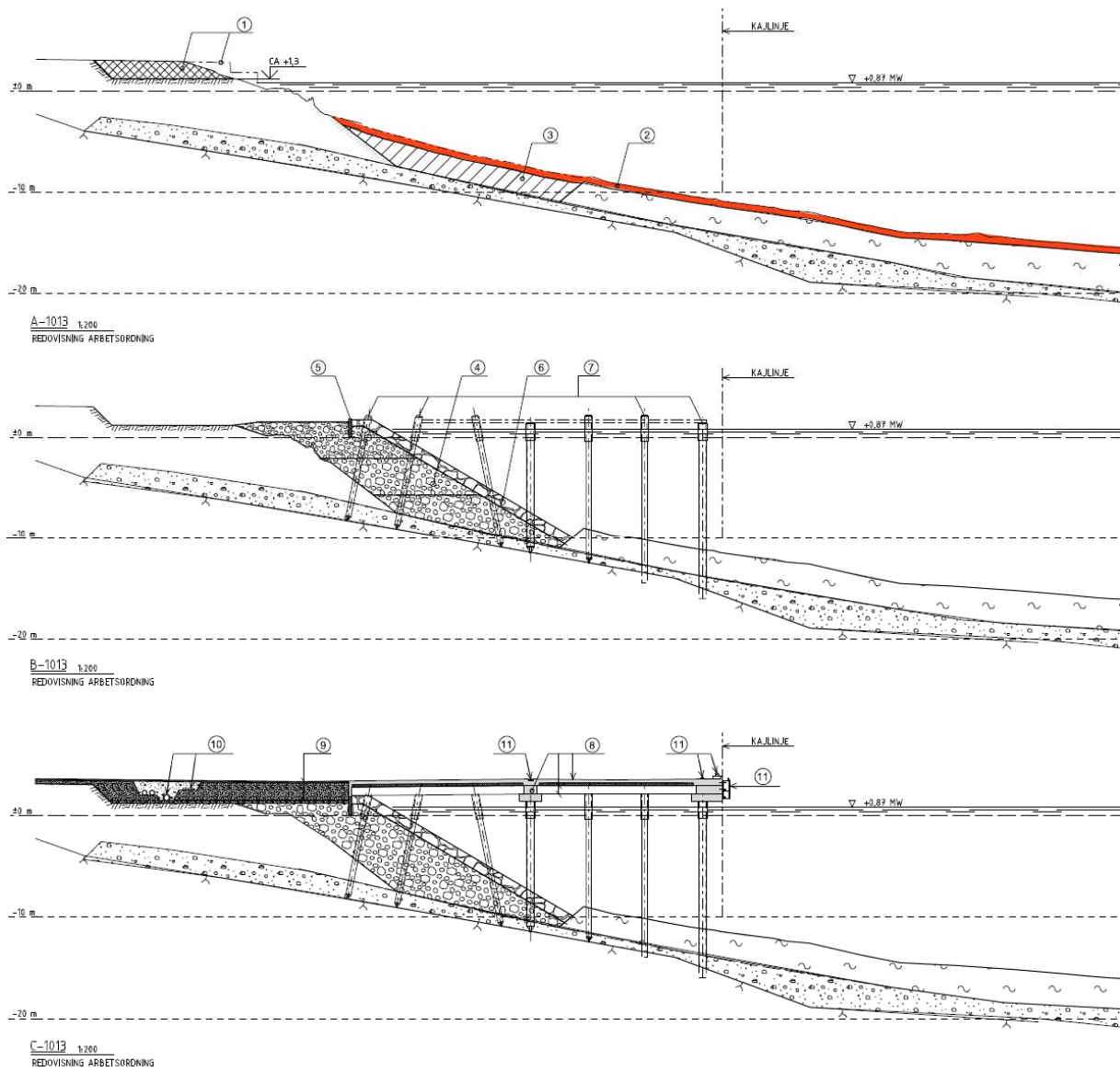
Figur 11.2. Sättningar i kajsektion 0/200.

12. Grundläggning med muddring, fyllning och kajöverbyggnad

12.1. Kaj och hamnbassäng

Förslag till arbetsordning beskrivs nedan. Numrering enligt [figur 12.1](#).

1. Avlastningsschakt av befintligt slänkrön.
Rivning befintlig brygga. Demontering befintlig stenmur.
2. Muddring av förorenade bottensediment. Muddermassor lastas till pråm för transport till mottagare med erforderliga tillstånd för hantering av förorenade massor.
Område som miljömuddras redovisas på ritning K11-1-1002, se [figur 12.3](#).
3. Urgrävning av lera ner till fast botten för stöd till planerad utfyllning. Urgrävning av lera utförs i korta etapper för att successivt återfyllas med bergkross.
Uppschaktad jord med halter mindre än klass 4 tas upp på land för avvattning.
Område som muddras för utfyllnad redovisas på ritning K11-1-1001, se [figur 12.6](#).
4. Successiv återfyllnad av schaktat dike och därefter in mot befintlig slänt. Fyllning utförs med välgraderad bergkross D16-500.
5. Installation betongskärm i fyllningen i planerade linjer för kajdäckets innerkant.
6. Utläggning av erosionsskydd av grov sprängsten.
7. Pålning för kaj. Pålning utförs både genom slagning och borrar.
8. Betongarbeten kaj. Gjutning balkar, utläggning betongelement, gjutning kajdäck.
9. Fyllning till slutlig nivå för hamnplan.
10. Tillsammans med fyllning för hamnplan läggs ledningar för dagvatten, kylvatten, returvatten, elkraft etc.
11. Montering av kajutrustning som fendrar, kranspår och pollare.



Figur 12.1. Illustration arbetsordning. Utdrag ur ritning K10.2-1013.



Figur 12.2. Jämförbar uppbyggnad av kaj.
Installation av grova stålörspålar genom fyllning och erosionskydd, vänstra bilden.
Pålning avslutad och uppbyggnad av kajdäcket i betong, högra bilden. Foton KFS.

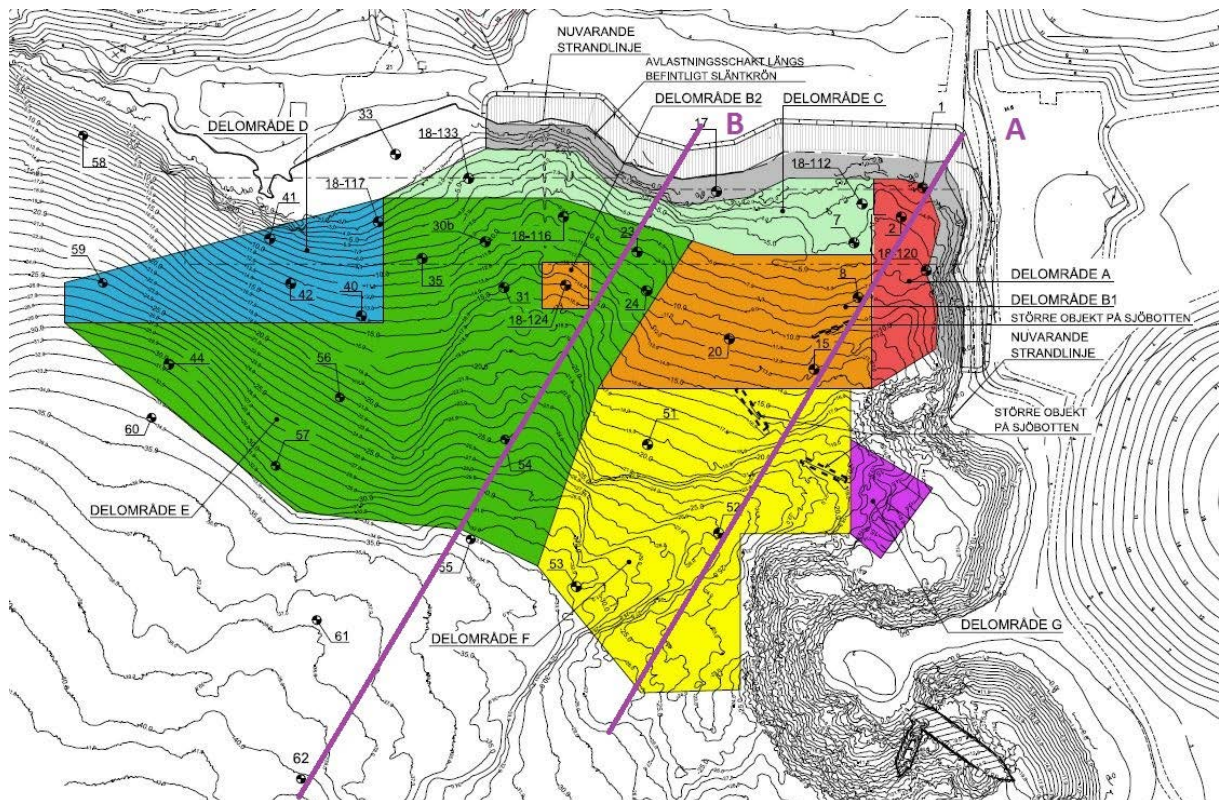
12.2. Muddring, fyllning och erosionsskydd

Behov av muddring

Muddring måste utföras av tre olika anledningar:

1. Ta upp förorenade sediment från hamnbassängens botten som skulle kunna spridas av propellerinducerade strömmar, ca 50 000 m³.
2. Muddra bort lera till fast botten som stöd för utfyllnad, erosionsskydd och för att förhindra utläckage av föroreningar från tippområde, ca 8 000 m³.
3. Muddra ett område i hamnbassängen för att skapa ramfritt djup till fartygen, ca 700 m³.

Muddringsplan förorenade sediment med beräkning av area och volym



TABELL 1002A - OMFATTNING MILJÖMUDDRING			
DELOMRÅDE	TEORETISK AREA	SKIKTJOCKLEK MILJÖMUDDRING	MÄNGD MUDDERMASSOR
DELOMRÅDE A	ca 2 100 m ²	100 cm	CA 2 500 tfm ³
DELOMRÅDE B1 + B2	ca 6 200 m ²	70 cm	CA 5 600 tfm ³
DELOMRÅDE C	ca 4 200 m ²	30 cm	CA 2 100 tfm ³
DELOMRÅDE D	ca 4 800 m ²	20 cm	CA 2 000 tfm ³
DELOMRÅDE E	ca 20 900 m ²	40 cm	CA 12 500 tfm ³
DELOMRÅDE F	ca 12 300 m ²	60 cm	CA 9 800 tfm ³
DELOMRÅDE G - UTJÄMNING FÖR TÄCKNING AV SJÖBOTTEN	ca 1 000 m ²	0 - 100 cm	CA 500 tfm ³
SUMMERING	ca 51 500 m ²		ca 35 000 tfm ³

I BERÄKNAD MÄNGD MUDDERMASSOR INKLUDERAS EN GENOMSNITTLIG ÖVERMUDDRING OM 0,2 m.

FÖRKLARINGAR

- MUDDRING FÖRORENADE SEDIMENT TILL 20 CM UNDER SJÖBOTTEN
- MUDDRING FÖRORENADE SEDIMENT TILL 30 CM UNDER SJÖBOTTEN
- MUDDRING FÖRORENADE SEDIMENT TILL 40 CM UNDER SJÖBOTTEN
- MUDDRING FÖRORENADE SEDIMENT TILL 60 CM UNDER SJÖBOTTEN
- MUDDRING FÖRORENADE SEDIMENT TILL 70 CM UNDER SJÖBOTTEN
- MUDDRING FÖRORENADE SEDIMENT TILL 100 CM UNDER SJÖBOTTEN
- MUDDRING 0-100 CM FÖR UTJÄMNING AV SJÖBOTTEN INNAN TÄCKNING MED EROSIONSSKYDD
- BEFINTLIG SLANT SOM KOMMER TÄCKAS MED SPRÄNGSTEN VID UTFYLLNAD ELLER MED ETT EROSIONSSKYDD, SE RITNING K11.1-1003

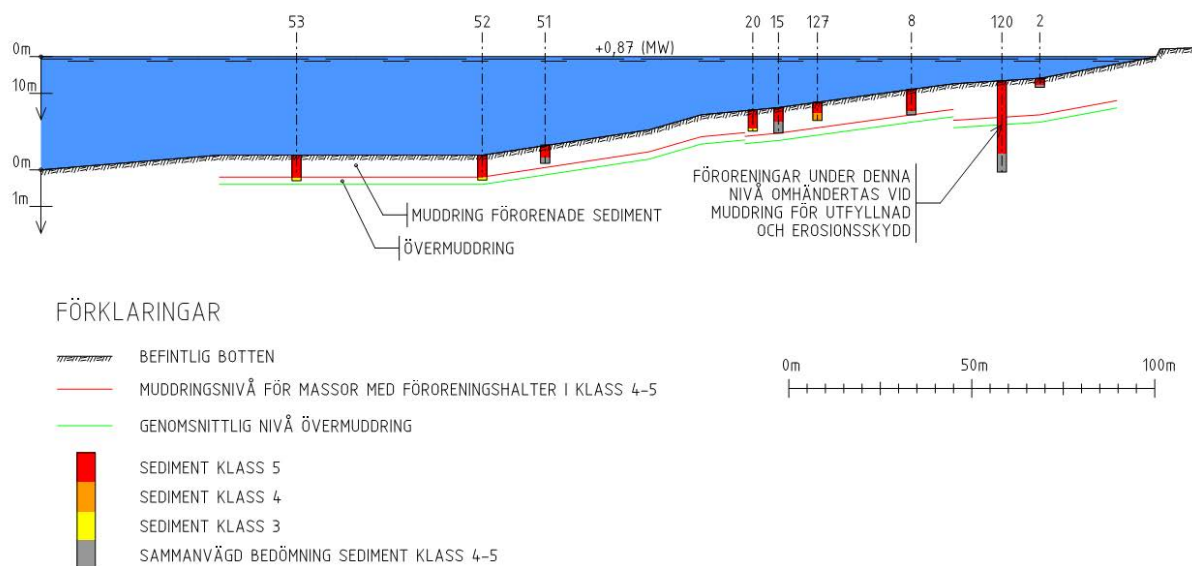
Figur 12.3. Muddring av förorenade sediment. Utdrag ur ritning K11.1-1002. Sektion A och B se figur 12.4 och 12.5.

Bulkdensiteten i muddermassor av förorenade sediment har beräknats till ca 1,2 ton/m³.

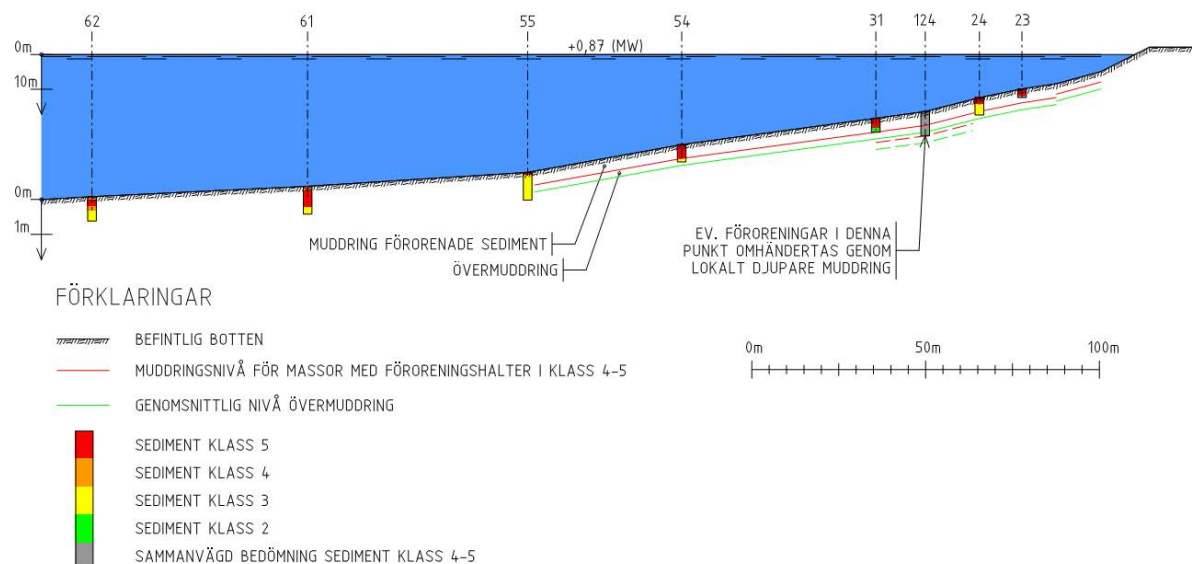
Muddermassornas föroreningsinnehåll

I profilerna A och B, [figur 12.4 och 12.5](#), nedan visas med röd linje det krav på muddringsdjup under botten som ska innehållas. Dessutom redovisas ett övermuddringsdjup på ca 0,2 m, som i medeltal bedömts krävas för att kunna innehålla muddringsdjupet.

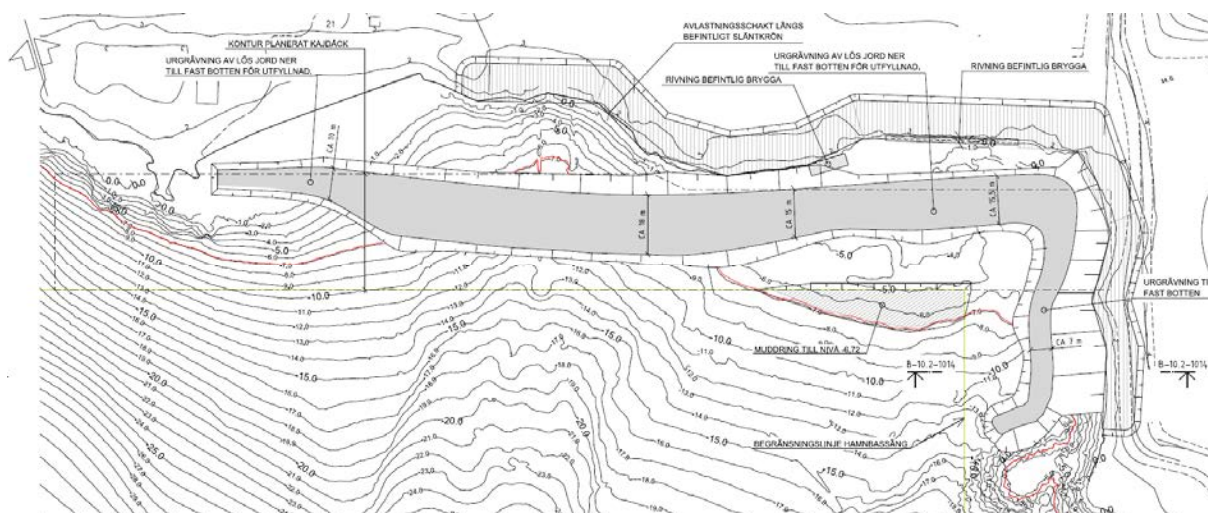
I profilerna redovisas de närmast belägna provpunkterna. I varje provpunkt redovisas hur djupt högst klassade metall- eller organisk förorening nått under botten (enligt Naturvårdsverkets femgradiga klassningsskala i Rapport 4914, Kust och hav). I punkter där förorening inte är mätt ner till muddringsdjupet har en tolkning gjorts dels av fotograferade prover dels av utanför profilen belägna provpunkter.



Figur 12.4. Profil A enligt figur 12.3 ovan. Obs notera olika vertikalskalor över och under botten.



Figur 12.5 Profil B enligt figur 12.3 ovan. Obs notera olika vertikalskalor över och under botten. Punkterna 61 och 62 är belägna utanför muddringsområdet.



Figur 12.6. Muddring för utfyllnad och för ramfritt djup. Utdrag ur ritning K11.1-1001.

Muddermassor till deponi

De förorenade muddermassorna muddras först. Muddringen sker från grundare mot djupare vattendjup. De förorenade massorna, som har en hög vattenhalt 65 - 80 %, läggs i pråm och transporteras till hamn belägen utanför vattenskyddsområdet för vidare transport till godkänd deponi. Om massorna ska transporteras från hamn till deponi med lastbil kan det bli nödvändigt att blanda in bindemedel i de blöta massorna i pråmen, låta härda dygt ett dygn, för att få massorna hanterbara. Lämpliga bindemedel är cement och eventuellt med inblandning av flygaska.

Muddermassor till avvattning

Muddring kommer att utföras till fast botten för utfyllnad längs strandlinjen enligt figur 12.6 ovan. Dessa muddermassor har lägre vattenhalt och läggs först i pråm, varifrån de lastas upp på lastbil eller dumpers för transport till avvattningsområde ca 600 m norr om hamnläget. Muddermassorna får inte ha föroreningshalter över klass 4.

Fyllning

All fyllning i vatten utförs med rena sorterade eller krossade bergmassor.

Släntytor där förorening finns förses med en heltäckande kraftig fiberduk innan bergfyllning påförs.

Erosionsskydd

Erosionsskydd i slänter vid kajen byggs upp med stenstorlek anpassat till påverkan och då främst från propellerinducerade strömmar. I slänt under kaj och mot tippen beräknas 300 - 600 mm stenstorlek krävas i ca 1 m lagertjocklek.

Mellan sprängstensbank D och E, figur 6.6 ovan, utläggs erosionsskydd i slänt och på botten. Erosionsskyddet i slänten bedöms behöva förses med en injekterad betongsmadrass enligt figur 12.7. Sjöbotten mellan D och E bedöms kunna skyddas med ca 0,5 m makadam utlagd på en kraftig fiberduk med insydda lastfördelande armeringsjärn, jämför figur 9.8, alternativt med betongsmadrass. Dimensionering av erosionsskydd utförs i detalj i projekteringsfasen.



*Figur 12.7. En betongmadrass kan jämföras med en luftmadrass med skillnaden att den fylls med betong. Paneler kan sys ihop till stora ytor i stora anpassade till önskad geometri. Madrassen läggs på fiberduk och förankras under installationskedet i bakomliggande fyllning. Dykare krävs för installation och kontroll av inpumpning av betong under vatten.
(Ur Incomat Concrete-filled geotextile mattress.)*

12.3. Dagvattendamm

Dagvattendammen byggs som en tät bassäng med botten och väggar i betong.

Kompletterande grundundersökningar erfordras i projekteringsstadiet för att bedöma om bassängen efter urschaktning av otjänlig fyllning kan grundläggas på en avjämnad bergkrossfyllning utan grundförstärkning eller om den måste grundläggas på pålar. Djupet till berg är litet och det finns inga indikationer på lera under befintlig fyllning.

12.4. Ledningar i mark och i vatten

Ledningar inom hamnens markområde bakom kajen bedöms kunna läggas utan grundförstärkning förutsatt att sättningarna hunnit utbildas efter påförd utfyllnad i strandlinjen.

Intaget för kylvatten förläggs väster om kajens västra gavel på ca 25 m djup.

Under projekteringskedet får utredas om intagets utformning och grundläggning samt om och hur ledningen kan hängas upp i pålarna under kajen och in i skyddsror genom den utfyllda banken till ledningskammaren bakom kajdäcket.

Kylvattenutlopp och utlopp från dagvattenmagasinet bedöms kunna läggas i skyddsror genom den utfyllda banken och med trumögat strax utanför bankens erosionskydd.

12.5. Riskanalys

Ett kontrollprogram ska utarbetas i detaljprojekteringskedet för att fastställa mätpunkter och gränsvärden för rörelsemätningar och vibrationer under inverkan av planerade muddrings-, utfyllnads- och pålningsarbeten.

13. Sammanfattande bedömning

Bedömningen efter utförda undersökningar och beräkningar är att hamnanläggningen kan byggas i planerat läge. Byggåtgärder för att kunna uppföra hamnanläggningen är:

- A. Att sanering utförs av sjöbotten inom ett drygt 50 000 m² stort område väster om tippområdet. Saneringen utförs ner till där vattendjup är drygt 30 m. De propellerinducerade strömmarna är låga på detta djup och kan inte sprida någon mängd förorenade bottensediment av betydelse.
- B. Stabilisera slänter längs strandlinjen vid småbåtshamnen och mot tippområdet genom urgrävning av lös jord och utfyllnad med bergmaterial från fast botten.
- C. Installera erosionskydd på fiberduk i slänter för att förhindra erosion och utläckage av föroreningar i slänter.
- D. Installera erosionskydd på bottenytan som kan påverkas av propellerinducerade strömmar och riskera spridning av sediment.

- E. Allt dagvatten inom hamnplanet renas i dagvattendamm innan det släpps ut till Mälaren. Kajen förses med en 30 cm hög betongsarg utmed kajlinjen och dess gavel i väster. Kajdäcket ges en lutning inåt mot anslutande nyanlagt markplan på utfyllnaden.
- F. Kajen grundläggs på grova stålrörspålar nedförda till berg eller fast morän.

För muddringsarbeten, successiv utfyllnad i vatten och installation av erosionsskydd i slänter erfordras speciell teknisk utrustning och erfarenhet. Detta gäller även för installation av grova stålrörspålar från stödbensflotte och ställvis förankring av pålarna med stag i berg.

I övrigt är arbetena av mer konventionell art.

Lövsta KVV Energihamn
Stabilitet – Norra hamnläget

Rev	Datum		Revideringen avser		Signatur
Dokumentnamn					
A977 Stabilitet Norra hamnläget.docx					
Granskad av: Hans Klingenberg				Granskningsdatum	
Upprättad av: David Horn					
2019-10-01	Solna	David Horn	Lövsta KVV Energihamn	A977	-
Datum	Ort	Namn	Arbetsnamn	Uppdragsnr.	Rev

Upprättad av
David Horn

Ort, datum
2019-10-01

Uppdragsnummer
A977

Reviderad den

Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	1
0 ALLMÄNT	2
0.1 STYRANDE DOKUMENT	2
1 ADMINISTRATIVA UPPGIFTER	3
2 PRINCIPIELL UTFORMNING	3
3 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	5
3.1 PLAN- OCH HÖJDSYSTEM	5
3.2 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR	5
3.3 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	5
3.3.1 Jordprofil vid kajen	6
3.3.2 Jordprofil i slänten mot tippområdet	6
3.3.3 Hydrologiska förhållanden	7
3.4 MATERIALPARAMETRAR	7
3.4.1 Kajen.....	7
3.4.2 Slänten mot tippområdet	8
3.5 LASTER	8
3.5.1 Befintlig slänt	8
3.5.2 Driftskede	8
3.5.3 Byggskede	8
4 STABILITETSBERÄKNINGAR	9
4.1 GEOTEKNISK KATEGORI	9
4.2 SÄKERHETSFAKTOR.....	9
4.3 BERÄKNINGSMODELL.....	9
4.4 RESULTAT.....	10
4.4.1 Kajen.....	10
4.4.2 Slänten mot tippområdet	10
4.4.3 Slutsats	10

Upprättad av
David Horn

Ort, datum
2019-10-01

Uppdragsnummer
A977

Reviderad den

Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn

Bilagor

1. MUR med tillhörande ritningar, upprättad av Sweco 2019-06-17 (Bifogas ej)
2. PM – Geoteknik, upprättad av KFS (Bifogas ej)
3. Tolkad jordprofil – kajsektioner
4. Tolkad jordprofil – slänt mot tippområdet
5. Stabilitetsberäkningar – sektion A
6. Stabilitetsberäkningar – sektion B
7. Stabilitetsberäkningar – sektion C
8. Stabilitetsberäkningar – sektion D

Upprättad av
David Horn

Ort, datum
2019-10-01

Uppdragsnummer
A977

Reviderad den

Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn

SAMMANFATTNING

På uppdrag av Stockholm Exergi utför KFS en stabilitetsutredning av området bakom kajen och slänten mot tippområdet vid inre kajplatsen.

Stabilitetsberäkningar har utförts i två kajsektioner, 0/150 och 0/200, efter installation av erosionsskyddad slänt med pågrundlagd plattform utanför och utfyllnad upp till nivån ca +3,5.

Stabilitetsberäkningar har utförts i två sektioner i slänten mot tippområdet efter installation av erosionsskyddad slänt upp till nivån ca +2,5.

Stabilitetsberäkningar har utförts med odränerad analys. Kravnivån för odränerad analys $F_c > 1,5$ har tillämpats. Beräkningarna ska ses som en känslighetsanalys som verifierar att föreslagna åtgärder uppfyller samhällets krav.

Upprättad av
David Horn

Ort, datum
2019-10-01

Uppdragsnummer
A977

Reviderad den

Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn

0 ALLMÄNT

0.1 Styrande dokument

Grundförfattning:

BFS 2015:6 EKS 10

beslutade 2015-10-27

Tekniska råd:

TK Geo 13 (TDOK 2013:0667)

IEG Rapport 2:2008, Rev 3

IEG Rapport 6:2008, Rev 1

IEG Rapport 4:2010

Skredkommissionens rapport 3:95

Trafikverkets tekniska krav för geokonstruktioner

Tillämpningsdokument Grunderna i Eurokod 7

Tillämpningsdokument EN 1997-1 Kapitel 11 och 12,
Slänter och bankar

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

Anvisningar för släntstabilitetsutredningar

Beräkningsstandard:

SS-EN 1997 (EK7),

1997-1

publicerad 2010-04-27

1997-1:2005/AC:2009

publicerad 2009-03-26

Upprättad av
David HornOrt, datum
2019-10-01Uppdragsnummer
A977

Reviderad den

Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn

1 ADMINISTRATIVA UPPGIFTER

Konstruktör: KFS AnläggningsKonstruktörer AB

Kontaktpersoner: Hans Klingenberg, hans.klingenberg@kfs.se, 08-470 05 62
David Horn, david.horn@kfs.se, 08-470 05 71

Beställare: Stockholm Exergi

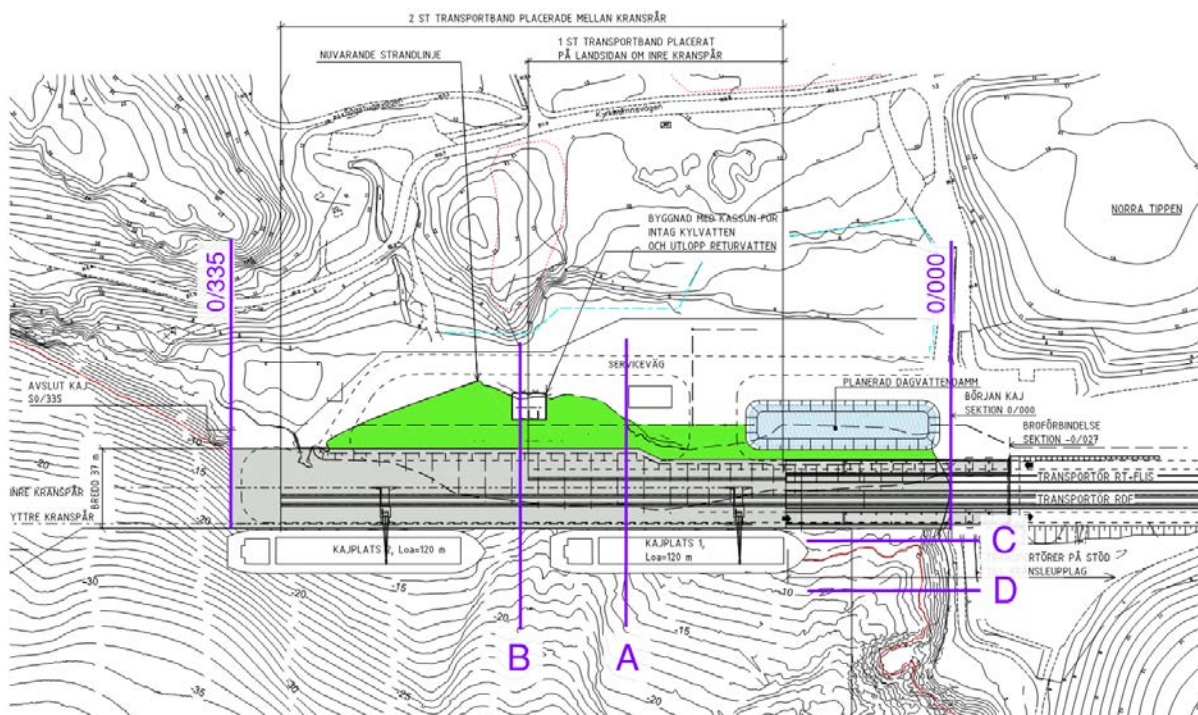
KFS AnläggningsKonstruktörer AB:s ledningssystem är certifierat i enlighet med SS-EN ISO 9001:2015 och SS-EN ISO 14001:2015.

Certifieringsnummer: 5080, 5080 M.

Certifieringsorgan: RISE Research Institute of Sweden.

2 PRINCIPIELL UTFORMNING

Studerat förslag till utfyllnad redovisas på översiktsplan, figur 2.1, i kajsektion 0/150, figur 2.2, i kajsektion 0/200, figur 2.3, samt i två sektioner i slänten mot tippområdet, figur 2.4.



Figur 2.1. Översiktsplan med studerade sektioner A-D. Utfyllt område är markerat med grönt. (Utdrag ur KFS ritning K10-10.1-1001)

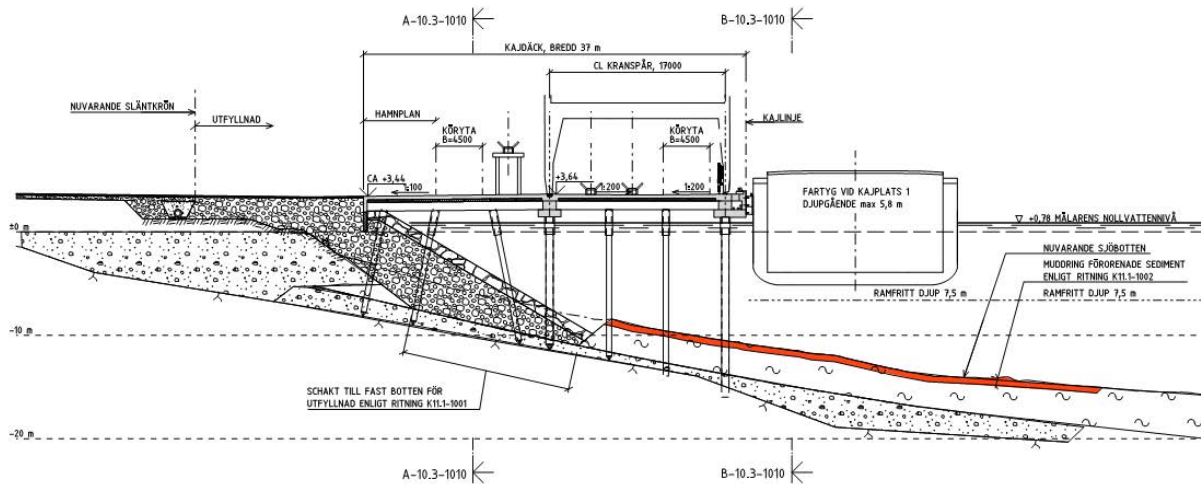
Ort, datum
2019-10-01

Uppdragsnummer
A977

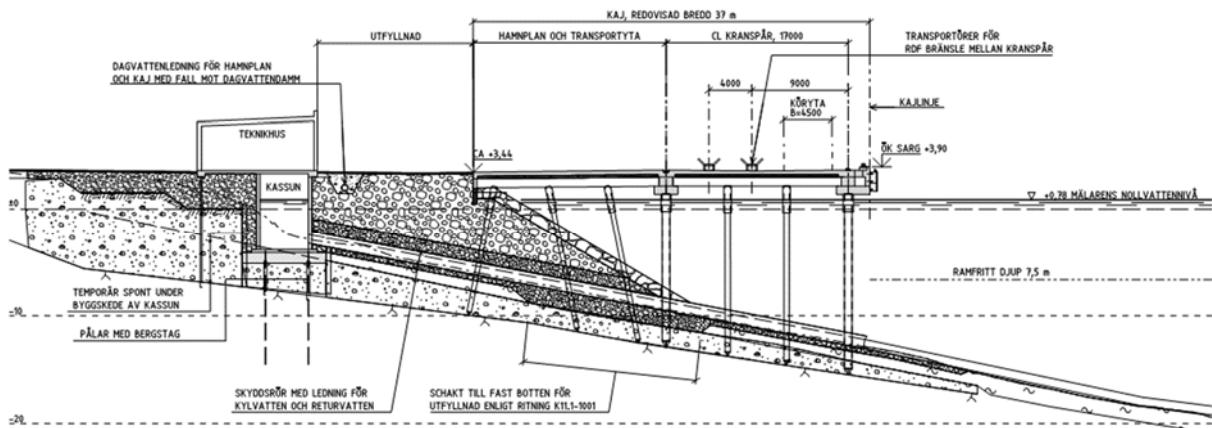
Upprättad av
David Horn

Reviderad den

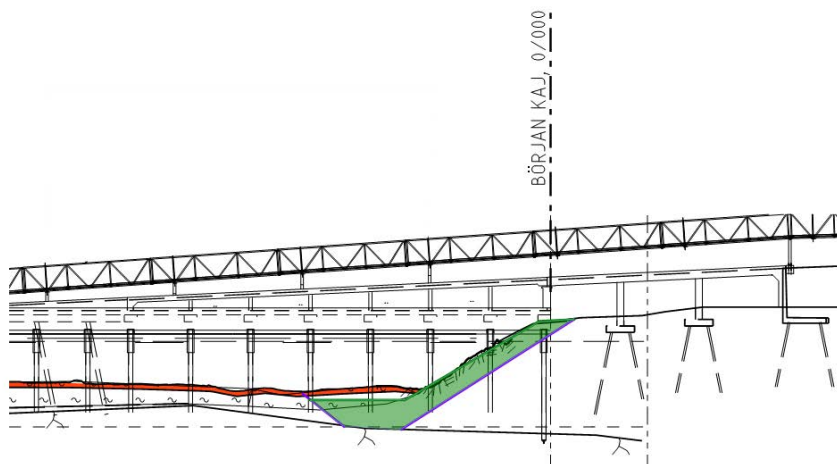
Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn



Figur 2.2. Sektion A, 0/150. Erosionsskyddad slänt med lutning 1:1,7 och schaktbottenbredd 16 m.



Figur 2.3. Sektion B, 0/200. Erosionsskyddad slänt med lutning 1:1,7 och schaktbottenbredd 16 m.



Figur 2.4. Sektion C, slänt mot tippområdet. Erosionsskyddad slänt med lutning 1:1,7 och schaktbottenbredd 7 m. Röd yta avser muddring förenade sediment. Lila linjer visar schakt för erosionsskydd och grön yta visar erosionsskydd.

Ort, datum
2019-10-01Uppdragsnummer
A977Upprättad av
David Horn

Reviderad den

Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn

3 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

3.1 Plan- och höjdsystem

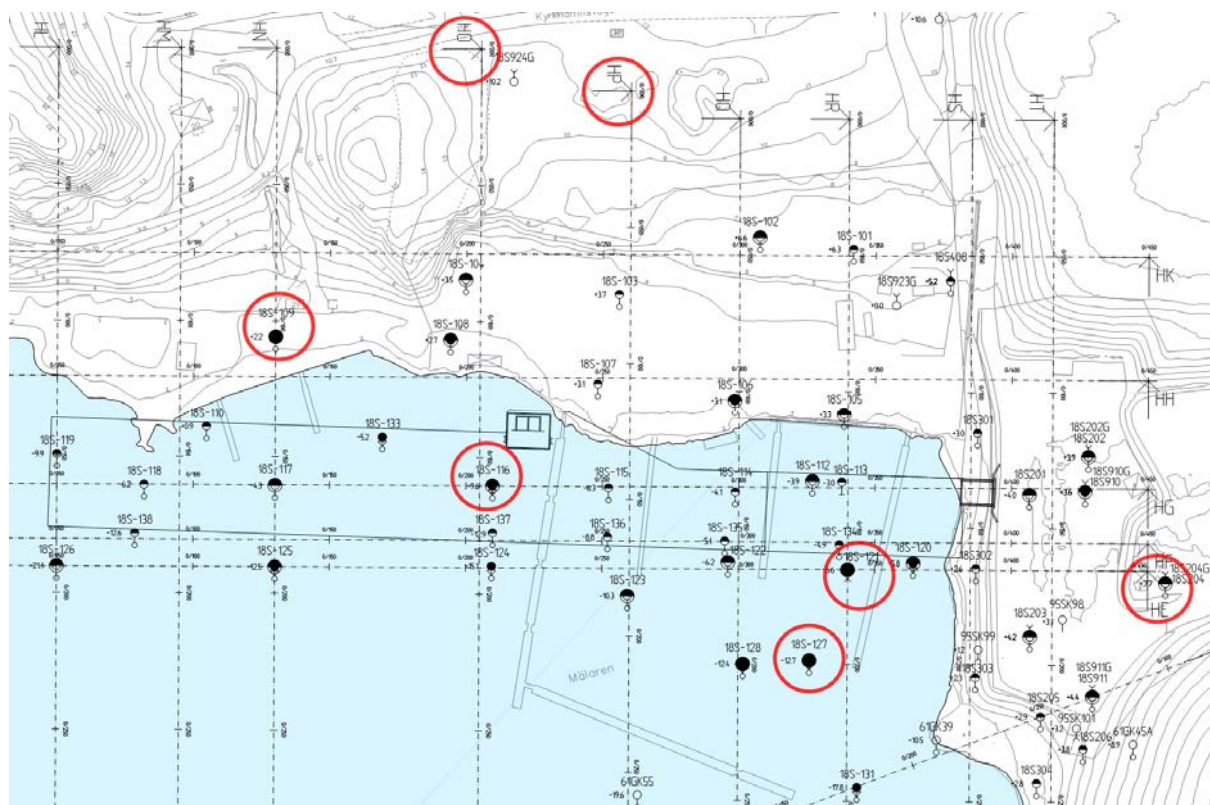
Höjdsystem: RH 2000

Koordinatsystem: SWEREF 99 18 00

3.2 Utförda undersökningar

Undersökningar utförda av Sweco inom detta projekt redovisas i [bilaga 1](#).

3.3 Geotekniska förhållanden

Undersökningspunkterna i sektionerna HE, HO och HP samt utvalda punkter med konfförsök utgör underlag för bedömning av grundförhållandena i studerade sektioner, se [figur 3.1](#).

Figur 3.1. Läge för tolkade sektioner samt utvalda punkter med konfförsök. (Utdrag ur Swecos ritning 100-G-11-01)

Ort, datum
2019-10-01

Uppdragsnummer
A977

Upprättad av
David Horn

Reviderad den

Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn

3.3.1 Jordprofil vid kajen

Punkterna i sektion HO och HP utgör underlag för bedömning av grundförhållandena i kajsektion 1 och 2. Tolkad jordprofil i sektion HO och HP redovisas i bilaga 3.

Befintlig fyllning bedöms i huvudsak bestå av lösa massor. Släntens teoretiska lutning är ca 1:2.

Utanför fyllningen finns lösa lermassor med en mäktighet på mellan 1 m och 5 m. Lutningen på botten är ca 1:6.

Under leran finns ett lager med friktionsjord med en mäktighet på mellan 1 m och 4 m.

Djupet till berg från medelvattenytan varierar mellan 8 m och 18 m. Lutningen på fast botten är ca 1:6.

Med konförsök är lerans odränerade skjuvhållfasthet (okorrigerat värde) bestämd i följande punkter. Läget för valda punkter framgår av figur 3.1.

- 18S-109: 19 kPa på 2,5 m djup under mark (marknivån +2,2)
- 18S-116: 6 kPa på 0,8 m djup under sjöbotten (bottennivån -9,6)
- 18S-123: 5 kPa på 2 m djup under sjöbotten (bottennivån -10,3)
- 18S-123: 5 kPa på 3 m djup under sjöbotten (bottennivån -10,3)

Lerans konflytgräns varierar mellan 29% och 63%.

Leran är högsensitiv. Sensitiviteten varierar mellan 33 och 34.

3.3.2 Jordprofil i slänten mot tippområdet

Punkterna i sektion HE samt 18S-127, 18S203 och 18S303 utgör underlag för bedömning av grundförhållandena i slänten mot tippområdet. Tolkad jordprofil i sektion HE redovisas i bilaga 4.

Befintlig fyllning bedöms i huvudsak bestå av slaggrus. Släntens teoretiska lutning är ca 1:1,3.

Utanför fyllningen finns lösa lermassor med en mäktighet på mellan 2 m och 4 m.

Under leran finns ett lager med friktionsjord med en mäktighet på mellan ca 0,5 m.

Djupet till berg från medelvattenytan varierar mellan 10 m och 15 m.

Med konförsök är lerans odränerade skjuvhållfasthet (okorrigerat värde) bestämd i följande punkter. Läget för valda punkter framgår av figur 3.1.

- 18S-121: 5 kPa på 1,7 m djup under sjöbotten (bottennivån -8,2)
- 18S-127: 3 kPa på 1 m djup under sjöbotten (bottennivån -12,7)
- 18S-127: 6 kPa på 2 m djup under sjöbotten (bottennivån -12,7)

Lerans konflytgräns varierar mellan 65% och 77%.

Leran är mellansensitiv. Sensitiviteten varierar mellan 21 och 26.

Ort, datum
 2019-10-01

 Uppdragsnummer
 A977

 Upprättad av
 David Horn

Reviderad den

 Arbetsnamn
 Lövsta KVV Energihamn

3.3.3 Hydrologiska förhållanden

Mälaren är en reglerad sjö med relativt små vattenståndsvariationerna. Grundvattennivån i markplanet styrs huvudsakligen av vattenståndet i Mälaren.

I beräkningarna antas vattennivån +0,7, vilket ungefär motsvarar MLW = +0,69.

3.4 Materialparametrar

Valda materialparametrar för stabilitetsberäkningarna redovisas i följande avsnitt.

Hållfasthetsegenskaper för friktionsjord har valts utifrån tabell 5.2-3 i TK Geo 13.

Leran förutsätts vara normalkonsoliderad. Den odränderade skjuvhållfastheten i kohesionsjord har bestämts empiriskt utifrån jordens förkonsolideringstryck genom följande samband:

$$C_{uk} = \alpha \cdot \sigma'_c \quad \alpha = 0,33 \text{ vid aktiv skjuvning}$$

3.4.1 Kajen

Tabell 3.1, Materialparametrar för beräkning av stabilitet vid kajen.

Material	Tunghet		Friktionsvinkel	Skjuvhållfasthet
	Over/under GWY [kN/m ³]		ϕ_k	C_{uk}
Erosionsskydd (Grovkrossad sprängsten) ¹⁾	20	13	45°	
Fyllning (grov bergkross) ²⁾	19	12	40°	
Befintlig fyllning ³⁾	19	12	33°	
Lera 1, utanför strandlinjen ⁴⁾	17	7		6
Lera 2, under befintlig fyllning ⁵⁾	17	7		9
Lera 3, under ny fyllning ⁵⁾	17	7		30
Friktionsjord ⁶⁾	18	10	36°	

¹⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och friktionsvinkel för fyllning av bergkross enligt TK GEO 13, Tabell 5.2-1 och Tabell 5.2-3.

²⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och friktionsvinkel för fyllning (grov bergkross).

³⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och friktionsvinkel för befintlig fyllning. Karakteristiskt värde för friktionsvinkel enligt TR GEO 13, 5.2.3.8.1. med viktsöndering hv/0,2 m = 10.

⁴⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och skjuvhållfasthet för lera enligt utförda undersökningar.

⁵⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och skjuvhållfasthet för lera efter konsolidering.

⁶⁾ Karakteristiskt värde för tunghet enligt TK GEO 13, Tabell 5.2-1. Karakteristiskt värde för friktionsvinkel enligt TR GEO 13, 5.2.3.8.1. med CPT $q_c = 8$ MPa.

Ort, datum
2019-10-01

 Uppdragsnummer
A977

 Upprättad av
David Horn

Reviderad den

 Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn

3.4.2 Slänten mot tippområdet

Tabell 3.2, Materialparametrar för beräkning av stabilitet i slänten mot tippområdet.

Material	Tunghet		Friktionsvinkel	Skjuvhållfasthet
	Over/under GWY [kN/m ³]		ϕ_k	c_{uk}
Erosionsskydd (Grovkrossad sprängsten) ¹⁾	20	13	45°	
Fyllning (grov bergkross) ²⁾	19	12	40°	
Befintlig fyllning med svenskt slaggrus ³⁾	19	12	38°	
Lera utanför strandlinjen ⁴⁾	14	4		5
Skredmassor 1 utanför strandlinjen ⁵⁾	14	4		10
Skredmassor 2, innanför strandlinjen ⁶⁾	17	7		35-40
Skredmassor 3, innanför strandlinjen ⁶⁾	17	7		50
Friktionsjord ⁷⁾	18	10	36°	

¹⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och friktionsvinkel för fyllning av bergkross enligt TK GEO 13, Tabell 5.2-1 och Tabell 5.2-3.

²⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och friktionsvinkel för fyllning (grov bergkross).

³⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och friktionsvinkel för fyllning med svenskt slaggrus (fast lagrad).

⁴⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och skjuvhållfasthet för lera enligt utförda undersökningar.

⁵⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och skjuvhållfasthet för skredmassor med lera.

⁶⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och skjuvhållfasthet för skredmassor med lera efter konsolidering.

⁷⁾ Karakteristiskt värde för tunghet enligt TK GEO 13, Tabell 5.2-1. Karakteristiskt värde för friktionsvinkel enligt TR GEO 13, 5.2.3.8.1. med CPT $q_c = 8$ MPa.

3.5 Laster

3.5.1 Befintlig slänt

Ingen trafiklast har antagits påverka befintlig slänt.

3.5.2 Driftskede

Trafiklast på hamnplan: 20 kPa [enligt TK Geo 13 Kap. 4.3.1.2]

Trafiklast på GC-väg: 5 kPa [enligt TK Geo 13 Kap. 4.3.1]

3.5.3 Byggskede

Trafiklast: 20 kPa [enligt TK Geo 13 Kap. 4.3.1.2]

Ort, datum
2019-10-01

Uppdragsnummer
A977

Upprättad av
David Horn

Reviderad den

Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn

4 STABILITETSBERÄKNINGAR

Stabilitetsberäkningar har utförts i sektion A - D.

Beräkningar har utförts för befintlig slänt, schaktslänt i byggskedet samt ny slänt i driftskedet.

4.1 Geoteknisk kategori

Geoteknisk kategori väljs till GK2.

4.2 Säkerhetsfaktor

Stabilitetsutredningen har utförts enligt IEG:s Rapport 4:2010 – ”Tillståndsbedömning/ klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar”. I rapporten redovisas riktvärden för val av rekommenderade säkerhetsfaktorer. Rekommenderade säkerhetsfaktorer beror på typ av markanvändning och utredningsnivå.

Vid planläggning får totalsäkerhetsmetod användas för att bedöma om marken är lämplig eller inte för ändamålet. Den geotekniska utredningen ska utföras som minst en detaljerad utredning med följande säkerhetsfaktorer.

- $F_c \geq 1,7-1,5$
- $F_{komb} \geq 1,5-1,4$
- $F_\phi \geq 1,3$

I stabilitetsberäkningen har en kravnivå för odränerad analys i kohesionsjord $F_c > 1,5$ tillämpats för befintlig slänt och ny slänt i driftskedet. I byggskedet har $F_c > 1,3$ tillämpats.

4.3 Beräkningsmodell

För stabilitetsberäkningar har programmet GeoStudio 2012 Slope/W version 8.13 använts. Beräkningsmodellen är Morgenstern-Price med cirkulärcylindriska och plana glidytor. Stabilitetsberäkningarna har genomförts som odränerad analys av totalstabiliteten med karakteristiska värden.

Ort, datum
2019-10-01

 Uppdragsnummer
A977

 Upprättad av
David Horn

Reviderad den

 Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn

4.4 Resultat

4.4.1 Kajen

Resultat från utförda beräkningar redovisas i tabell 4.1. För detaljerat resultat se [bilaga 5 och 6](#).

Tabell 4.1. Resultat från stabilitetsberäkningar vid kajen. Säkerhetsfaktorer

Bilaga	Sektion	Kommentar	Schaktbredd	F_c
5	A	Befintlig slänt	-	1,1
5	A	Byggskede	16 m	1,3
5	A	Driftskede	16 m	1,6
6	B	Befintlig slänt	-	1,4
6	B	Byggskede	16 m	1,3
6	B	Driftskede	16 m	1,5

Grön markering = Godkänd nivå på säkerhetsfaktor

Röd markering = Icke godkänd nivå på säkerhetsfaktor

4.4.2 Slänten mot tippområdet

Resultat från utförda beräkningar redovisas i tabell 4.2. För detaljerat resultat se [bilaga 7 och 8](#).

Tabell 4.2. Resultat från stabilitetsberäkningar vid slänten mot tippområdet. Säkerhetsfaktorer

Bilaga	Sektion	Kommentar	Schaktbredd	F_c
7	C	Befintlig slänt	-	1,2
7	C	Byggskede	7 m	1,3
7	C	Driftskede	7 m	1,6
8	D	Befintlig slänt	-	1,2
8	D	Byggskede	7 m	1,4
8	D	Driftskede	7 m	1,5

Grön markering = Godkänd nivå på säkerhetsfaktor

Röd markering = Icke godkänd nivå på säkerhetsfaktor

4.4.3 Slutsats

Med antagen jordlagerföljd, antagna materialparameterar och föreslaget utförande uppfylls kraven i driftskedet och byggskedet.

Glidyteberäkningar med kombinerad analys, F_{komb} , har utförts i några fall och säkerhetsfaktorn vid dessa beräkningar är i samma storleksordning som vid odränerad analys. Den odränerade analysen blir dimensionerande då höga effektiva normalspänningar förekommer i aktuella glidytebetraktelser, se [figur 4.1](#).

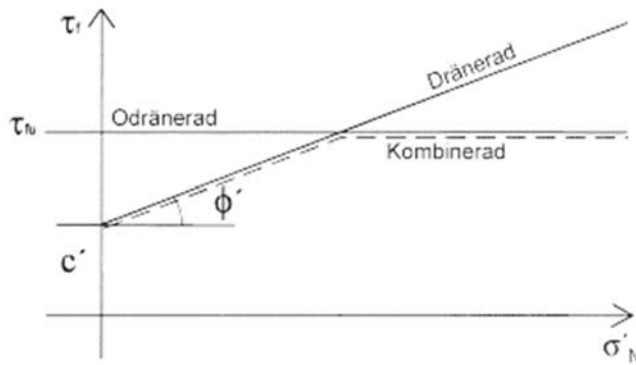
Ort, datum
2019-10-01

Uppdragsnummer
A977

Upprättad av
David Horn

Reviderad den

Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn



Figur 4.1. Skjuvhållfasthet som funktion av effektiv normalspänning. (SGI Information 19)

Bilaga 3

KOORDINATSYSTEM

SYSTEM I PLAN: SWEREF 99 18 00
SYSTEM I HÖJD: RH 2000

HÄNVISNING

REDOVISNING:
SE SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM FÖR
GEOTEKNISKA UTREDNINGAR, VERSION 2001:2. MED
KOMPLETTERANDE BETECKNINGSBLAG DATERAT
2016-11-01.
www.sgf.net.

FÖRKLARINGAR

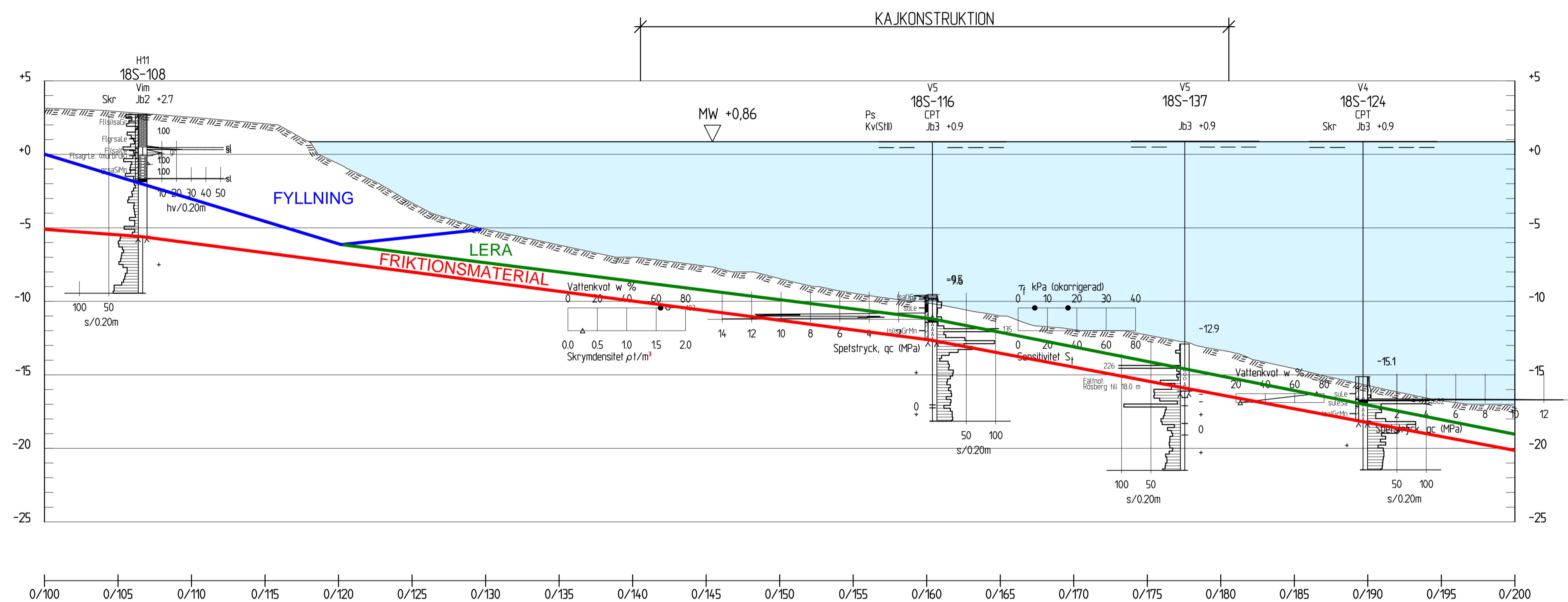
- V5 AVSTÅND TILL SONDERINGSPUNKT
FRÅN SEKTIONENS CENTRUMLINJE
- MARKYTA FRÅN TERRÄNGMODELL
OCH INMÄTT SJÖBOTTEN

SEKTIONSINDELNING UTFRÅN DELOMRÅDEN ENL.
FÖLJANDE:

- AX - ANLÄGGNING
- DX - DEPONIOMRÅDEN
- SX - STRANDLINJE
- HX - HAMNOMRÅDET

ANMÄRKNINGAR

- SONDERINGAR 19SXXX OCH 19SVXX UTFÖRDA AV
SWECO CIVIL AB, ÅR 2019.
- SONDERINGAR 18SXXX OCH 18S-XXX UTFÖRDA AV
SWECO CIVIL AB, ÅR 2018.
- SONDERINGAR 11B TILL 133 UTFÖRDA AV
SWECO INFRASTRUCTURE AB, ÅR 2013.
- SONDERINGAR SK99 TILL SK438 UTFÖRDA AV
STOCKHOLMS KONSULT, ÅR 1995.
- SONDERINGAR GK4_1 TILL GK8_247 UTFÖRDA AV
STOCKHOLMS GATUKONTOR,
ÅR 1968 OCH 1969.
- SONDERINGAR 61GK79 TILL 61GK112 UTFÖRDA AV
STOCKHOLMS GATUKONTOR, ÅR 1961.



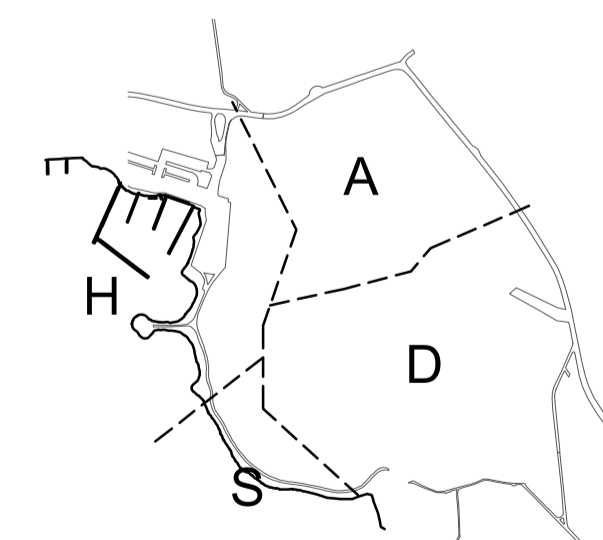
SEKTION HO2
1:200

BET	ANT	ÄNDRING AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE



OBIENTERINGSGIFUR



GÖDKÄNNANDESTATUS
EJ GODKÄND

TEKN OMR	PROJEKT
G	KVV LÖVSTA
UPPDRAG NR 13005526	RITAD/KONSTR AV A. LEDJE
DATUM 2019-06-17	GODKÄND AV K. FEDOROVA
	FORETAG SWECO CIVIL AB
	RITNINGSTYP SEKTION
	FORMAT A1

NYBYGGNATION KRAFTVÄRMEVERK

GEOTEKNISK MARKUNDERSÖKNING
SEKTION HO-HO, DEL HO2

SKALA	NUMMER	REV
1200 (A1)	100-G-11-HO2	

KOORDINATSYSTEM

SYSTEM I PLAN: SWEREF 99 18 00
SYSTEM I HÖJD: RH 2000

HÄNVISNING

REDOVISNING:
SE SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM FÖR
GEOTEKNISKA UTREDNINGAR, VERSION 2001:2. MED
KOMPLETTERANDE BETECKNINGSBLAG DATERAT
2016-11-01.
www.sgf.net.

FÖRKLARINGAR

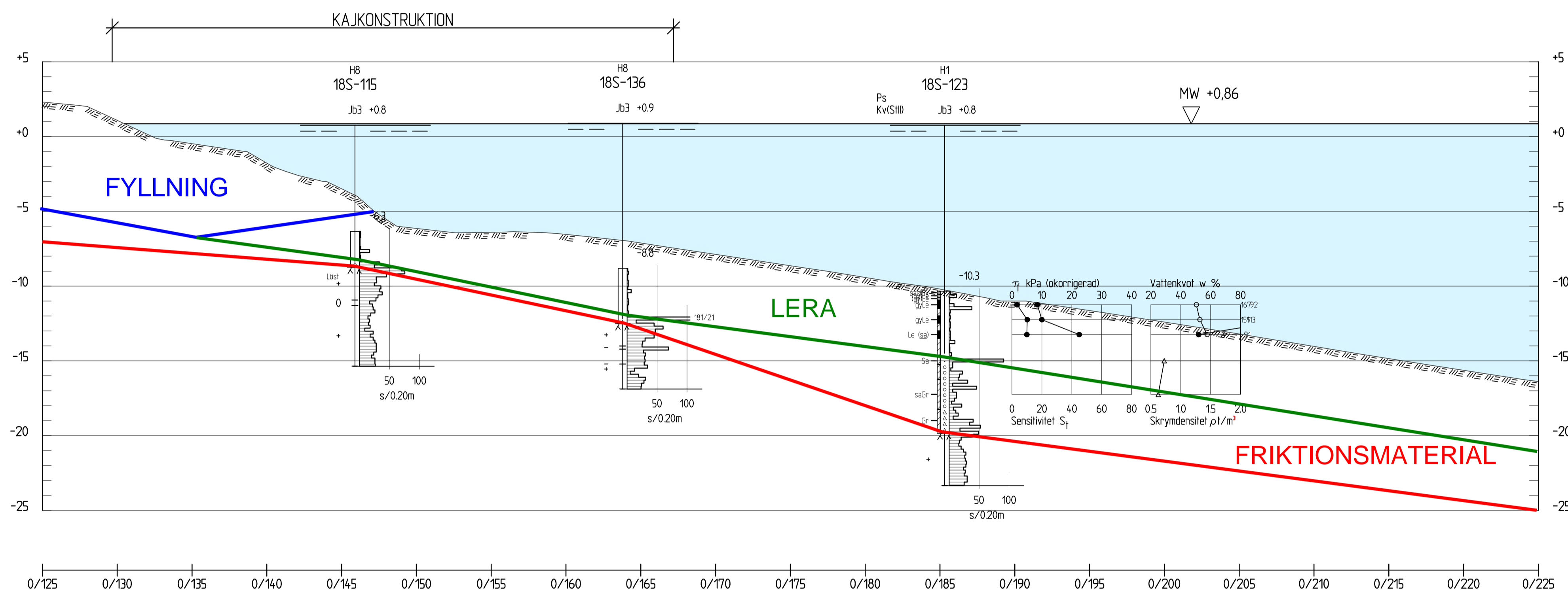
- V5 AVSTÅND TILL SONDERINGSPUNKT
FRÅN SEKTIONENS CENTRUMLINJE
- MARKYTA FRÅN TERRÄNGMODELL
OCH INMÄTT SJÖBOTTEN

SEKTIONSINDELNING UTFRÅN DELOMRÅDEN ENL.
FÖLJANDE:

- AX - ANLÄGGNING
- DX - DEPONIOMRÅDEN
- SX - STRANDLINJE
- HX - HAMNOMRÅDET

ANMÄRKNINGAR

- SONDERINGAR 19SXXX OCH 19SVXX UTFÖRDA AV
SWECO CIVIL AB, ÅR 2019.
- SONDERINGAR 18SXXX OCH 18S-XXX UTFÖRDA AV
SWECO CIVIL AB, ÅR 2018.
- SONDERINGAR 11B TILL 133 UTFÖRDA AV
SWECO INFRASTRUCTURE AB, ÅR 2013.
- SONDERINGAR SK99 TILL SK438 UTFÖRDA AV
STOCKHOLMS KONSULT, ÅR 1995.
- SONDERINGAR GK4_1 TILL GK8_247 UTFÖRDA AV
STOCKHOLMS GATUKONTOR,
ÅR 1968 OCH 1969.
- SONDERINGAR 61GK79 TILL 61GK112 UTFÖRDA AV
STOCKHOLMS GATUKONTOR, ÅR 1961.



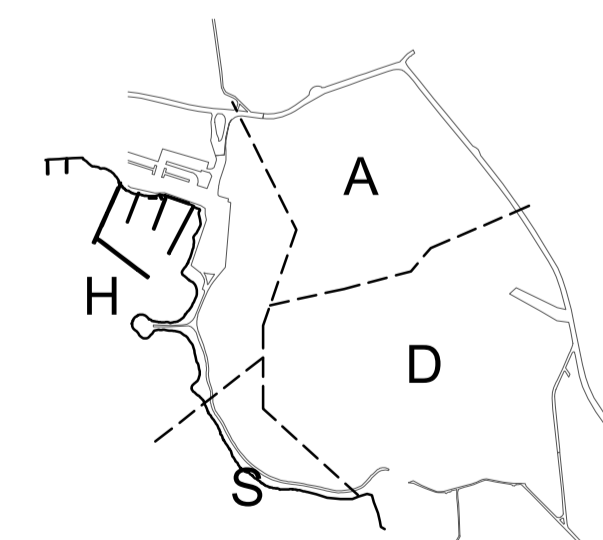
SEKTION HP2
1:200

BET	ANT	ÄNDRING AVSER	DATUM	SIGN
-----	-----	---------------	-------	------

FÖRSTUDIE



ORIENTERINGSFIGUR



GÖDKÄNNANDESTATUS
EJ GODKÄND

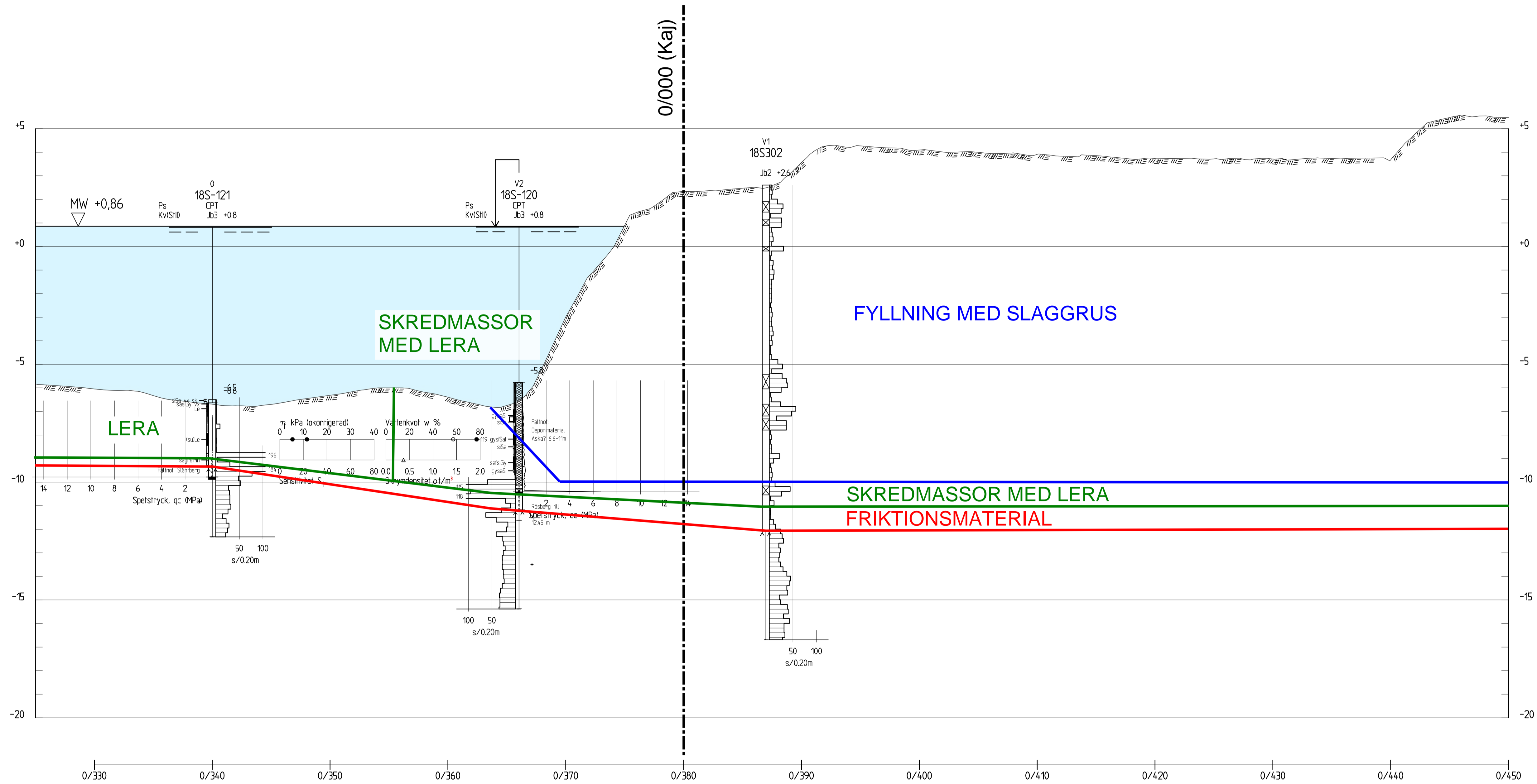
TEKN OMR	PROJEKT	KVV LÖVSTA	
G			
UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	FORETAG	
13005526	A. LEDJE	SWECO CIVIL AB	
DATUM	GODKÄND AV	RITNINGSTYP	FORMAT
2019-06-17	K. FEDOROVA	SEKTION	A1

NYBYGGNATION KRAFTVÄRMEVERK

GEOTEKNISK MARKUNDERSÖKNING
SEKTION HP-HP, DEL HP2

SKALA	NUMMER	REV
1200 (A1)	100-G-11-HP2	

Bilaga 4



KOORDINATSYSTEM
 SYSTEM I PLAN: SWEREF 99 18 00
 SYSTEM I HÖJD: RH 2000

HÄNVISNING
 REDOVISNING:
 SE SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM FÖR
 GEOTEKNISKA UTREDNINGAR, VERSION 2001.2. MED
 KOMPLETTERANDE BETECKNINGSBLAG DATERAT
 2016-11-01.
 www.sgf.net.

FÖRKLARINGAR

V5 AVSTÅND TILL SONDERINGSPUNKT
FRÅN SEKTIONENS CENTRUMLINJE

MARKYTA FRÅN TERRÄNGMODELL
OCH INMÄTT SJÖBOTTEN

SEKTIONSINDELNING UTFRÅN DELOMRÅDEN ENL.
FÖLJANDE:

AX - ANLÄGGNING
 DX - DEPONIOMRÅDEN
 SX - STRANDLINJE
 HX - HAMNOMRÅDET

ANMÄRKNINGAR

SONDERINGAR 19SXXX OCH 19SVXX UTFÖRDA AV
SWECO CIVIL AB, ÅR 2019.

SONDERINGAR 18SXXX OCH 18S-XXX UTFÖRDA AV
SWECO CIVIL AB, ÅR 2018.

SONDERINGAR 11B TILL 133 UTFÖRDA AV
SWECO INFRASTRUCTURE AB, ÅR 2013.

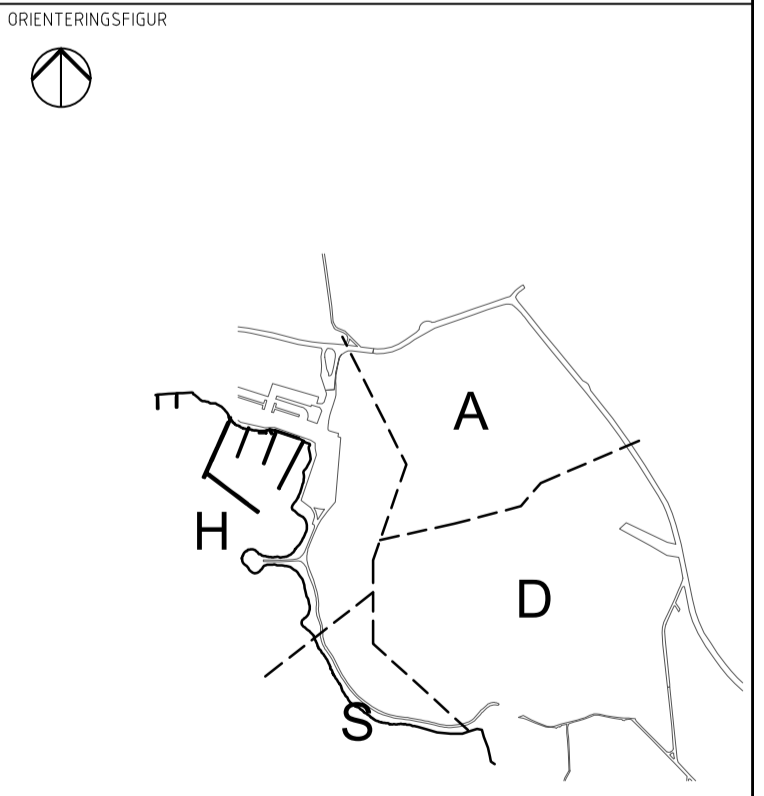
SONDERINGAR SK99 TILL SK438 UTFÖRDA AV
STOCKHOLMS KONSULT, ÅR 1995.

SONDERINGAR GK4_1 TILL GK8_247 UTFÖRDA AV
STOCKHOLMS GATUKONTOR,
ÅR 1968 OCH 1969.

SONDERINGAR 61GK79 TILL 61GK112 UTFÖRDA AV
STOCKHOLMS GATUKONTOR, ÅR 1961.

BET	ANT	ÄNDRING AVSER	DATUM	SIGN
-----	-----	---------------	-------	------

FÖRSTUDIE



GÖDKÄNNANDESTATUS EJ GODKÄND

TEKN OMR	PROJEKT	KVV LÖVSTA	
G			
UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	FÖRETAG	
13005526	A. LEDJE	SWECO CIVIL AB	
DATUM	GODKÄND AV	RITNINGSTYP	FORMAT
2019-06-17	K. FEDOROVA	SEKTION	A1

NYBYGGNATION KRAFTVÄRMEVERK

GEOTEKNISK MARKUNDERSÖKNING
SEKTION HE-HE, DEL HE4

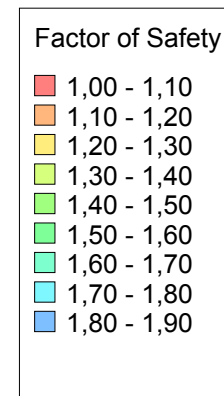
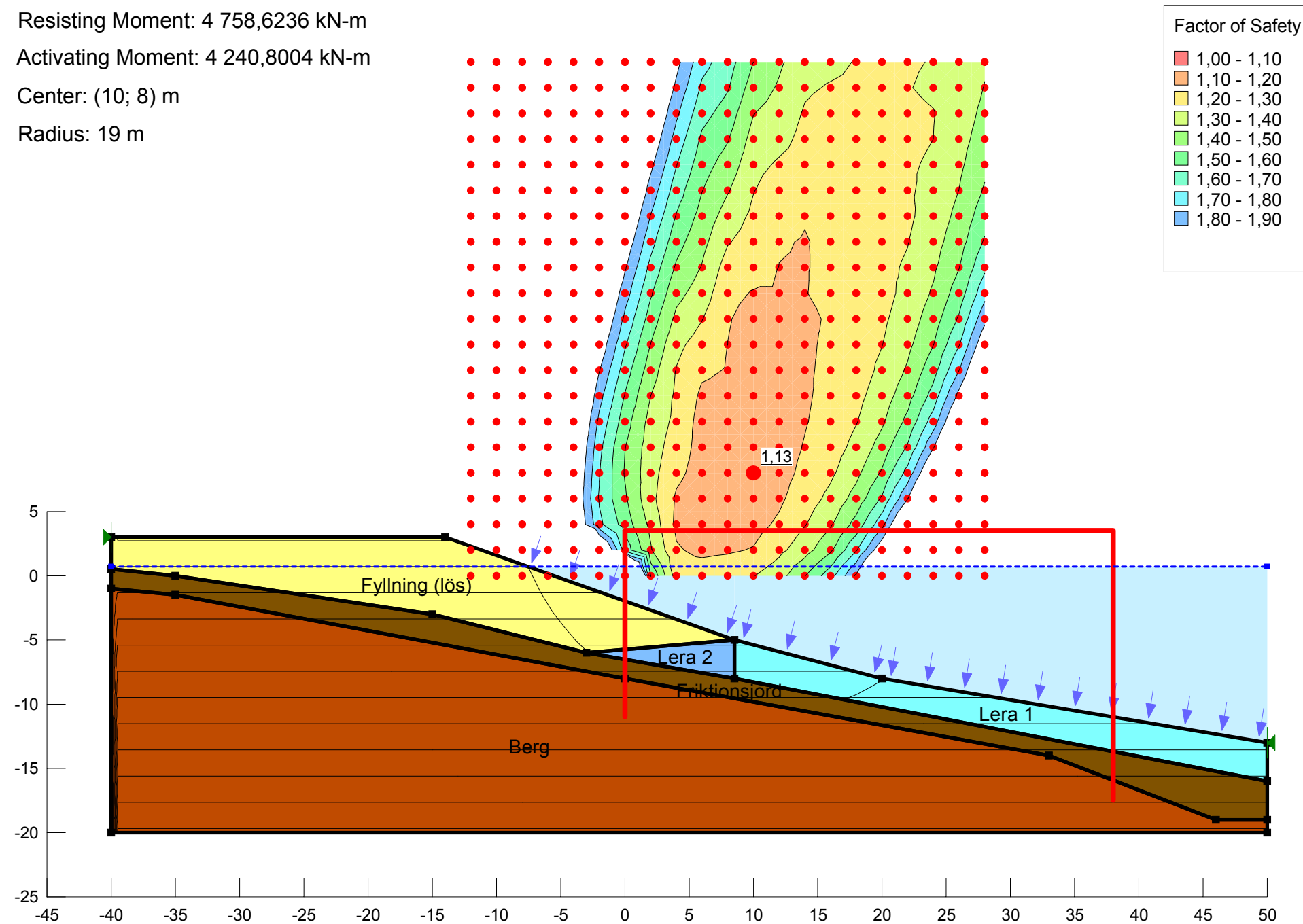
SKALA	NUMMER	REV
H=1:100 L=1:200 (A1)	100-G-11-HE4	

SEKTION HE4
H 1:100 L 1:200

Bilaga 5

Lövsta KVV Energihamn
 Sektion A, 0/150 - Befintlig slänt
 Odränerad analys

Resisting Moment: 4 758,6236 kN-m
 Activating Moment: 4 240,8004 kN-m
 Center: (10; 8) m
 Radius: 19 m



Name: Fyllning (lös)
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 22 kN/m³
 Cohesion': 0 kPa
 Phi': 33 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
 Piezometric Line: 1

Name: Lera 1
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion': 6 kPa
 Phi': 0 °
 Piezometric Line: 1

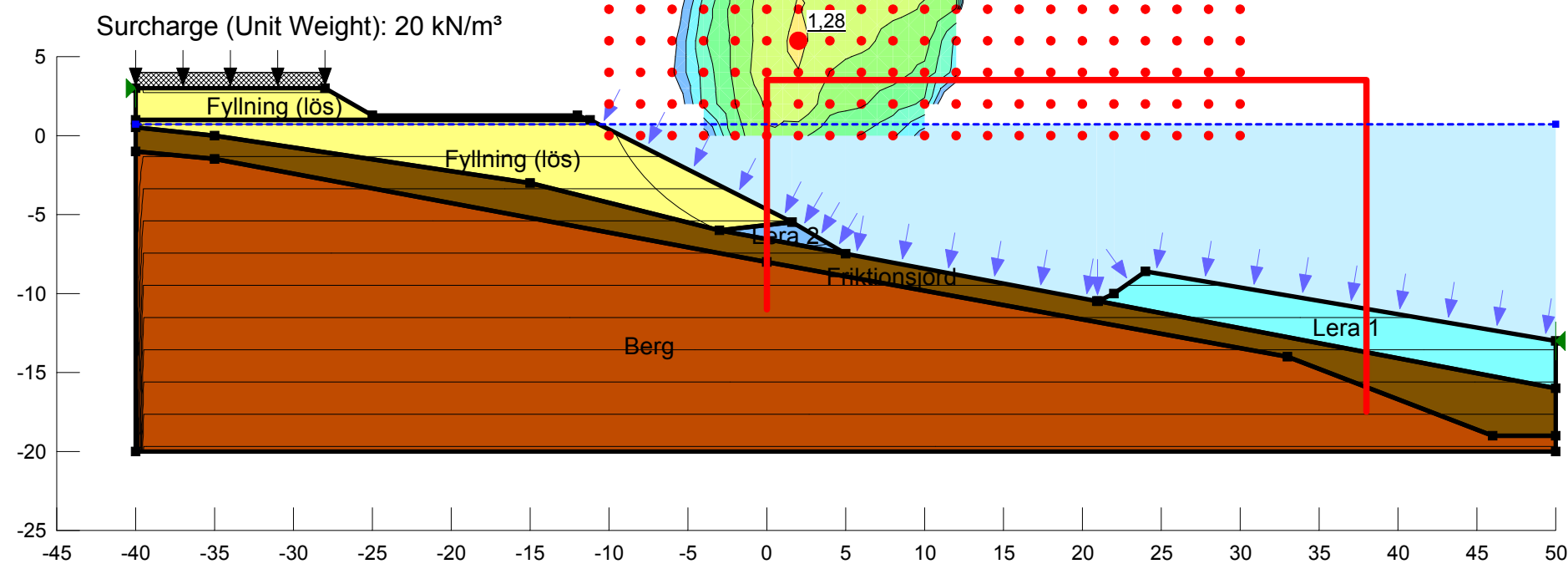
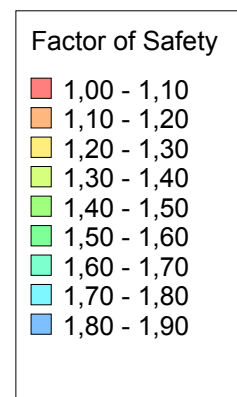
Name: Lera 2
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion': 9 kPa
 Phi': 0 °
 Piezometric Line: 1

Name: Berg
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

Name: Friktionsjord
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

Lövsta KVV Energihamn
 Sektion A, 0/150 - Byggskede
 Avlastning till nivå +1,3
 Odränerad analys

Resisting Moment: 2 032,8091 kN-m
 Activating Moment: 1 596,9652 kN-m
 Center: (2; 6) m
 Radius: 13 m



Name: Fyllning (lös)
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 22 kN/m³
 Cohesion': 0 kPa
 Phi': 33 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
 Piezometric Line: 1

Name: Lera 1
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion': 6 kPa
 Phi': 0 °
 Piezometric Line: 1

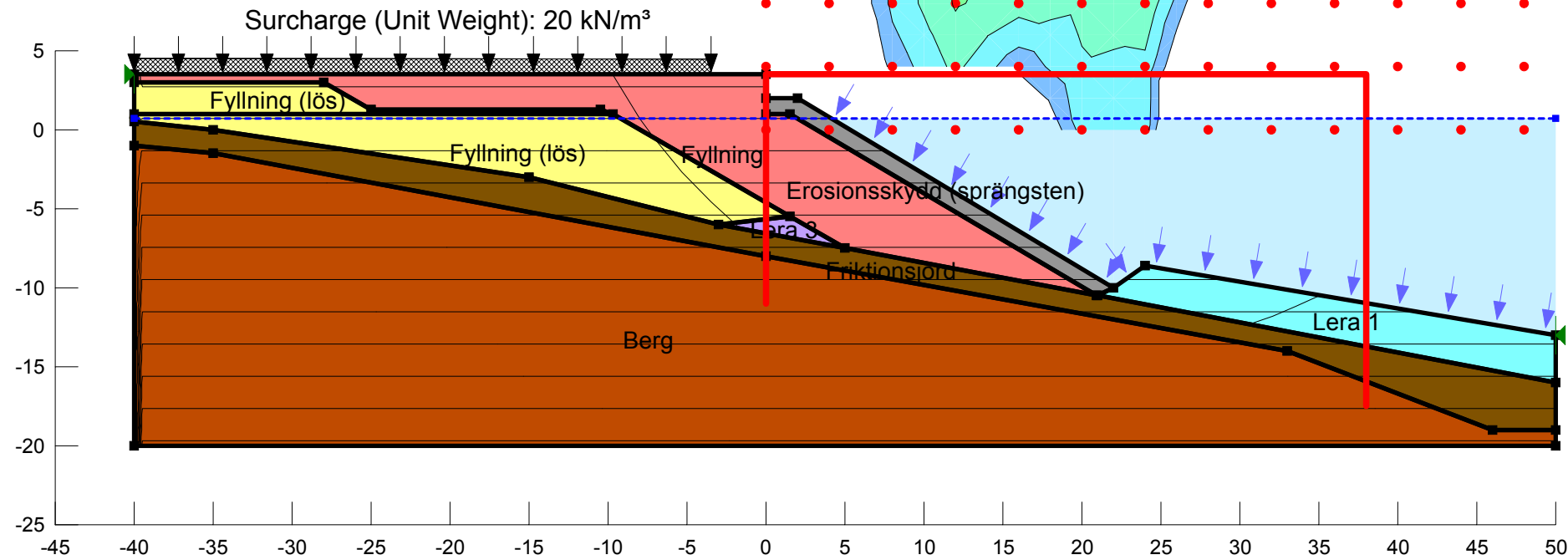
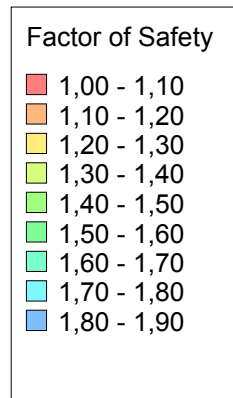
Name: Lera 2
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion': 9 kPa
 Phi': 0 °
 Piezometric Line: 1

Name: Berg
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

Name: Friktionsjord
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

Lövsta KVV Energihamn
 Sektion A, 0/150 - Ny slänt
 Slänt 1:1,7
 Odränerad analys

Resisting Moment: 48 118,427 kN-m
 Activating Moment: 30 469,141 kN-m
 Center: (20; 20) m
 Radius: 34 m



Name: Fyllning (lös)
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 22 kN/m³
 Cohesion': 0 kPa
 Phi': 33 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
 Piezometric Line: 1

Name: Lera 1
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion': 6 kPa
 Phi': 0 °
 Piezometric Line: 1

Name: Berg
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

Name: Erosionsskydd (sprängsten)
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 23 kN/m³
 Cohesion': 0 kPa
 Phi': 45 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 20 kN/m³
 Piezometric Line: 1

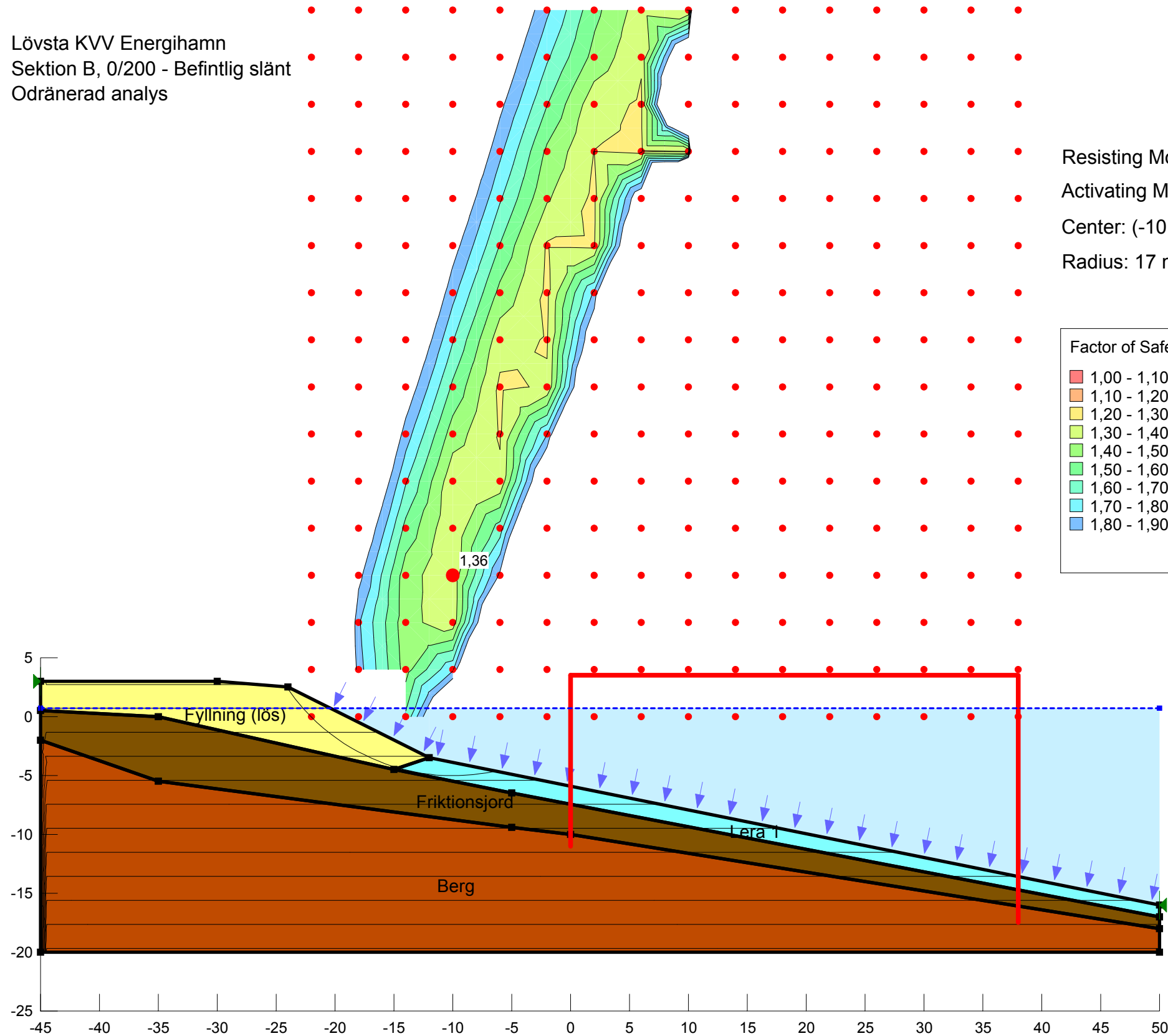
Name: Friktingsjord
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

Name: Lera 3
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion': 30 kPa
 Phi': 0 °
 Piezometric Line: 1

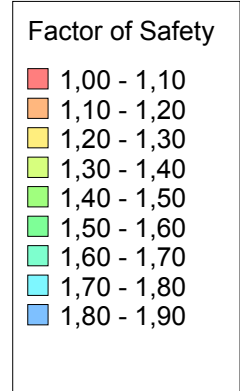
Name: Fyllning
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 22 kN/m³
 Cohesion': 0 kPa
 Phi': 40 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
 Piezometric Line: 1

Bilaga 6

Lövsta KVV Energihamn
 Sektion B, 0/200 - Befintlig slänt
 Odränerad analys



Resisting Moment: 3 148,2198 kN-m
 Activating Moment: 2 311,8155 kN-m
 Center: (-10; 12) m
 Radius: 17 m



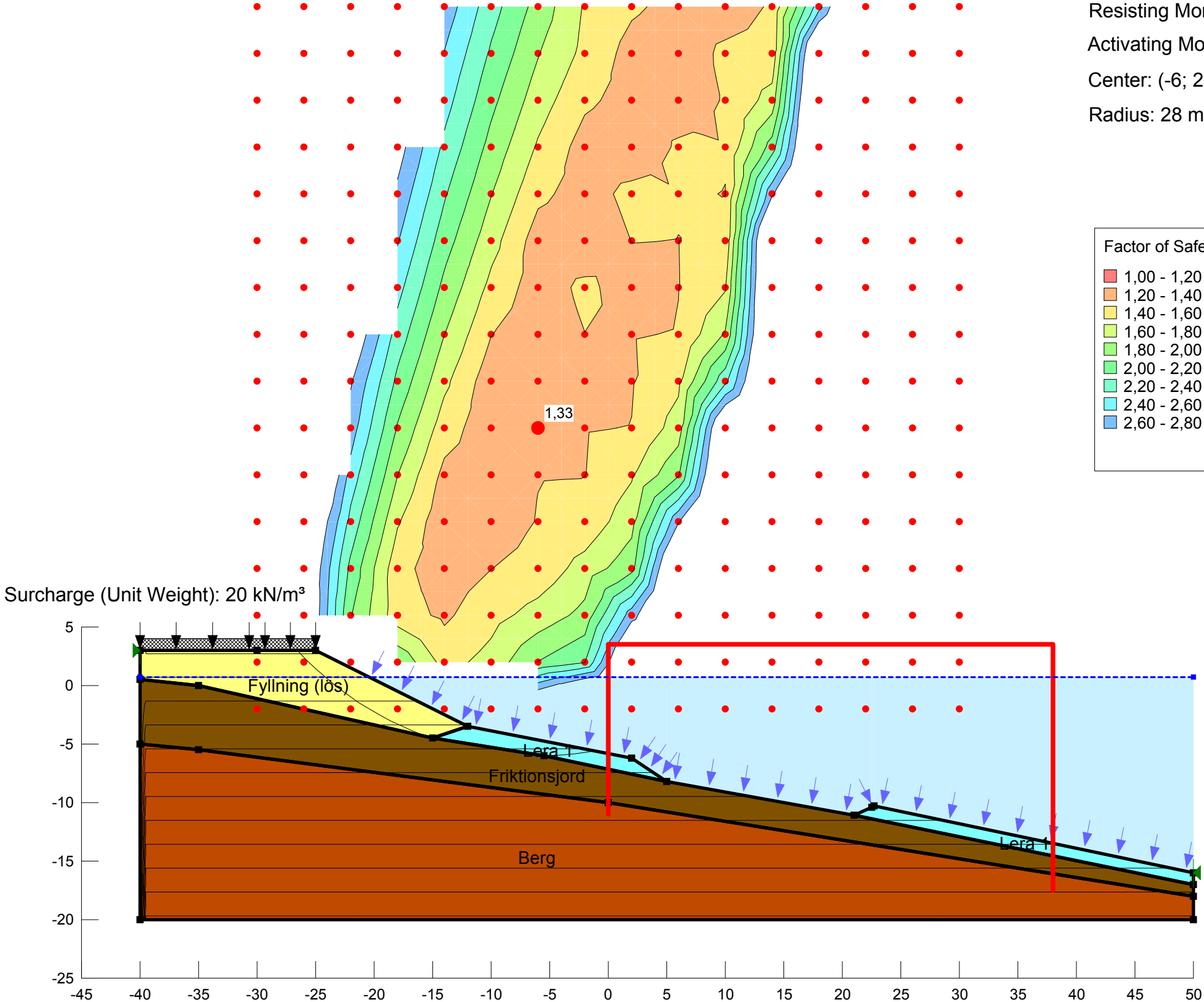
Name: Fyllning (lös)
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 22 kN/m³
 Cohesion': 0 kPa
 Phi': 33 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
 Piezometric Line: 1

Name: Lera 1
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion': 6 kPa
 Phi': 0 °
 Piezometric Line: 1

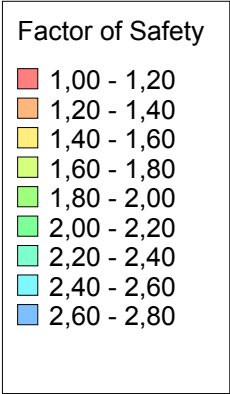
Name: Berg
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

Name: Friktionsjord
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 20 kN/m³
 Cohesion': 0 kPa
 Phi': 36 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
 Piezometric Line: 1

Lövsta KVV Energhamn
 Sektion B, 0/200 - Byggskede
 Slänt 1:1,7
 Odränerad analys



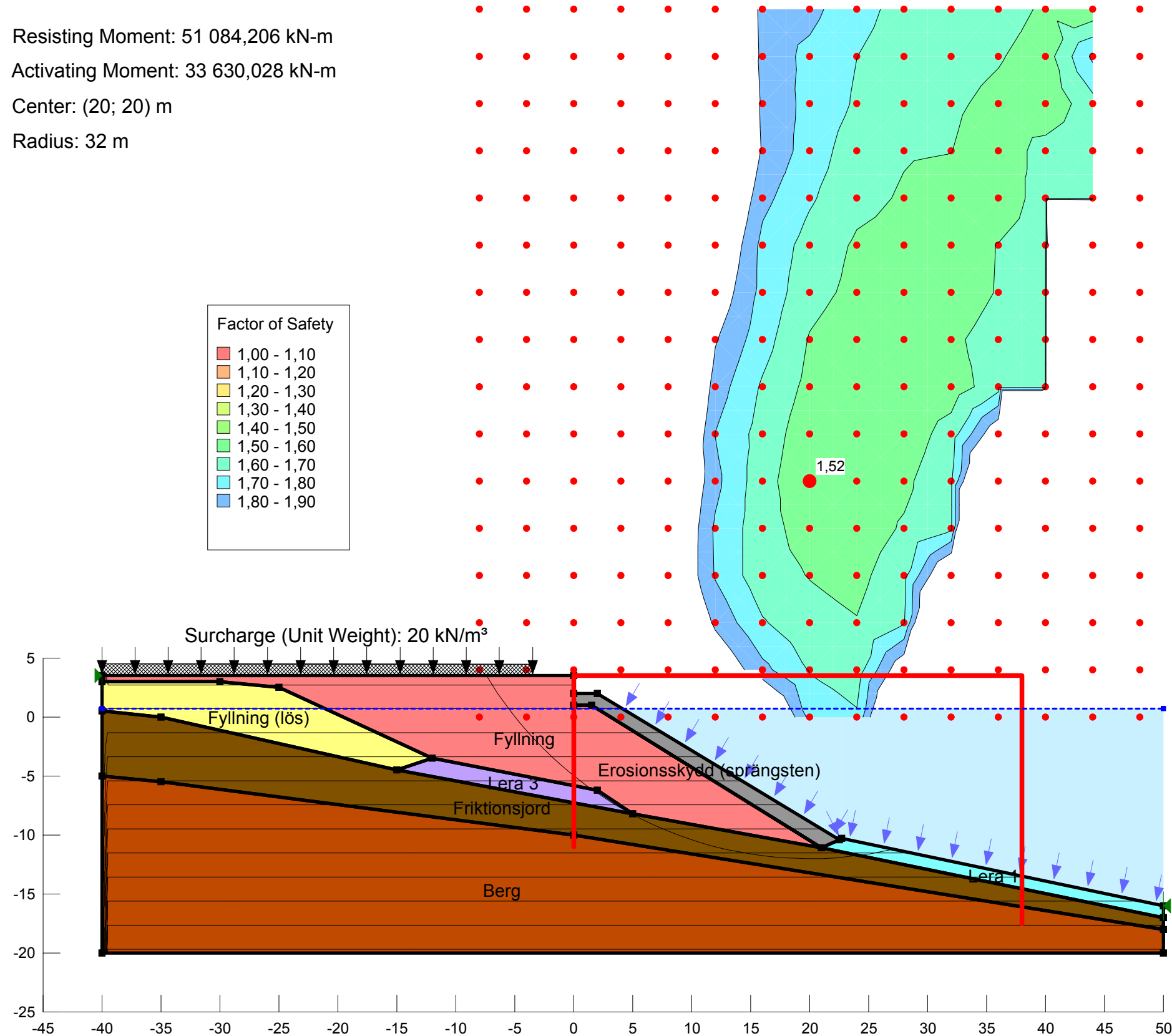
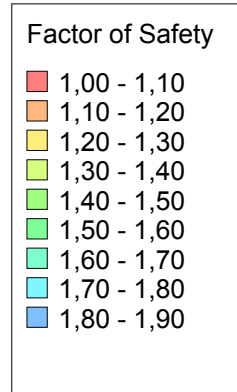
Resisting Moment: 8 479,0294 kN-m
 Activating Moment: 6 362,6709 kN-m
 Center: (-6; 22) m
 Radius: 28 m



- Name: Fyllning (lös)
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 22 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 33 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
 Piezometric Line: 1
- Name: Lera 1
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion: 6 kPa
 Phi: 0 °
 Piezometric Line: 1
- Name: Berg
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1
- Name: Friktionsjord
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

Lövsta KVV Energhamn
 Sektion B, 0/200 - Ny slänt
 Slänt 1:1,7
 Odränerad analys

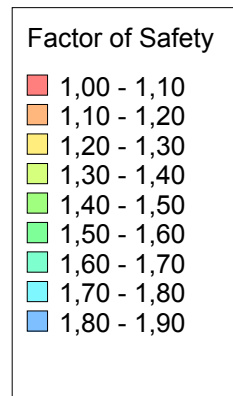
Resisting Moment: 51 084,206 kN-m
 Activating Moment: 33 630,028 kN-m
 Center: (20; 20) m
 Radius: 32 m



- Name: Fyllning (lös)
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 22 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 33 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
 Piezometric Line: 1
- Name: Lera 1
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion: 6 kPa
 Phi: 0 °
 Piezometric Line: 1
- Name: Berg
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1
- Name: Erosionsskydd (sprängsten)
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 23 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 45 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 20 kN/m³
 Piezometric Line: 1
- Name: Friktionsjord
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 20 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 35 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
 Piezometric Line: 1
- Name: Lera 3
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion: 30 kPa
 Phi: 0 °
 Piezometric Line: 1
- Name: Fyllning
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 22 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 40 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
 Piezometric Line: 1

Bilaga 7

Lövsta KVV Energihamn
 Sektion C, slänt mot tippområdet - Befintlig slänt
 Odränerad analys



Name: Berg
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

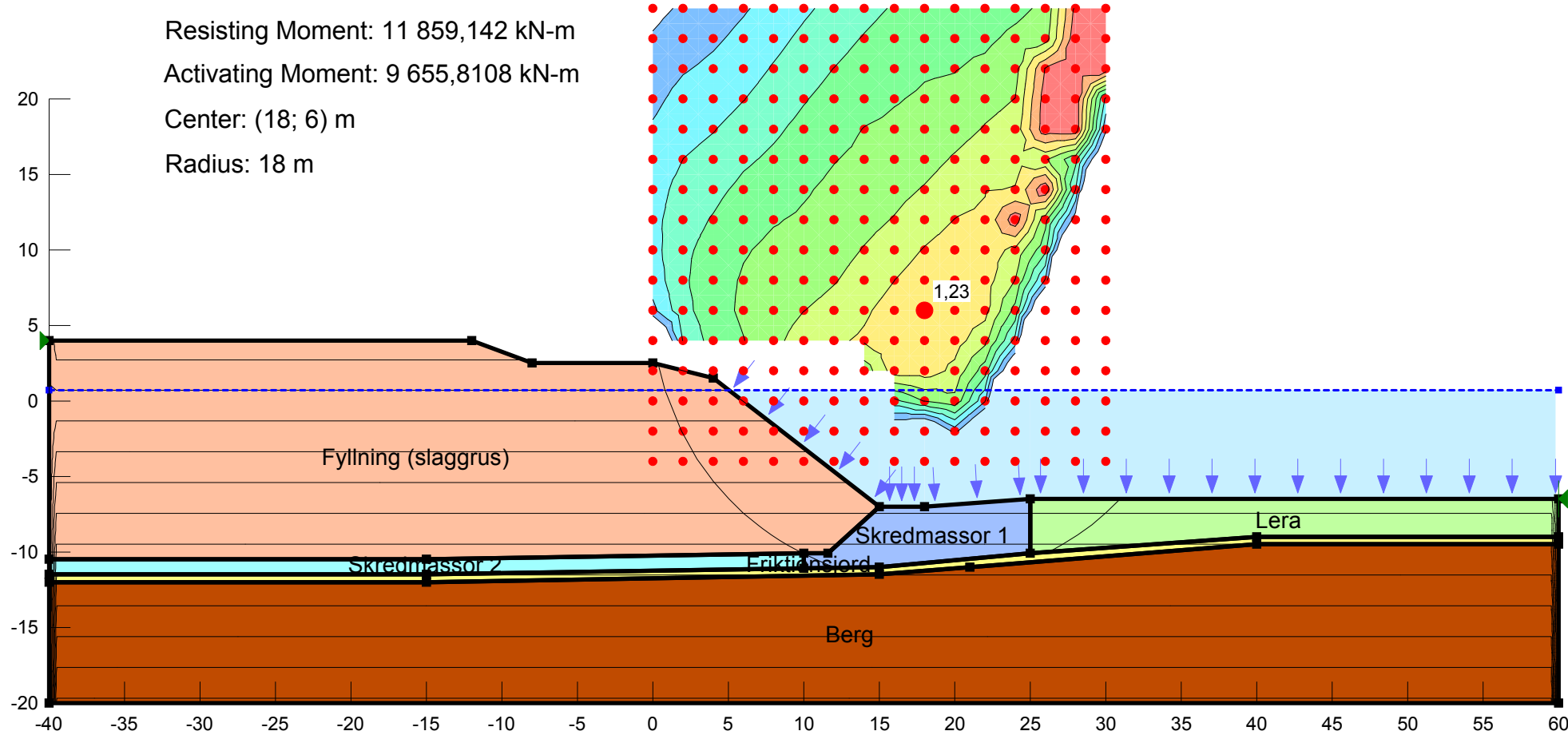
Name: Fyllning (slaggrus)
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 22 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 38 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
 Piezometric Line: 1

Name: Skredmassor 1
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 14 kN/m³
 Cohesion: 10 kPa
 Phi: 0 °
 Piezometric Line: 1

Name: Skredmassor 2
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion: 35 kPa
 Phi: 0 °
 Piezometric Line: 1

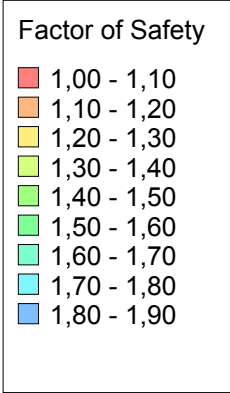
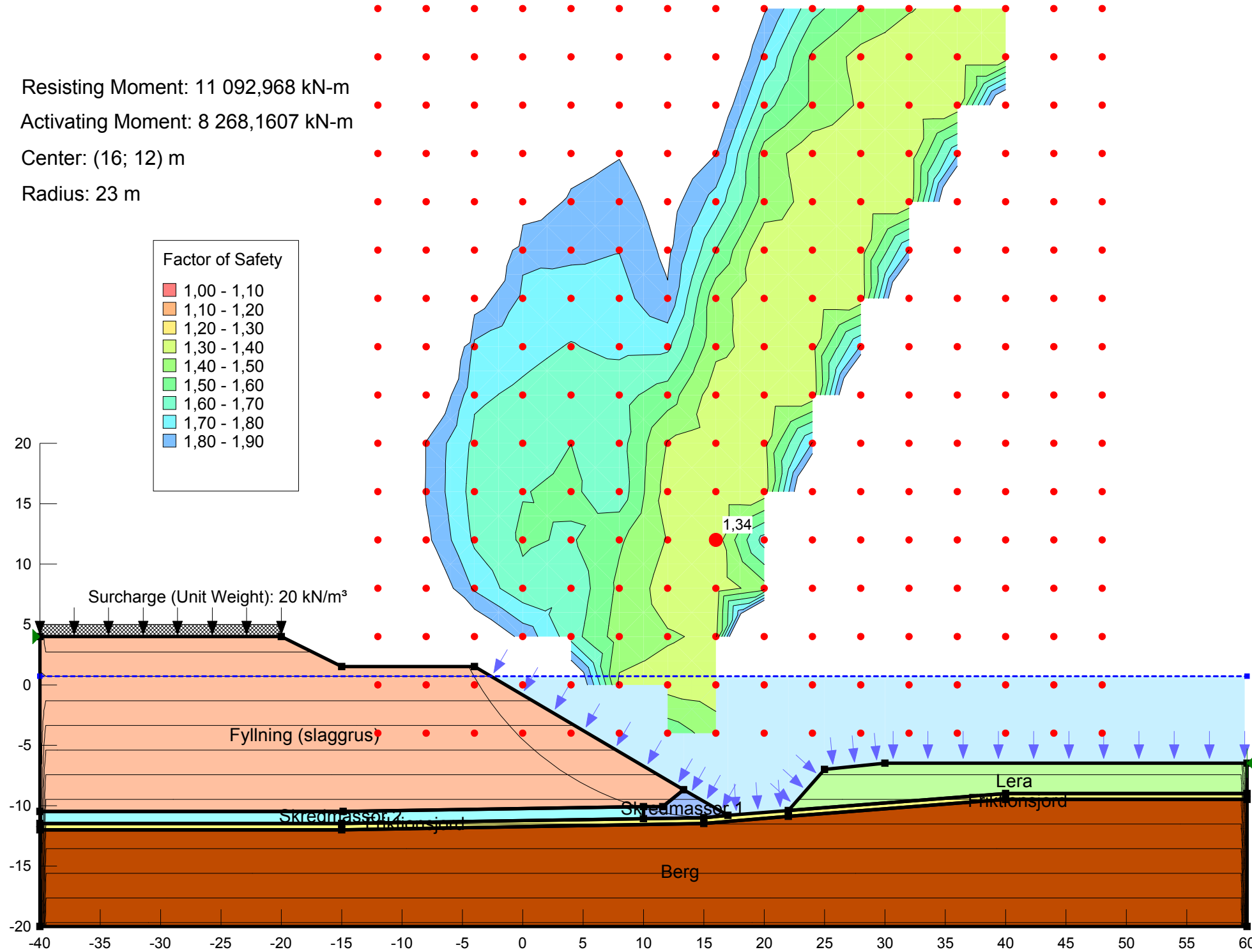
Name: Lera
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 14 kN/m³
 Cohesion: 5 kPa
 Phi: 0 °
 Piezometric Line: 1

Name: Friktionsjord
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1



Lövsta KVV Energihamn
 Sektion C, slänt mot tippområdet - Byggskede
 Avlastning till nivå +1,3
 Odränerad analys

Resisting Moment: 11 092,968 kN-m
 Activating Moment: 8 268,1607 kN-m
 Center: (16; 12) m
 Radius: 23 m



- Name: Berg
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1
- Name: Fyllning (slaggrus)
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 22 kN/m³
 Cohesion': 0 kPa
 Phi': 38 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
 Piezometric Line: 1
- Name: Skredmassor 1
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 14 kN/m³
 Cohesion': 10 kPa
 Phi': 0 °
 Piezometric Line: 1
- Name: Skredmassor 2
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 14 kN/m³
 Cohesion': 35 kPa
 Phi': 0 °
 Piezometric Line: 1
- Name: Lera
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 14 kN/m³
 Cohesion': 5 kPa
 Phi': 0 °
 Piezometric Line: 1
- Name: Friktionsjord
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

Lövsta KVV Energihamn
Sektion C, slänt mot tippområdet - Ny slänt
Slänt 1:1,7
Odränerad analys

Name: Erosionsskydd (sprängsten)
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 23 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 20 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Fyllning (slaggrus)
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 38 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

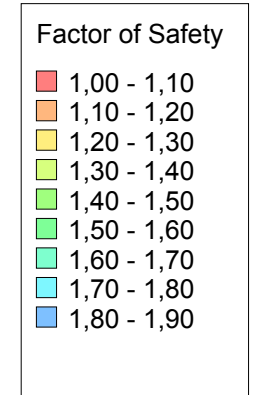
Name: Skredmassor 1
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 14 kN/m³
Cohesion: 10 kPa
Phi: 0 °
Piezometric Line: 1

Name: Skredmassor 2
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17 kN/m³
Cohesion: 35 kPa
Phi: 0 °
Piezometric Line: 1

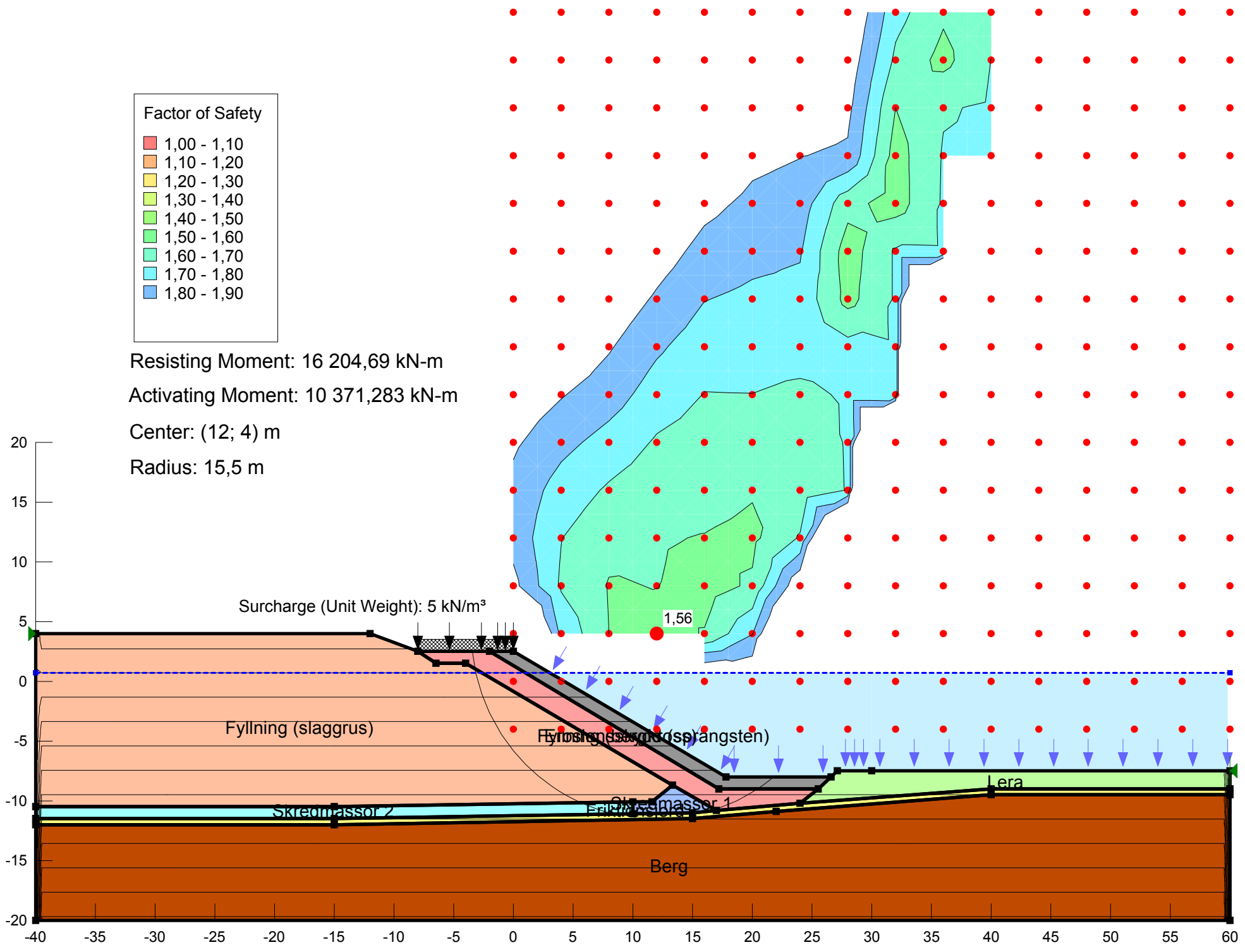
Name: Lera
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 14 kN/m³
Cohesion: 5 kPa
Phi: 0 °
Piezometric Line: 1

Name: Friktionsjord
Model: Bedrock (Impenetrable)
Piezometric Line: 1

Name: Fyllning (bergkross)
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 40 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

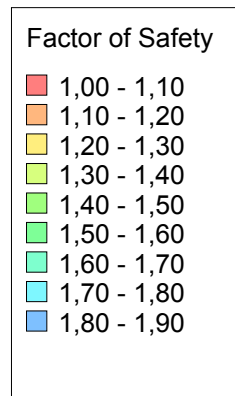


Resisting Moment: 16 204,69 kN-m
Activating Moment: 10 371,283 kN-m
Center: (12; 4) m
Radius: 15,5 m

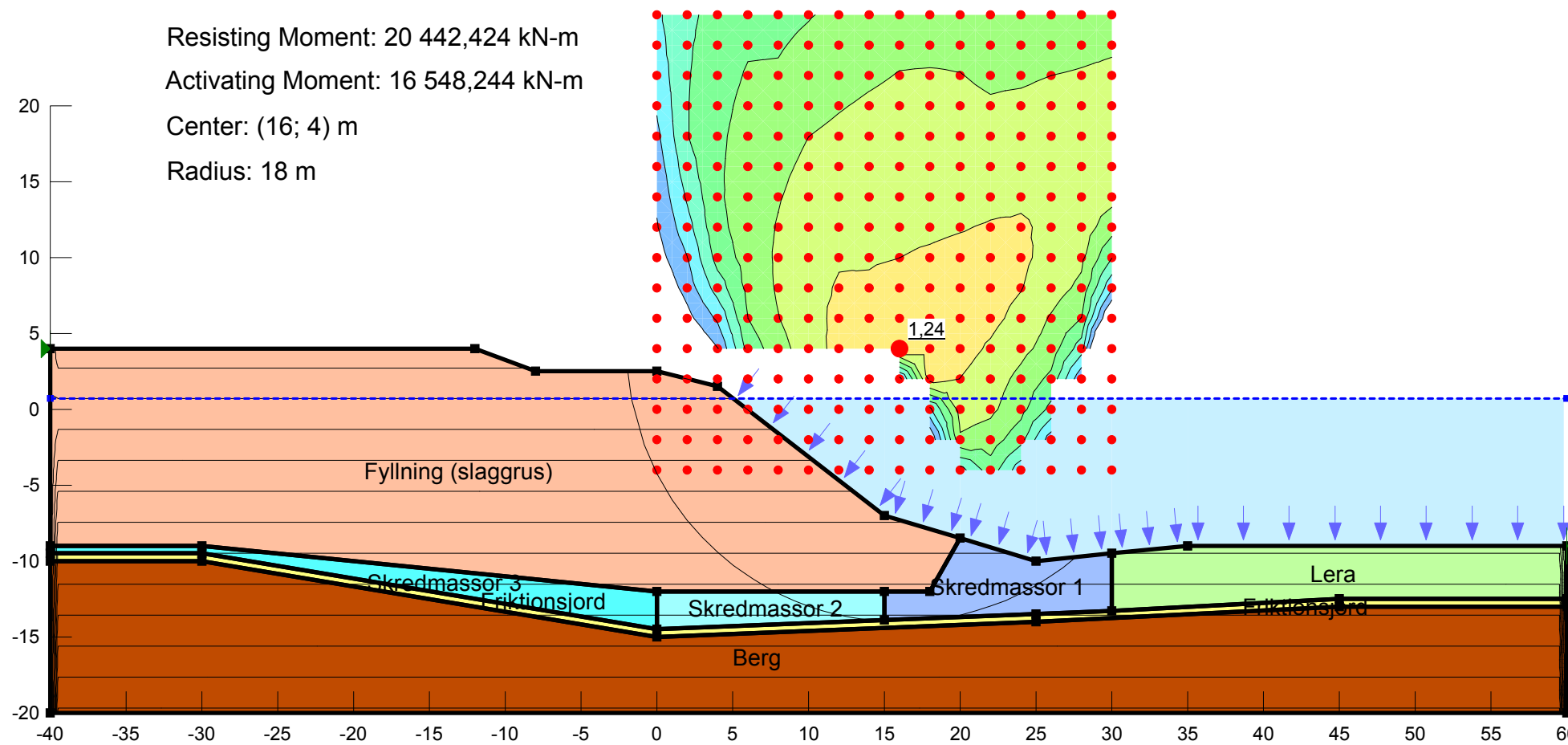


Bilaga 8

Lövsta KVV Energihamn
 Sektion D, slänt mot tippområdet - Befintlig slänt
 Odränerad analys



Resisting Moment: 20 442,424 kN-m
 Activating Moment: 16 548,244 kN-m
 Center: (16; 4) m
 Radius: 18 m



Name: Berg
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

Name: Fyllning (slaggrus)
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 22 kN/m³
 Cohesion': 0 kPa
 Phi': 38 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
 Piezometric Line: 1

Name: Skredmassor 1
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 14 kN/m³
 Cohesion': 10 kPa
 Phi': 0 °
 Piezometric Line: 1

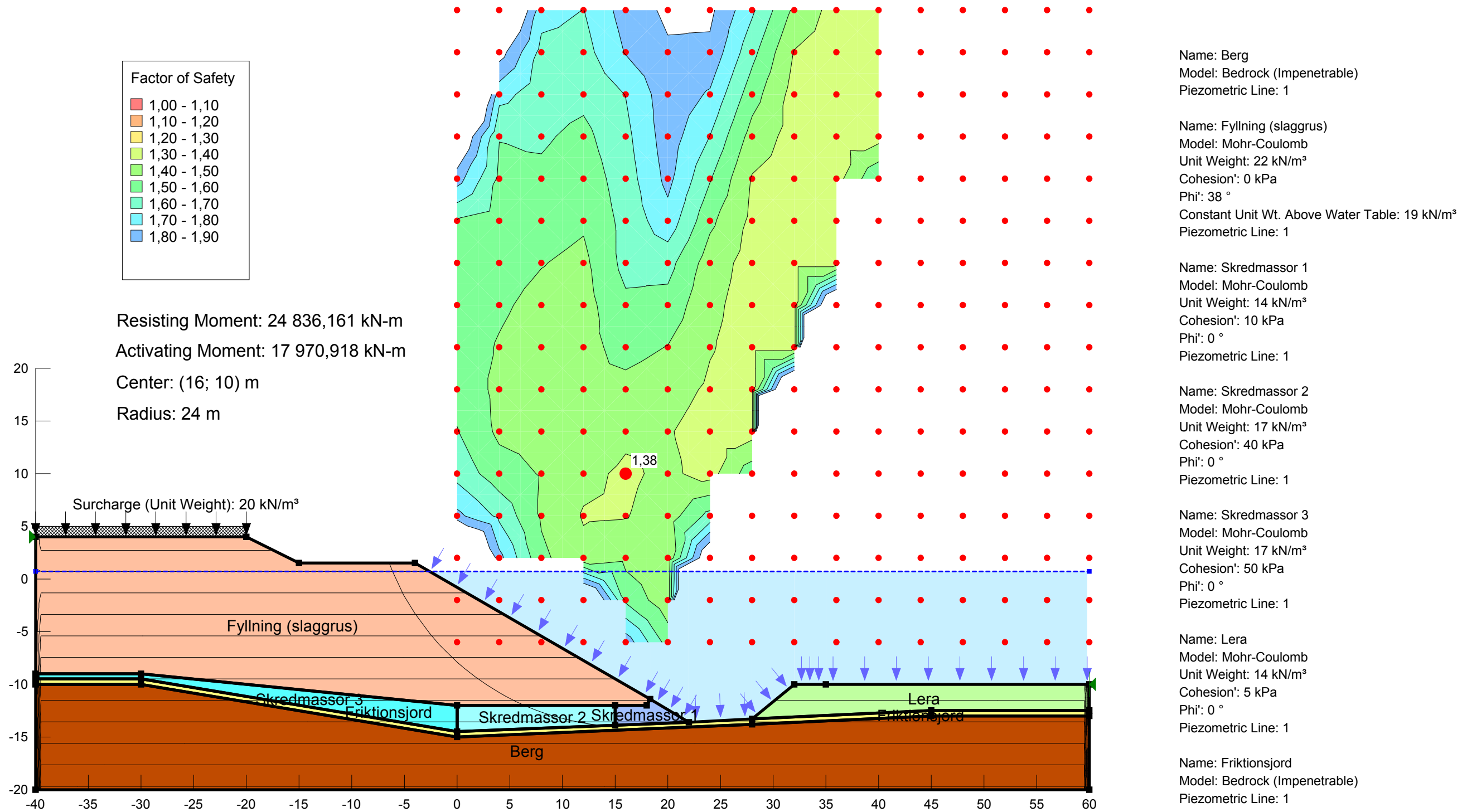
Name: Skredmassor 2
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion': 40 kPa
 Phi': 0 °
 Piezometric Line: 1

Name: Skredmassor 3
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion': 50 kPa
 Phi': 0 °
 Piezometric Line: 1

Name: Lera
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 14 kN/m³
 Cohesion': 5 kPa
 Phi': 0 °
 Piezometric Line: 1

Name: Friktionsjord
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

Lövsta KVV Energihamn
 Sektion D, slänt mot tippområdet - Byggskede
 Avlastning till nivå +1,3
 Odränerad analys



Lövsta KVV Energihamn
 Sektion D, slänt mot tippområdet - Ny slänt
 Slänt 1:1,7
 Odränerad analys

Name: Erosionsskydd (sprängsten)
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 23 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 45 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 20 kN/m³
 Piezometric Line: 1

Name: Fyllning (slaggrus)
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 22 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 38 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
 Piezometric Line: 1

Name: Skredmassor 1
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 14 kN/m³
 Cohesion: 10 kPa
 Phi: 0 °
 Piezometric Line: 1

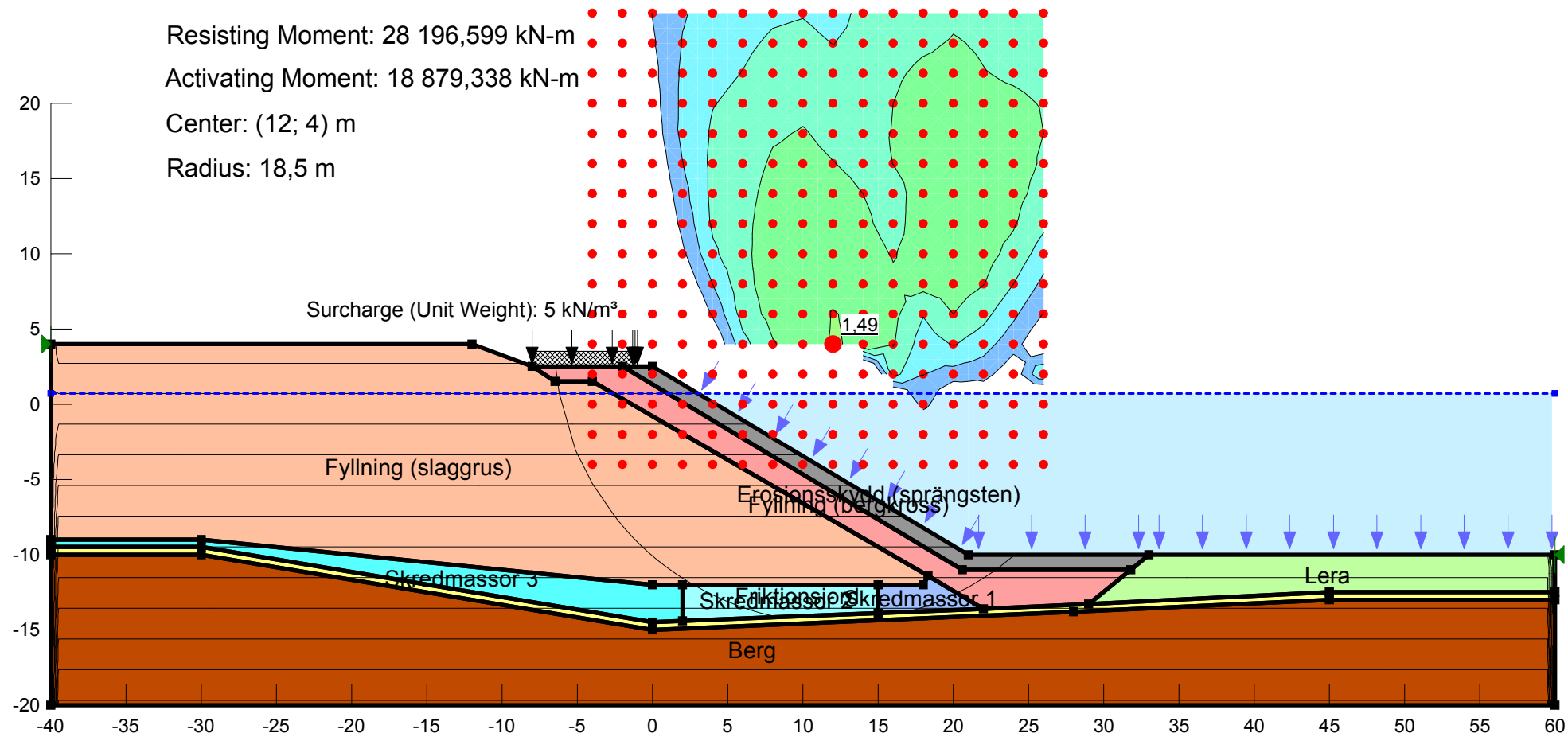
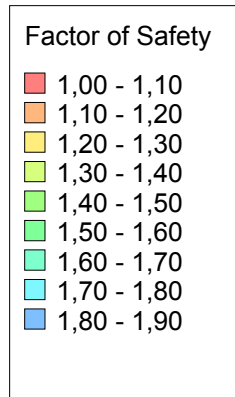
Name: Skredmassor 2
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion: 40 kPa
 Phi: 0 °
 Piezometric Line: 1

Name: Skredmassor 3
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion: 60 kPa
 Phi: 0 °
 Piezometric Line: 1

Name: Lera
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 14 kN/m³
 Cohesion: 5 kPa
 Phi: 0 °
 Piezometric Line: 1

Name: Friktionsjord
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

Name: Fyllning (bergkross)
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 22 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 40 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
 Piezometric Line: 1



Lövsta KVV Energihamn
Stabilitet - Västra tippet

Rev	Datum		Revideringen avser		Signatur
Dokumentnamn					
A977 Stabilitet Västra tippet.docx					
Granskad av: Hans Klingenberg				Granskningsdatum	
Upprättad av: David Horn					
2019-10-01	Solna	David Horn	Lövsta KVV Energihamn	A977	-
Datum	Ort	Namn	Arbetsnamn	Uppdragsnr.	Rev

Upprättad av
David Horn

Ort, datum
2019-10-01

Uppdragsnummer
A977

Reviderad den

Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	1
0 ALLMÄNT	2
0.1 STYRANDE DOKUMENT	2
1 ADMINISTRATIVA UPPGIFTER	3
2 STABILITETSKONTROLL	3
3 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	3
3.1 PLAN- OCH HÖJDSYSTEM	3
3.2 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR	3
3.3 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	4
3.3.1 Jordprofil, sektion 1	4
3.3.2 Jordprofil, sektion 2	5
3.3.3 Hydrologiska förhållanden	5
3.4 MATERIALPARAMETRAR	6
3.4.1 Sektion 1	6
3.4.2 Sektion 2	7
3.5 LASTER	7
4 STABILITETSBERÄKNINGAR	8
4.1 GEOTEKNISK KATEGORI	8
4.2 SÄKERHETSFAKTOR	8
4.3 BERÄKNINGSMODELL	8
4.4 RESULTAT	9

Upprättad av
David Horn

Ort, datum
2019-10-01

Uppdragsnummer
A977

Reviderad den

Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn

Bilagor

1. MUR med tillhörande ritningar, upprättad av Sweco 2019-06-17 (Bifogas ej)
2. PM – Geoteknik, upprättad av KFS 2014-09-09 (Bifogas ej)
3. Tolkad jordprofil - sektion 1
4. Tolkad jordprofil - sektion 2
5. Tolkad jordprofil - sektion 3
6. Stabilitetsberäkningar - sektion 1
7. Stabilitetsberäkningar - sektion 2
8. Stabilitetsberäkningar - sektion 3

Upprättad av
David Horn

Ort, datum
2019-10-01

Uppdragsnummer
A977

Reviderad den

Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn

SAMMANFATTNING

På uppdrag av Stockholm Exergi utför KFS en stabilitetsutredning av området väster om Västra tippen.

Stabilitetsberäkningar har utförts i tre sektioner i befintlig slänt med odränerad och kombinerad analys. Den odränerade analysen är styrande och kravnivån för denna i kohesionsjord är $F_c > 1,5$.

Med antagen jordlagerföljd och antagna materialparameterar varierar säkerhetsfaktorn i kontrollerade sektioner mellan **1,1-1,3**.

Beräkningarna ska ses som en känslighetsanalys som verifierar att befintliga slänter inte uppfyller samhällets krav för att bygga i eller i direkt anslutning till analyserade sektioner.

Upprättad av
David Horn

Ort, datum
2019-10-01

Uppdragsnummer
A977

Reviderad den

Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn

0 ALLMÄNT

0.1 Styrande dokument

Grundförfattning:

BFS 2015:6 EKS 10

beslutade 2015-10-27

Tekniska råd:

TK Geo 13 (TDOK 2013:0667)

IEG Rapport 2:2008, Rev 3

IEG Rapport 6:2008, Rev 1

Trafikverkets tekniska krav för geokonstruktioner

Tillämpningsdokument Grunderna i Eurokod 7

Tillämpningsdokument EN 1997-1 Kapitel 11 och 12,

Slänter och bankar

IEG Rapport 4:2010

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

Skredkommissionens rapport 3:95

Anvisningar för släntstabilitetsutredningar

Beräkningsstandard:

SS-EN 1997 (EK7),

1997-1

publicerad 2010-04-27

1997-1:2005/AC:2009

publicerad 2009-03-26

Upprättad av
David Horn

Ort, datum
2019-10-01

Uppdragsnummer
A977

Reviderad den

Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn

1 ADMINISTRATIVA UPPGIFTER

Konstruktör: KFS AnläggningsKonstruktörer AB

Kontaktpersoner: Hans Klingenberg, hans.klingenberg@kfs.se, 08-470 05 62
David Horn, david.horn@kfs.se, 08-470 05 71

Beställare: Stockholm Exergi

KFS AnläggningsKonstruktörer AB:s ledningssystem är certifierat i enlighet med
SS-EN ISO 9001:2015 och SS-EN ISO 14001:2015.

Certifieringsnummer: 5080, 5080 M.

Certifieringsorgan: RISE Research Institute of Sweden.

2 STABILITETSKONTROLL

Stabilitetsberäkningar har utförts i två sektioner längs tippområdet slänter utanför Västra tippen.

3 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

3.1 Plan- och höjdsystem

Höjdsystem: RH 2000

Koordinatsystem: SWEREF 99 18 00

3.2 Utförda undersökningar

Undersökningar utförda av Sweco inom detta projekt redovisas i bilaga 1.

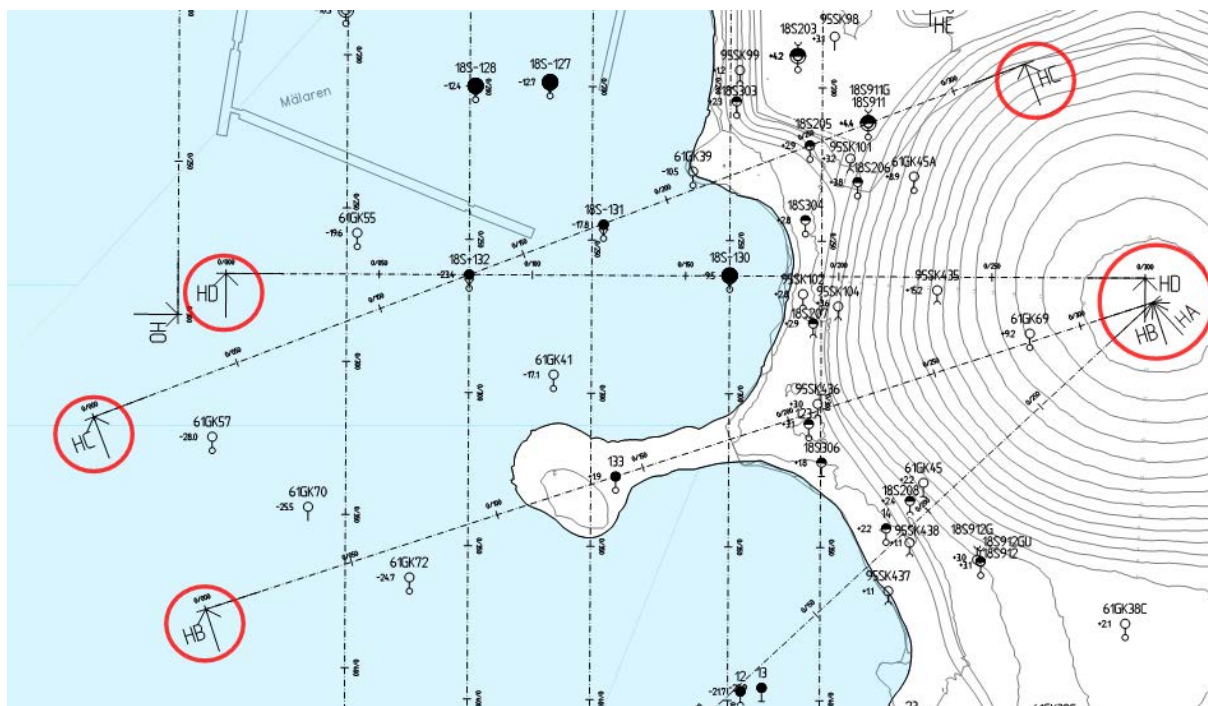
Ort, datum 2019-10-01 Uppdragsnummer A977

Upprättad av David Horn

Reviderad den Arbetsnamn Lövsta KVV Energihamn

3.3 Geotekniska förhållanden

Undersökningspunkterna i sektionerna HB, HC och HD utgör underlag för bedömning av grundförhållandena i studerade sektioner, se [figur 3.1](#).



Figur 3.1. Läge för sektion HB, HC och HD. (Utdrag ur Swecos ritning 100-G-11-01)

3.3.1 Jordprofil, sektion 1

Punkterna i sektion HB utgör underlag för bedömning av grundförhållandena i sektion 1. Tolkad jordprofil i sektion 1 redovisas i [bilaga 3](#).

Nivå släntkrön: +2,0

Nivå släntfot: -25

Fyllningen bedöms i huvudsak bestå av sprängsten. Släntens teoretiska lutning mot vattnet är 1:1,4.

Utanför fyllningen finns omblandade lösa lermassor (skredmassor) med en mäktighet på mellan 10 m och 15 m. Mäktigheten på skredmassorna under fyllningen bedöms varieras mellan 5 m och 10 m.

Under skredmassorna finns ett lager med friktionsjord med en mäktighet på mellan 0 m och 5 m.

Djupet till berg från medelvattenytan varierar mellan 30 m och 45 m. Lutningen på fast botten är 1:10 mot vattnet.

Upprättad av
David Horn

Ort, datum
2019-10-01

Uppdragsnummer
A977

Reviderad den

Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn

3.3.2 Jordprofil, sektion 2

Punkterna i sektion HD utgör underlag för bedömning av grundförhållandena i sektion 2. Tolkad jordprofil i sektion 2 redovisas i [bilaga 4](#).

Nivå släntkrön: +3,0

Nivå släntfot: -11

Fyllningen bedöms i huvudsak bestå av svenskt slaggrus. Släntens teoretiska lutning mot vattnet varierar mellan 1:1,4 och 1:2,5.

Utanför fyllningen finns omblandade lösa lermassor (skredmassor) med en mäktighet på mellan 5 m och 20 m. Mäktigheten på skredmassorna under fyllningen bedöms varierar mellan 0 m och 15 m.

Under lerlagret finns ett lager med friktionsjord med en mäktighet på mellan 0 m och 5 m.

Djupet till berg från medelvattenytan varierar mellan 25 m och 38 m.

3.3.3 Jordprofil, sektion 3

Punkterna i sektion HD utgör underlag för bedömning av grundförhållandena i sektion 2. Tolkad jordprofil i sektion 2 redovisas i [bilaga 5](#).

Nivå släntkrön: +2,0

Nivå släntfot: -15

Fyllningen bedöms i huvudsak bestå av sprängsten. Släntens teoretiska lutning mot vattnet varierar mellan 1:1,3 och 1:3.

Utanför fyllningen finns omblandade lösa lermassor (skredmassor) med en mäktighet på mellan 5 m och 10 m. Mäktigheten på skredmassorna under fyllningen bedöms varierar mellan 0 m och 5 m.

Under lerlagret finns ett lager med friktionsjord med en mäktighet på mellan 0 m och 5 m.

Djupet till berg från medelvattenytan varierar mellan 28 m och 30 m.

3.3.4 Hydrologiska förhållanden

Mälaren är en reglerad sjö med relativt små vattenståndsvariationerna. Grundvattennivån i markplanet bakom sprängstensvallen styrs huvudsakligen av vattenståndet i Mälaren.

I beräkningarna antas vattennivån +0,7, vilket ungefär motsvarar MLW = +0,69.

Ort, datum
2019-10-01

Uppdragsnummer
A977

Upprättad av
David Horn

Reviderad den

Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn

3.4 Materialparametrar

Valda materialparametrar för stabilitetsberäkningarna redovisas i följande avsnitt. Materialparametrarna har valts enligt PM – Geoteknik, se bilaga 2.

Hållfasthetsegenskaper för friktionsjord har valts utifrån tabell 5.2-3 i TK Geo 13.

Leran förutsätts vara normalkonsoliderad. Den odränerade skjuvhållfastheten i kohesionsjord har bestämts empiriskt utifrån jordens förkonsolideringstryck genom följande samband:

$$c_{uk} = \alpha \cdot \sigma'_c \quad \alpha = 0,33 \text{ vid aktiv skjuvning}$$

3.4.1 Sektion 1

Tabell 3.1. Materialparametrar för beräkning av stabilitet i sektion 1.

Material	Tunghet		Friktionsvinkel	Skjuvhållfasthet
	Over	under GWY [kN/m ³]	ϕ_k	c_{uk}
Fyllning med sprängsten ¹⁾	18	10	38°-42°	
Skredmassor 1 utanför strandlinjen ²⁾	17	7		5+1,5·z
Skredmassor 2, innanför strandlinjen ³⁾	17	7		30+1,5·z
Skredmassor 3, innanför strandlinjen ³⁾	17	7		60+1,5·z
Friktionsjord 1, utanför strandlinjen ⁴⁾	18	10	28°	
Friktionsjord 2, innanför strandlinjen ⁵⁾	18	10	35°	

¹⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och friktionsvinkel för fyllning med sprängsten (löst/fast lagrad).

²⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och skjuvhållfasthet för skredmassor med lera.

³⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och skjuvhållfasthet för skredmassor med lera efter konsolidering.

⁴⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och friktionsvinkel för friktionsmaterial (löst lagrad) i vattenområdet.

⁵⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och friktionsvinkel för friktionsmaterial (fast lagrad) under sprängstensvallen.

Ort, datum
 2019-10-01

 Uppdragsnummer
 A977

 Upprättad av
 David Horn

Reviderad den

 Arbetsnamn
 Lövsta KVV Energihamn

3.4.2 Sektion 2

Tabell 3.2. Materialparametrar för beräkning av stabilitet i sektion 2.

Material	Tunghet		Friktionsvinkel	Skjuvhållfasthet
	Over/under GWY [kN/m ³]		ϕ_k	c_{uk}
Fyllning med svenskt slaggrus ¹⁾	19	12	35°-38°	
Skredmassor 1 utanför strandlinjen ²⁾	17	7		5+1,5·z
Skredmassor 2, innanför strandlinjen ³⁾	17	7		60+1,5·z
Skredmassor 3, innanför strandlinjen ³⁾	17	7		90+1,5·z
Skredmassor 4, innanför strandlinjen ³⁾	17	7		120
Friktionsjord 1, utanför strandlinjen ⁴⁾	18	10	28°	
Friktionsjord 2, innanför strandlinjen ⁵⁾	18	10	35°	

¹⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och friktionsvinkel för fyllning med svenskt slaggrus (löst/fast lagrad).

²⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och skjuvhållfasthet för skredmassor med lera.

³⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och skjuvhållfasthet för skredmassor med lera efter konsolidering.

⁴⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och friktionsvinkel för friktionsmaterial (löst lagrad) i vattenområdet.

⁵⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och friktionsvinkel för friktionsmaterial (fast lagrad) under markplanet.

3.4.3 Sektion 3

Tabell 3.3. Materialparametrar för beräkning av stabilitet i sektion 3.

Material	Tunghet		Friktionsvinkel	Skjuvhållfasthet
	Over/under GWY [kN/m ³]		ϕ_k	c_{uk}
Fyllning med sprängsten ¹⁾	18	10	38°-42°	
Skredmassor 1 utanför strandlinjen ²⁾	17	7		20
Skredmassor 2, innanför strandlinjen ³⁾	17	7		30
Skredmassor 3, innanför strandlinjen ³⁾	17	7		80
Friktionsjord ⁴⁾	18	10	28°	

¹⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och friktionsvinkel för fyllning med sprängsten (löst/fast lagrad).

²⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och skjuvhållfasthet för skredmassor med lera.

³⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och skjuvhållfasthet för skredmassor med lera efter konsolidering.

⁴⁾ Karakteristiskt värde för tunghet och friktionsvinkel för friktionsmaterial (löst lagrad).

Ort, datum
2019-10-01

Uppdragsnummer
A977

Upprättad av
David Horn

Reviderad den

Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn

3.5 Laster

Inga laster har antagits påverka befintlig slänt.

4 STABILITETSBERÄKNINGAR

Stabilitetsberäkningar har utförts i sektion 1, sektion 2 och sektion 3.

4.1 Geoteknisk kategori

Geoteknisk kategori väljs till GK2.

4.2 Säkerhetsfaktor

Stabilitetsutredningen har utförts enligt IEG:s Rapport 4:2010 – ”Tillståndsbedömning/ klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar”. I rapporten redovisas riktvärden för val av rekommenderade säkerhetsfaktorer. Rekommenderade säkerhetsfaktorer beror på typ av markanvändning och utredningsnivå.

Vid planläggning får totalsäkerhetsmetod användas för att bedöma om marken är lämplig eller inte för ändamålet. Den geotekniska utredningen ska utföras som minst en detaljerad utredning med följande säkerhetsfaktorer.

- $F_c \geq 1,7-1,5$
- $F_{komb} \geq 1,5-1,4$
- $F_\phi \geq 1,3$

I stabilitetsberäkningarna har en kravnivå på $F_c \geq 1,5$ och $F_{komb} \geq 1,4$ tillämpats.

4.3 Beräkningsmodell

För stabilitetsberäkningar har programmet GeoStudio 2012 Slope/W version 8.13 använts. Beräkningsmodellen är Morgenstern-Price med cirkulärcylindriska glidytor och plana glidytor. Stabilitetsberäkningarna har genomförts som odränerad och kombinerad analys av totalstabiliteten med karakteristiska värden.

Ort, datum
2019-10-01

 Uppdragsnummer
A977

 Upprättad av
David Horn

Reviderad den

 Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn

4.4 Resultat

Resultat från utförda stabilitetsberäkningar redovisas i tabell 4.1.

Tabell 4.1. Resultat från stabilitetsberäkningar. Säkerhetsfaktorer

Bilaga	Sektion	Fall	Kommentar	F_c	F_{komb}
6	1	1	Sprängsten 38° Djup glidyta i lera	1,1	1,1
6	1	2	Sprängsten 42° Djup glidyta i lera	1,2	-
7	2	1a	Fyllning 35° Djup glidyta i lera	1,2	1,2
7	2	1b	Fyllning 35° Ytlig glidyta i lera	1,1	1,1
7	2	2a	Fyllning 38° Djup glidyta i lera	1,2	-
7	2	2b	Fyllning 38° Ytlig glidyta i lera	1,2	-
8	3	1	Sprängsten 38° Djup glidyta i lera	1,2	-
8	3	2	Sprängsten 42° Djup glidyta i lera	1,3	-

Grön markering = Godkänd nivå på säkerhetsfaktor

Röd markering = Icke godkänd nivå på säkerhetsfaktor

För detaljerat resultat se [bilaga 6, 7 och 8](#).

Med antagen jordlagerföljd och antagna materialparameterar varierar säkerhetsfaktorn i sektion 1 mellan **1,1-1,2**, i sektion 2 mellan **1,1-1,2** och i sektion 3 mellan **1,2-1,3**

Beräknade säkerhetsfaktorer är rimliga med hänsyn till att området har varit utsatt för skred och att jordmassorna efter skredet har hittat ett nytt jämviktsläge samt att leran i skredmassorna till viss del har konsoliderat.

Glidyteberäkningar med kombinerad analys, F_{komb} , har utförts i några fall och säkerhetsfaktorn vid dessa beräkningar är i samma storleksordning som vid odränerad analys. Den odränerade analysen blir dimensionerande då höga effektiva normalspänningar förekommer i aktuella glidytebetraktelser, se [figur 4.1](#).

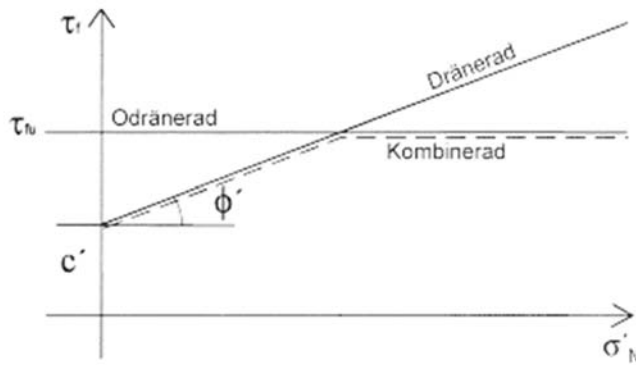
Ort, datum
2019-10-01

Uppdragsnummer
A977

Upprättad av
David Horn

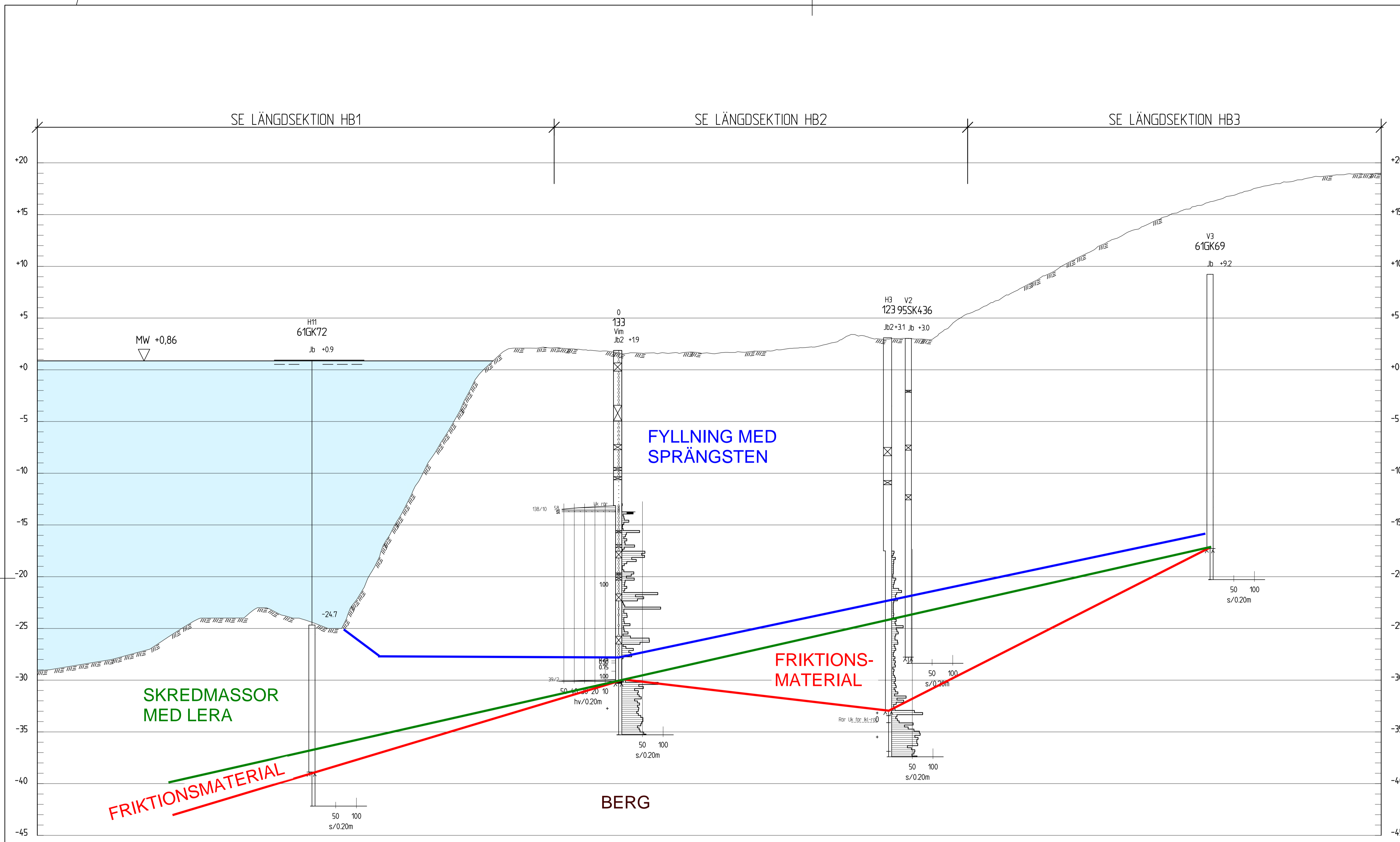
Reviderad den

Arbetsnamn
Lövsta KVV Energihamn



Figur 4.1. Skjuvhållfasthet som funktion av effektiv normalspänning. (SGI Information 19)

Bilaga 3



KOORDINATSYSTEM
 SYSTEM I PLAN: SWEREF 99 18 00
 SYSTEM I HÖJD: RH 2000

HÄNVISNING
 REDOVISNING:
 SE SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM FÖR
 GEOTEKNISKA UTREDNINGAR, VERSION 2001.2, MED
 KOMPLETTERANDE BETECKNINGSBLAG DATERAT
 2016-11-01.
 www.sgf.net.

FÖRKLARINGAR

V5 AVSTÅND TILL SONDERINGSPUNKT
FRÅN SEKTIONENS CENTRUMLINJE

MARKYTA FRÅN TERRÄNGMODELL
OCH INMÄTT SJÖBOTTEN

SEKTIONSINDELNING UTFRÅN DELOMRÅDEN ENL.
FÖLJANDE:

AX - ANLÄGGNING
 DX - DEPONIMRÅDEN
 SX - STRANDLINJE
 HX - HAMNOMRÅDET

ANMÄRKNINGAR

SONDERINGAR 19SXXX OCH 19SVXX UTFÖRDA AV
SWECO CIVIL AB, ÅR 2019.

SONDERINGAR 18SXXX OCH 18S-XXX UTFÖRDA AV
SWECO CIVIL AB, ÅR 2018.

SONDERINGAR 11B TILL 133 UTFÖRDA AV
SWECO INFRASTRUCTURE AB, ÅR 2013.

SONDERINGAR SK99 TILL SK438 UTFÖRDA AV
STOCKHOLMS KONSULT, ÅR 1995.

SONDERINGAR GK4_1 TILL GK8_247 UTFÖRDA AV
STOCKHOLMS GATUKONTOR,
ÅR 1968 OCH 1969.

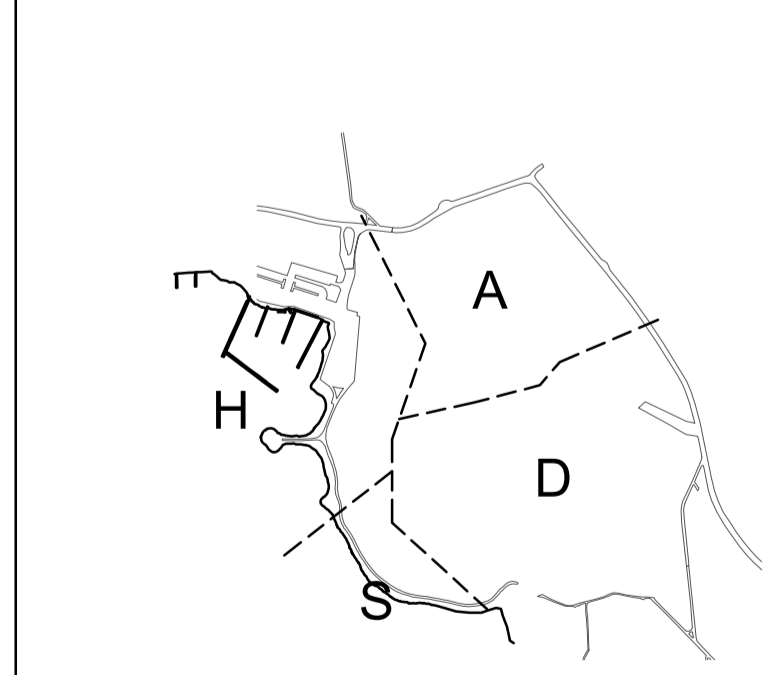
SONDERINGAR 61GK79 TILL 61GK112 UTFÖRDA AV
STOCKHOLMS GATUKONTOR, ÅR 1961.

BET	ANT	ÄNDRING AVSER	DATUM	SIGN
-----	-----	---------------	-------	------

FÖRSTUDIE



OBIKTERINGSFIGUR



GÖDKÄNNANDESTATUS EJ GODKÄND

TEKN OMR	PROJEKT
G	KVV LÖVSTA

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	FÖRETAG
13005526	A. LEDJE	SWECO CIVIL AB

DATUM	GÖDKÄND AV	RITNINGSTYP	FORMAT
2019-06-17	K. FEDOROVA	SEKTION	A1

NYBYGGNATION KRAFTVÄRMEVERK

GEOTEKNISK MARKUNDERSÖKNING
SEKTION HB-HB

SKALA	NUMMER	REV
H=1200 L=1500 (A1)	100-G-11-HB	


SEKTION HB-HB
H 1: 200 L 1: 500

KOORDINATSYSTEM
 SYSTEM I PLAN: SWEREF 99 18 00
 SYSTEM I HÖJD: RH 2000

HÄNVISNING
 REDOVISNING:
 SE SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM FÖR
 GEOTEKNISKA UTREDNINGAR, VERSION 2001:2. MED
 KOMPLETTERANDE BETECKNINGSBLAG DATERAT
 2016-11-01.
 www.sgf.net.

FÖRKLARINGAR

V5 AVSTÅND TILL SONDERINGSPUNKT
FRÅN SEKTIONENS CENTRUMLINJE

 MÅRKYTA FRÅN TERRÅNGMODELL
OCH INMÄTT SJÖBOTTEN

SEKTIONSINDELNING UTFRÅN DELOMRÅDEN ENL.
FÖLJANDE:

AX - ANLÄGGNING
 DX - DEPONIOMRÅDEN

133

SX - STRANDLINJE
 HX - HAMNOMRÅDET

ANMÄRKNINGAR

SONDERINGAR 19SXXX OCH 19SVXX UTFÖRDA AV
SWECO CIVIL AB, ÅR 2019.

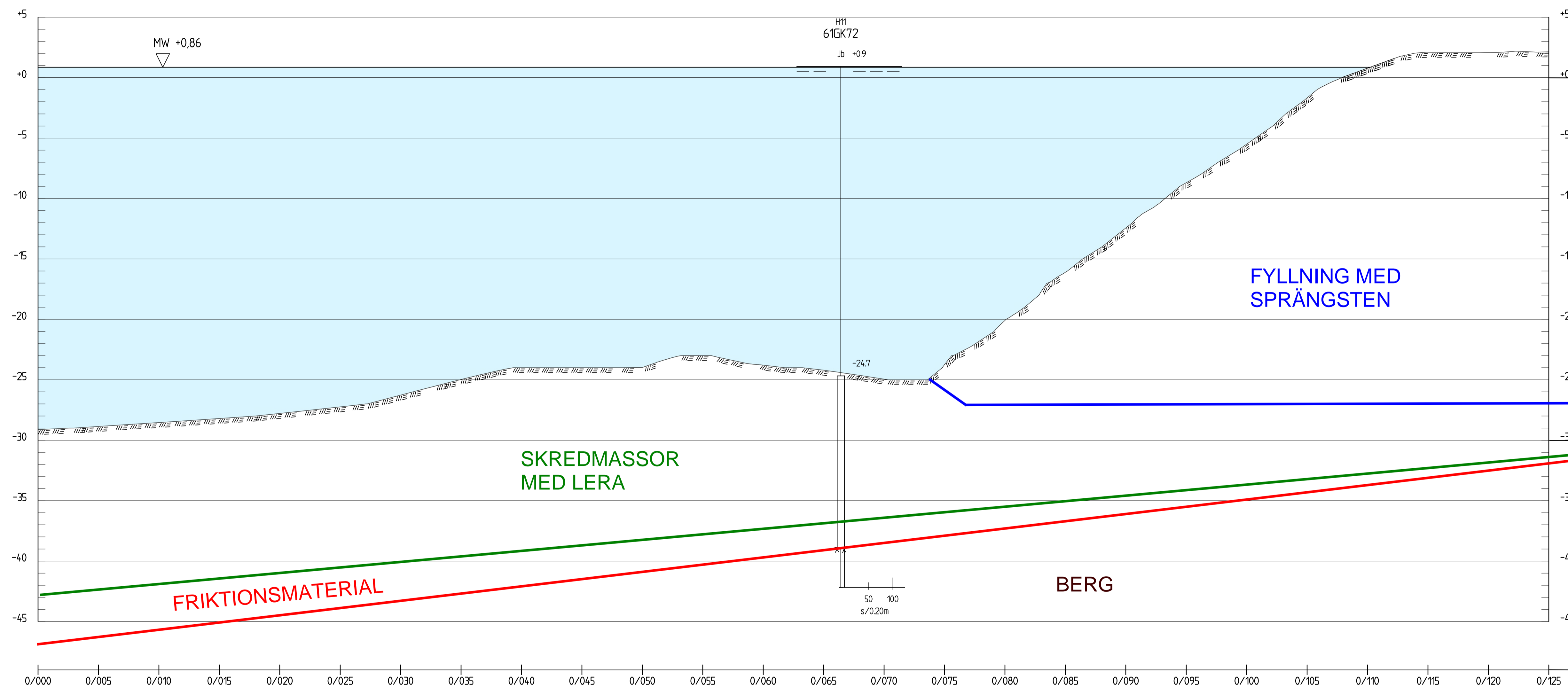
SONDERINGAR 18SXXX OCH 18S-XXX UTFÖRDA AV
SWECO CIVIL AB, ÅR 2018.

SONDERINGAR 11B TILL 133 UTFÖRDA AV
SWECO INFRASTRUCTURE AB, ÅR 2013.

SONDERINGAR SK99 TILL SK438 UTFÖRDA AV
STOCKHOLMS KONSULT, ÅR 1995.

SONDERINGAR GK4_1 TILL GK8_247 UTFÖRDA AV
STOCKHOLMS GATUKONTOR,
ÅR 1968 OCH 1969.

SONDERINGAR 61GK79 TILL 61GK112 UTFÖRDA AV
STOCKHOLMS GATUKONTOR, ÅR 1961.

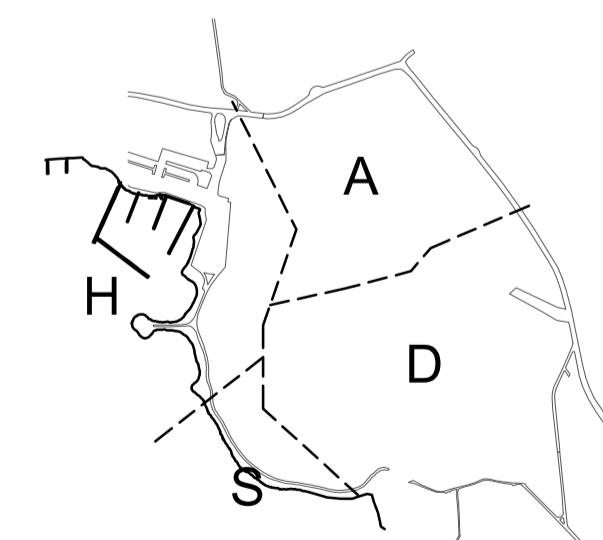


BET	ANT	ÄNDRING AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE



OBIENTERINGSGIFUR



GÖDKÄNNANDESTATUS
EJ GODKÄND

TEKN OMR	PROJEKT
G	KVV LÖVSTA
UPPDRAG NR 13005526	RITAD/KONSTR AV A. LEDJE
DATUM 2019-06-17	FÖRETAG SWECO CIVIL AB
GODKÄND AV K. FEDOROVA	RITNINGSTYP SEKTION
	FORMAT A1

NYBYGGNATION KRAFTVÄRMEVERK

GEOTEKNISK MARKUNDERSÖKNING
SEKTION HB-HB, DEL HB1

SKALA	NUMMER	REV
1200 (A1)	100-G-11-HB1	

SEKTION HB1
1:200

Bilaga 4

KOORDINATSYSTEM

SYSTEM I PLAN: SWEREF 99 18 00
SYSTEM I HÖJD: RH 2000

HÄNVISNING

REDOVISNING:
SE SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM FÖR
GEOTEKNISKA UTREDNINGAR, VERSION 2001.2. MED
KOMPLETTERANDE BETECKNINGSBLAG DATERAT
2016-11-01.
www.sgf.net.

FÖRKLARINGAR

- V5 AVSTÅND TILL SONDERINGSPUNKT FRÅN SEKTIONENS CENTRUMLINJE
- MARKYTA FRÅN TERRÄNGMODELL OCH INMÄTT SJÖBOTTEN
- SEKTIONSINDELNING UTFRÅN DELOMRÅDEN ENL. FÖLJANDE:
 - AX - ANLÄGGNING
 - DX - DEPONIOMRÅDEN
 - SX - STRANDLINJE
 - HX - HAMNOMRÅDET

ANMÄRKNINGAR

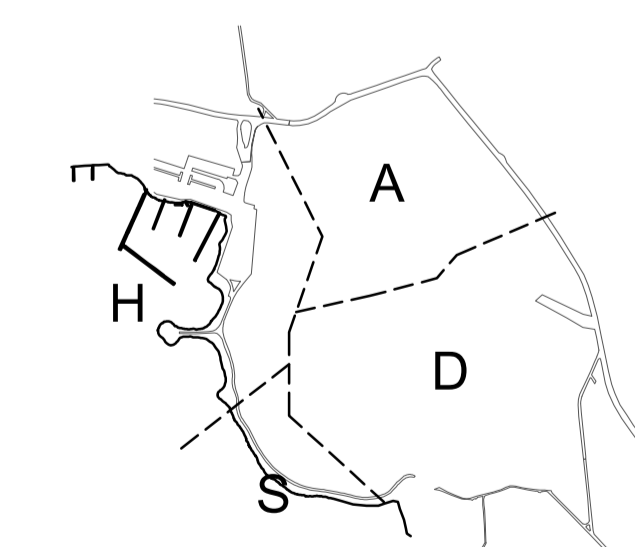
- SONDERINGAR 19SXXX OCH 19SVXX UTFÖRDA AV SWECO CIVIL AB, ÅR 2019.
- SONDERINGAR 18SXXX OCH 18S-XXX UTFÖRDA AV SWECO CIVIL AB, ÅR 2018.
- SONDERINGAR 11B TILL 133 UTFÖRDA AV SWECO INFRASTRUCTURE AB, ÅR 2013.
- SONDERINGAR SK99 TILL SK438 UTFÖRDA AV STOCKHOLMS KONSULT, ÅR 1995.
- SONDERINGAR GK4_1 TILL GK8_247 UTFÖRDA AV STOCKHOLMS GATUKONTOR, ÅR 1968 OCH 1969.
- SONDERINGAR 61GK79 TILL 61GK112 UTFÖRDA AV STOCKHOLMS GATUKONTOR, ÅR 1961.

BET	ANT	ÄNDRING AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE



OBIENTERINGSGIFUR



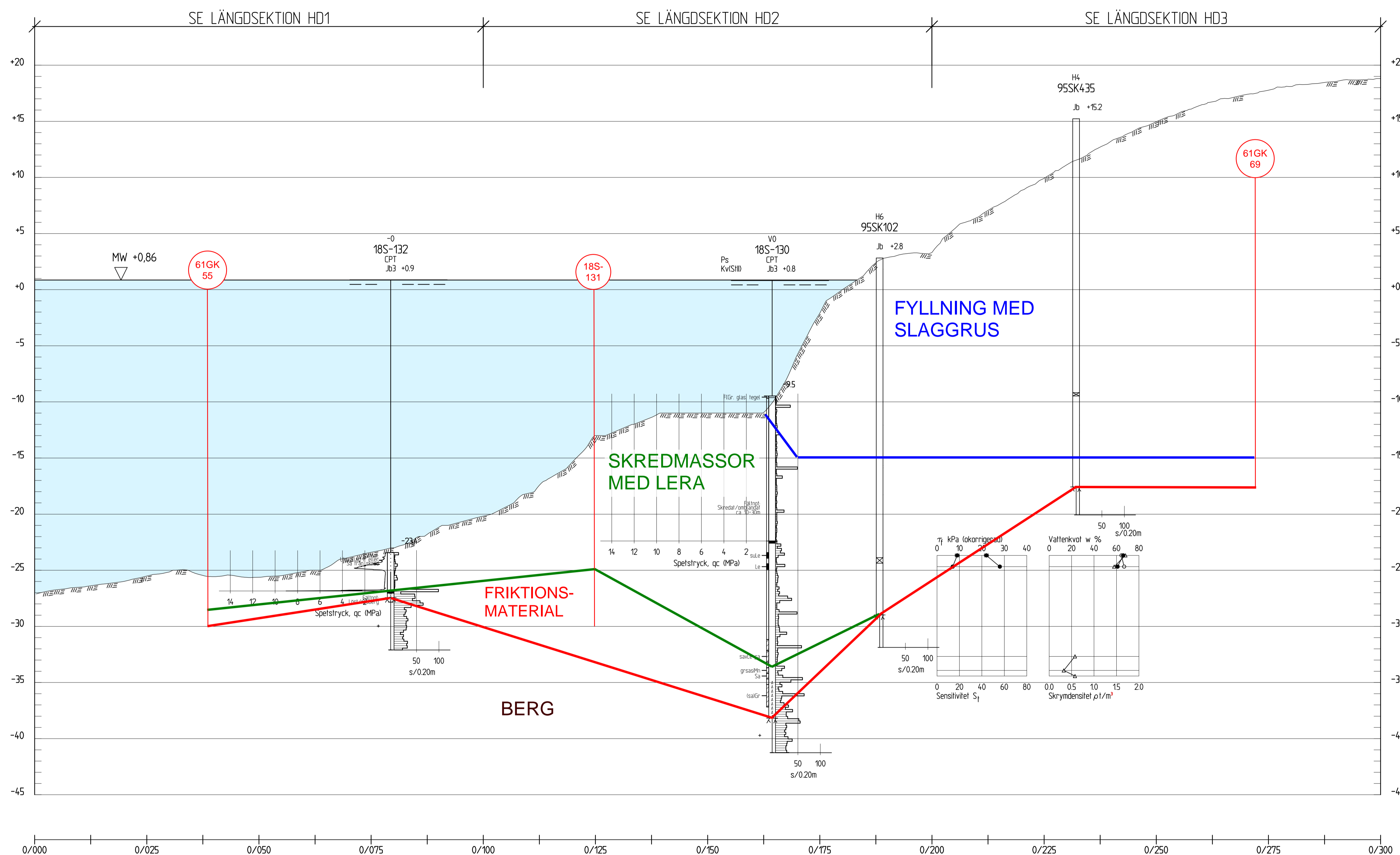
GÖDKÄNNESTATUS: **EJ GODKÄND**

TEKN OMR	PROJEKT	KVV LÖVSTA	
G			
UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	FORETAG	
13005526	A. LEDJE	SWECO CIVIL AB	
DATUM	GODKÄND AV	RITNINGSTYP	FORMAT
2019-06-17	K. FEDOROVA	SEKTION	A1

NYBYGGNATION KRAFTVÄRMEVERK

GEOTEKNISK MARKUNDERSÖKNING
SEKTION HD-HD

SKALA	NUMMER	REV
H=1200 L=1500 (A1)	100-G-11-HD	



SEKTION HD-HD
H 1:200 L 1:500

KOORDINATSYSTEM
 SYSTEM I PLAN: SWEREF 99 18 00
 SYSTEM I HÖJD: RH 2000

HÄNVISNING
 REDOVISNING:
 SE SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM FÖR
 GEOTEKNISKA UTREDNINGAR, VERSION 2001.2. MED
 KOMPLETTERANDE BETECKNINGSBLAG DATERAT
 2016-11-01.
 www.sgf.net.

FÖRKLARINGAR

V5 AVSTÅND 95SK 435 DERINGSPUNKT FRÅN SEKT 131 ENTRUMLINJE

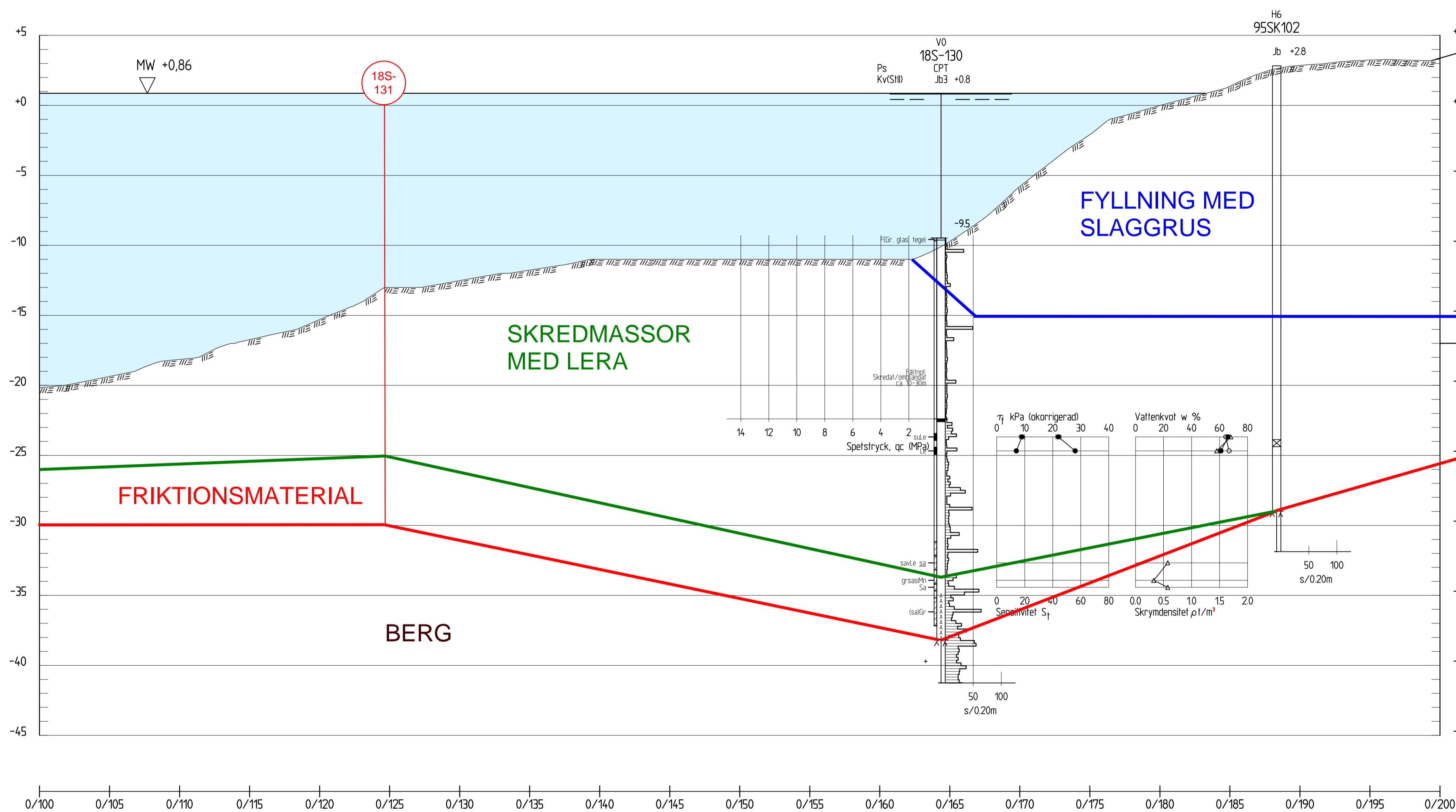
MÄRKTA FRÅN TERRÄNGMODELL OCH INMÄTT SJÖBOTTEN

SEKTIONSINDELNING UTFRÅN DELOMRÅDEN ENL. FÖLJANDE:

- AX - ANLÄGGNING
- DX - DEPONIOMRÅDEN
- SX - STRANDLINJE
- HX - HAMNOMRÅDET

ANMÄRKNINGAR

- SONDERINGAR 19SXXX OCH 19SVXX UTFÖRDA AV SWECO CIVIL AB, ÅR 2019.
- SONDERINGAR 18SXXX OCH 18S-XXX UTFÖRDA AV SWECO CIVIL AB, ÅR 2018.
- SONDERINGAR 11B TILL 133 UTFÖRDA AV SWECO INFRASTRUCTURE AB, ÅR 2013.
- SONDERINGAR SK99 TILL SK438 UTFÖRDA AV STOCKHOLMS KONSULT, ÅR 1995.
- SONDERINGAR GK4_1 TILL GK8_247 UTFÖRDA AV STOCKHOLMS GATUKONTOR, ÅR 1968 OCH 1969.
- SONDERINGAR 61GK79 TILL 61GK112 UTFÖRDA AV STOCKHOLMS GATUKONTOR, ÅR 1961.



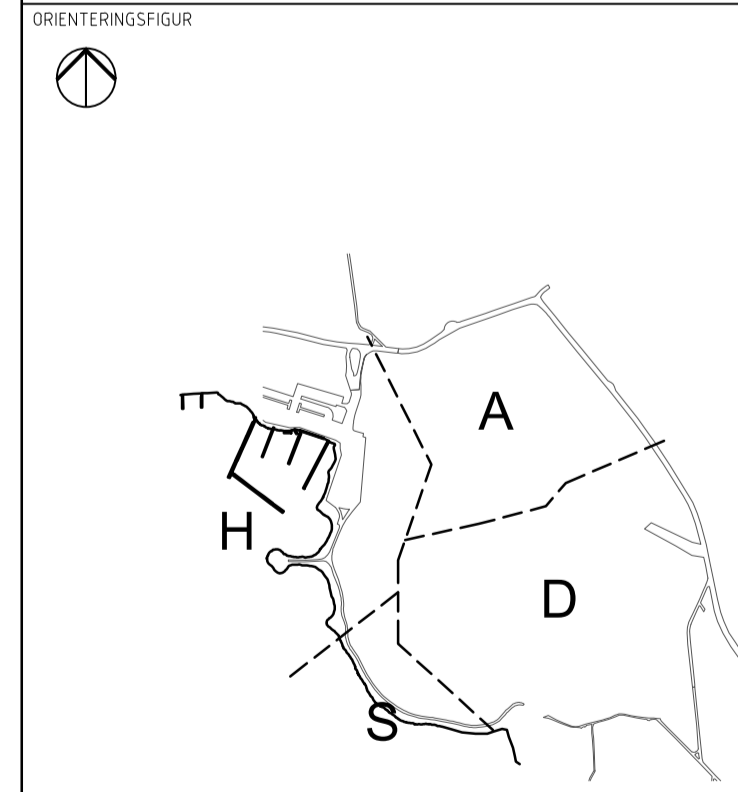
SEKTION HD2
 1:200

BET	ANT	ÄNDRING AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE

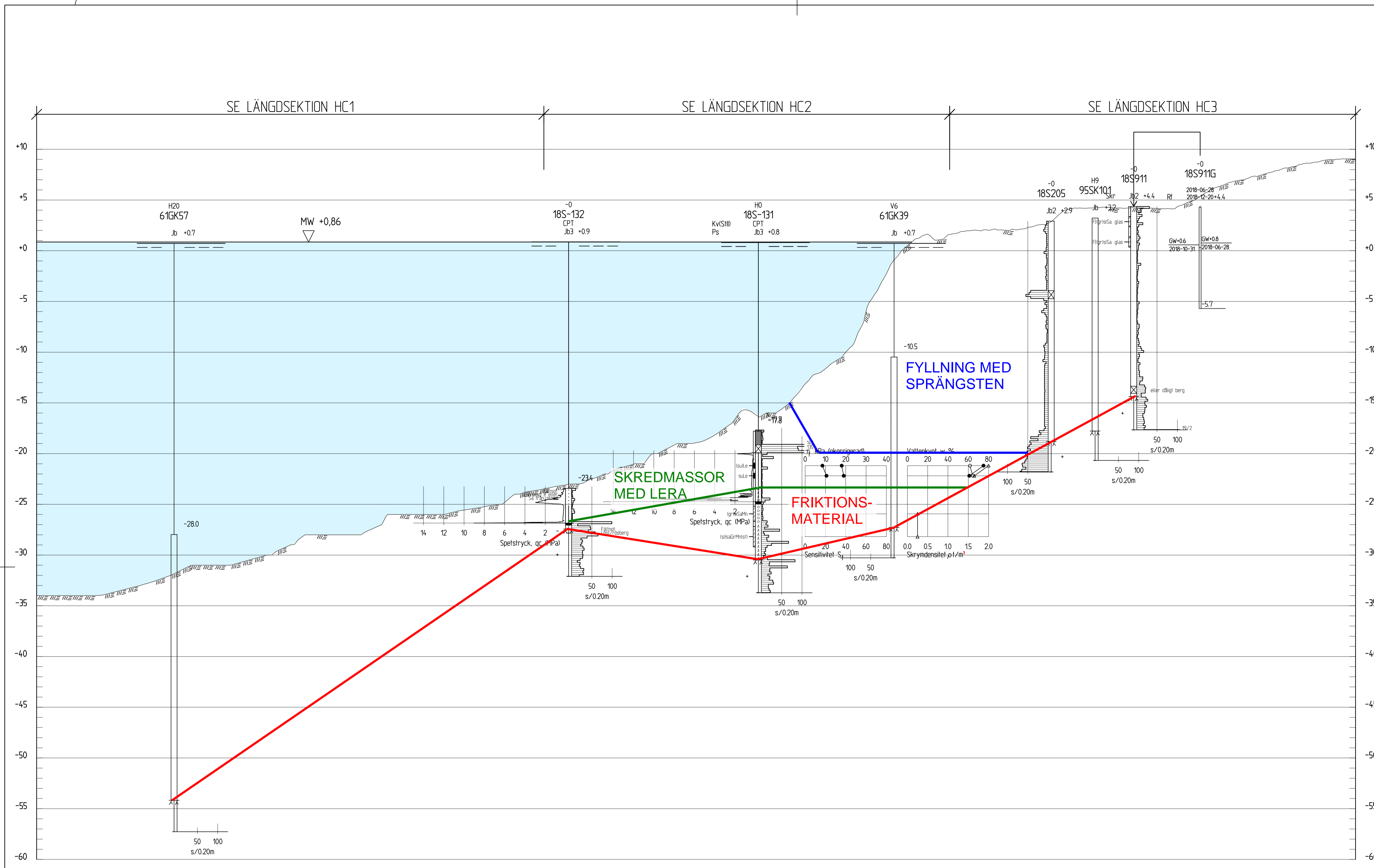
stockholm
 exergi

SWECO



GODKÄNNESTATUS			
EJ GODKÄND			
TEKN OMR	PROJEKT	KVV LÖVSTA	
G			
UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	FÖRETAG	
13005526	A. LEDJE	SWECO CIVIL AB	
DATUM	GODKÄND AV	RITNINGSTYP	FORMAT
2019-06-17	K. FEDOROVA	SEKTION	A1
NYBYGGNATION KRAFTVÄRMEVERK			
GEOTEKNISK MARKUNDERSÖKNING			
SEKTION HD-HD, DEL HD2			
SKALA	NUMMER	REV	
1:200 (A1)	100-G-11-HD2		

Bilaga 5



KOORDINATSYSTEM
 SYSTEM I PLAN: SWEREF 99 18 00
 SYSTEM I HÖJD: RH 2000

HÄNVISNING
 REDOVISNING:
 SE SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM FÖR
 GEOTEKNISKA UTREDNINGAR, VERSION 2001.2. MED
 KOMPLETTERANDE BETECKNINGSBLAG DATERAT
 2016-11-01.
 www.sgf.net.

FÖRKLARINGAR

V5 AVSTÅND TILL SONDERINGSPUNKT
FRÅN SEKTIONENS CENTRUMLINJE

MARKYTA FRÅN TERRÄNGMODELL
OCH INMÄTT SJÖBOTTEN

SEKTIONSINDELNING UTFRÅN DELOMRÅDEN ENL.
FÖLJANDE:

AX - ANLÄGGNING
 DX - DEPONIOMRÅDEN
 SX - STRANDLINJE
 HX - HAMNOMRÅDET

ANMÄRKNINGAR

SONDERINGAR 19SXXX OCH 19SVXX UTFÖRDA AV
SWECO CIVIL AB, ÅR 2019.

SONDERINGAR 18SXXX OCH 18S-XXX UTFÖRDA AV
SWECO CIVIL AB, ÅR 2018.

SONDERINGAR 11B TILL 133 UTFÖRDA AV
SWECO INFRASTRUCTURE AB, ÅR 2013.

SONDERINGAR SK99 TILL SK438 UTFÖRDA AV
STOCKHOLMS KONSULT, ÅR 1995.

SONDERINGAR GK4_1 TILL GK8_247 UTFÖRDA AV
STOCKHOLMS GATUKONTOR,
ÅR 1968 OCH 1969.

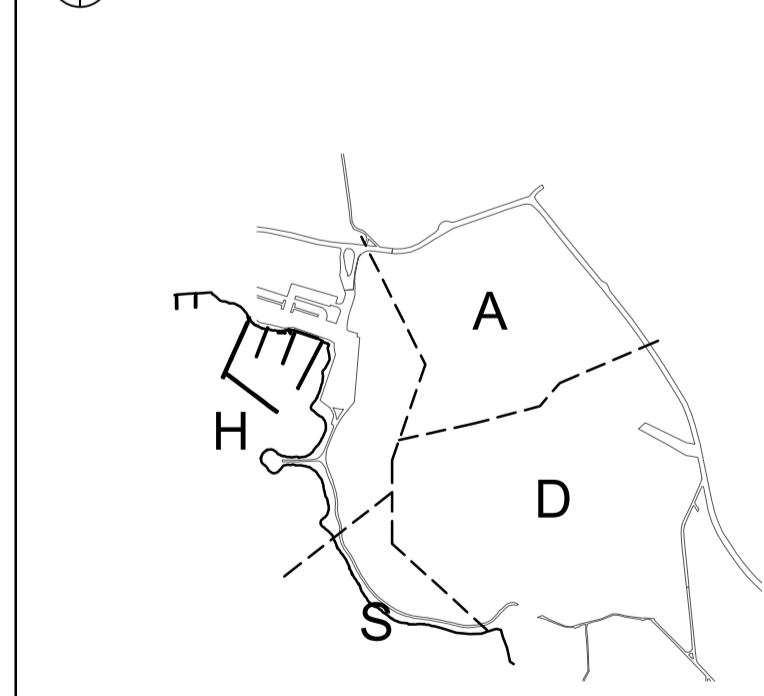
SONDERINGAR 61GK79 TILL 61GK112 UTFÖRDA AV
STOCKHOLMS GATUKONTOR, ÅR 1961.

BET	ANT	ÄNDRING AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE



OBIENTERINGSGIFUR



GÖDKÄNNANDESTATUS EJ GODKÄND

TEKN OMR	PROJEKT
G	KVV LÖVSTA

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	FÖRETAG
13005526	A. LEDJE	SWECO CIVIL AB

DATUM	GODKÄND AV	RITNINGSTYP	FORMAT
2019-06-17	K. FEDOROVA	SEKTION	A1

NYBYGGNATION KRAFTVÄRMEVERK

GEOTEKNISK MARKUNDERSÖKNING
SEKTION HC-HC

SKALA	NUMMER	REV
H=1200 L=1500 (A1)	100-G-11-HC	

SEKTION HC-HC
H 1: 200 L 1: 500

KOORDINATSYSTEM

SYSTEM I PLAN: SWEREF 99 18 00
SYSTEM I HÖJD: RH 2000

HÄNVISNING

REDOVISNING:
SE SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM FÖR
GEOTEKNISKA UTREDNINGAR, VERSION 2001:2. MED
KOMPLETTERANDE BETECKNINGSBLAG DATERAT
2016-11-01.
www.sgf.net.

FÖRKLARINGAR

- V5 AVSTÅND TILL SONDERINGSPUNKT
FRÅN SEKTIONENS CENTRUMLINJE
- MARKYTA FRÅN TERRÄNGMODELL
OCH INMÄTT SJÖBOTTEN

SEKTIONSINDELNING UTFRÅN DELOMRÅDEN ENL.
FÖLJANDE:

AX - ANLÄGGNING

DX - DEPONIOMRÅDE

SX - STRANDLINJE

HX - HAMNOMRÅDET

ANMÄRKNINGAR

SONDERINGAR 19SXXX OCH 19SVXX UTFÖRDA AV
SWECO CIVIL AB, ÅR 2019.

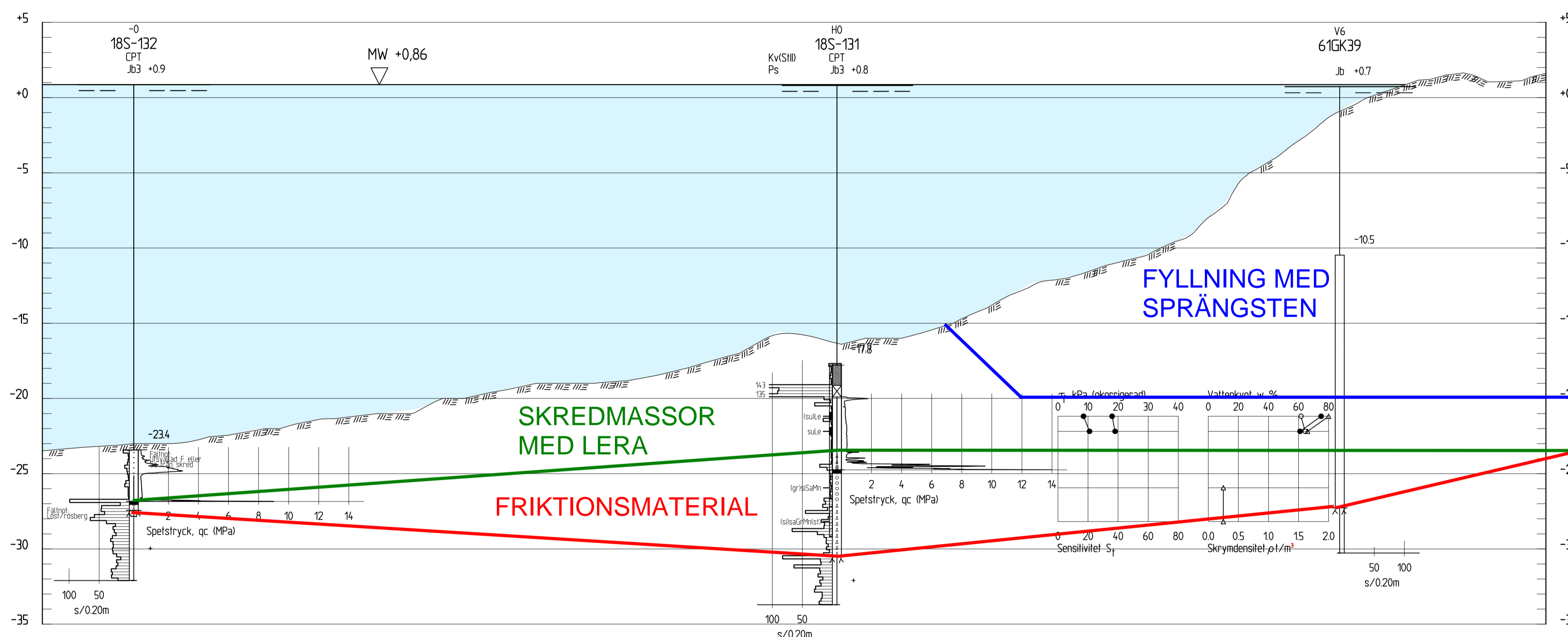
SONDERINGAR 18SXXX OCH 18S-XXX UTFÖRDA AV
SWECO CIVIL AB, ÅR 2018.

SONDERINGAR 11B TILL 133 UTFÖRDA AV
SWECO INFRASTRUCTURE AB, ÅR 2013.

SONDERINGAR SK99 TILL SK438 UTFÖRDA AV
STOCKHOLMS KONSULT, ÅR 1995.

SONDERINGAR GK4_1 TILL GK8_247 UTFÖRDA AV
STOCKHOLMS GATUKONTOR,
ÅR 1968 OCH 1969.

SONDERINGAR 61GK79 TILL 61GK112 UTFÖRDA AV
STOCKHOLMS GATUKONTOR, ÅR 1961.



0/125 0/130 0/135 0/140 0/145 0/150 0/155 0/160 0/165 0/170 0/175 0/180 0/185 0/190 0/195 0/200 0/205 0/210 0/215 0/220 0/225

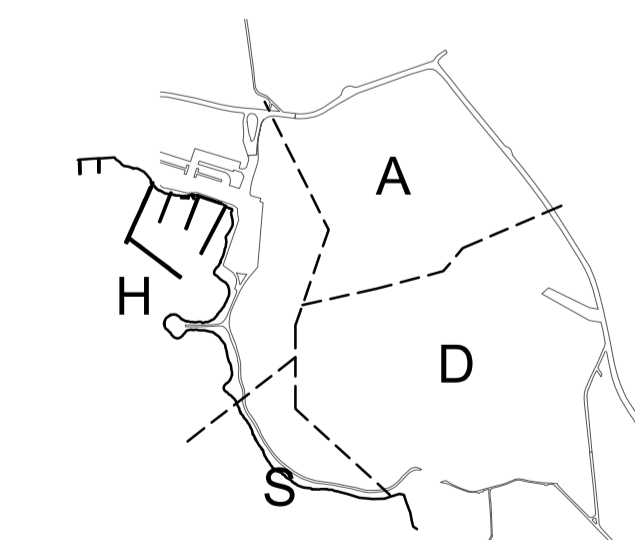
SEKTION HC2
1:200

BET	ANT	ÄNDRING AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE



Orienteringsfigur



GÖDKÄNNANDESTATUS
EJ GODKÄND

TEKN OMR	PROJEKT
G	KVV LÖVSTA
UPPDRAG NR 13005526	RITAD/KONSTR AV A. LEDJE
DATUM 2019-06-17	FORETAG SWECO CIVIL AB
GODKÄND AV K. FEDOROVA	RITNINGSTYP SEKTION
FORMAT A1	

NYBYGGNATION KRAFTVÄRMEVERK

GEOTEKNISK MARKUNDERSÖKNING
SEKTION HC-HC, DEL HC2

SKALA	NUMMER	REV
1200 (A1)	100-G-11-HC2	

Bilaga 6

Lövsta KVV Energihamn
 Västra tippen
 Sektion 1 (Befintlig slänt)
 Fall 1 (Lös fyllning)
 Odränerad analys

Resisting Moment: 194 619,97 kN-m
 Activating Moment: 172 587,45 kN-m
 Center: (24; 6) m
 Radius: 42 m

- Name: Berg
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

- Name: Sprängsten
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 20 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 38 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
 Piezometric Line: 1

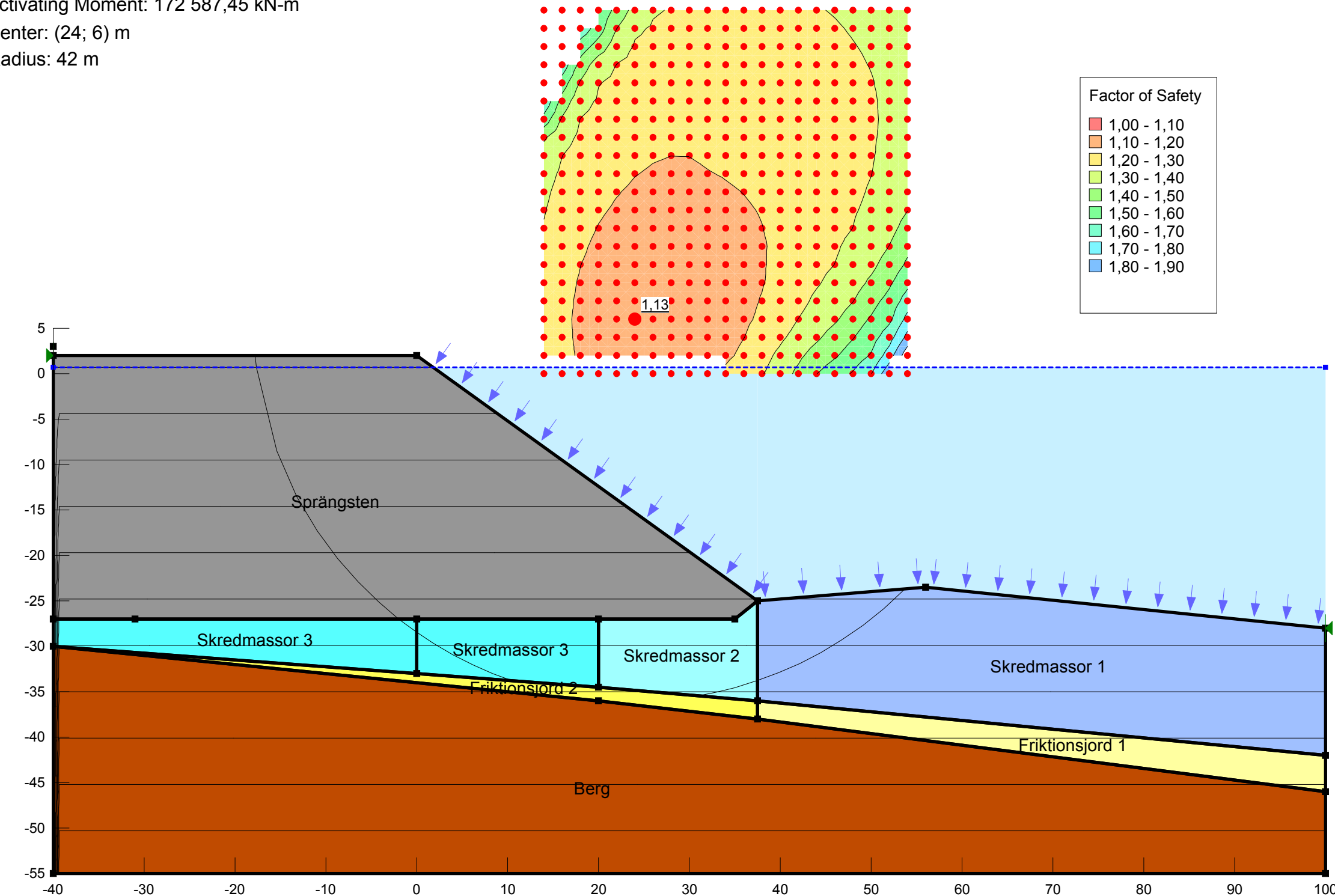
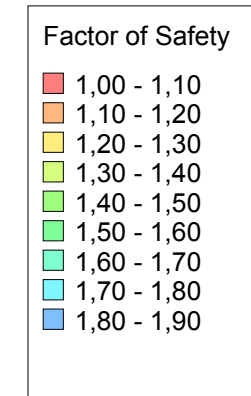
- Name: Friktionsjord 1
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

- Name: Friktionsjord 2
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

- Name: Skredmassor 1
 Model: S=f(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 C-Top of Layer: 5 kPa
 C-Rate of Change: 1,5 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Piezometric Line: 1

- Name: Skredmassor 2
 Model: S=f(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 C-Top of Layer: 30 kPa
 C-Rate of Change: 1,5 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Piezometric Line: 1

- Name: Skredmassor 3
 Model: S=f(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 C-Top of Layer: 60 kPa
 C-Rate of Change: 1,5 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Piezometric Line: 1



Lövsta KVV Energihamn
 Västra tippen
 Sektion 1 (Befintlig slänt)
 Fall 1 (Lös fyllning)
 Kombinerad analys

Name: Berg
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

Name: Sprängsten
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 20 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 38 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
 Piezometric Line: 1

Resisting Moment: 194 611,43 kN-m
 Activating Moment: 172 588,39 kN-m
 Center: (24; 6) m
 Radius: 42 m

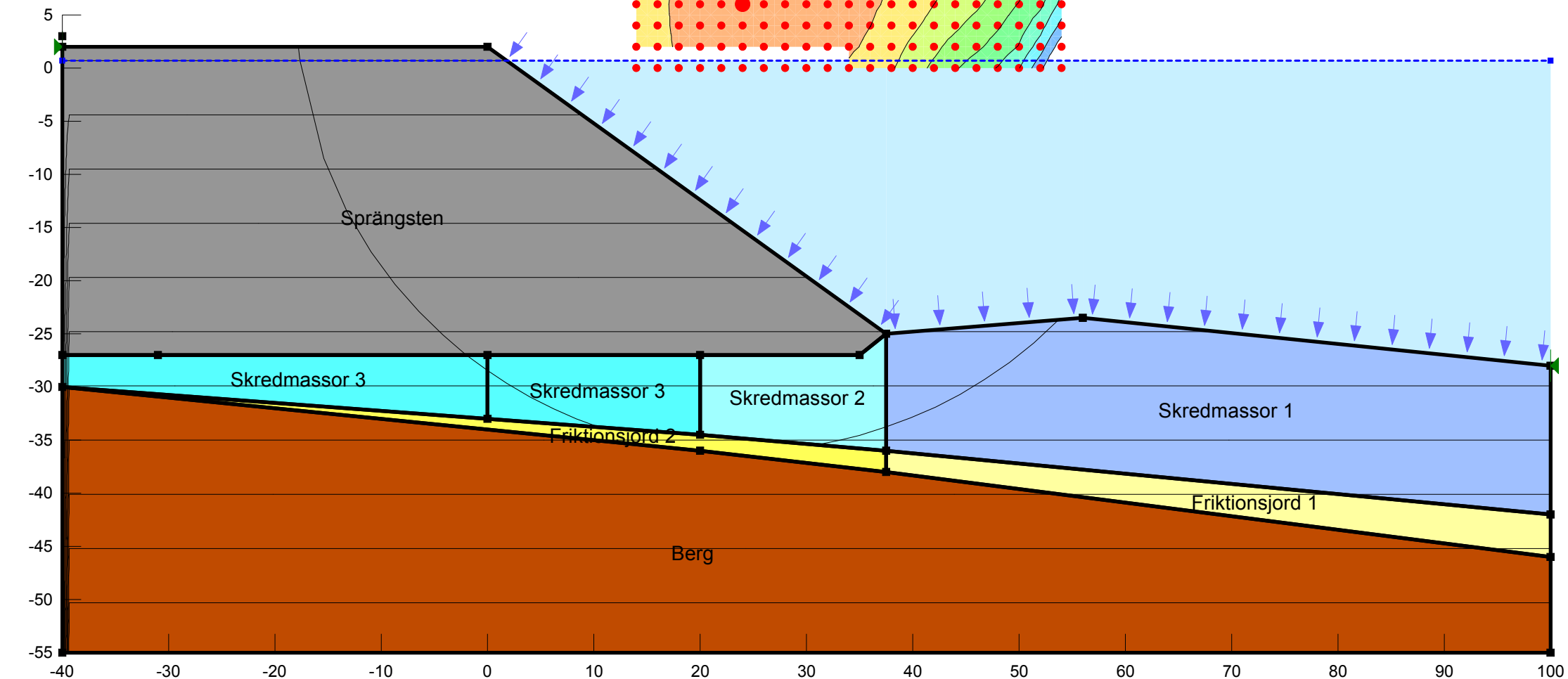
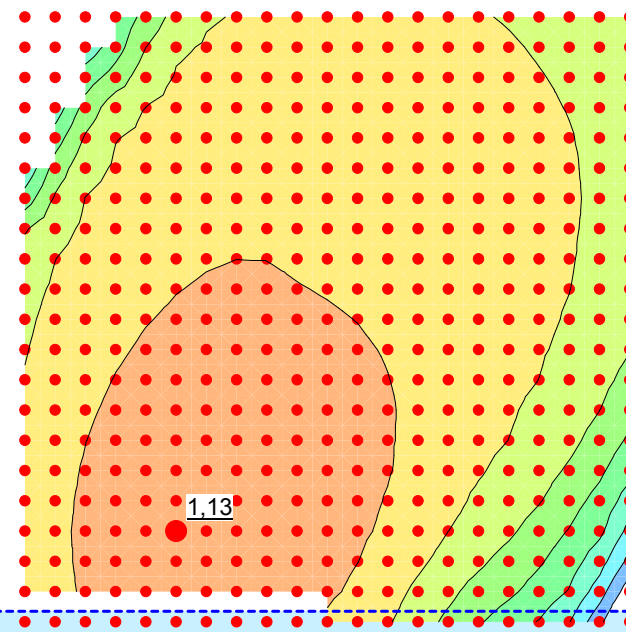
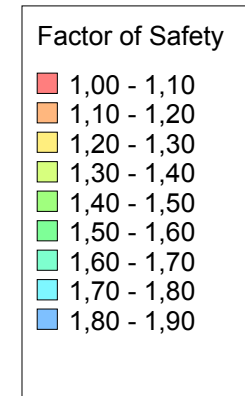
Name: Friktionsjord 1
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

Name: Friktionsjord 2
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

Name: Skredmassor 1
 Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Phi: 30 °
 C-Top of Layer: 0 kPa
 C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
 Cu-Top of Layer: 5 kPa
 Cu-Rate of Change: 1,5 (kN/m²)/m
 C/Cu Ratio: 0,1
 Piezometric Line: 1

Name: Skredmassor 2
 Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Phi: 30 °
 C-Top of Layer: 0 kPa
 C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
 Cu-Top of Layer: 30 kPa
 Cu-Rate of Change: 1,5 (kN/m²)/m
 C/Cu Ratio: 0,1
 Piezometric Line: 1

Name: Skredmassor 3
 Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Phi: 30 °
 C-Top of Layer: 0 kPa
 C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
 Cu-Top of Layer: 60 kPa
 Cu-Rate of Change: 1,5 (kN/m²)/m
 C/Cu Ratio: 0,1
 Piezometric Line: 1



Lövsta KVV Energihamn
 Västra tippen
 Sektion 1 (Befintlig slänt)
 Fall 2 (Fast fyllning)
 Odränerad analys

Resisting Moment: 186 719,6 kN-m
 Activating Moment: 157 927,72 kN-m
 Center: (24; 4) m
 Radius: 40 m

- Name: Berg
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

- Name: Sprängsten
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 20 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 42 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
 Piezometric Line: 1

- Name: Friktionsjord 1
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

- Name: Friktionsjord 2
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

- Name: Skredmassor 1
 Model: S=f(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 C-Top of Layer: 5 kPa
 C-Rate of Change: 1,5 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Piezometric Line: 1

- Name: Skredmassor 2
 Model: S=f(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 C-Top of Layer: 30 kPa
 C-Rate of Change: 1,5 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Piezometric Line: 1

- Name: Skredmassor 3
 Model: S=f(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 C-Top of Layer: 60 kPa
 C-Rate of Change: 1,5 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Piezometric Line: 1

