

Skeppsbron – Uppdrag 2

PM Geoteknik

Översiktlig geoteknisk utredning för detaljplan

Jönköpings kommun

24 september 2015



Sammanfattning

Nedan givna beskrivningar och rekommendationer baseras på en översiktlig undersökning utförd av Atkins 2015. Undersökningen har planerats med tidigare, inom området, utförda undersökningar som grund vilka även finns med i den sammantagna utvärderingen redovisad i denna PM. Den översiktliga undersökningen har visat att de geotekniska förhållandena inom området är komplexa. I den fortsatta planeringen och projekteringen är det därför viktigt att detaljerade undersökningar utförs specifikt för varje delobjekt.

Inom området påträffas huvudsakligen sand, siltig sand och torv. I ytan, under eventuell beläggning, finns vanligen ett lager fyllning, huvudsakligen bestående av friktionsjord. Jordlagrens utbredning och mäktighet varierar över området. Jorden är skiktad och lösa lager påträffas generellt ner till 10-20 m under markytan. I den nordvästra delen längs med befintlig gc-väg vid Tabergsån sträcker sig de lösa lagren djupare.

Torv förekommer inom stora delar av området. Torvlagren är inte sammanhängande och det finns större partier där ingen torv har påträffats. Torv förekommer på varierande djup, i ytan, under fyllningen eller som djupare liggande lager. Torvens mäktighet varierar starkt, från tunnare skikt till lager som är flera meter tjocka.

Ingen risk för bergschakt bedöms finnas. Stopp mot block eller berg har inte förekommit inom undersökt djup ~40 m under markytan.

De geotekniska förhållandena inom området bedöms inte hindra planerad exploatering. Däremot är markförhållandena relativt dåliga och stora delar av området kommer att kräva förstärkt grundläggning. Flera frågeställningar behöver utredas vidare för att kunna ge rekommendationer och förslag på utformning av området. Det är ett stort område som ska bebyggas och det är av stor vikt att exploateringen planeras och samordnas för att anläggningsarbeten inte ska påverka och skada redan uppförda objekt.

Innehållsförteckning

1. UPPDRAG	5
2. OBJEKTBEKRIVNING	5
2.1. Skeppsbron idag	6
2.2. Risker för naturolyckor	6
2.2.1. Klimatförändringar och framtida vattennivåer	7
2.2.2. Erosion, ras och skred	7
2.3. Planerad exploatering	8
3. STYRANDE DOKUMENT	9
4. UNDERLAG FÖR PM GEOTEKNIK	10
5. GEOTEKNISK ÖVERSIKT	10
5.1. Topografi	10
5.2. Geologi	11
5.3. Jordlagerföljd	11
5.4. Materialegenskaper	15
5.5. Geohydrologiska förhållanden	15
5.5.1. Jordlagrens genomsläpplighet	16
6. STABILITET	16
7. SÄTTNING	17
8. ÖVERSIKTLIG INDELNING AV OMRÅDET	19
9. REKOMMENDATIONER	20
9.1. Stabilitet	21
9.2. Sättningar	21
9.3. Erosion	21
9.4. Markradon	22
9.5. Grundläggning	22
9.5.1. Förväntade pållängder	23
9.6. Omgivningspåverkan i byggskedet	23
BILAGOR	
Bilaga 1 – Beräkningar	

Handläggare Matilda Wall / Carmen Pletikos	Datum / Version 2015-09-24 / 1.0
Granskad av Larsåke Sundström	Uppdragsledare Matilda Wall
Uppdragsnummer (Atkins) 2012145	Beställare Jönköpings kommun Mark- och exploatering

1. Uppdrag

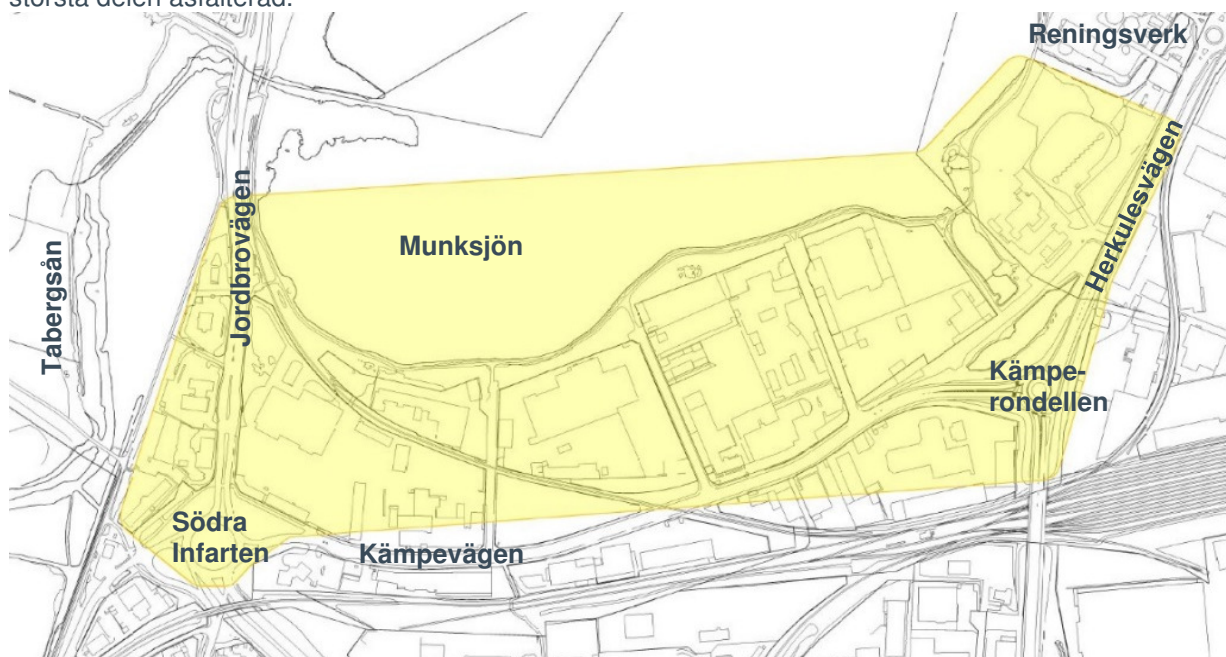
Jönköpings kommun planerar att förtäta och stärka regioncentrum genom nyexploatering av områdena runt Munksjöns södra del. I detta planeringsarbete har kommunen tagit fram ett ramprogram för områdets utveckling. Området är det största och strategiskt viktigaste omvandlingsområdet inom *Utbyggnadsstrategin 150 000 invånare*. Ramprogrammet är en fördjupad översiktsplan, som även fungerar som planprogram, och ligger till grund för fortsatt detaljplanearbete.

På uppdrag av Jönköpings kommun har Atkins utfört en översiktlig geoteknisk utredning inom Skeppsbron, ett av delområdena som omfattas av ramprogrammet. Utredningen syftar till att översiktligt undersöka de geotekniska förhållandena inom området och ge rekommendationer inför framtagandet av detaljplan för området. Utredningen redovisas i denna PM samt i tillhörande *Markteknisk undersökningsrapport, geoteknik* (MUR geo) där utförda fältundersökningar redovisas.

Inga miljötekniska aspekter behandlas i denna PM. Områdets miljötekniska förhållanden utreds parallellt av annan konsult, och förhållandena redovisas i en separat handling.

2. Objektbeskrivning

Skeppsbron, som till ytan omfattar ca 40 hektar, ligger vid Munksjöns södra strand. Området kommer att förvandlas till en mer central del av staden och även omfatta ett större rekreationsområde ut mot Munksjön. Tänkt utbyggnadsområde avgränsas i princip av Kämpevägen i söder, Tabergsånen i väster samt Herkulesvägen och Simsholmens avloppsreningsverk i öster. Markytan inom området är till största delen asfalterad.



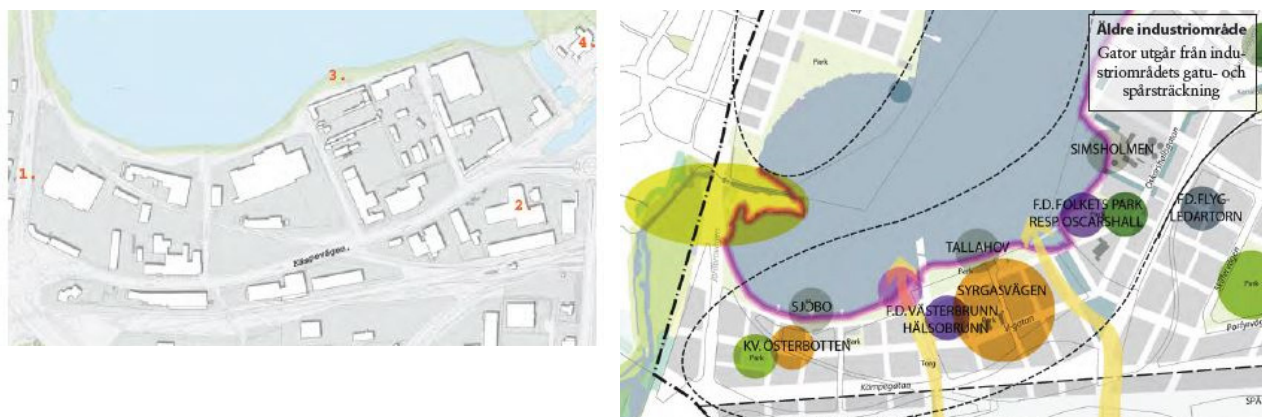
Figur 2-1 Skiss över områdets utbredning

2.1. Skeppsbron idag

Markytan intill Tabergsån i väster är mycket flack och vid intilliggande gång- och cykelbana är dikena så gott som alltid vattenfyllda. Utmed Munkjsöns strand, i norra delen av området, finns en gång- och cykelväg. Direkt söder om undersökt område ligger, i väst-östlig riktning, järnvägsspåret Vaggeryd-Norrahammar-Jönköping. Inom området finns även ett industrispår. Kämpevägen, som idag går rakt genom området, stiger i östra delen relativt kraftigt och ligger där på bank ca 7 m över omgivande mark.

I dagsläget utgörs området främst av industrimark. Området har använts för industrier från 1930-talet och framåt. I ramprogrammet benämns följande områden/byggnader inom Skeppsbron som kulturhistoriskt intressanta:

- Tegellängan i kv. Österbotten
- Kontor och transformatorstation i kv. Östen
- F.d. kartongfabriken på Örlogsmannen 10
- 1950-talsindustrin kring Syrgasvägen, kv. Ödla och Övergången



Figur 2-2 T.v. Befintlig bebyggelse inom Skeppsbron
T.h. Ramprogram för södra Munksjön nov 2012, Kulturhistoriskt intressanta byggnader
redovisas i de orangea områdena

2.2. Risker för naturolyckor

I kommunens planeringsarbete har flera utredningar tagits fram som ur olika aspekter belyser de förutsättningar och risker som finns vid exploatering av aktuellt område. I föreliggande PM benämns aktuellt område Skeppsbron men i rapporterna nedan benämns området Centrum eller liknande:

1. Föresattningar och riktlinjer för anpassning till Klimatförändringar, Antagandehandling 2009-04-06
2. Risker för naturolyckor, översiktlig inventering i Jönköpings kommun, upprättad av SGI 2009-05-27
3. Översvämningsstudie för Jönköpings tätort, fas 1, upprättad av Sweco 2011-02-03

2.2.1. Klimatförändringar och framtida vattennivåer

Enligt kommunens anpassningsarbete till klimatförändringar ska man inom kommunen planera och arbeta aktivt för att förebygga och begränsa konsekvenser av förväntade klimatförändringar. Det innebär bl.a. att man i planeringen ska ta höjd för snabba kast i väderleken och extrema väderhändelser som intensiva skurar och fler vindstormar. Man förväntar sig dessutom att nederbörden kommer att öka med ca 10 %.

Enligt Swecos översvämningsstudie är risken för översvämningar störst utmed Tabergsåns nedre del där den trånga sektionen under Jordbrovägen dämmer upp vattendraget och översvämmar området sydväst om Munksjön. Tidvis har befintlig gång- och cykelväg längs med Tabergsån varit översvämmad, bl.a. i september 2012. Klimatförändringarna kommer dessutom att höja grundvattennivåerna vilket medför ökad frekvens och omfattning av framtida översvämningar.

Risk för höga vattennivåer i Munksjön föreligger då vattenståndet är högt i Vättern samtidigt som det blåser nordliga vindar. Vattenståndet i Munksjön kan om hundra år under dessa förhållanden ligga så högt som nivån +89,9, vilket innebär att befintlig marknivå inom området måste höjas vid en exploatering.



Figur 2-3 Gång- och cykelväg i västra delen av området längs med Tabergsån. Diket på östra sidan av gc-vägen var vattenfyllt vid platsbesöket. Foto Atkins 2015-04-08

2.2.2. Erosion, ras och skred

I SGIs översiktliga inventering av naturolyckor av typen skred, ras, slamströmmar och erosion påtalas att dessa olyckor främst beror av jordlagerförhållanden, grundvattennivåer samt topografi. I vår omgivning råder det ständigt naturliga förlopp som verkar för att utjämna höjdförhållandena. Mänskliga aktiviteter så som schaktning, fyllning och avledning av ytvatten kan påverka dessa förlopp negativt med ökad risk för naturolyckor som följd.

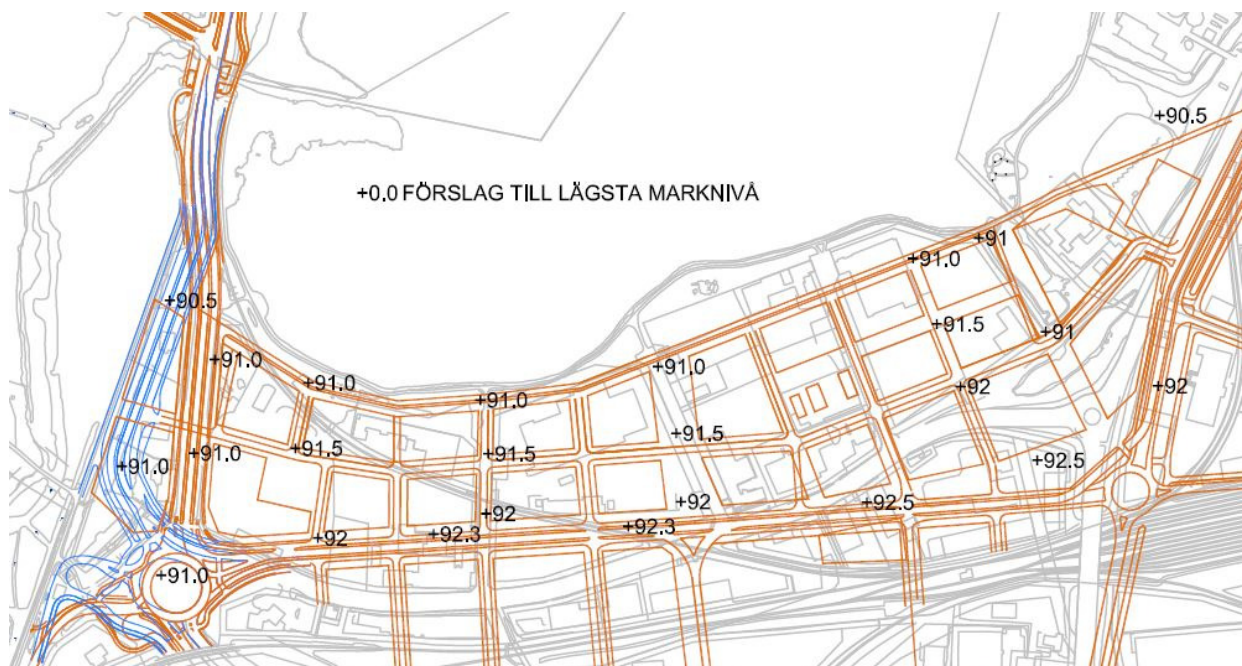
Förväntade klimatförändringar med ökade nederbörds mängder och höjda vattennivåer i sjöar och vattendrag kommer att påskynda utjämningsprocessen genom att erosionen tilltar. Dessa faktorer, var och en för sig och i samverkan, kommer att försämma stabilitetsförhållandena och därmed öka risken för naturolyckor. SGI bedömer att det inom aktuellt område finns risk för erosion utmed Munksjöns strand och att skred/ras kan utbildas då området fylls upp och bebyggs, framförallt om detta sker intill branta strandslänter.



Figur 2-4 T.v. Befintligt område med industriverksamhet. Området är relativt flackt med marknivåer varierande mellan +89,5 och +92. T.h. Gång- cykelväg utmed Munksjöns strand. Strandslänterna är relativt flacka och är delvis klädda med erosionsskydd. Foto Atkins 2015-04-08

2.3. Planerad exploatering

Utformning och planerad bebyggelse inom Skeppsbron beskrivs i *Ramprogram för södra Munksjön* (nov 2012). Detaljplaner för planerad exploatering har ännu inte fastställts. Ett utkast för planområdet framgår av Figur 2-5 nedan. Det finns i detta skede två alternativa sträckningar för Jordbrovägen.

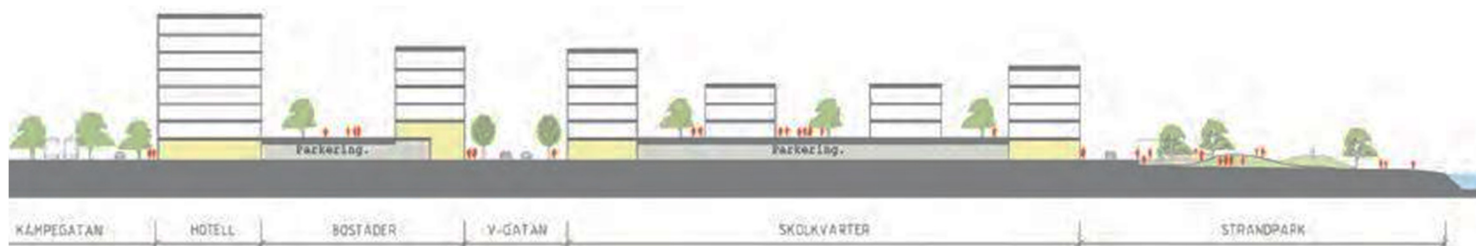


Figur 2-5 Utkast för planeringen av området med alternativa dragningar av Jordbrovägen i väster

Exploateringen av Skeppsbron planeras ske etappvis där hela kvarter inkl gator och torg byggs ut vid dessa etapper. Stadsdelen ska ha ett blandat innehåll och erbjuda olika former av boendemiljöer. Arkitekturen ska erbjuda mångfald och variation i volym och uttryck. Inom området nyanläggs tre parker. Direkt söder om Skeppsbron planeras en eventuell tågstation för Götalandsbanan. Längs med Munksjöns strand planeras parkområde. En pir planeras ut i Munksjön som en förlängning av planerat stationstorg.

För att ta hänsyn till framtida högre vattennivåer i Munksjön och Tabergsån kommer markytan inom området att behöva höjas. Enligt *Förutsättningar och riktlinjer för anpassning till klimatförändringar* ska markytor utformas så att dagvatten med självfall kan rinna mot intilliggande vattendrag. Vattennivån i Munksjön ska antas till +90,3 och flödet i Tabergsån ska förutsättas motsvara minst 100-årsflöde. Vid planeringsarbetet förutsätts, enligt uppgift från Jönköpings kommun, en lägsta marknivå omkring +91. Nivåerna i södra delen av området planeras bli något högre, omkring +92, för att möjliggöra naturlig avrinning. Generellt kommer markytan att höjas mellan 1 och 2 m.

Inom Skeppsbron planeras byggnader mellan 1 och 12 våningar. Byggnaderna kan komma att uppföras med garageplan i en eller två våningsplan, delvis under mark. Huvuddelen av kvarteren kommer att utformas som slutna kvarter med byggnader i 5-8 våningar samt eventuella garageplan. Eventuellt kommer några högre byggnader, med 18 till 20 våningar, att anläggas i södra delen av området vid korsningen Kämpvägen/Tallahovsgatan.



Figur 2-3 Exempel på sektion genom området efter exploatering, ur *Ramprogram för södra Munksjön* (nov 2012).

3. Styrande dokument

Denna PM ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationell bilaga. För planerad bebyggelse, inklusive dimensionering av tillhörande geokonstruktioner, gäller nedanstående svenska standarder, föreskrifter och rapporter.

Tabell 3-1 Styrande dokument

Standard eller annat styrande dokument
BFS 2013:10 EKS 9 – Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av konstruktionsstandarder (eurokoder).
SS-EN 1997-1 – Svensk Standard, Eurokod 7: Dimensionering av geokonstruktioner Del 1

4. Underlag för PM Geoteknik

Nedanstående material har utgjort underlag för denna PM.

Utförda undersökningar:

- Översiktliga geotekniska undersökningar, utförda av Atkins 2015.
Undersökningarna redovisas i *Markteknisk undersökningsrapport, geoteknik – Skeppsbron Uppdrag 2* (MUR, geo) daterad 2015-09-24
- Geotekniska undersökningar, utförda av olika företag mellan 1939 och 1992.
Undersökningarna har sammanställts av Atkins i *PM Geoteknik - Skeppsbron uppdrag 1 (Översiktliga förhållanden baserat på tidigare utförda undersökningar)* rev. A 17 juni 2015.
- Geotekniska undersökningar utförda för/vid Jordbrovägen 1967, 1987 och 1988, erhållna av Jönköpings kommun.

Handlingar:

- Ramprogram för södra Munksjön, Jönköpings kommun, antagen nov 2012
- Förutsättningar och riktlinjer för anpassning till klimatförändringar, Jönköpings kommun, antagandehandling 2009-04-06
- Risker för naturolyckor, SGI 2009-05-27
- Översvämningsstudie för Jönköpings tätort, fas 1, Sweco 2011-02-03
- Riskbedömning Munksjön, Golder Associates AB 2014-01-30

Övriga handlingar erhållna i dwg-format:

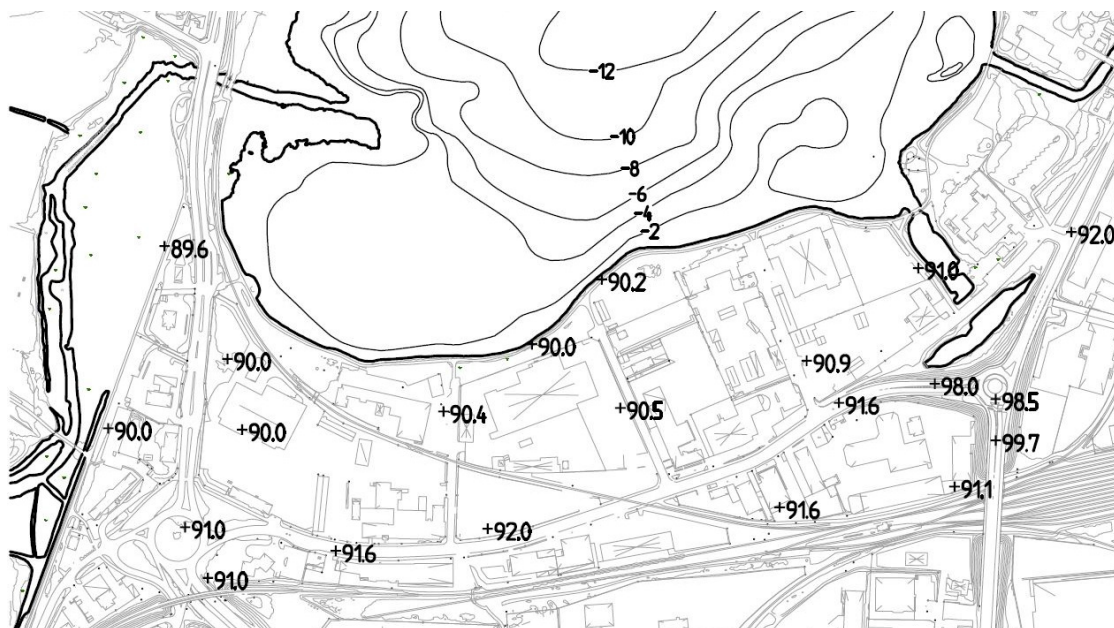
- Grundkarta, erhållen från Jönköpings kommun 2015-03-18
- Djupkurvor, material från Riskbedömning Munksjön Golder Associates AB, erhållen från Jönköpings kommun 2015-03-19.
- Utkast till plankarta, erhållen från Jönköpings kommun 2015-05-22
- Förslag till nya marknivåer inom området, erhållen från Jönköpings kommun 2015-08-28

5. Geoteknisk översikt

5.1. Topografi

Markytan inom området är relativt plan med nivåer som varierar mellan ca +89,5 och +92,5, undantaget Kämpevägen och Herkulesvägen i östra delen av området. Vägarna ligger där på bankar som är uppemot 7 till 9 m höga. Bankslänterna från Kämpevägen och Herkulesvägen ligger i lutningar kring 1:1,6 till 1:2.

Järnvägen mellan Vaggeryd och Jönköping längs med södra delen av området ligger invid Södra infarten på en ca 5 m hög bank. Munksjöns botten är, enligt av beställaren erhållit underlag, flack och sluttar med lutning 1:10 eller flackare i viken vid Skeppsbron. Strandlinjen är idag beklädd med erosionsskydd i form av större stenar/block. Normal vattenyta i Munksjön ligger ca 1 m lägre än strandkantens markyta.



Figur 5-1 Marknivåer och djupkurvor i Munksjön

5.2. Geologi

Aktuellt område har legat under högsta kustlinjen och varit täckt av lokala issjöar. Här har finmaterial, huvudsakligen sand, som svallats ut från högre liggande terräng, avlagrats.

Torvmarker och kärr, som vanligen utgörs av igenvuxna fornsjöar, har stor utbredning bl.a. i anslutning till Munksjön. Torven underlagras i allmänhet av gytta. Torv- och kärrområdena är idag till största delen utfyllda och bebyggda.

Den geologiska beskrivningen stämmer väl överens med den *Jordlagerföljd* som föreliggande undersökning konstaterat och som beskrivs i kap 5.3. Detta visar också på svårigheten att generalisera jordlagerföljden inom området och även på behovet av kompletterande framtida förtätade och objektspecifika geotekniska undersökningar.

5.3. Jordlagerföljd

Jordlagren inom området består huvudsakligen av sand, siltig sand och torv. I ytan, under eventuell beläggning, påträffas vanligen ett lager fyllning huvudsakligen bestående av friktionsjord. Sonderingar har utförts ner till mellan 11 och 41 m under markytan. Stopp mot block eller berg har inte förekommit inom undersökta djup.

Fyllningens mäktighet och sammansättning varierar. Befintligt fyllningslager är mestadels omkring 2 m tjock, men kan variera mellan 0 och 7 m inom området. Till största del består fyllningen av sand som kan ha inslag av silt, grus, sten eller organiskt material. I västra delen av området (undersökningspunkterna 15AT03 -04 och -22, -23) har rester av tegel, glas, kol och metallskrot påträffats i fyllningen. I östra delen (kv. Övertiden) har bark och sågspån påträffats vid undersökning utförd 1987.

Den dominerade jordarten inom området är sand/siltig sand. Jorden är skiktad och lagringstätheten varierar från att vara mycket lös till fast. Variationer i lagringstätheten förekommer inom hela området och lösa skikt har i princip påträffats vid samtliga undersökningar. Generellt övergår jorden till en fastare lagring, omkring 10-20 m under markytan. Undantaget är den västra delen av området, där de lösa jordlagren når ännu djupare.

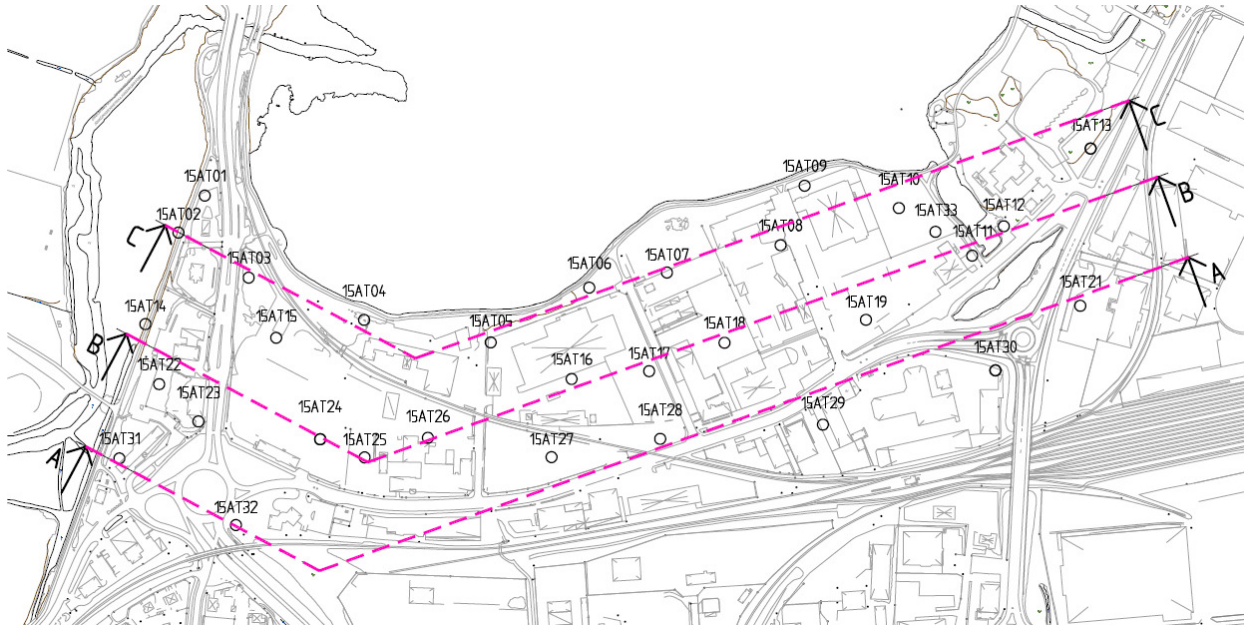
Torv förekommer inom stora delar av området. Torvlagren är inte sammanhängande och det finns större partier där ingen torv har påträffats. Torv förekommer på varierande djup, i ytan, under fyllningen eller som djupare liggande lager. Torven varierar mellan låg- och högförmultnad. I vissa lägen överlagrar torven skikt av gyttja. Förekomsten av torv illustreras på planen i Figur 5-2 nedan.

Mäktigheten på torvlagren är mycket varierande, från tunnare skikt på omkring 0,5 m till mäktigare lager som är uppemot 7 m. Jorden är skiktad och torven kan förekomma i flera skikt vilka varvas med sand. I den nordvästra delen av området, i närhet till kärrområdet (Prästkärrret) vid Tabergsån har de mäktigaste torvlagren påträffats. Torv varvat med mycket lösa lager av sand/siltig sand återfinns här ned till mellan 15 och minst 27 m under markytan (undersökningspunkt 15AT01 avslutades i ett löst lager på 27 m djup). Provtagning har som djupast utförts ner till 13 m under markytan, varför jordart härunder inte kan fastställas med full tillförlitlighet. Sönderingsresultaten tyder dock på att vissa skikt mot djupet sannolikt består av organiskt material.

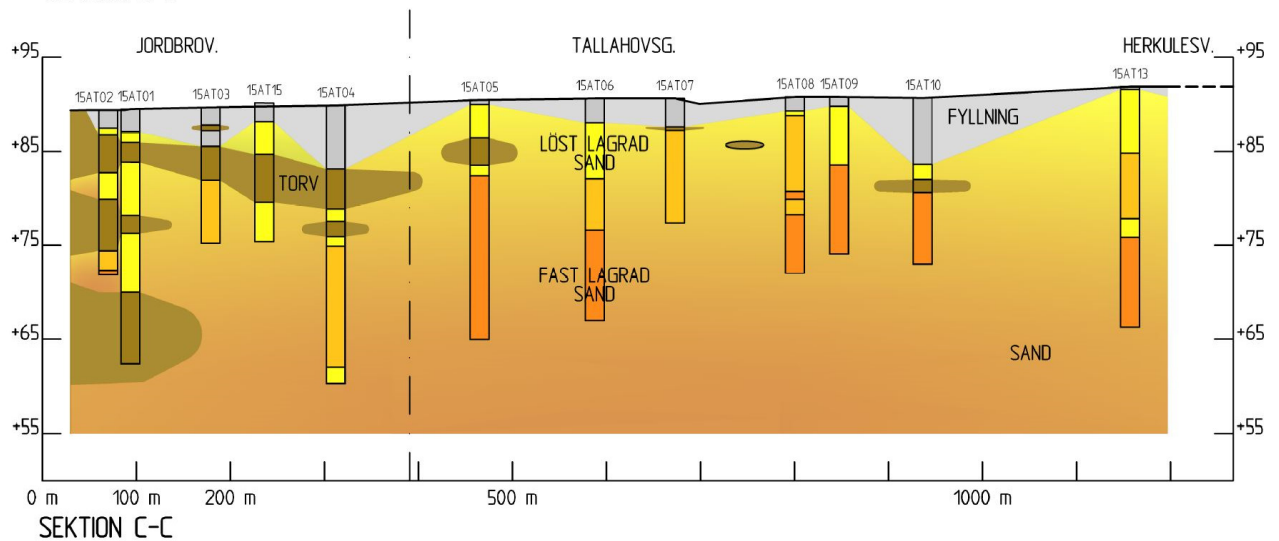
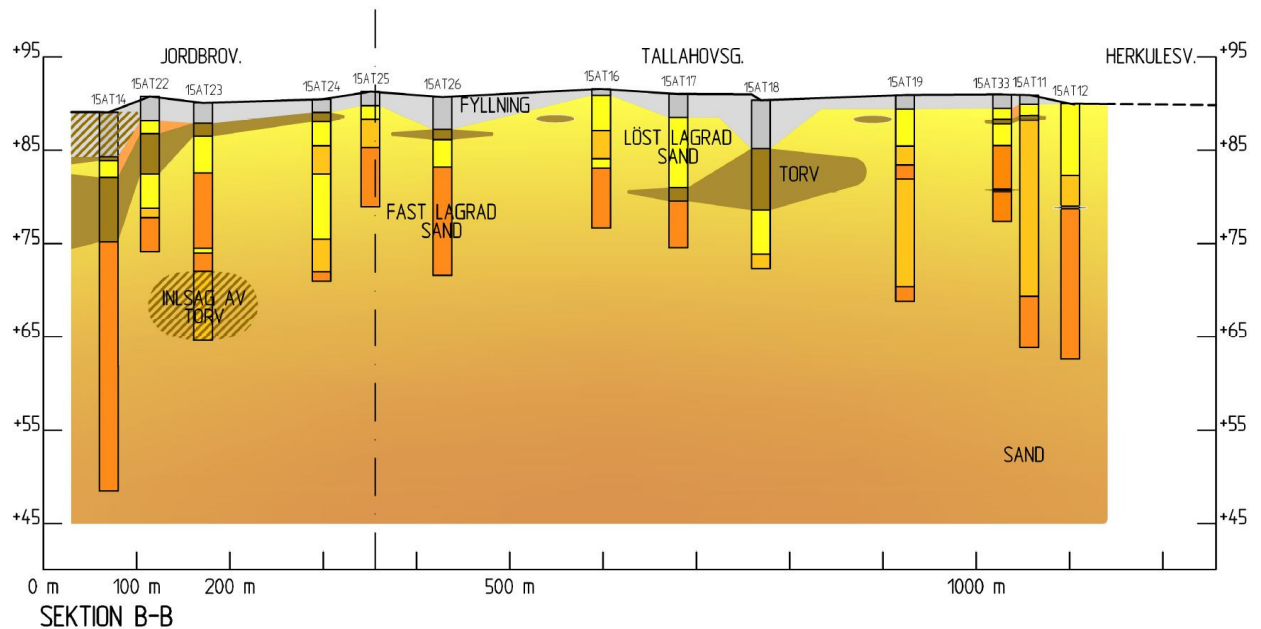
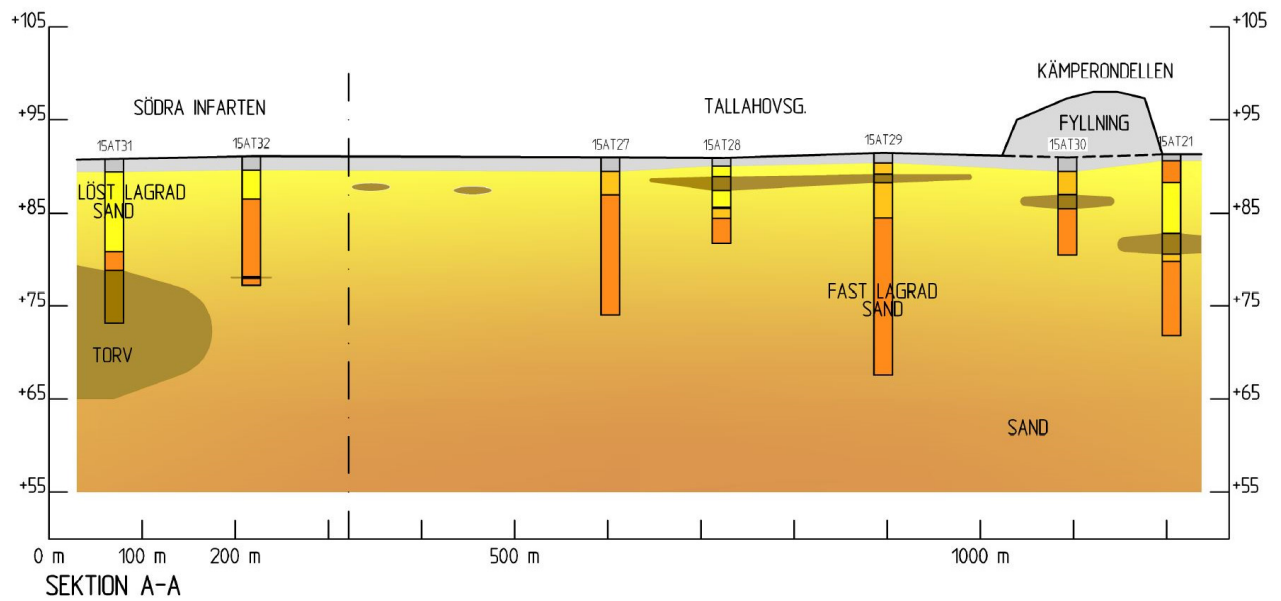


Figur 5-2 Schematisk redovisning av områden där torv påträffats vid utförda undersökningar

I figurerna 5-3 och 5-4 nedan redovisas en schematisk tolkning av de olika jordlagrens utbredning. Figurerna visar påträffade jordar i undersökningspunkterna och en tolkning av jordlagrens utbredning däremellan. I sektionerna är förhållandet höjd/längd 1 på 10. Som figurerna visar är jordprofilen mycket varierande över området. Observera även att de faktiska förhållandena mellan undersökta punkter kan skilja från de i figurerna redovisade illustrationen. Sektionerna är ej avsedda att mäta i.



Figur 5-3 Plan redovisande tolkade schematiska sektioner



5.4. Materialegenskaper

Materialegenskaperna för respektive jordlager har en stor spridning.

Fyllning

Fyllningens materialegenskaper varierar kraftigt med stor variation i sammansättning och lagringstäthet. Generella värden kan ej anges för hela området, egenskaperna får studeras mer lokalt vid detaljerad utredning.

Sand/siltig sand

Friktionsvinkeln i de lösare lagren ligger kring 34°, i vissa skikt är den så låg som 32°. I de fastare skikten kan friktionsvinkeln ligga upp mot 40°.

Elasticitetsmodulen ligger i de lösa skikten kring 5-15 MPa och i de fastare kan värden upp emot 70-80 MPa förekomma. Generellt kan dock sägas att jordlagren djupare än 12 m har moduler över 20 MPa, vilket enligt *TK Geo 13 - Krav* räknas som en fast lagrad sand.

Skrymdensitet, har mätts på laboratorium för tre jordprover utan inslag av organiskt material, varierar mellan 1,9 och 2,1 t/m³.

Enligt kornfördelningsdiagrammen är sandmaterialet relativt ensgraderat vilket innebär att det är känsligt för vibrationsalstrande arbeten eftersom sandkornen kan omlagras och ge upphov till sättningar.

Torv och gyttja

Torven inom området har bedömts variera i förmultningsgrad och allt från låg-, mellan- och högförmultnad torv har påträffats oavsett på vilket djup torven har påträffats. Vissa av de lösa organiska skikten består även av gyttja. På laboratorium uppmätt densitet hos mellantorv ligger kring 1,0-1,1 t/m³ och på ett prov med högförmultnad torv alternativt siltig gyttja har densiteten bestämts till 1,5 t/m³. Generellt kan sägas att en lågförmultnad torv är mer sättningsbenägen än en högförmultnad.

Den låg- och mellanförmultnade torven har en uppmätt vattenkvot kring 400 %. Den högförmultnade torven och gyttjeskikten har en lägre vattenkvot, kring 200 % i torven och 90 % i gyttjan. Vid jämförelse med typiska värden på torvjordar¹ är uppmätta vattenkvoter något låga. De jordprover som tagits för analys är störda, vilket innebär att uppmätt vattenkvot kan variera något mot de verkliga förhållandena.

För vattenkvoter omkring 500 % kan kompressionsmodulen M_L vara mellan 0,1 och 0,2 MPa baserat på SGI:s utförda kompressometerförsök¹ på torv. Samband för torv i sovjetiska områden visar att kompressionsmodulen varierar mellan 0,15 och 1,3 beroende på torvens förmultningsgrad. *TK Geo 13 – Råd* anger att kompressionsmodulen för låg- och mellanförmultnad med en vattenkvot om 500 % kan uppskattas till 0,14 MPa. Elasticitetsmodulen kan antas vara något högre, 0,3 MPa för låg- och mellanförmultnad torv och $150 \cdot c_u$ för högförmultnad torv.

5.5. Geohydrologiska förhållanden

Utförda mätningar i grundvattenrör installerade 2015 visar att grundvattenytan varierar mellan nivå +88,7 och +89,7, motsvarande djupen ca 0 och 2,5 m under markytan. Grundvattennivån bedöms följa vattennivåerna i Munksjön och Vättern. Medelvattenståndet i Munksjön ligger kring nivån +89, vilket styrker den teorin.

Uppmätta nivåer överensstämmer med resultat från tidigare mätningar.

¹ SGI Information 6, Torv

5.5.1. Jordlagrens genomsläpplighet

Permeabiliteten eller genomsläppligheten i den siltiga sanden kan med framtagna kornfördelningsdiagram antas ligga mellan $2 \cdot 10^{-5}$ och $4 \cdot 10^{-6}$ m/s, vilket stämmer väl överens med i litteraturen redovisade värden på motsvarande jordart.

Genomsläppligheten hos torvjord i obelastat tillstånd, dvs då torven ligger i eller nära markytan, är relativt hög. När torven komprimeras, dvs ligger på större djup och belastas av ovanliggande jord, minskar genomsläppligheten betydligt. I litteraturen anges värden på permeabiliteten mellan 10^{-5} och 10^{-7} m/s för en obelastad torv och mellan 10^{-8} och 10^{-9} m/s för en belastad torv.

Inga traditionella geohydrologiska mätningar eller analyser har utförts av permeabiliteten i föreliggande projekt vilket rekommenderas i den fortsatta projekteringen. Främst bör detta göras i syfte att undersöka vilken omgivningspåverkan som fås vid en eventuell framtida grundvattensänkning. Grundvattensänkningen kan vara av temporär eller permanent art beroende på hur man tänker sig bygga ut området.

6. Stabilitet

Områdets topografi är huvudsakligen relativt plan och inga topografiska stabilitetsproblem bedöms därför generellt föreligga inom området. Inga undersökningar har utförts i Munksjön men enligt erhållet underlag är botten i viken in mot Skeppsbron relativt flack och ligger i lutning 1:10 eller flackare.

Stabiliteten har översiktligt kontrollerats i tre sektioner, se Figur 6-1 nedan. I figuren redovisas även nu utförda undersökningar vilka är utförda mycket glest, egentligen ligger de för glest för att genomföra denna typ av kontroll mer än på en mycket översiktlig nivå. I utförda beräkningar har jordmodeller med stora osäkerheter därför använts och resultaten fått en relativt stor spridning. I det fortsatta arbetet måste dessa antaganden verifieras med detaljerade undersökningar, även ut i Munksjön. Framför allt är detta viktigt i sektion 2 där mäktiga skikt av torv har påträffats och resultaten varierar kraftigt med olika antaganden om t.ex. torvens mäktighet och dess utbredning utmed beräkningssektionen.

Ut mot Munksjön har stabiliteten kontrollerats i två sektioner (1 och 2), se Figur 6-1 nedan. Sektion 1 ligger i den brantaste lutningen ner i Munksjön. Denna sektion har kontrollerats för två olika jordprofiler eftersom förhållandena bedöms kunna variera lokalt. En profil utan torv (1a) och en profil med 2 m torv under ett lager av sand (1b) har beräknats. Sektion 2 har en betydligt flackare lutning ner i Munksjön men ligger inom den del av området där de mäktigaste torvskikten påträffats. I beräkningarna har torvskiktets mäktighet antagits till mellan 6,5 och 7 m utmed hela beräkningssektionen.



Figur 6-1 Stabilitetsberäkningar har utförts i markerade sektioner 1-3. Nu utförda geotekniska undersökningar har markerats i rött.

Stabilitetskontrollen har dels gjorts för befintliga förhållanden och dels för planerad exploatering med en markyta som ligger mellan 1 och 2 m högre än dagens. Fyllning har antagits från befintligt släntrön vid strandlinjen med en släntlutning 1:5 upp till planerad fyllningshöjd. I sektion 2 har antagits att byggnaderna pålas på grund av de mäktiga torvlagren, vilket innebär att lasten från byggnaderna inte tagits med i beräkningarna. I sektion 1 har däremot lasten av byggnaderna tagits med i beräkningarna för att kontrollera stabiliteten vid en eventuell plattgrundläggning. Det kan dock inte uteslutas att byggnaderna måste pålas även inom denna del eftersom det säkerligen inte är stabilitetsförhållandena som styr vilken grundläggningsmetod som används. Troligen är det kraven på sättningarnas storlek och andra faktorer som kommer att styra detta val.

Kontroll av stabilitetsförhållandena för befintlig vägbank för Kämpevägen/Herkulesvägen har också utförts, se sektion 3 i Figur 6-1 nedan. Beräkningar i denna sektion har enbart utförts i syfte att kontrollera befintliga förhållanden eftersom banken ska rivas.

Beräkningsförutsättningar och resultat redovisas i detalj i Bilaga 1 till föreliggande rapport.

De översiktliga beräkningarna i sektion 1 visar att tillfredsställande säkerhet erhålls om marknivån höjs enligt planerat med mellan 1 och 2 meter samt byggnaderna uppförs på avståndet minst 20 meter från strandkanten.

De översiktliga beräkningarna i sektion 2 visar att planerad höjning av markytan inte kan utföras hela vägen ut mot strandkanten med tillräcklig säkerhet mot skred. Tillfredsställande säkerhetsfaktor erhålls om planerad markhöjning, till nivå +91, utförs fram till ca 10 m från befintlig strandlinje och om befintlig gång- och cykelvägs flyttas så den ligger längre in på området, omkring 12 m från befintlig strandlinje. I dag ligger gc-vägen ca 3 m från strandlinjen. Beräkningarna är dock utförda med stora osäkerheter i antagen jordmodell och en mer detaljerad analys rekommenderas för att i detalj kunna bedöma hur exploateringen på bästa sätt kan utföras inom detta strandnära område.

De översiktliga beräkningarna i sektion 3 visar att säkerhetsmarginalen mot lokala ras i slänten är låg, men sannolikt uppkommer ras först vid yttre påverkan. Den låga stabiliteten måste beaktas i samband med schaktarbeten o.d. i närheten av bankarna. Om schaktarbeten utförs i slänten ökar risken för släntras ytterligare.

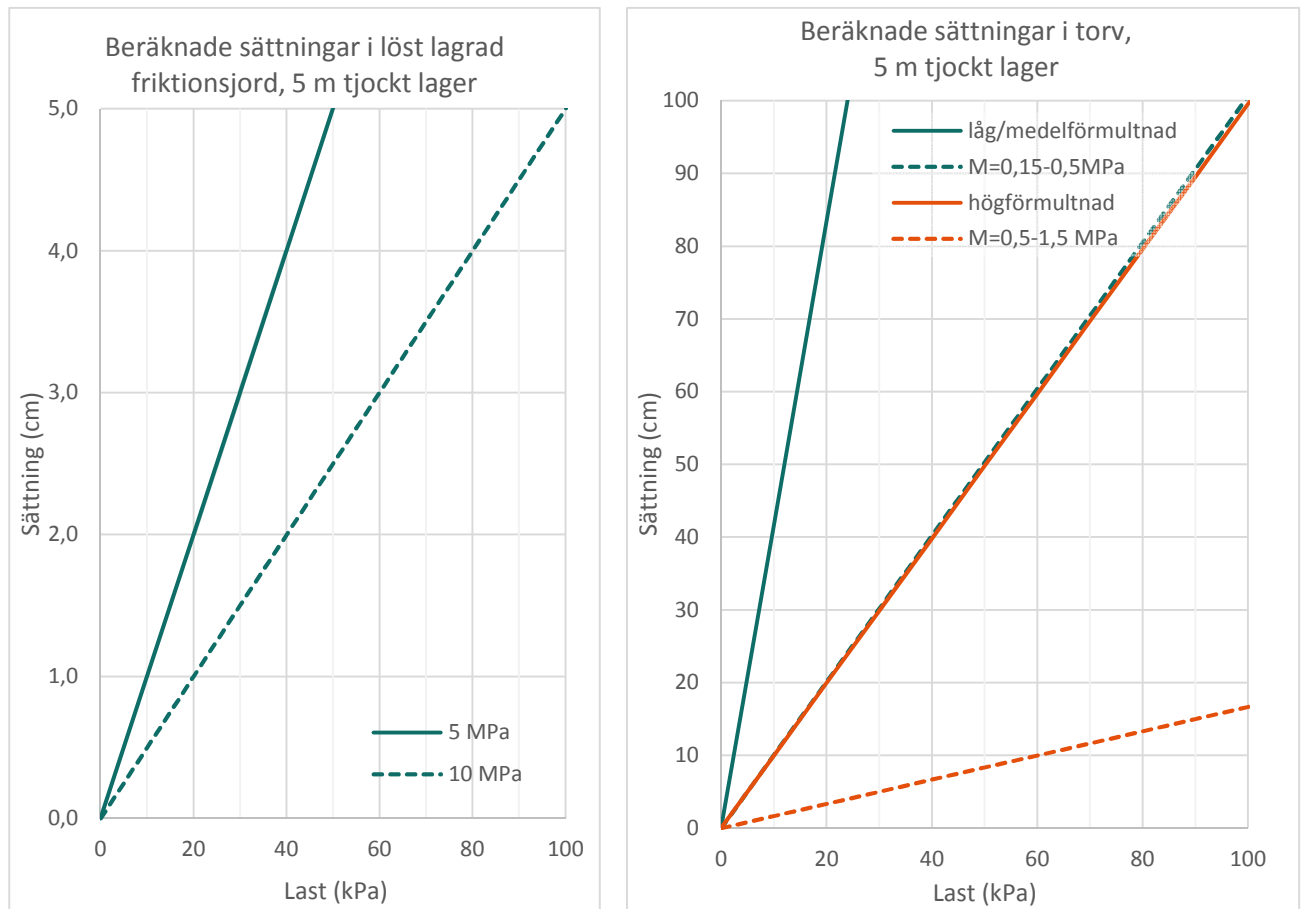
7. Sättning

Inom större delen av området är marken sättningskänslig. Sättningar, dvs att jorden komprimeras och markytan sjunker, kan uppstå av spänningsökningar i jordprofilen från tillförd last, exempelvis från byggnader eller fyllning, men även vid grundvattensänkning. Sättningar kan även utbildas när jordpartiklarna omlagras på grund av vibrationer som fortplantas i jorden från exempelvis pålning, spontning och liknande arbeten. Problem uppstår ofta när sättningarna är ojämna och man får stora differenssättningar i markytan, utmed en ledningssträcka eller i anslutningspunkter mellan olika objekt, t ex en icke-pålad ledning som ansluter till en pålad byggnad.

Hur lång tid det tar för sättningarna att utbildas beror på aktuell jordart och dess genomsläpplighet. I sand utbildas sättningarna vanligen momentant vid tillförd last, vilket innebär att den största delen av sättningarna utbildas redan i anläggningsskedet. Vid täta jordar som lera och till viss del även torv utbildas sättningarna under en längre tid eftersom vattengenomsläppligheten är låg och det tar tid att pressa ut vattnet från jorden. I torven utbildas sättningarna således under en längre tid, men större delen av sättningarna bedöms dock utbildas inom några månader till ett halvår.

Beräkningsförutsättningar och resultat redovisas i detalj i Bilaga 1 till föreliggande rapport.

I Figur 7-1 nedan redovisas utförda översiktliga beräkningar i löst lagrad sand alternativt ett 5 m mäktigt torvlager. Sättningarnas storlek varierar stort med storleken av påförd last och antagna kompressionsegenskaper och en mer detaljerad analys bör göras i det fortsatta projekteringsarbetet.

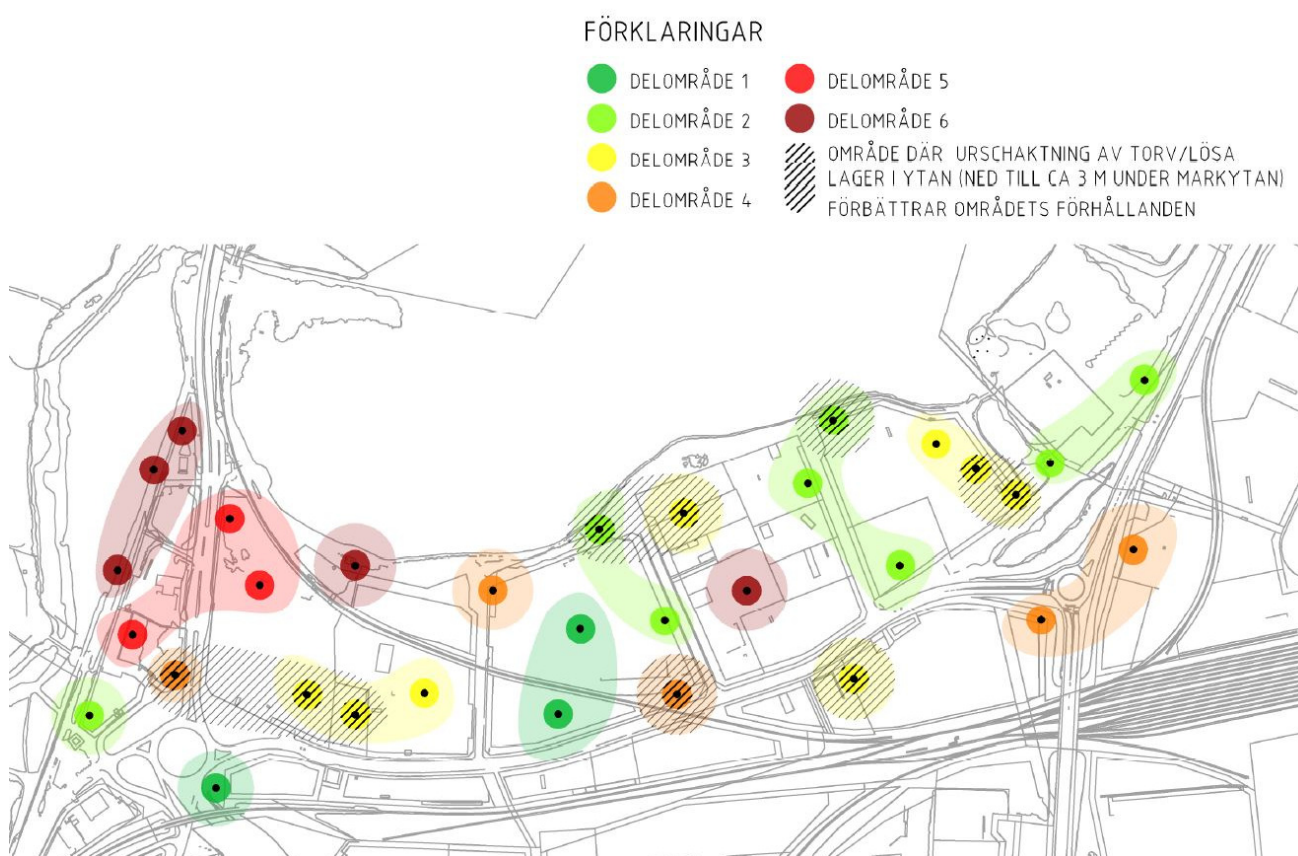


Figur 7-1 Sättningar i ett 5 m tjockt lager av löst lagrad sand respektive torv

8. Översiktlig indelning av området

Jordlagrens mäktigheter och materialegenskaper varierar över området. Baserat på utförda undersökningar, har en grov indelning av området gjorts. Områdesindelningen är en förenklad bild av rådande förhållanden där huvuddragen inom delområdena presenteras. Inom varje delområde kan det finnas partier med bättre eller sämre förhållanden. De faktiskt förhållandena måste undersökas detaljerat för respektive objekt inför projektering och byggande.

Skeppsbroområdet har grovt delats in i delområden 1 till 6 baserat på de geotekniska förutsättningarna, se Figur 8-1. Inom vissa delar ligger torv/lösa lager ytligt, ned till ca 3 m under markytan, och kan schaktas ur för att förbättra områdets markförhållanden. Inom övriga delar påträffas torv/lösa lager djupare.



Figur 8-1 Översiktlig områdesindelning

Delområde 1

Inom delområde 1 är de geotekniska förutsättningarna relativt goda, ingen torv har påträffats. Besvärande sättningar bedöms inte utbildas av planerad markhöjning. För medelhöga byggnader, med upp till ca 3 à 4 våningar, kan yttlig grundläggning övervägas och utredas. För övriga byggnader rekommenderas pålgrundläggning.

Delområde 2

Inom delområde 2 är de geotekniska förutsättningarna relativt goda, dock något sämre än i delområde 1. Ingen torv har påträffats, däremot skikt av löst lagrad friktionsjord. Besvärande sättningar bedöms inte utbildas av planerad markhöjning. För mindre byggnader, med upp till ca 2 våningar, kan yttlig grundläggning övervägas och utredas. För övriga byggnader rekommenderas pålgrundläggning.

Delområde 3

Inom delområde 3 påträffades tunnare torvlager med mäktigheter upp mot ca 1 m. Inom stora delar av området förekommer torvlagret ytligt och kan/bör schaktas bort. Om urschaktning sker förbättras de geotekniska förutsättningarna och förhållandena liknar de för delområde 1 eller 2.

Om urschaktning ej sker förväntas mindre sättningar utbildas av planerad markhöjning.

Delområde 4

Inom delområde 4 påträffades något mäktigare torvlager, främst kring 2 m, men lagren bedöms kunna variera mellan 1 och 3 m. Inom delar av området förekommer torvlagret ytligt och bör kunna schaktas bort. Om urschaktning sker förbättras de geotekniska förutsättningarna och förhållandena liknar de för delområde 1 eller 2.

Om urschaktning ej sker förväntas besvärande sättningar utbildas av planerad markhöjning. Eventuellt erfordras åtgärder för att minimera sättningarna, vilket måste studeras specifikt för varje objekt och beror av lastökningarnas storlek och tillåtna sättningar/sättningsdifferenser. Samtliga byggnader bedöms erfordra pålgrundläggning.

Delområde 5

Inom delområde 5 påträffades mäktiga torvlager, mellan 3 och 5 m. Torven kan vara lagrad i skikt med löst lagrad sand. Torven bedöms ej kunna schaktas ur.

Vid tillförd last kommer relativt stora sättningar att utbildas. För planerad höjning av markytan krävs sannolikt åtgärder för att minimera sättningar i gator, ledningar och torg. För byggnader erfordras pålgrundläggning.

Delområde 6

Inom delområde 6 påträffades mycket mäktiga torvlager, över 5 m. Torven kan vara lagrad i skikt med löst lagrad sand. Torven bedöms ej kunna schaktas ur. Jorden är löst lagrad till minst 15-30 m under markytan. Lösa lager kan påträffas ännu djupare.

Vid tillförd last kommer relativt stora sättningar att utbildas. För planerad höjning av markytan krävs sannolikt åtgärder för att minimera sättningar i gator, ledningar och torg. För byggnader erfordras pålgrundläggning.

9. Rekommendationer

De geotekniska förhållandena inom området bedöms inte hindra planerad exploatering. De geotekniska förhållandena är dock komplexa och det är svårt att med utgångspunkt i utförd översiktlig undersökning ge annat än övergripande rekommendationer. Flera frågeställningar måste utredas vidare i det fortsatta projekteringsarbetet. Marken är sättningskänslig och denna förutsättning är en viktig faktor, om inte den viktigaste, i det fortsatta projekteringsarbetet. Sannolikt krävs omfattande förstärkningsåtgärder vid grundläggning av planerade objekt. Utformning av markytan kräver även att hänsyn tas till de lokala stabilitets- och sättningsförhållandena.

Det är ett stort område som ska bebyggas och större delen har relativt dåliga markförhållanden. Utbyggnaden av området planeras etappvis och kommer sannolikt att pågå under lång tid. Detta ökar vikten av samordning och planering i projektet för att anläggningsarbeten inte ska påverka och skada redan uppförda objekt.

En byggnadsteknisk beskrivning där de geotekniska förhållandena beaktas ska upprättas i samband med detaljprojektering och byggskede. Vidare ska även ett kontrollprogram med avseende på omgivningspåverkan tas fram där man bland annat beskriver krav och uppföljning av rörelser i intilliggande objekt.

9.1. Stabilitet

Utförda beräkningar är av översiktlig karaktär. Underlaget har utgjorts av nivåkurvor och jordmodellen är baserad på översiktliga undersökningar vilket medför att detaljeringsgraden är låg.

Stabilitetsförhållandena bedöms inte hindra exploatering av området. De kan dock påverka utformningen av parkytan och gc-vägens placering längs med Munksjön.

Utförda översiktliga stabilitetsberäkningar mot Munksjön visar att säkerheten mot skred varierar utmed strandkanten. Mer detaljerade analyser måste göras i det fortsatta planeringsarbetet. Framförallt måste den västra delen av området studeras mer noggrant. Torvens utbredning, både i plan och på djupet måste utredas vidare, samt dess egenskaper bestämmas mer i detalj eftersom dessa faktorer har stor inverkan på stabiliteten.

Vid bortschaktning av befintlig vägbank Herkulesvägen/Kämpevägen måste hänsyn tas till stor risk för ras vid schaktning i de idag branta slänterna.

9.2. Sättningar

Inom större delen av området är marken sättningskänslig vilket innebär att sättningar kommer att utbildas när jorden tillförs nya laster, se kapitel 7. Eftersom marknivån kommer att höjas inom i princip hela området alternativt bebyggas är förväntade sättningar en viktig faktor i det fortsatta planeringsarbetet och för att oönskade sättningar och sättningsdifferenser inte ska uppstå kommer åtgärder att krävas.

Åtgärder för att minska sättningarnas utbredning kan exempelvis vara att fyllning utförs med lätt fyllningsmaterial, grundläggning på pålar, förbelastning mm. Val av förstärkningsåtgärd beror på planerat objekt och de geotekniska förhållandena i objektets läge. Generellt bör en tidig uppfyllnad med liggtid eftersträvas av de markytor som ska höjas för att sättningar i lösa lager ska kunna utbildas innan marken färdigställs.

Vid exploatering av området bedöms pålgrundläggning erfordras för majoriteten av planerade byggnader. Om byggnaderna pålgrundläggs utan att förstärkningar görs för intilliggande mark finns risk för att problem med differenssättningar till innergård/intilliggande mark uppstår. Denna frågeställning måste beaktas vid fortsatt projektering.

Den löst lagrade sanden är ensgraderad och materialet bedöms vara känsligt för pålningsarbeten och andra vibrationsalstrande arbeten då sandkornen kan omlagras och materialet komprimeras. Effekterna av en enstaka påslagning är ofta försumbar, men de sammanlagda effekterna av omfattande pålningsarbeten är betydligt mer märkbara. Därför är det av största vikt att pålningsarbeten för grundläggning av byggnader utförs innan t ex va-ledningar läggs och slutjustering/beläggning av gator och markytor utförs.

9.3. Erosion

Erosion uppkommer vid strömmande vatten och kan förekomma dels synligt på till vattendrag angränsande stränder och slänter, dels "osynligt" i form av inre erosion. Inre erosion fås vid strömmande grundvatten som för med sig finkorniga partiklar.

I detta projekt har ingen utredning av befintliga och framtida erosionsförhållanden utförts.

Erosion mot Skeppsbrons strandkant kan förekomma vid högt grundvattenstånd i kombination med kraftiga nordliga vindar. Höjda framtida vattennivåer i kombination med flera och intensivare oväder kan dessutom förvärra situationen framöver. Strandkanten är idag skyddad med sten och någon studie av eventuell pågående erosion utmed Skeppsbrons strandlinje har ej utförts i denna utredning. Vid fältarbetenas genomförande noterades dock inga tecken på pågående erosion i strandlinjen.

Planerad exploatering med ökat nyttjande av strandkanten och behovet av att säkerställa stabiliteten mot Munksjön innebär att en noggrannare analys måste göras av risken för erosion utmed Skeppsbrons slänt mot Munksjön i det fortsatta planeringsarbetet.

Risken för inre erosion bedöms i dagsläget som liten eftersom mängden finmaterial i utförda undersökningar är relativt liten. Men även här kan förändrade förutsättningar, som högre variation i grundvattennivåer p.g.a. ökad torka på sommaren och ökade regnmängder under höst och vår, skapa ökad risk för även detta fenomen.

9.4. Markradon

Utförda mätningar tyder på att marken kan klassas som normalradonmark (i en undersökningspunkt har högre värden uppmätts, dock nära gränsen till normalradonmark).

Vid nybyggnation rekommenderas radonskyddande åtgärder. Erforderliga fyllningar får inte utföras med radonhaltigt material.

9.5. Grundläggning

Dimensionering och utformning av grundläggning detaljprojekteras i senare skeden när mer information om planerade objekt finns och detaljerade geotekniska undersökningar har utförts.

Nya byggnader planeras i flera plan, upp till 12 våningar eller högre, vilket ger en ordentlig lastökning jämfört med dagens. Majoriteten av byggnaderna kommer därför att kräva förstärkt grundläggning, förslagsvis grundläggs de på pålar. Varje byggnad behöver studeras separat eftersom de geotekniska förutsättningarna och byggnadernas storlek och därmed tillskottslast varierar över området.

Inom delar av området kan plattgrundläggning av mindre byggnader, från ca 4 våningar eller lägre, vara ett alternativ, se områdesindelningen i kapitel 8 ovan. Eftersom jorden/den lösa sanden bedöms vara känslig för vibrationsalstrande arbeten, som t ex pålning, är det av största vikt att man i det fortsatta arbetet tar hänsyn till aktuella grundläggningsmetoder och planerar byggandet så att man i möjligaste mån undviker att skada eventuellt plattgrundlagda byggnader och övriga icke-pålade anläggningar, t ex ledningar.

Ledningarnas grundläggning är starkt beroende av vilken utbyggnadsordning man väljer. Eftersom omfattande ledningsarbeten ska utföras är det av största vikt att de finns med som en betydande faktor i den övergripande planeringen av i vilken ordning området ska byggas ut.

Det är viktigt att beakta risken för sättningsdifferenser mellan byggnader grundlagda på pålar och ledningar grundlagda direkt i mark. Anslutning mellan sådan byggnad och ledning måste utföras så flexibel att sättningsdifferensen inte skadar ledningen.

Att slå pålar i lösa sandlager påverkar omgivande jord genom att sättningar utbildas och storleken av dessa kan i närheten av pålen vara av storleksordningen 5 % av den lösa jordens mäktighet. Ledningarna bör därför utformas för att tåla en del deformation alternativt pålas inom de delar av området som består av lösa sandlager. Se områdesindelningen i kapitel 8 ovan.

9.5.1. Förväntade pållängder

6 hejarsonderingar har under 2015 utförts utspritt över området. Sonderingsstopp (200 slag per 0,2 m sjunkning alternativt >100 slag per 0,2 m sjunkning i 1 meter) har erhållits på mellan 19 och 27 meters djup i fem av undersökningspunkterna och på 37 meters djup i en undersökningspunkt. Det underlag som funnits tillgängligt avseende befintliga pålar (slagna betongpålar) visar att pålarnas effektiva längd varierar mellan 8 och 41 m.

Sannolikt stopp för slaga pålar av betong bedöms ligga mellan 20 och 30 m under markytan inom större delen av området, vissa partier kan dock erfordra längre pålar. I västra delen av området, intill Tabergsånen och befintlig gc-väg bedöms pålstopp erhållas djupare, omkring 40 m under markytan.

9.6. Omgivningspåverkan i byggskedet

Vid utbyggnad av området är det viktigt att markarbetena planeras och utförs på skonsamt sätt för att inte negativt påverka befintliga byggnader och anläggningar samt de objekt som uppförts i ett tidigare skede.

Sanden inom området bedöms vara känslig för vibrationer och kan omlagras vid pålningsarbeten. Om möjligt bör dessa arbeten utföras innan markytor färdigställs, ledningar läggs och eventuell plattgrundläggning utförs.

En byggnadsteknisk beskrivning där de geotekniska förhållandena beaktas ska upprättas i samband med detaljprojektering och byggskede. Vidare ska även ett kontrollprogram med avseende på omgivningspåverkan tas fram där man bland annat beskriver krav och uppföljning av rörelser i intilliggande objekt

Skeppsbron – Uppdrag 2

BILAGA 1

Stabilitet - Materialparametrar och beräkningar

Sättningar - Materialparametrar och beräkningar



1. Stabilitet

1.1. Beräkningsförutsättningar

Stabilitetsberäkningar har utförts i tre sektioner, i planläge enligt Figur 1 nedan. Beräkningar har utförts för befintliga förhållanden i samtliga sektioner och för planerad exploatering i sektion 1 och 2. Sektion 1 har kontrollerats för två olika jordprofiler eftersom förhållandena bedöms kunna variera lokalt, en profil utan torv (1a) och en profil med 2 m torv under ett lager av sand (1b). I sektion 2 förekommer mäktiga torvlager. I detta område har pålgrundläggning därför förutsatts för samtliga byggnader och laster från planerade framtida byggnader har inte medtagits i beräkningen.

Stabiliteten har kontrollerats med Slope/W version 8.14 med analysmetod Morgenstern-Price. Beräkningarna har utförts som både odränerade och dränerade analyser med partialkoefficientmetoden (F_{EN}). Partialkoefficientmetoden har använts även vid kontroll av befintliga förhållanden.



Figur 1. Stabilitets beräkningar har utförts i markerade sektioner

Grundvatten och portryck

Grundvattennivån inom området varierar med vattennivån i Munksjön. Medelvattenståndet i Munksjön ligger kring nivå +89 (RH 2000).

I stabilitetsberäkningarna har vattennivån i Munksjön antagits till nivå +88,4 vilket enligt uppgift är lägsta lågvattenstånd för Vättern i Jönköping. Denna lägre nivå ger de sämsta stabilitetsförhållandena i slänten. Grundvattenytans trycknivå på landområdet har i beräkningarna på säkra sidan antagits till nivå +89,6.

Geometri

Som underlag till beräkningssektionernas geometri har tillgängliga nivåkurvor från grundkartan och av beställaren erhållna djupkurvor i Munksjön använts.

Säkerhetsfaktorer (F_{EN})

Erforderlig säkerhetsfaktor beror på aktuell säkerhetsklass. För detta projekt antas säkerhetsklass 2. Säkerhetsfaktor för respektive säkerhetsklass anges i Tabell 1 nedan.

Tabell 1-1 Säkerhetsfaktor enligt IEG Rapport 6:2008 rev 1

Säkerhetsklass	F_{EN}
SK1	0,9
SK2	1,0
SK3	1,1

Laster

För gång och cykelvägar har en karakteristisk last om 5 kN/m² antagits och för Kämpevägen/Herkulesvägen har den karakteristiska lasten antagits vara 15 kN/m². I sektion 1 har även en last från planerad byggnad (12 våningar) medtagits, här har den karakteristiska lasten antagits till 120 kN/m².

Dimensionerande laster har beräknats enligt formeln: $0,91 \cdot 1,1 \cdot G_{kj} + 0,91 \cdot 1,4 \cdot Q_{kj}$

$$0,91 \cdot 1,4 \cdot 15 = 19,1 \text{ kN/m}^2$$

$$0,91 \cdot 1,4 \cdot 5 = 6,4 \text{ kN/m}^2$$

$$0,91 \cdot 1,1 \cdot 120 = 120 \text{ kN/m}^2$$

Materialegenskaper

Materialegenskaper och jordlagrens mäktighet har baserats på de översiktliga undersökningar som utförts i kombination med empiri. En förenklad beräkningsmodell har därefter skapats.

Dimensionerande värden beräknas med följande formel:

$$X_d = \frac{1}{\gamma_M} \eta \bar{X}$$

där X_d = dimensionerande värde
 γ_M = fast partialkoefficient
 η = omräkningsfaktor för geokonstruktionen
 $\bar{X}$ = karaktäristiskt värde (valt värde) baserat på härledda värden alternativt tabellvärde

Tabell 1-2 Karakteristiska värden för respektive jordlager

Jordmaterial	Materialegenskap	
Ny fyllning (grus)	Tunghet, γ Tunghet under GV, γ' Friktionsvinkel, ϕ'	19 kN/m ³ 12 kN/m ³ 34° ¹
Bef. fyllning inom området (sand)	Tunghet, γ Tunghet under GV, γ' Friktionsvinkel, ϕ'	18 kN/m ³ 10 kN/m ³ 37°
Bef. fyllning Herkulesv./Kämpev. (sand)	Tunghet, γ Tunghet under GV, γ' Friktionsvinkel, ϕ'	18 kN/m ³ 10 kN/m ³ 35° ²
Bef. fyllning Herkulesv./Kämpev. (grus)	Tunghet, γ Tunghet under GV, γ' Friktionsvinkel, ϕ'	19 kN/m ³ 12 kN/m ³ 37° ²
Sand löst lagrad	Tunghet, γ Tunghet under GV, γ' Friktionsvinkel, ϕ'	19 kN/m ³ 11 kN/m ³ 34°
Sand fast lagrad	Tunghet, γ Tunghet under GV, γ' Friktionsvinkel, ϕ'	19 kN/m ³ 11 kN/m ³ 37°
Torv	Tunghet, γ Tunghet under GV, γ' Friktionsvinkel, ϕ' Odränerad skjuvhållfasthet, c_u Dränerad kohesion c'	12 kN/m ³ 2 kN/m ³ 28° ² 20 kPa 2 kPa ²
Dy	Tunghet, γ Tunghet under GV, γ' Friktionsvinkel, ϕ' Odränerad skjuvhållfasthet, c_u Dränerad kohesion c'	12 kN/m ³ 2 kN/m ³ 28° ² 7,5 kPa ³ 0,8 kPa ³

Tabell 1-3 Partialkoefficienter och omräkningsfaktorer

Symbol	Värde
$\gamma_{\phi'}$	1,3
γ_{c_u}	1,5
$\gamma_{c'}$	1,3
$\eta_{\phi/c'}$	0,95
η_{c_u}	0,9

För tabellvärden är omräkningsfaktorn $\eta = 1,0$

¹ Tabellvärde, samverkan med löst lagrad jord antas, residualvärdet ansätts enligt IEG Rapport 6:2008 rev 1

² Tabellvärde, TK Geo 13

³ Ansatt värde

Tabell 1-4 Dimensionerande värden

Jordmaterial	Materialegenskap	
Ny fyllning (grus)	Tunghet, γ Tunghet under GV, γ' Friktionsvinkel, ϕ'	19 kN/m ³ 12 kN/m ³ 27,4°
Bef. fyllning (sand)	Tunghet, γ Tunghet under GV, γ' Friktionsvinkel, ϕ'	18 kN/m ³ 10 kN/m ³ 28,8°
Bef. fyllning Herkulesv./Kämpev. (sand)	Tunghet, γ Tunghet under GV, γ' Friktionsvinkel, ϕ'	18 kN/m ³ 10 kN/m ³ 28,3° ²
Bef. fyllning Herkulesv./Kämpev. (grus)	Tunghet, γ Tunghet under GV, γ' Friktionsvinkel, ϕ'	19 kN/m ³ 12 kN/m ³ 30,1° ²
Sand löst lagrad	Tunghet, γ Tunghet under GV, γ' Friktionsvinkel, ϕ'	19 kN/m ³ 11 kN/m ³ 26,2°
Sand fast lagrad	Tunghet, γ Tunghet under GV, γ' Friktionsvinkel, ϕ'	19 kN/m ³ 11 kN/m ³ 28,8°
Torv	Tunghet, γ Tunghet under GV, γ' Friktionsvinkel, ϕ' Odränerad skjuvhållfasthet, c_u Dränerad skjuvhållfasthet c'	12 kN/m ³ 2 kN/m ³ 22,2° 12 kPa 1,5 kPa
Dy	Tunghet, γ Tunghet under GV, γ' Friktionsvinkel, ϕ' Odränerad skjuvhållfasthet, c_u Dränerad skjuvhållfasthet c'	12 kN/m ³ 2 kN/m ³ 22,2° 5 kPa 0,6 kPa ²

1.2. Resultat

I Tabell 1- nedan redovisas erhållna säkerhetsfaktorer för de olika sektionerna, samtliga beräkningar redovisas sist i denna bilaga. Säkerhetsfaktorn måste vara minst 1,0 för att uppfylla normkraven i säkerhetsklass 2, vilken bedöms vara den säkerhetsklass som är applicerbar på aktuell utbyggnad.

Tabell 1-5 Erhållen säkerhetsfaktor

Sektion	Befintliga förhållanden F_{EN}	Uppfyllnad ny släntlutning 1:5 F_{EN}	Uppfyllnad ny släntlutning 1:10 F_{EN}	Uppfyllnad samt byggnad F_{EN}
Sektion 1a	1,4	1,4	-	1,4
Sektion 1b	1,4	1,3	-	1,2
Sektion 2	1,1	0,9 *	1,0	-
Sektion 3	0,9 * (1,0)**	-	-	-

* Erhållen säkerhetsfaktor uppfyller ej kraven för säkerhetsklass 2, däremot uppfylls kraven för säkerhetsklass 1

** Beräkningsresultat då vägbanken antas vara uppbyggd av fast lagrad grus

Sektion 1

Beräkningarna i sektion 1 visar att tillfredsställande säkerhet erhålls om marknivån höjs enligt plan med mellan 1 och 2 meter samt byggnaderna, upp till 12 våningar, uppförs på avståndet minst 20 meter från strandkanten.

Sektion 2

Beräkningar i sektion 2 visar att planerad höjning av marknivån inte kan utföras hela vägen ut mot strandkanten med tillräcklig säkerhet mot skred. Tillräcklig säkerhetsfaktor erhålls om planerad markhöjning, till nivå +91, utförs med släntrön ca 10 m från befintlig strandlinje och att befintlig gång- och cykelvägs läge justeras till att ligga längre in i området, omkring 12 m från befintlig strandlinje. I dag ligger gc-vägen ca 3 m från strandlinjen.

En känslighetsanalys har gjorts avseende torvens mäktighet och hållfasthetsegenskaper. Förhållandena har varierats enligt följande:

A: Torvens skjuvhållfasthet har varierats mellan 15 och 25 kPa

B: Torvens mäktighet har varierats mellan 4,5 och 6,5 m

När torvens skjuvhållfasthet varierar mellan 15 och 25 kPa varierar säkerhetsfaktorn mellan 0,76 och 1,11, vilket är ett stort spann som spänner från stor risk för skred till att med marginal uppfylla säkerhetskraven.

Även torvlagrets mäktighet har stor inverkan på stabiliteten. Om torvlagrets mäktighet varierar från 4,5 m till 6,5 m varierar säkerhetsfaktorn mellan 0,95 och 1,1.

Sektion 3

Beräkningarna i sektion 3 visar att vägbankens befintliga slänter, med relativt branta lutningar, inte uppfyller kraven för säkerhetsklass 2 vid antagandet att banken är uppbyggd av sand med medelfast lagring (friktionsvinkel 35°). Detta innebär att man inte uppfyller dagens normkrav men om man istället förutsätter att banken är uppbyggd med fast lagrad grus (friktionsvinkel 38°) uppfylls kraven för säkerhetsklass 2.

Säkerhetsmarginalen mot lokala ras i slänten är således låg, men sannolikt uppkommer ras först vid yttre påverkan. Den låga stabiliteten måste beaktas i samband med schaktarbeten o.d. i närheten av bankarna. Om schaktarbeten utförs i slänten ökar risken för släntras ytterligare.

2. Sättningar

2.1. Beräkningsförutsättningar

För översiktliga sättningsberäkningar har kompressionsmodul i det lösa sandlagret ansatts variera mellan 5 och 10 MPa.

Vid översiktliga sättningsberäkningar har kompressionsmodulen antagits variera mellan 0,15 och 0,5 MPa för låg och mellanförmultnad torv och mellan 0,5 och 1,5 för högförmultnad torv och gytta.

2.2. Resultat

I tabellen nedan redovisas översiktligt beräknade sättningar som kan utbildas i de olika materialen vid olika kombinationer av laster och lagertjocklekar.

Tabell 2-1 Beräknade sättningar i olika jordlager

	Löst lagrad sand Modul 5-10 MPa		Lågförmultnad/ mellanförmultnad torv Modul 0,15-0,5 MPa		Högförmultnad torv Modul 0,5-1,5 MPa	
Last/ Lagertjocklek	20 kPa	40 kPa	20 kPa	40 kPa	20 kPa	40 kPa
1 m	~0 cm	0-1 cm	5-15 cm	10-30 cm	1-5 cm	5-10 cm
3 m	0,5-1 cm	1-2,5 cm	12-40 cm	24-80 cm	5-10 cm	10-25 cm
5 m	1-2 cm	2-4 cm	20-70 cm	40-135 cm	5-20 cm	15-40 cm
10 m	2-4 cm	4-8 cm	40-135 cm	80-270 cm	15-40 cm	30-80 cm

2.2.1. Översiktliga beräkningsexempel från delområden

För indelning i delområde 1-6 se kapitel 8 i PM Geoteknik.

För delområdena har översiktliga sättningar beräknats där lasten antagits jämt belasta en yta 50x50 m och lastspridningen mot djupet beräknats med 2:1 metoden.

Tabell 2-2 Antagen jordprofil för beräkning inom respektive delområde

	Kompressionsmodul inom resp. delområde					
Jordlager	Delomr. 1	Delomr. 2	Delomr. 3	Delomr. 4	Delomr. 5	Delomr. 6
Fyllning	0-1,5 m u my M =25	0-1,5 m u my M =20	0-1,5 m u my M =20	0-1,5 m u my M =15	0-1,5 m u my M =20	0-1,5 m u my M =20
Sand	1,5-5 m u my M =15	1,5-8 m u my M =10	1,5-5 m u my M =10	1,5-5 m u my M =7	1,5-4 m u my M =7	1,5-3 m u my M =7
Torv	-	-	5-6 m u my M =0,2-0,5	5-7 m u my M =0,2-0,5	4-9 m u my M =0,2-0,5	3-6 m u my M =0,2-0,5
Sand	5-30 m u my M =45	8-30 m u my M =40	6-10 m u my M =20	7-30 m u my M =40	9-30 m u my M =40	6-10 m u my M =10
Torv	-	-	-	-	-	10-15 m u my M =0,2-0,5
Sand	-	-	10-30 m u my M =40	-	-	15-30 m u my M =40

Tabell 2-3 Beräknad sättning för respektive delområde

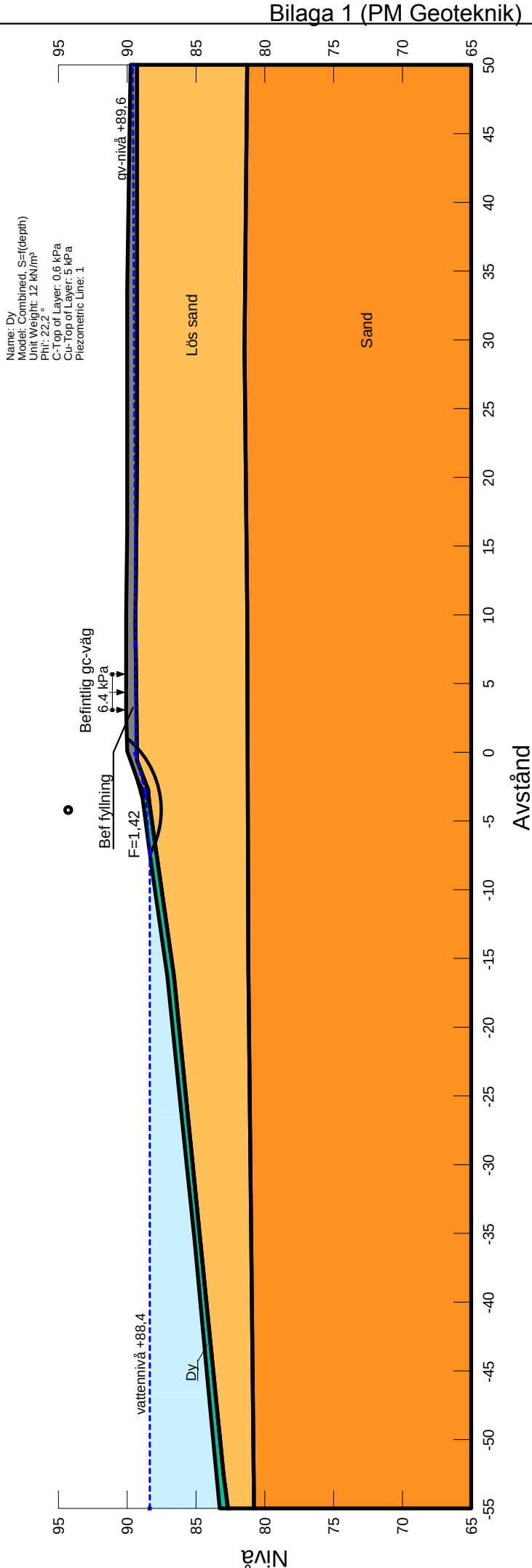
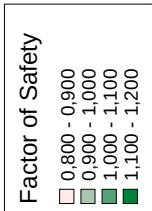
	10 kPa	20k Pa	40 kPa
Delområde 1	~ 0,5 cm	~ 1 cm	~ 2 cm
Delområde 2	~ 1 cm	~ 2 cm	~ 3,5 cm
Delområde 3	2 – 5 cm	5 – 10 cm	9 – 20 cm
Delområde 4	4 – 9 cm	8 – 20 cm	15 – 35 cm
Delområde 5	9 – 20 cm	15 – 40 cm	35 – 60 cm
Delområde 6	25 – 45 cm	>50 cm	>100 cm

Skeppsbron - Uppdrag 2

Sektion 1a - Befintliga förhållanden

Dränerad och kombinerad analys

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och porttryck: Piezometric Line
Gidryans Riktning: Right to Left
Version: 8.14
Skapad: 2015-09-02 10:11:12
Filer: 1_12_bef_komb.gs7
P:\2012\145_Skeppsbron\Jkpg_geo_opp2_DP\05 Arbetsmaterial\02 Beräkningar\Stabilitet\Slope\

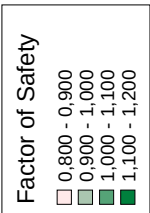


Skeppsbron - Uppdrag 2

Sektion 1a - Ny marknivå +91-91,5

Dränerad och kombinerad analys

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och porttryck: Piezometric Line
Glidytans riktning: Right to Left
Version: 8.14
Sparad: 2015-09-02 10:17:27
Filnamn: 1a_Tyfl_komb.gs2
P:\12012145_Skeppsbron_jkpg_geo_upp2_DP\05 Arbetsmaterial\02 Beräkningar\Stabilitet\Slope1



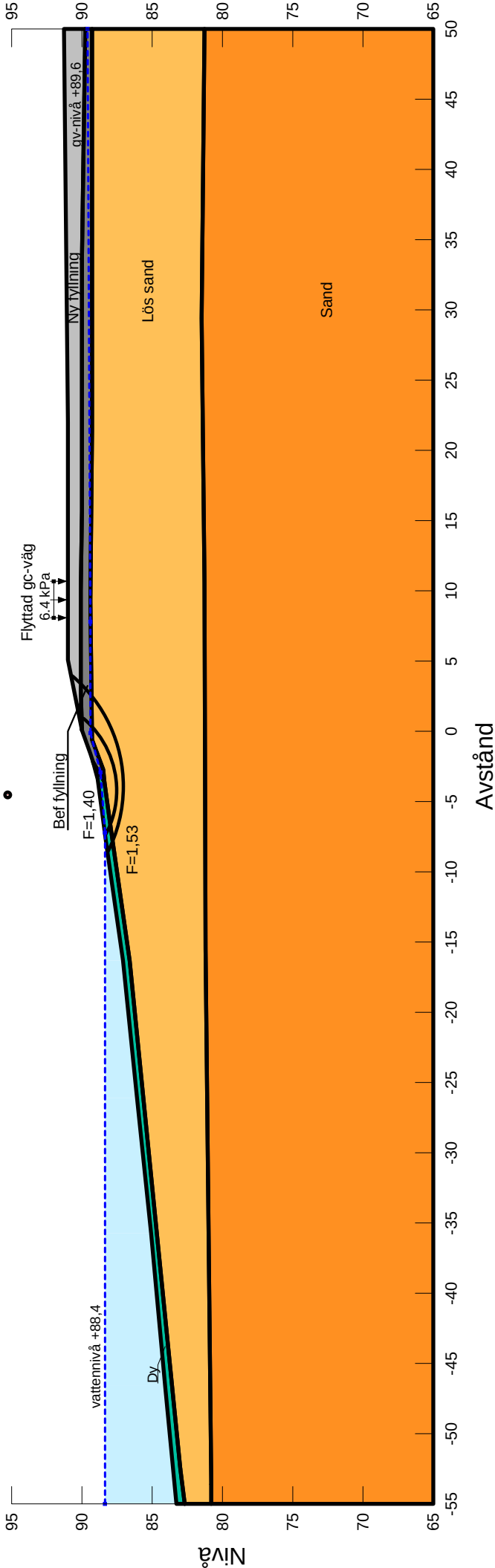
Name: Ny fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 27.4°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Bef fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Lös sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 26.2°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Dy
Model: Combined, S=(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22.2°
C-Top of Layer: 0.6 kPa
C-Bottom of Layer: 5 kPa
Piezometric Line: 1



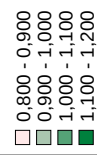
Skeppsbron - Uppdrag 2

Sektion 1a - Ný marknið +91-91,5, samt byggnad

Dränerad och kombinerad analys

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och portryck: Piezometric Line
GlidVäns riktning: Right to Left
Version: 8.14
Sparad 2015-09-02 10:28:51
Filnamn: 1a_fyll_byggnad_komb.gsz
P.12012145 Skeppsbod_krbg geo upp2
DP105 Arbetsmaterial02 Beräkningar\Stabilitet\Slope1

Factor of Safety



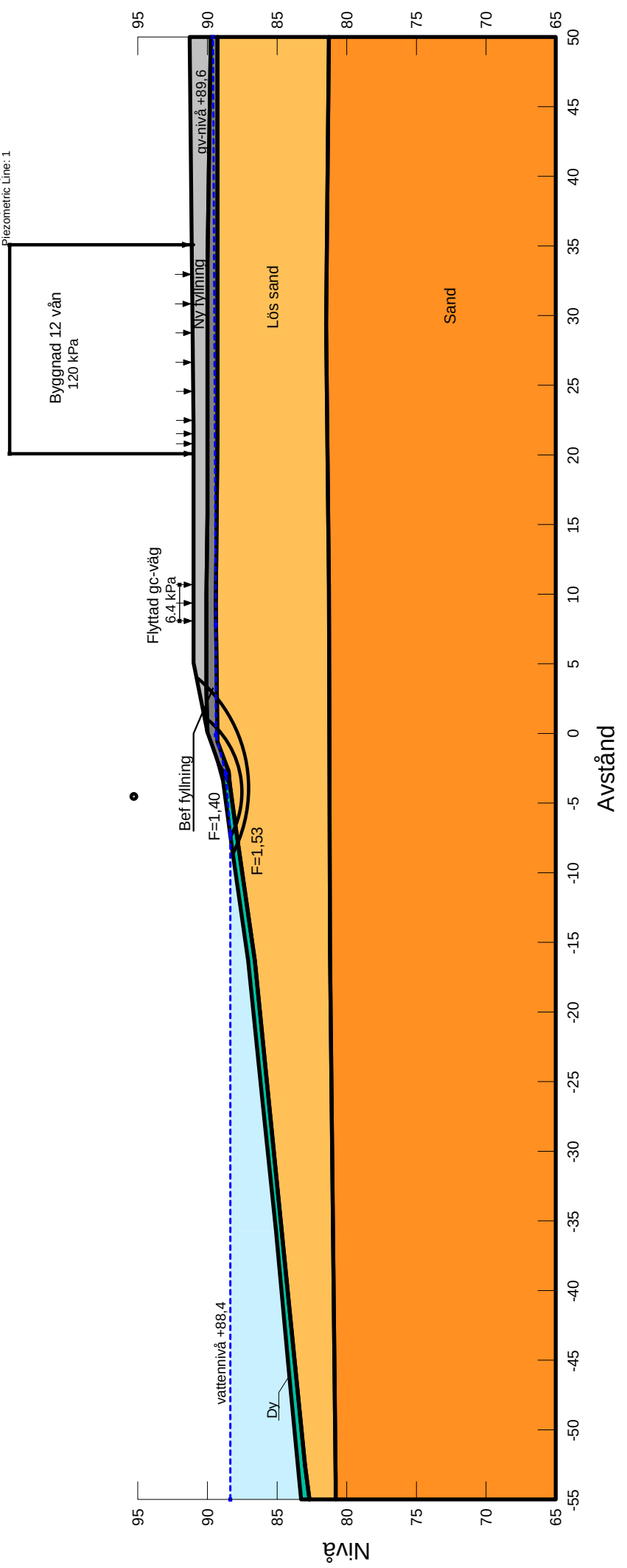
Name: Ny fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion': 0 kPa
Phi': 27.4°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Befyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: L0's sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 26.2°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Dy
Model: Combined, $S=f(\text{depth})$
Unit Weight: 12 kN/m^3
 Φ^{int} : 22.2°
C-Top of Layer: 0.6 kPa
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Piezometric Line: 1

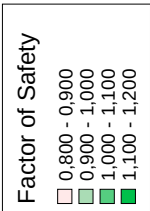


Skeppsbron - Uppdrag 2

Sektion 1b - Befintliga förhållanden

Dränerad och kombinerad analys

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och porttryck: Piezometric Line
Gidryans riktning: Right to Left
Version: 8.1.4
Skapad: 2015-09-02 10:33:44
Filer: 1.1b_bef_komb.gs7
P:\2012\145_Skeppsbron\Jkpg_geo_opp2_DP\05 Arbetsmaterial\02 Beräkningar\Stabilitet\Slope\



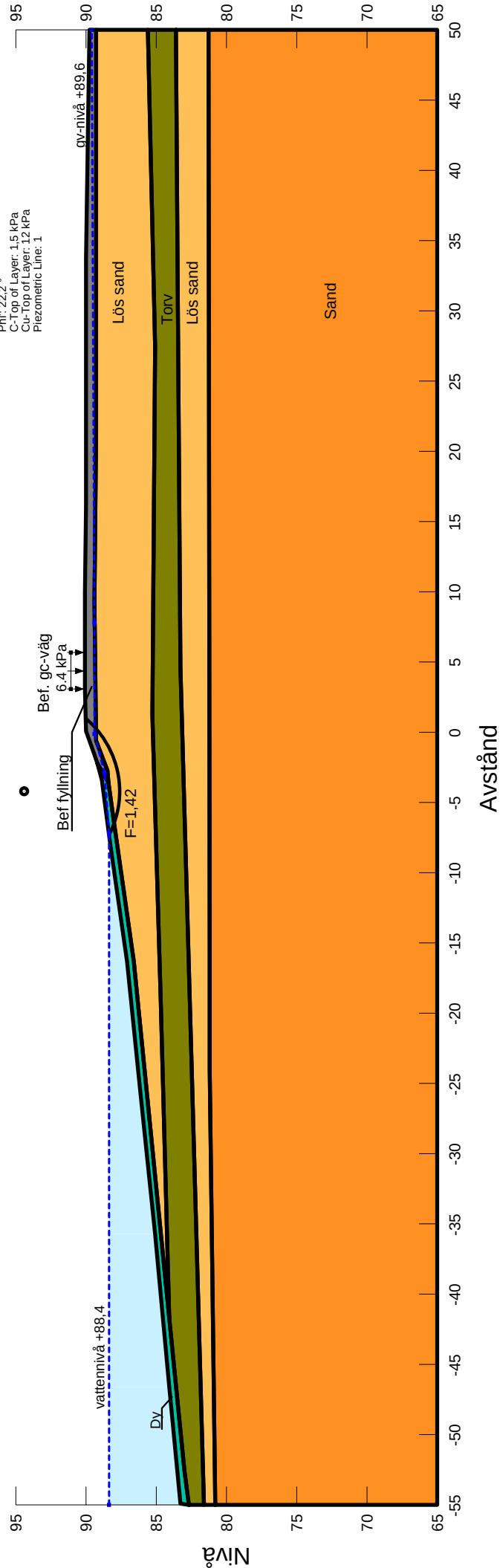
Name: Bef.fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Lös sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 26.2°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Dy
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22.2°
C-Top of Layer: 0.6 kPa
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Piezometric Line: 1

Name: Torv
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22.2°
C-Top of Layer: 1.5 kPa
Cu-Top of Layer: 12 kPa
Piezometric Line: 1

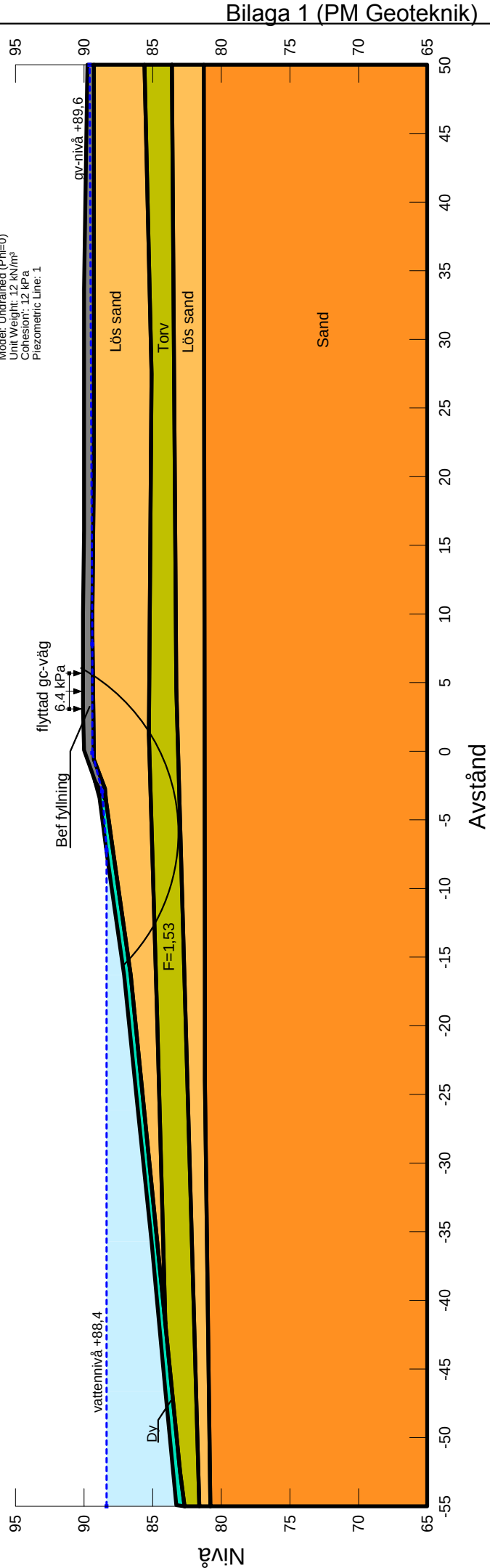
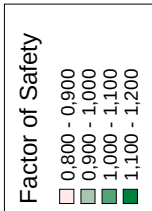


Skeppsbron - Uppdrag 2

Sektion 1b - Befintliga förhållanden

Dränerad och odränerad analys

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och porttryck: Piezometric Line
Gidryans riktning: Right to Left
Version: 8.14
Skapad: 2015-09-02 10:40:10
Filer: 1.1b_bef_odrän.gsz
P:2012145_Skeppsbron JKpg_geo_upp2_DP05 Arbetsmaterial\02 Beräkningar\Stabilitet\Slope\

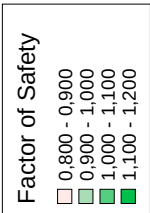


Skeppsbron - Uppdrag 2

Sektion 1b - Ny marknivå +91-91,5

Dränerad och kombinerad analys

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och porttryck: Piezometric Line
Glidytans riktning: Right to Left
Version: 8.14
Sparad 2015-09-02 10:46:13
Filnamn: 1b_fylf_komb.gsz
P:\2012\145_Skeppsbron\Jkpg_geo_upp2_DP\05 Arbetsmaterial\02 Beräkningar\Stabilitet\Slope1



Name: Ny fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 27.4 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

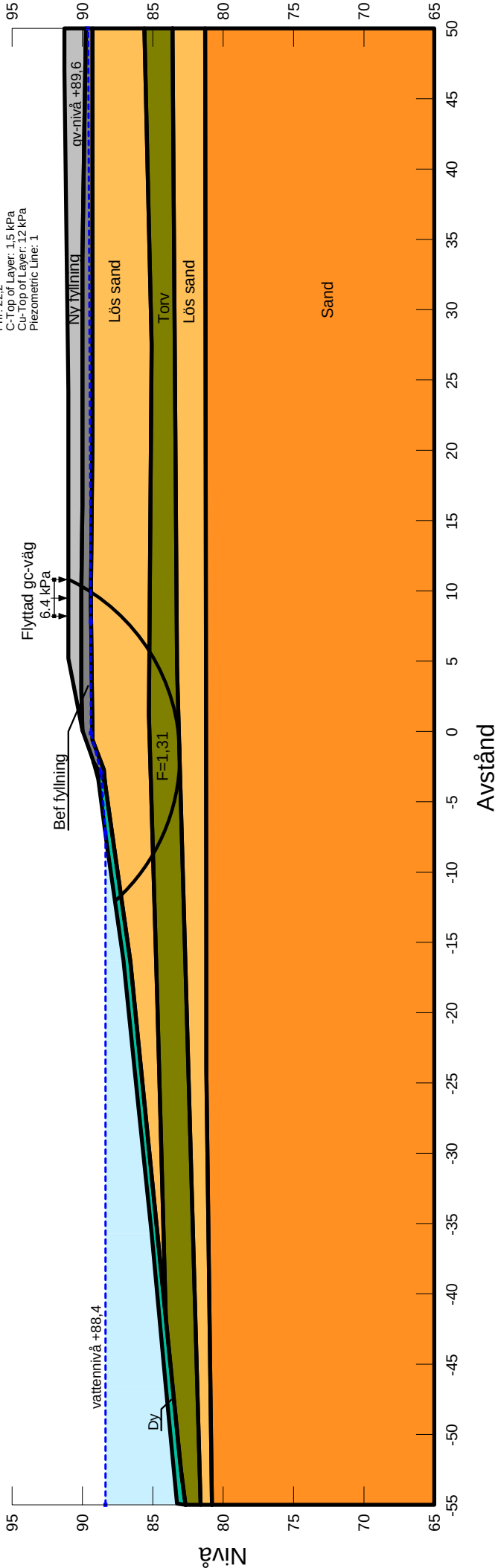
Name: Befyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Lös sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 26.2 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Dy
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22.2 °
C-Top of Layer: 0.6 kPa
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Piezometric Line: 1

Name: Torv
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22.2 °
C-Top of Layer: 1.5 kPa
Cu-Top of Layer: 12 kPa
Piezometric Line: 1

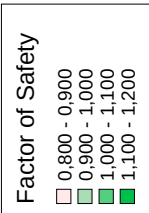


Skeppsbron - Uppdrag 2

Sektion 1b - Ny marknivå +91-91,5

Dränerad och odränerad analys

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och porttryck: Piezometric Line
Glidriktning: Right to Left
Version: 8.14
Skapad: 2015-09-02 10:46:13
Filer: 1.15 fyll_odräng.gsj
P:\2012\145_Skeppsbron\Jkgg_geo_upp2_DP\05 Arbetsmaterial\02 Beräkningar\Stabilitet\Slope1



- Name: Ny fyllning

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 22 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 27.4 °

Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³

Piezometric Line: 1
- Name: Bef fyllning

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 28.8 °

Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Piezometric Line: 1
- Name: Lös sand

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 26.2 °

Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³

Piezometric Line: 1
- Name: Sand

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 28.8 °

Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³

Piezometric Line: 1
- Name: Dy (odrän)

Model: Undrained (Phi=0)

Unit Weight: 12 kN/m³

Cohesion: 5 kPa

Constant Unit Wt. Above Water Table: 12 kN/m³

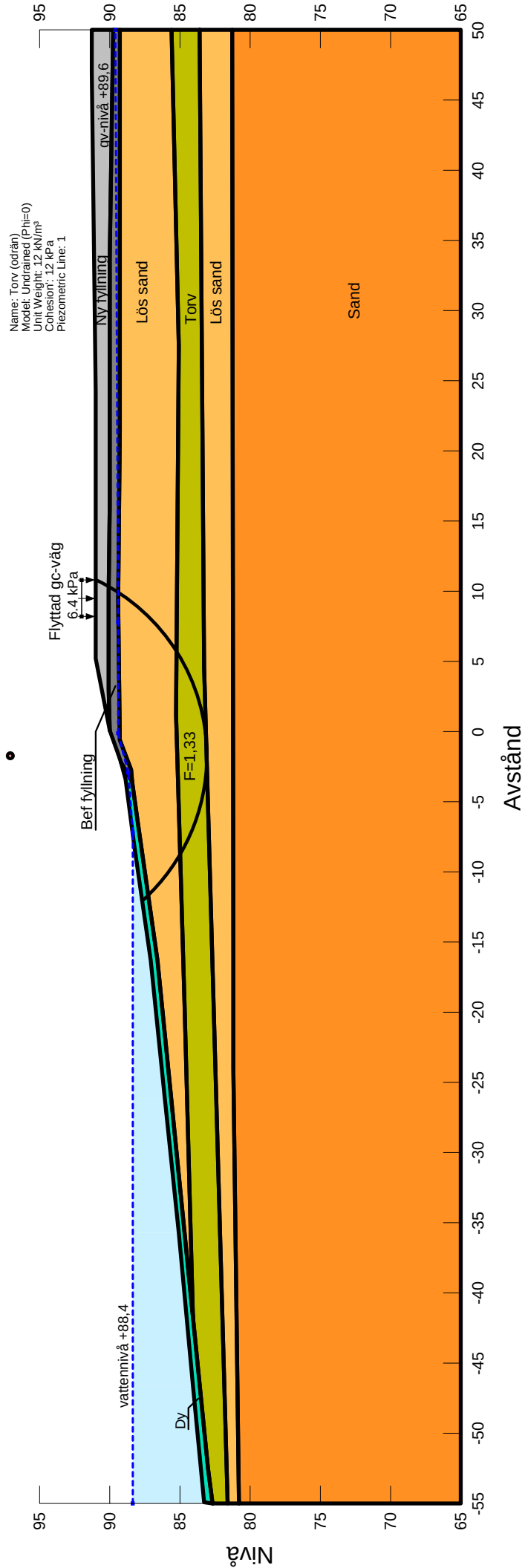
Piezometric Line: 1
- Name: Torv (odrän)

Model: Undrained (Phi=0)

Unit Weight: 12 kN/m³

Cohesion: 12 kPa

Piezometric Line: 1

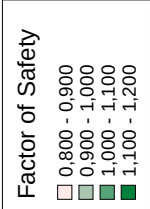


Skeppsbron - Uppdrag 2

Sektion 1b - Ny marknivå +91-91,5, samt byggnad

Dränerad och kombinerad analys

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och porttryck: Piezometric Line
Glejslans riktning: Right to Left
Version: 8.11
Skapad: 2015-09-02 11:00:25
Filenam: 1a - fyll byggnad_komb.gs2
P:\2012\145_Skeppsbron\Kpg_geo_opp2_DP\05 Arbetsmaterial\02 Beräkningar\Stabilitet\Slope\



Name: Ny fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 27,4 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

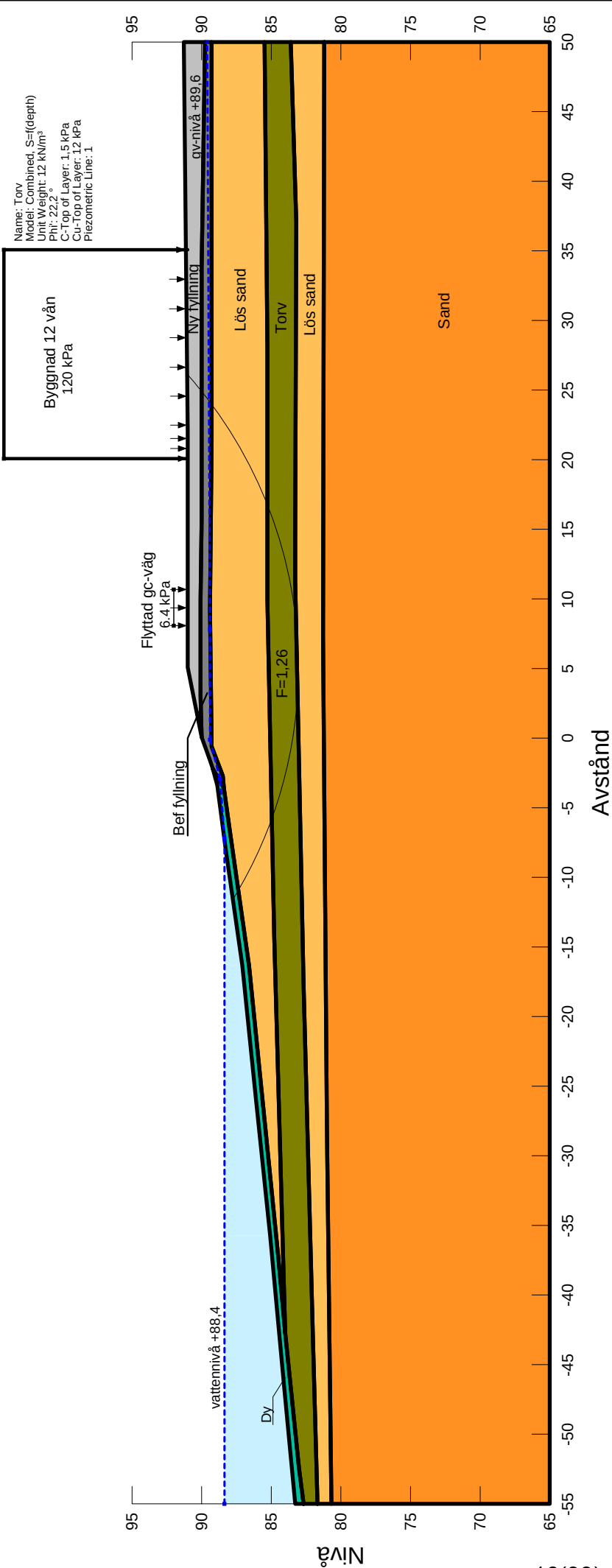
Name: Befyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28,8 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Lös sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 26,2 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28,8 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Dy
Model: Combined, S=(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22,2 °
C-Top of Layer: 0.6 kPa
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Piezometric Line: 1

Name: Torv
Model: Combined, S=(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22,2 °
C-Top of Layer: 1.5 kPa
Cu-Top of Layer: 12 kPa
Piezometric Line: 1

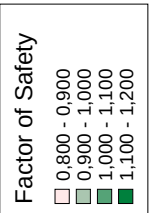


Skeppsbron - Uppdrag 2

Sektion 1b - Ny marknivå +91-91,5, samt byggnad

Dränerad och odränerad analys

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och porttryck: Piezometric Line
Glidytans riktning: Right to Left
Version: 8.14
Sparad 2015-09-02 11:05:37
Filnamn: 1a_fyll byggnad_odrån.gsz
P:\2012\145_Skeppsbron\jkgp_geo_upp2_DP\05 Arbetsmaterial\02 Beräkningar\Stabilitet\Slope1



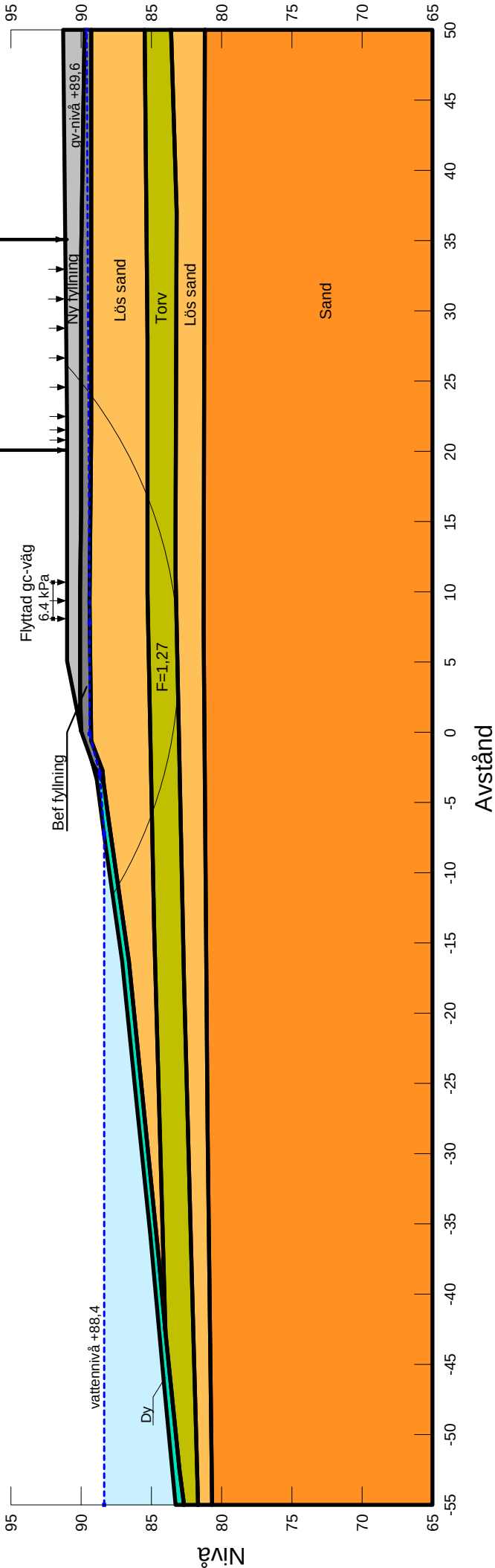
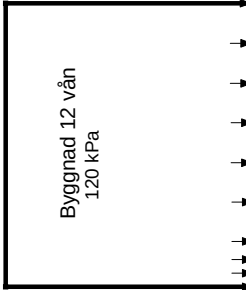
Name: Ny fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kNm/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 27.4 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kNm/m³
Piezometric Line: 1

Name: Bef. fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kNm/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kNm/m³
Piezometric Line: 1

Name: Lös sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kNm/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.2 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kNm/m³
Piezometric Line: 1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kNm/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kNm/m³
Piezometric Line: 1

Name: Dy (odrån)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 12 kNm/m³
Cohesion: 5 kPa
Constant Unit Wt. Above Water Table: 12 kNm/m³
Piezometric Line: 1

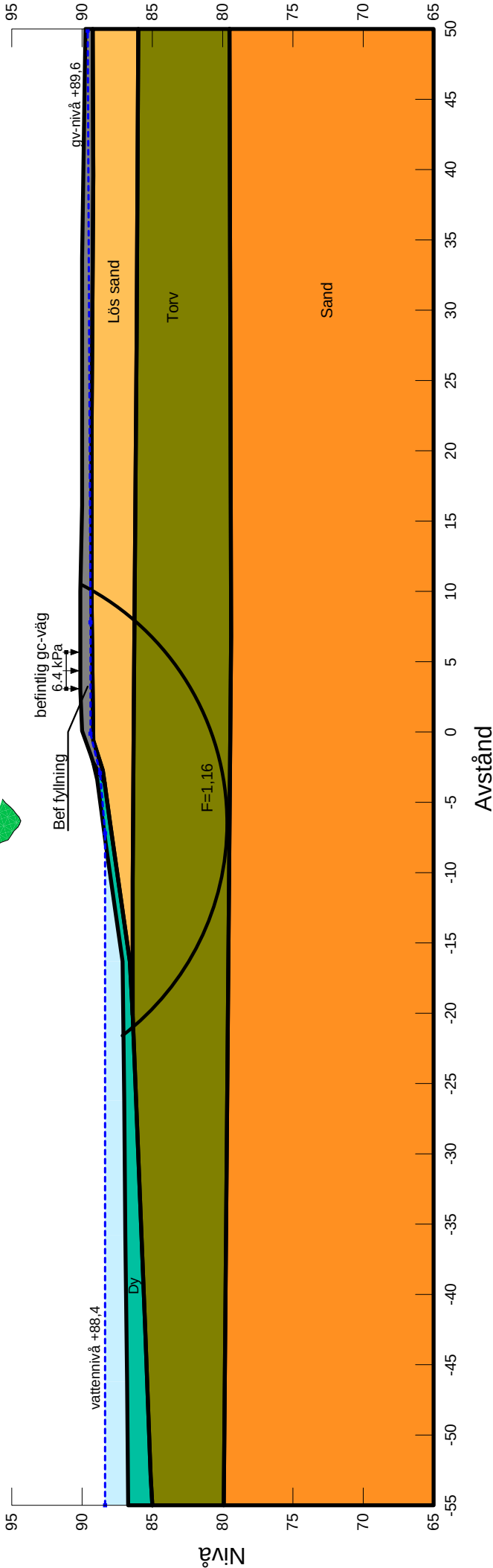
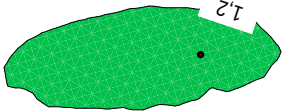


Skeppsbron - Uppdrag 2

Sektion 2 - Befintliga förhållanden

Dränerad och kombinerad analys

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och porttryck: Piezometric Line
Glidytans riktning: Right to Left
Version: 8.14
Sparad: 2015-09-02 11:08:13
Filnamn: 2_bef_komb.gsz
P:\2012\145_Skeppsbron\kpg_geo_upp2_DP\05 Arbetsmaterial\02 Beräkningar\Stabilitet\Slope1



Name: Bef. fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Lös sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 26.2 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Dy
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22.2 °
C-Top of Layer: 0.6 kPa
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Piezometric Line: 1

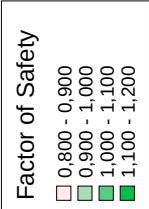
Name: Torv
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22.2 °
C-Top of Layer: 1.5 kPa
Cu-Top of Layer: 12 kPa
Piezometric Line: 1

Skeppsbron - Uppdrag 2

Sektion 2 - Befintliga förhållanden

Dränerad och odränerad analys

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och portryck: Piezometric Line
Glidytans riktning: Right to Left
Version: 8.14
Skapad: 2015-09-02 11:08:13
Filer: 12 bef, odrän.gs2
P1:2012145_Skeppsbron_jkpg_geo_upp2_DP\05 Arbetsmaterial\02 Beräkningar\Stabilitet\Slope\



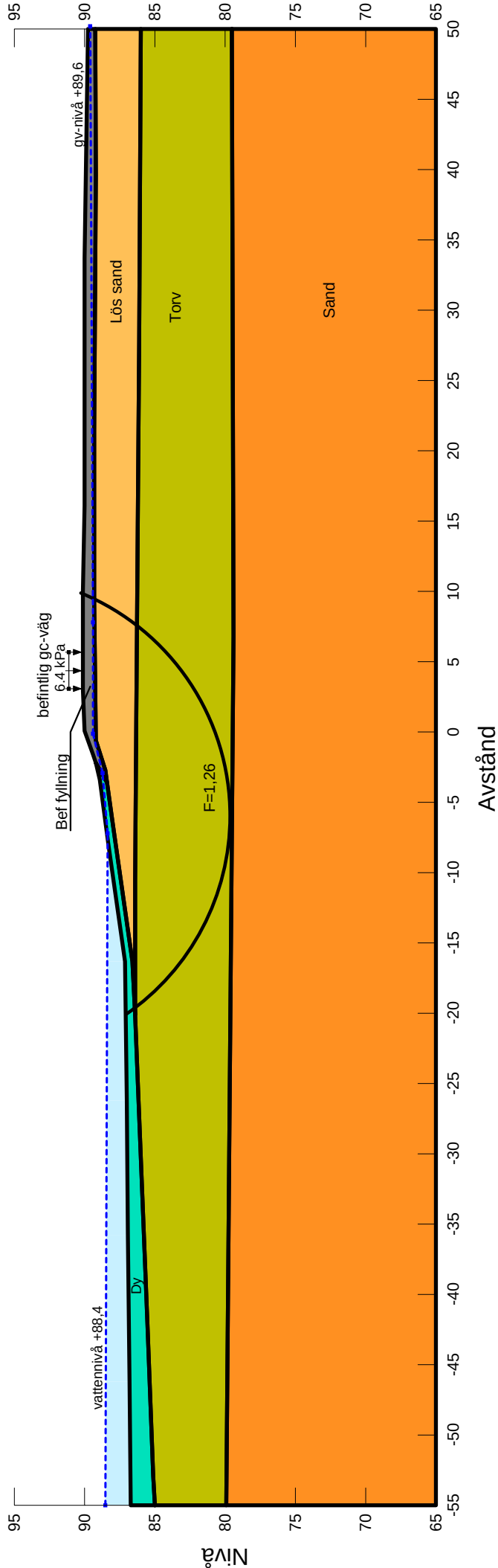
Name: Bef.fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Lös sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 26.2 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Dy (odrän)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 12 kN/m³
Cohesion: 5 kPa
Constant Unit Wt. Above Water Table: 12 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Torv (odrän)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 12 kN/m³
Cohesion: 12 kPa
Piezometric Line: 1



Skeppsbron - Uppdrag 2

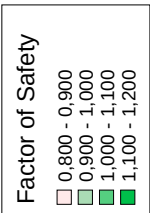
Sektion 2 - Befintliga förhållanden

Känslighetsanalys skjuthållfasthet torv

Valt värde cu=15

Dränerad och kombinerad analys

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och porttryck: Piezometric Line
Glidvans riktning: Right to Left
Version: 8.14
Sparad: 2015-09-02 11:18:18
Filnamn: 2_bef_komb_cu15.gsz
P:\2012145_Skeppsbron_jkog_geo_upp2_DP\05 Arbetsmaterial\02 Beräkningar\Stabilitet\Slope1



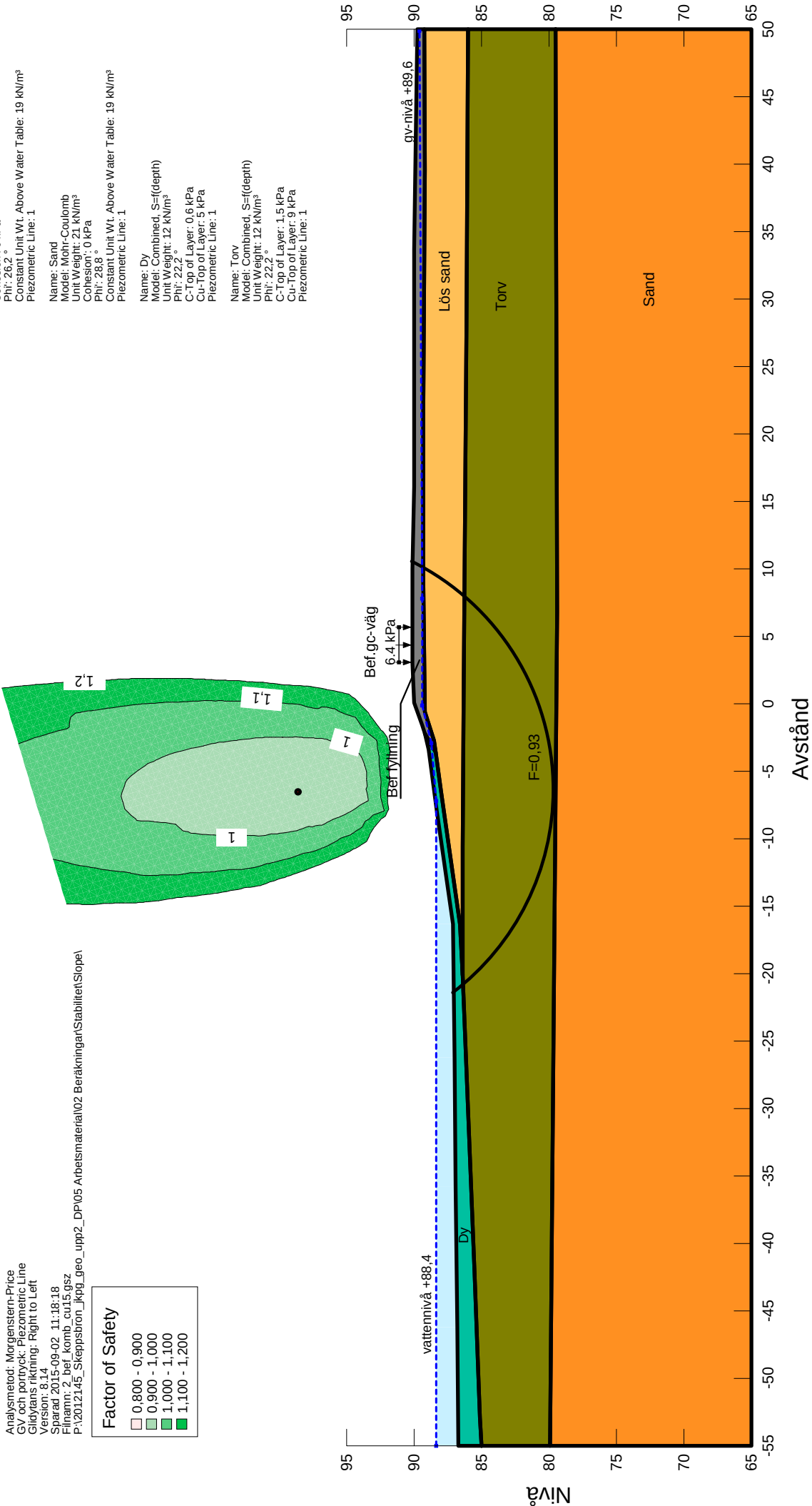
Name: Bef.yllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Lös sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 26.2 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Dy
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22.2 °
C-Top of Layer: 0.6 kPa
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Piezometric Line: 1

Name: Torv
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22.2 °
C-Top of Layer: 1.5 kPa
Cu-Top of Layer: 9 kPa
Piezometric Line: 1



Skeppsbron - Uppdrag 2

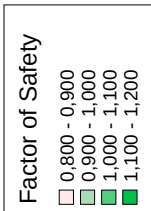
Sektion 2 - Befintliga förhållanden

Känslighetsanalys skjuvhållfasthet torv

Valt värde $c_u=15$

Dränerad och odränerad analys

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och porttryck: Piezometric Line
Glidytans riktning: Right to Left
Version: 8.14
Sparad: 2015-09-02 11:18:18
Filnamn: 2_bef_odrån_cul5.gsz
P:\2012145_Skeppsbron_jkpg_geo_upp2_DPI\05 Arbetsmaterial\02 Beräkningar\Stabilitet\Slope1



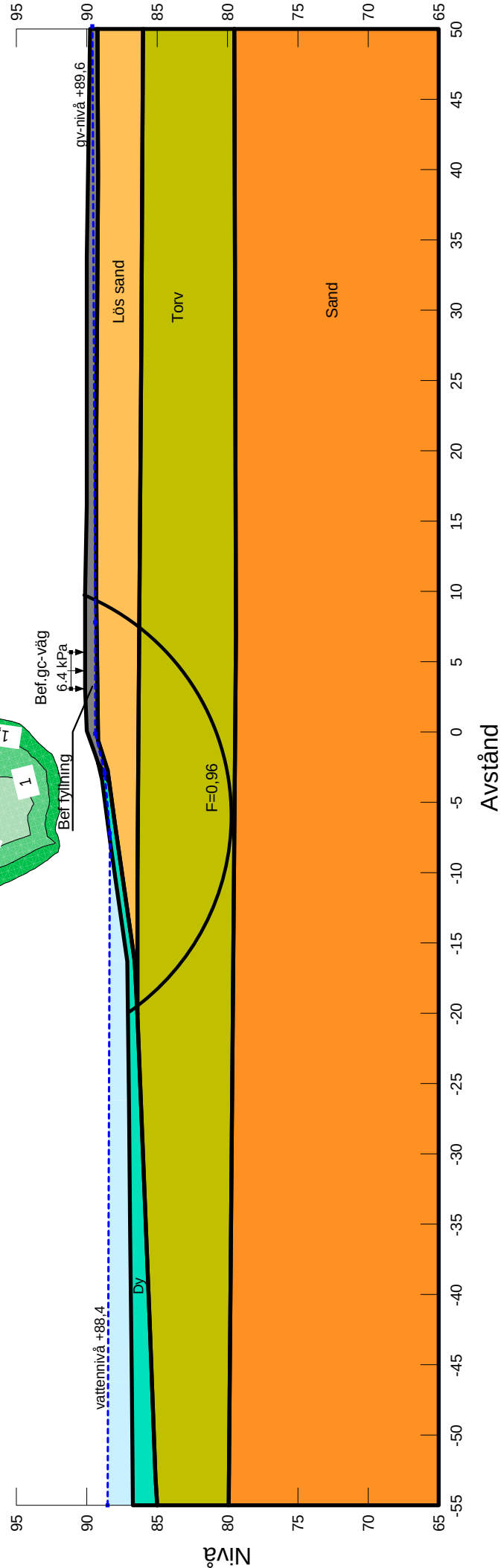
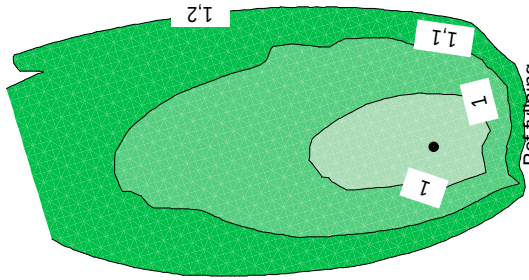
Name: Bef.fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Lös sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 26.2 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Dy (odrån)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 12 kN/m³
Cohesion: 5 kPa
Constant Unit Wt. Above Water Table: 12 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Torv (odrån)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 12 kN/m³
Cohesion: 9 kPa
Piezometric Line: 1



Skeppsbron - Uppdrag 2

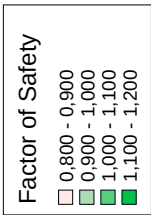
Sektion 2 - Befintliga förhållanden

Känslighetsanalys skjuvhållfasthet torv

Valt värde $c_u=25$

Dränerad och kombinerad analys

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och porttryck: Piezometric Line
Gidylans riktning: Right to Left
Version: 8.14
Sparad: 2015-09-01 16:21:50
Filnamn: 2_bef_komb_cu25.gsz
P:\2012145_Skeppsbron_Jkpg_geo_upp2_DP105 Arbetsmaterial\02 Beräkningar\Stabilitet\Slope1



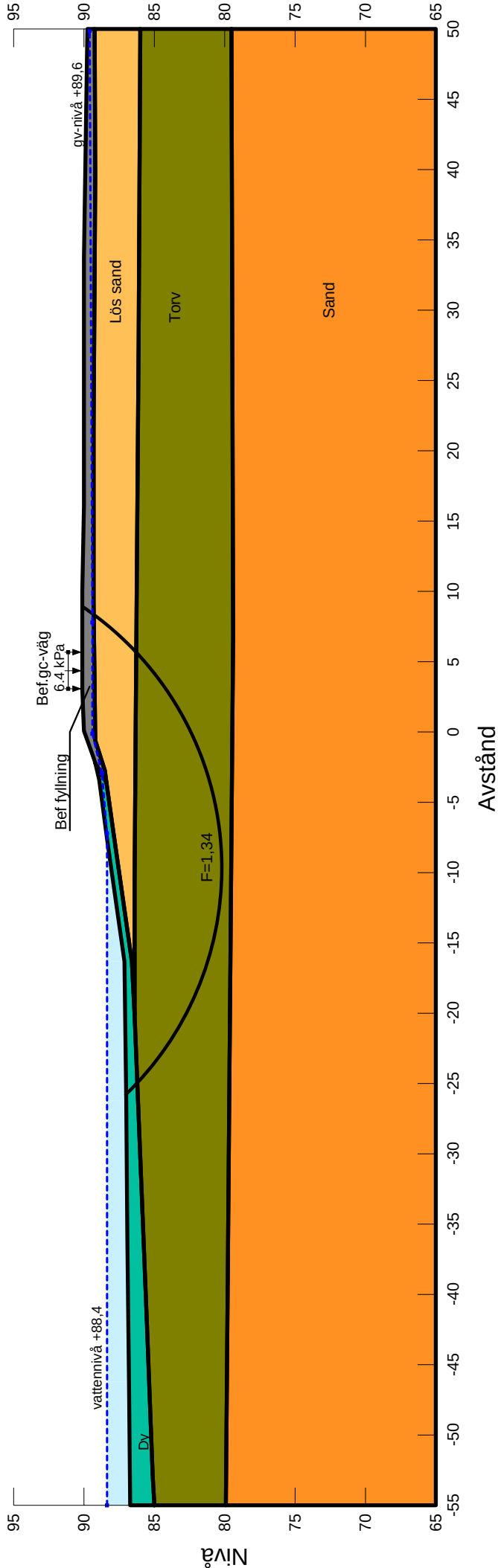
Name: Bef.fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Lös sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 26.2 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Dy
Model: Combined, S=(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22.2 °
C-Top of Layer: 0.6 kPa
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Constant Unit Wt. Above Water Table: 12 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Torv
Model: Combined, S=(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22.2 °
C-Top of Layer: 1.5 kPa
Cu-Top of Layer: 15 kPa
Piezometric Line: 1



Skeppsbron - Uppdrag 2

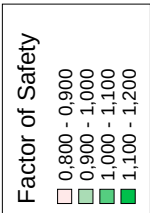
Sektion 2 - Befintliga förhållanden

Känslighetsanalys skjuvhållfasthet torv

Valt värde $c_u=25$

Dränerad och odränerad analys

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och porttryck: Piezometric Line
Glidytans riktning: Right to Left
Version: 8.14
Sparad 2015-09-01 16:21:50
Filnamn: 2_bef_odran_cu25.gsz
P:\2012145_Skeppsbron\Jkpg_geo_upp2_DP\05 Arbetsmaterial\02 Beräkningar\Stabilitet\Slope\



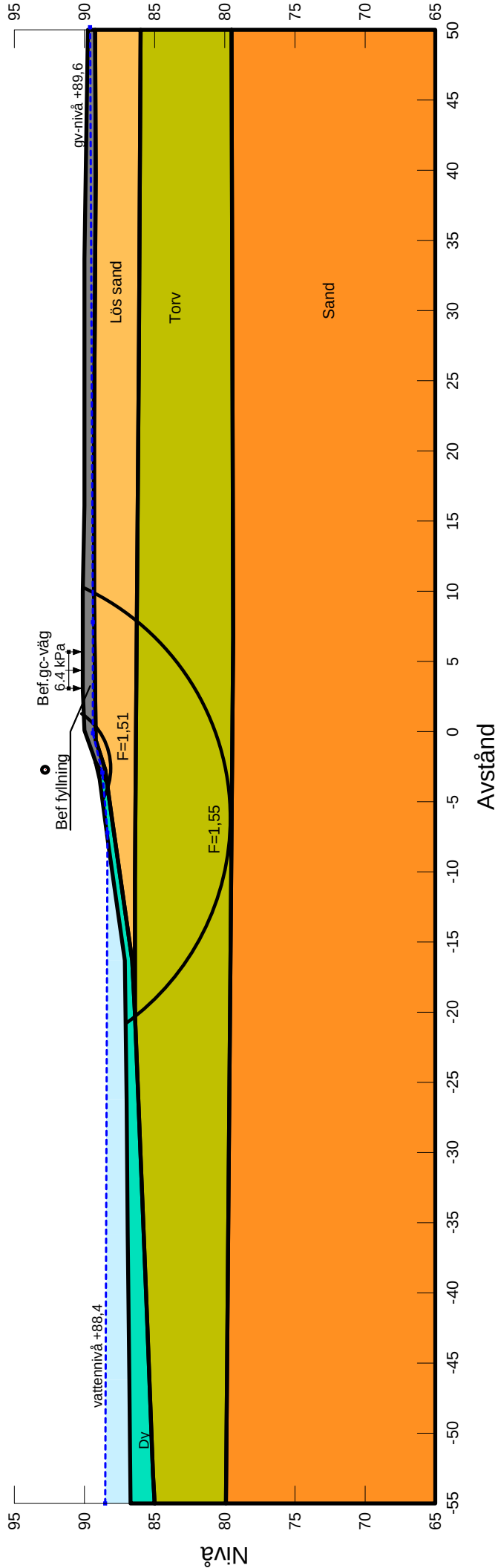
Name: Bef.fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28,8 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Lös sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 26,2 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28,8 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Dy (odrän)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 12 kN/m³
Cohesion: 3 kPa
Constant Unit Wt. Above Water Table: 12 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Torv (odrän)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 12 kN/m³
Cohesion: 15 kPa
Piezometric Line: 1

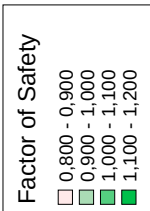


Skeppsbron - Uppdrag 2

Sektion 2 - Ny marknivå +91-91,5

Dränerad och kombinerad analys

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och porttyck: Piezometric Line
Gidriktans riktning: Right to Left
Version: 8.14
Sparad: 2015-09-02 11:30:20
Filnamn: 2_fyll_komb.gsz
P:\2012\145_Skeppsbron_kpg_geo_upp2_DP\05 Arbetsmaterial\02 Beräkningar\Stabilitet\Slope1



Name: Ny fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 27.4°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

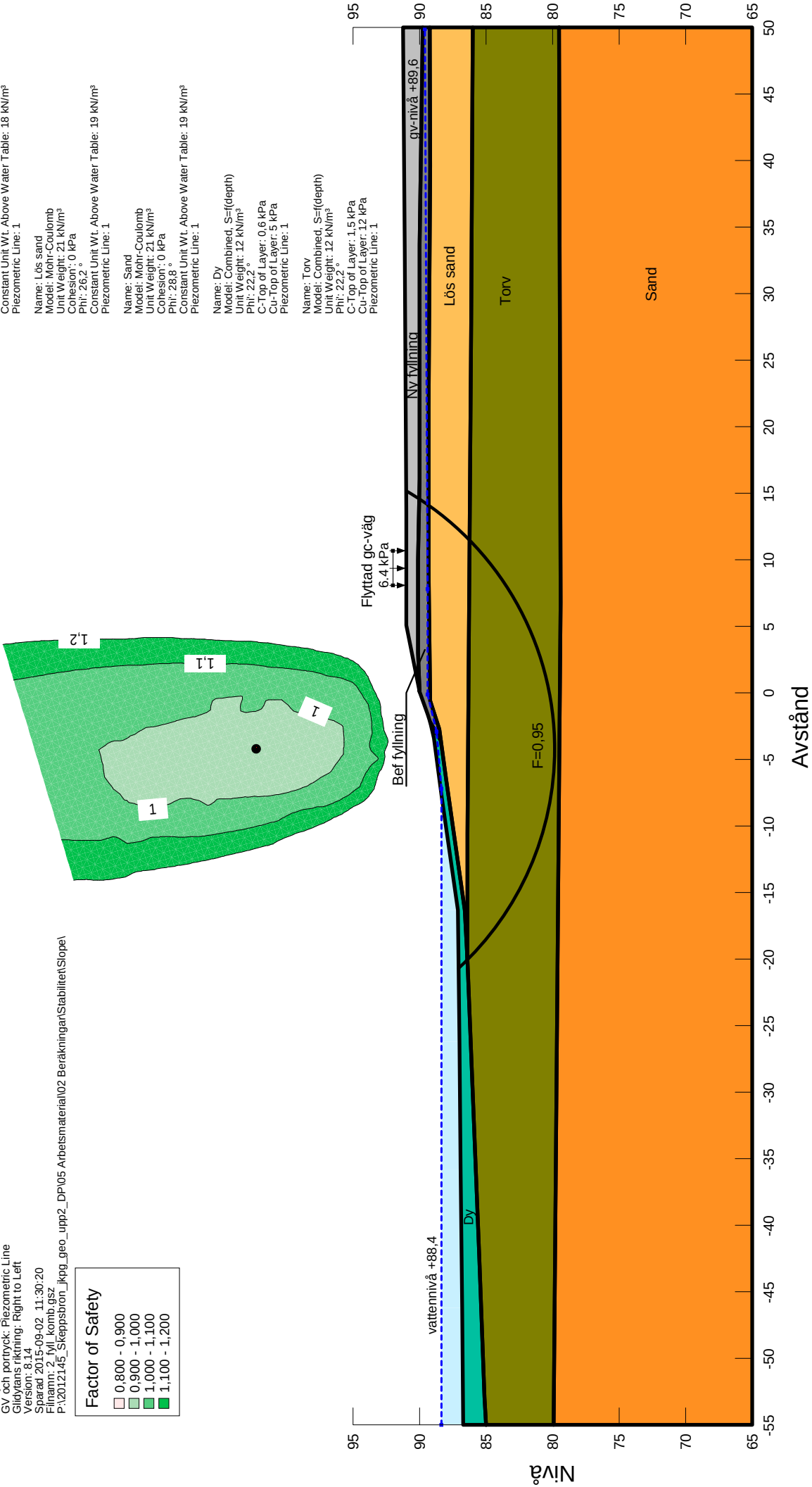
Name: Bef. fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Lös sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 26.2°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Dy
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22.2°
C-Top of Layer: 0.6 kPa
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Piezometric Line: 1

Name: Torv
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22.2°
C-Top of Layer: 1.5 kPa
Cu-Top of Layer: 12 kPa
Piezometric Line: 1

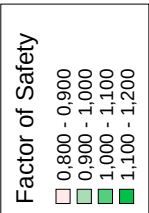


Skeppsbron - Uppdrag 2

Sektion 2 - Ny marknivå +91-91,5

Dränerad och odränerad analys

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och porttryck: Piezometric Line
Glidriktning: Right to Left
Version: 8.14
Sparad: 2015-09-02 11:30:20
Filnamn: 2_fyl_odrän.gs2
P:\2012\145_Skeppsbron\kpg_geo_opp2_DP\05 Arbetsmaterial\02 Beräkningar\Stabilitet\Slope1



Name: Ny fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 27.4°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

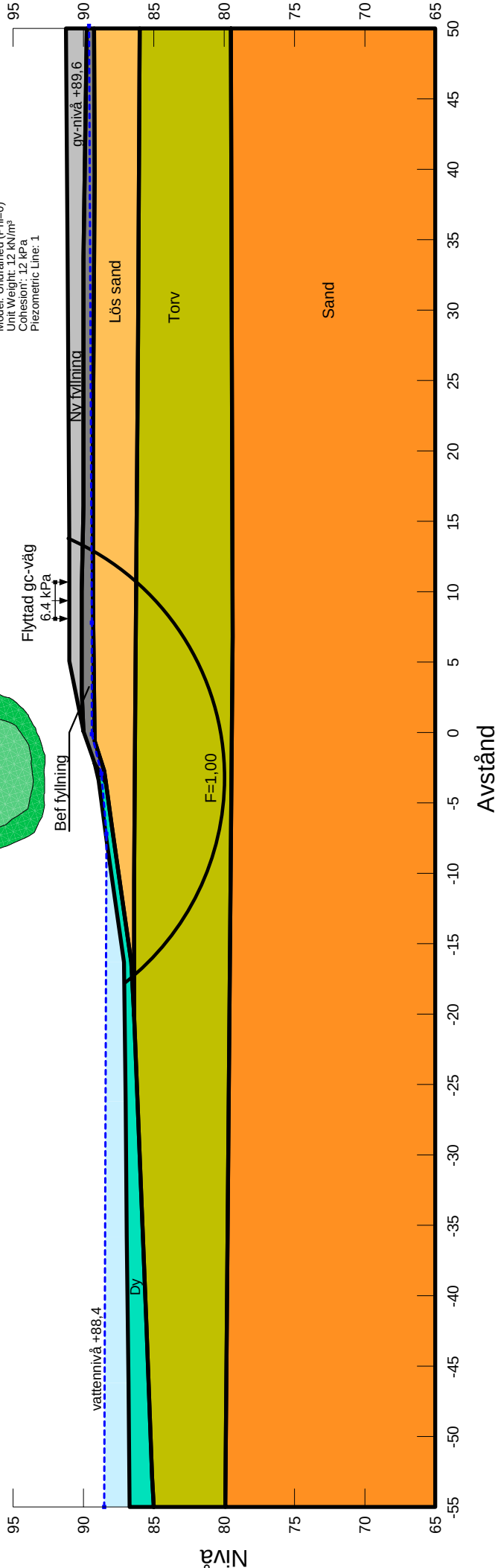
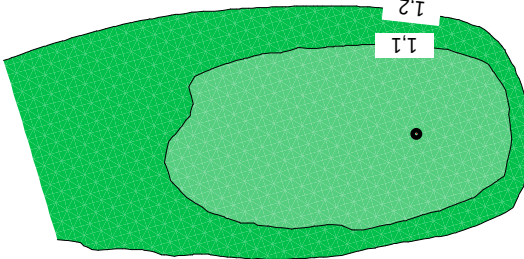
Name: Bef. fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Lös sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 26.2°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Dy (odrän)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 12 kN/m³
Cohesion: 5 kPa
Constant Unit Wt. Above Water Table: 12 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Torv (odrän)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 12 kN/m³
Cohesion: 12 kPa
Piezometric Line: 1



Skeppsbron - Uppdrag 2

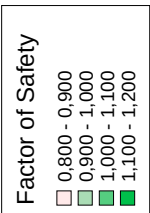
Sektion 2 - Ny marknivå +91-91,5

Känslighetsanalys skjuvhållfasthet torv

Valt värde cu=15

Dränerad och kombinerad analys

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och porttryck: Piezometric Line
Glidvans riktning: Right to Left
Version: 8.14
Sparad 2015-09-02 16:17:59
Filnamn: 2_fyll_komb_15.gsz
P:\2012145_Skeppsbron_jkpg_geo_upt2_DP\05 Arbetsmaterial\02 Beräkningar\Stabilitet\Slope1



Name: Ny fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 27.4°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

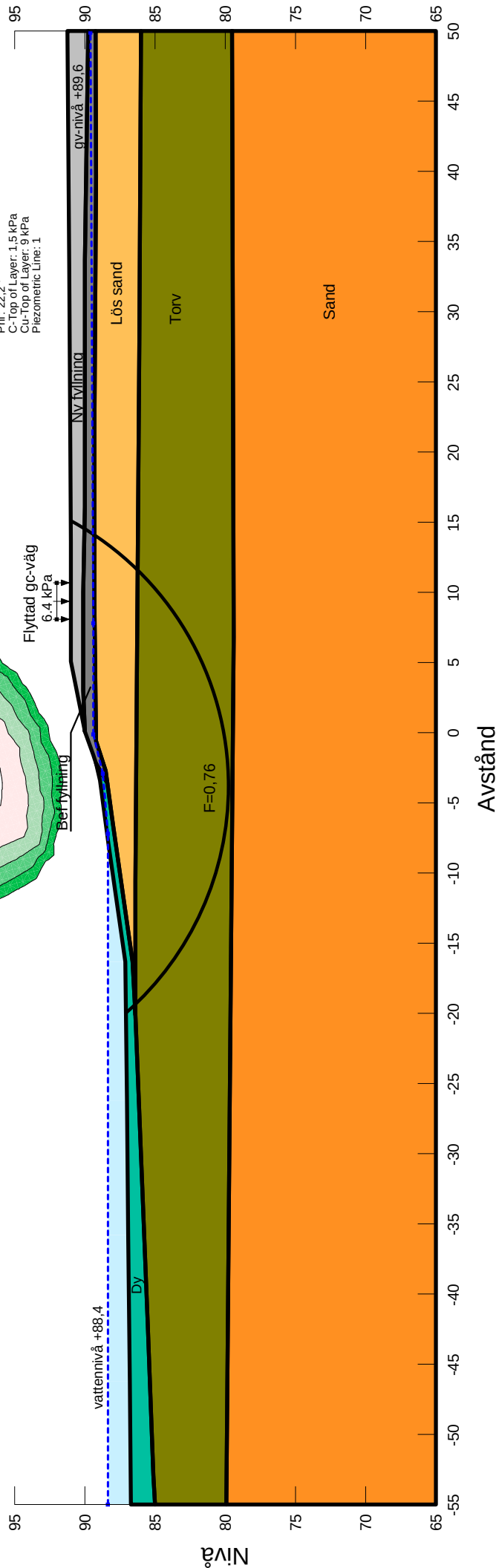
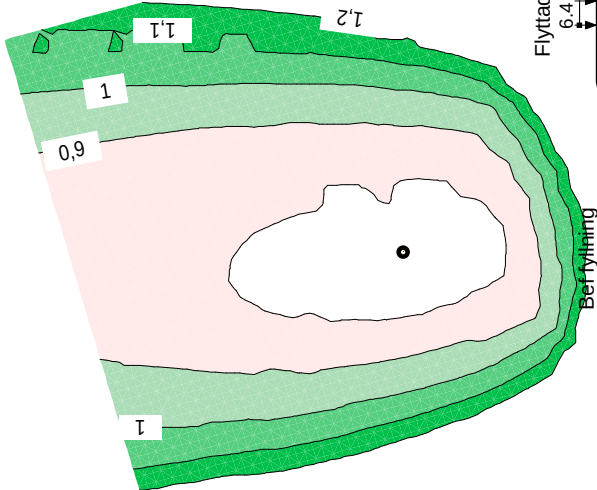
Name: Bef fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Lös sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 26.2°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Dy
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22.2°
C-Top of Layer: 0.6 kPa
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Piezometric Line: 1

Name: Torv
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22.2°
C-Top of Layer: 1.5 kPa
Cu-Top of Layer: 9 kPa
Piezometric Line: 1



Skeppsbron - Uppdrag 2

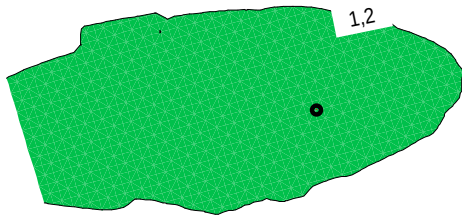
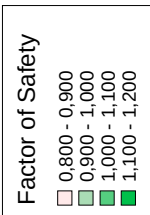
Sektion 2 - Ny marknivå +91-91,5

Känslighetsanalys skjuvhållfasthet torv

Valt värde cu=25

Dränerad och kombinerad analys

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och porttyck: Piezometric Line
Gidylans riktning: Right to Left
Version: 8.14
Sparad 2015-09-02 16:25:43
Filnamn: 2_fyll_komb_25.gsz
P:\2012145_Skeppsbron_jkpq_geo_uppt2_DP\05 Arbetsmaterial\02 Beräkningar\Stabilitet\Slope



Name: Ny fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 27.4°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

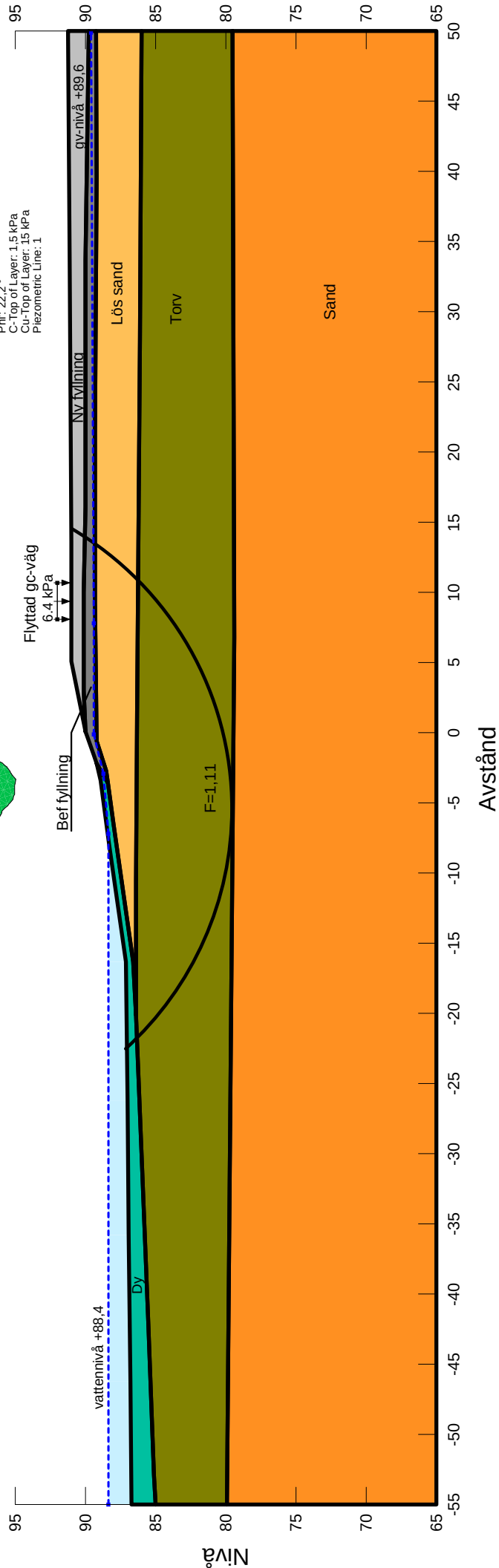
Name: Befyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Lös sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 26.2°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Dy
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22.2°
C-Top of Layer: 0.6 kPa
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Piezometric Line: 1

Name: Torv
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22.2°
C-Top of Layer: 1.5 kPa
Cu-Top of Layer: 15 kPa
Piezometric Line: 1



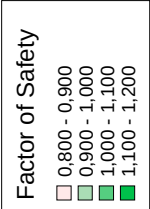
Skeppsbron - Uppdrag 2

Sektion 2 - Ny marknivå +91-91,5

Flack slänt uppfyllnad, lutning 1:10

Dränerad och kombinerad analys

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och porttyck: Piezometric Line
Glidytans riktning: Right to Left
Version: 8.14
Sparad 2015-09-02 16:44:54
Filnamn: 2_fyll_komb_20_midre_fyll.gsz
P:\2012145_Skeppsbron_kpg_geo_upp2_DP\05 Arbetsmaterial\02 Beräkningar\Stabilitet\Slope1



Name: Ny fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 27.4°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

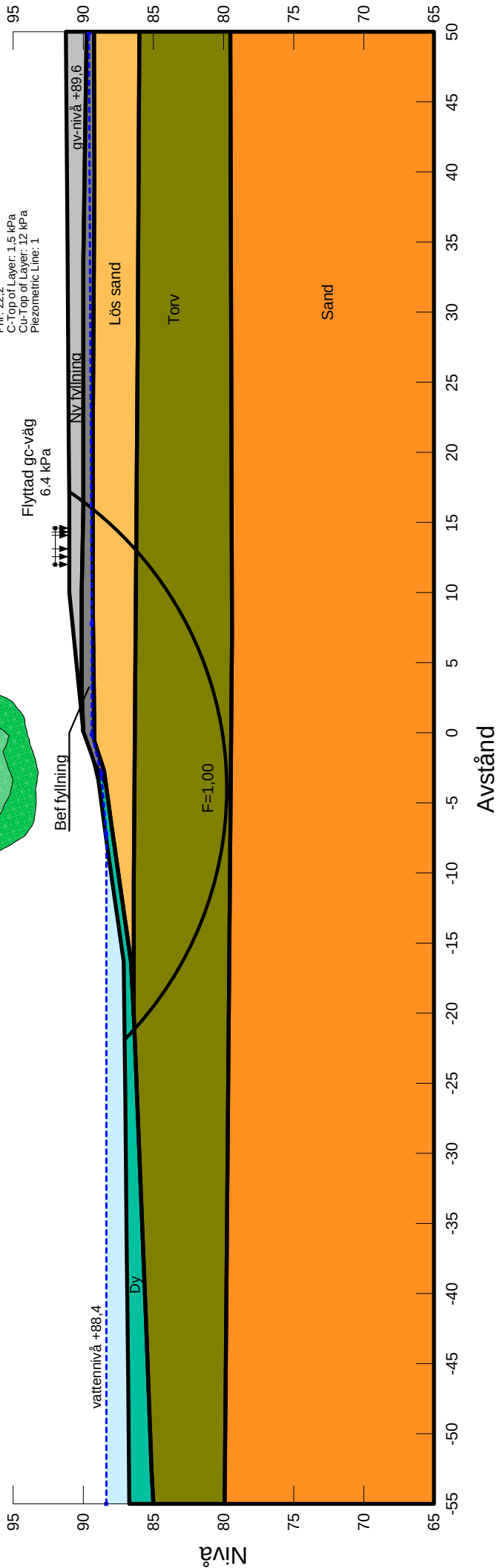
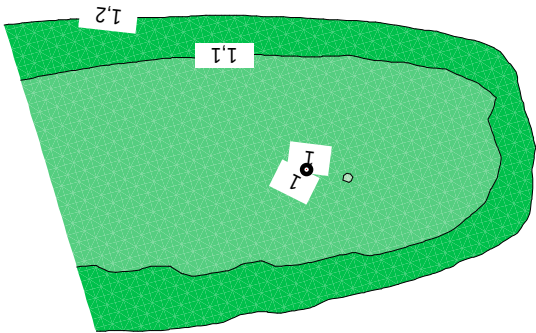
Name: Bef fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Lös sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 26.2°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.8°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Dy
Model: Combined, S=(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22.2°
C-Top of Layer: 0.6 kPa
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Piezometric Line: 1

Name: Torv
Model: Combined, S=(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22.2°
C-Top of Layer: 1.5 kPa
Cu-Top of Layer: 12 kPa
Piezometric Line: 1



Sektion 2 – Ny marknivå +91-91,5

Känslighetsanalys med avseende på torvlagrets mäktighet.
Dränerad och kombinerad analys

Materialparametrarna är samma för alla beräkningar.

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion': 0 kPa
Phi': 28,8 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Dy
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi': 22,2 °
C-Top of Layer: 0,6 kPa
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Piezometric Line: 1

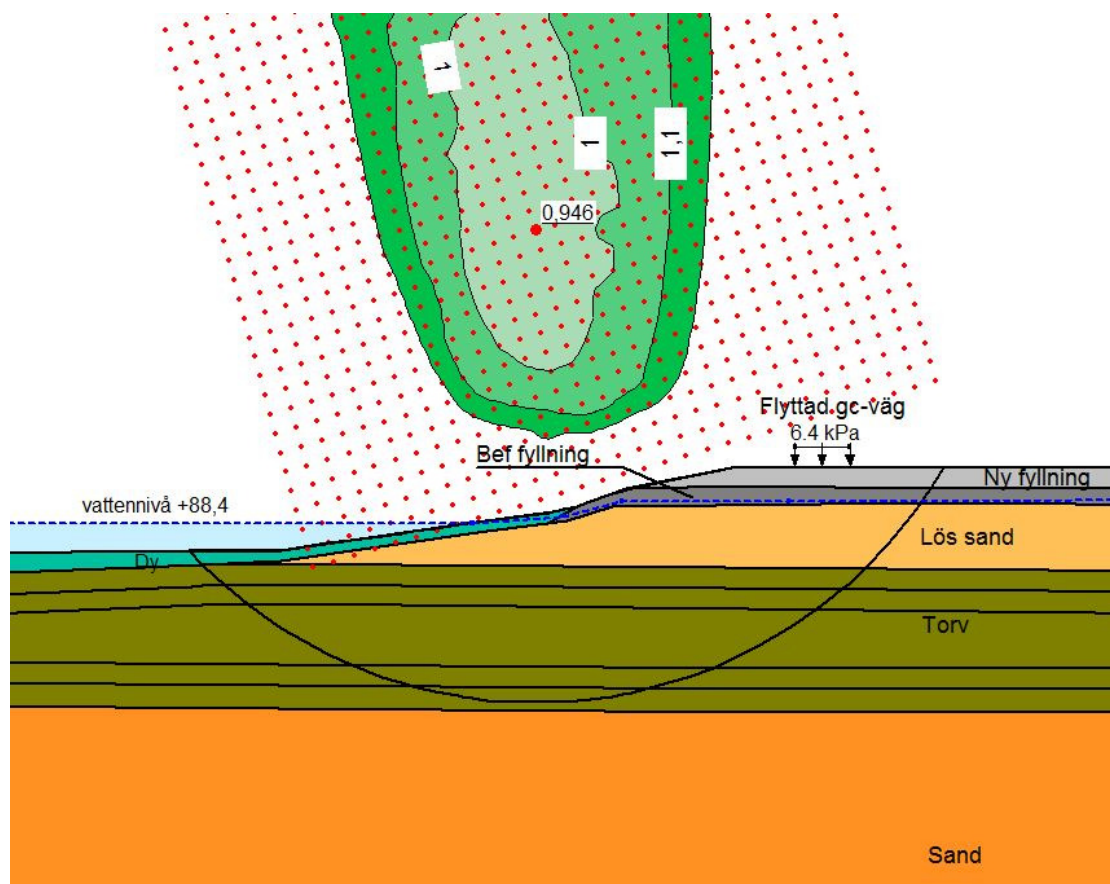
Name: Torv
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi': 22,2 °
C-Top of Layer: 1,5 kPa
Cu-Top of Layer: 12 kPa
Piezometric Line: 1

Name: Ny fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion': 0 kPa
Phi': 27,4 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

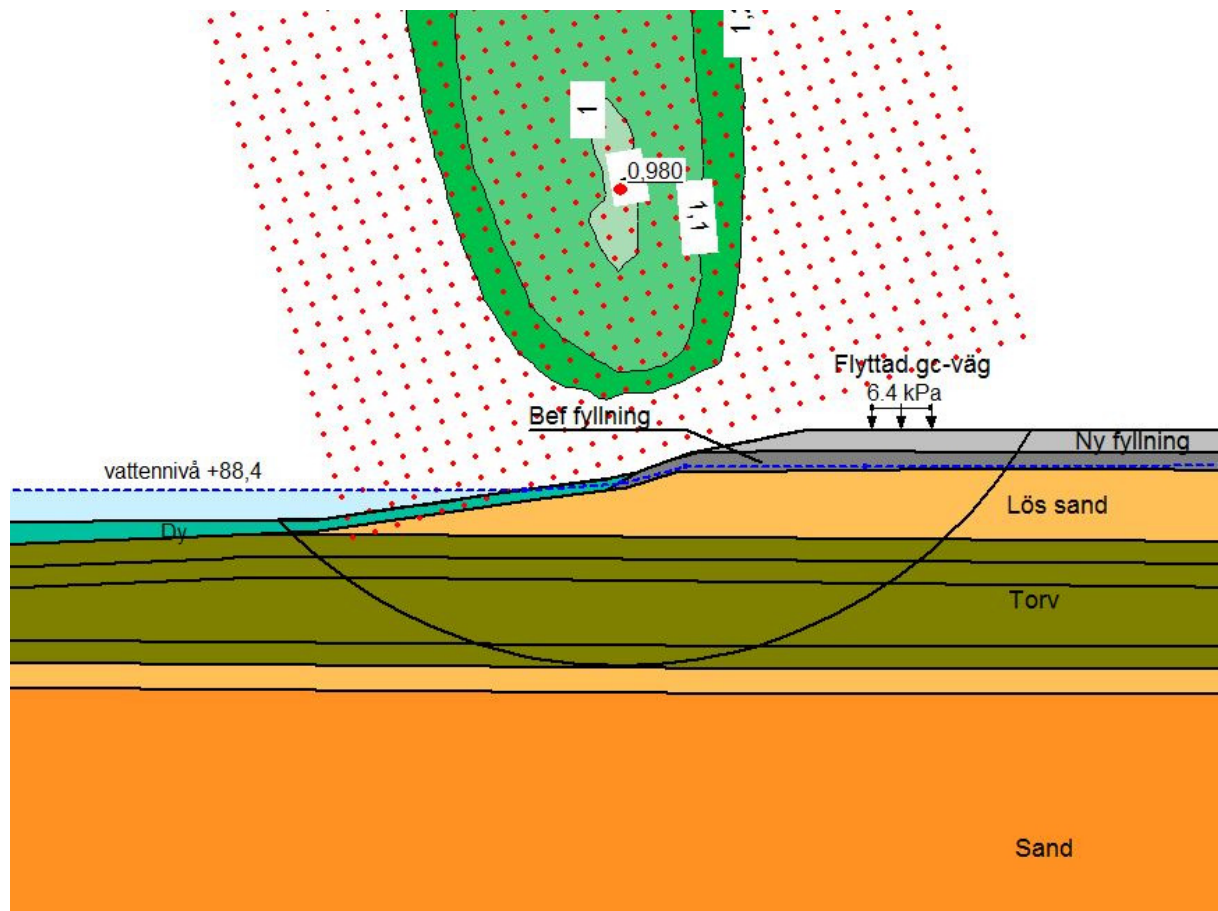
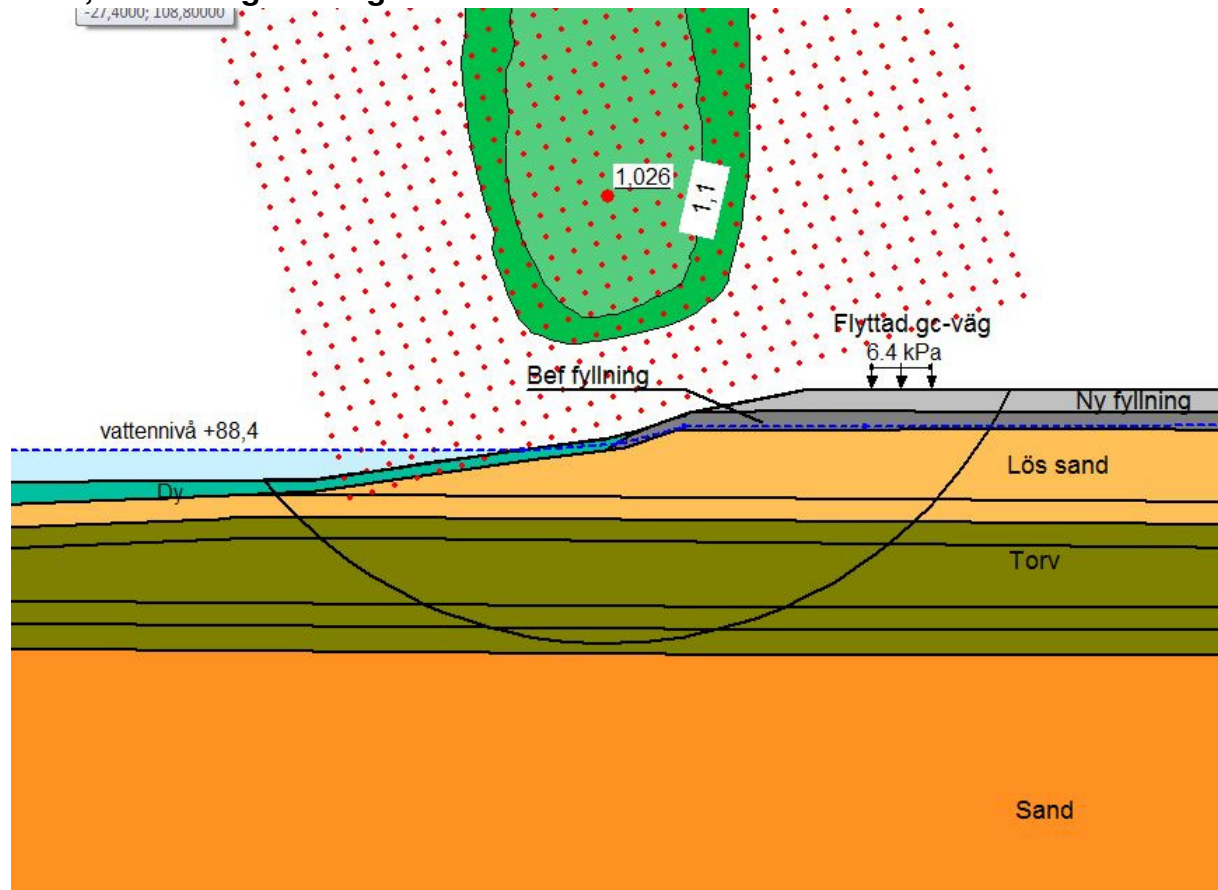
Name: Bef fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion': 0 kPa
Phi': 28,8 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Lös sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion': 0 kPa
Phi': 26,2 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

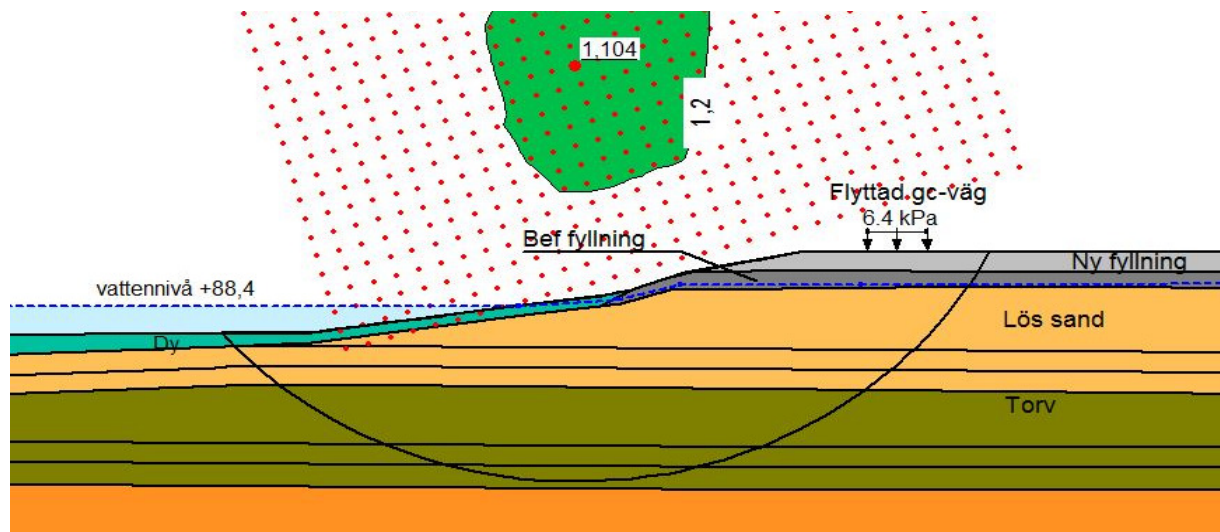
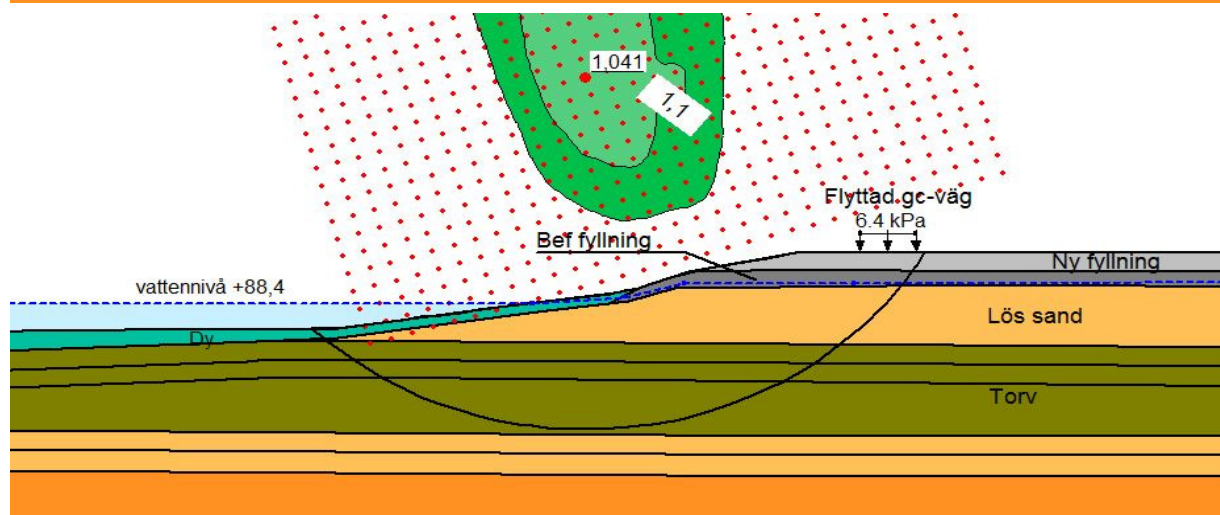
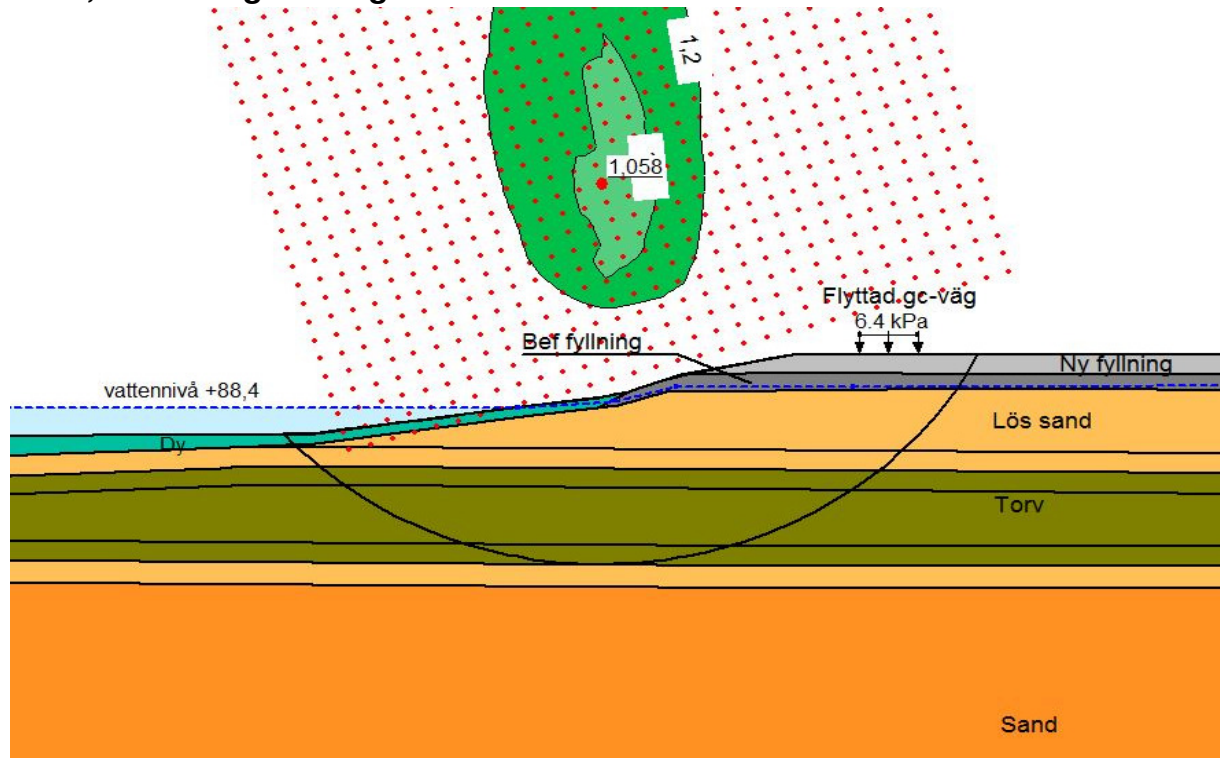
A - 1: 6,5 m mäktigt torvlager



B – 5,5 m mäktigt torvlager



C – 4,5 m mäktigt torvlager

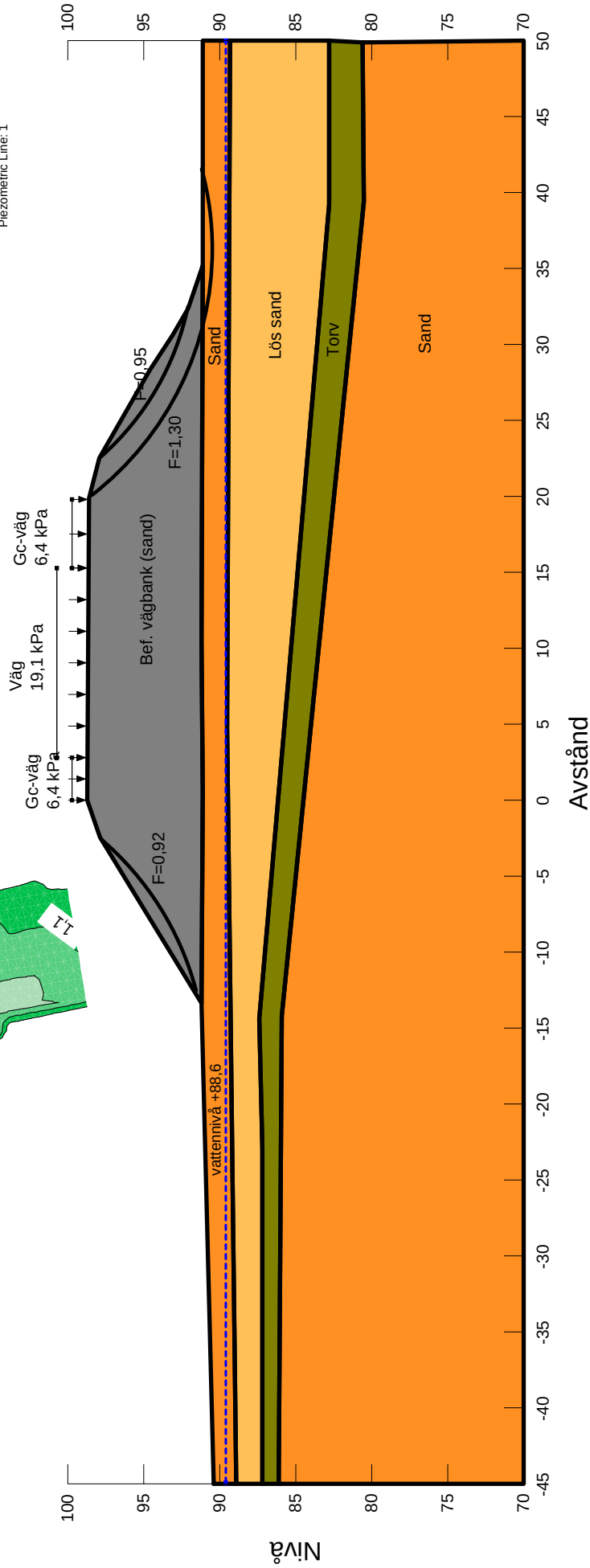
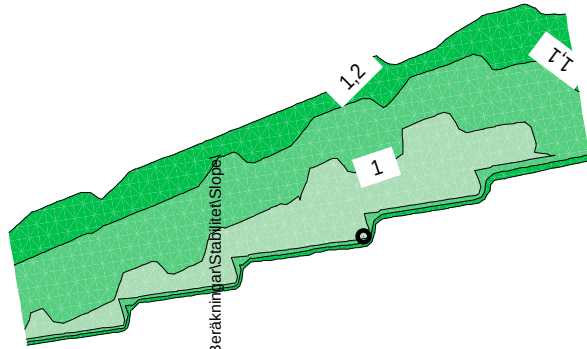
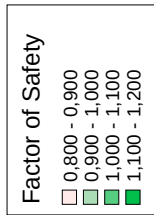


Skeppsbron - Uppdrag 2

Sektion 3 - Befintliga förhållanden

Dränerad och kombinerad analys

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och porttryck: Piezometric Line
Glidytans riktning: Right to Left
Version: 8.14
Sparad: 2015-09-02 11:40:04
Filnamn: 3_bef_komb.gs2
P:\2012145_Skeppsbron_jkpg_geo_upp2_DPI\05 Arbetsmaterial\02 Beräkningar\Stabilitet\Slope



Name: Bef.fyllning (sand)
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28,3°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Lös sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 26,2°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28,8°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Piezometric Line: 1

Name: Torv
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 12 kN/m³
Phi: 22,2°
C-Top of Layer: 1,5 kPa
Cu-Top of Layer: 12 kPa
Piezometric Line: 1

Skeppsbron - Uppdrag 2

Dränerad och kombinerad analys 2

Analysmetod: Morgenstern-Price
GV och portryck: Piezometric Line
Glidytans riktning: Right to Left
Version: 8.15
Sparad 2015-09-07 08:34:00
Filnamn: 3_bef_komb2.gsz
P:\2012145_Skeppsbron\jkgp_geo.

Factor of Safety



Name: L05 sand	
Model: Mohr-Coulomb	
Unit Weight: 21 kN/m ³	
Cohesion: 0 kPa	
Phi: 26.2°	
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m ³	
Plasticometric Line: 1	
Name: Sand	
Model: Mohr-Coulomb	
Unit Weight: 21 kN/m ³	
Cohesion: 0 kPa	
Phi: 28.8°	
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m ³	
Plasticometric Line: 1	
Name: Toiv	
Model: Combined, Ss(depth)	
Unit Weight: 12 kN/m ³	
Phi: 22.2°	
C-Top of Layer: 1.5 kPa	
Cu-Top of Layer: 12 kPa	
Plasticometric Line: 1	
Name: Baf (filling (grus)	
Model: Mohr-Coulomb	
Unit Weight: 22 kN/m ³	
Cohesion: 0 kPa	
Phi: 30.1°	
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m ³	
Plasticometric Line: 1	

