

APRIL 2015
TROLLHÄTTANS STAD

GÅNGBRO VID SPIKÖN

PM GEOTEKNIK



COWI

ADRESS COWI AB
Skärgårdsgatan 1
Box 12076
402 41 Göteborg

TEL 010 850 10 00
FAX 010 850 10 10
WWW cowi.se

APRIL 2015
TROLLHÄTTANS STAD

GÅNGBRO VID SPIKÖN

PM GEOTEKNIK

PROJEKTNR.	A060779
DOKUMENTNR.	G-PME-001
VERSION	1.0
UTGIVNINGSDATUM	2015-04-27
UTARBETAD	Kristin Sandberg
GRANSKAD	Christina Edström
GODKÄND	Kristin Sandberg

INNEHÅLL

1	Uppdrag	6
2	Utförda undersökningar	7
3	Objekt	8
4	Topografiska förhållanden	11
5	Geotekniska förhållanden	13
6	Hydrogeologiska förhållanden	15
7	Stabilitetsanalys	16
8	Sättningsanalys	24
9	Rekommendationer till grundläggning	25

BILAGOR

Bilaga 1	Sammanställning skjuvhållfasthetsdiagram
Bilaga 2	Stabilitetsberäkningar
Bilaga 3	Spänningsdiagram

1 Uppdrag

COWI AB har på uppdrag av Trollhättans Stad utfört en geoteknisk undersökning inför arbetet med att byta ut befintlig bro.

Syftet med de geotekniska undersökningarna har varit att utgöra underlag för beskrivning av de geotekniska förhållandena samt ge underlag till pålningsarbeten såsom påldjup. De geotekniska undersökningarna har även varit underlag för en fördjupad utredning avseende stabilitetsförhållandena vid brostöden (enligt IEG:s Rapport 4:2010).

Denna PM Geoteknik syftar till att användas som utredningsunderlag och ska inte ingå som del av ett förfrågningsunderlag eller annan bygghandling.

2 Utförda undersökningar

2.1 Tidigare utförda undersökningar

Tidigare geotekniska undersökningar som har gjorts inom närområdet:

- › Statens Geotekniska Institut (2011). *Klimatanpassningar – Skredförutsättningar i Göta älv-dalen, Geoteknisk undersökning Vargön-Intagan, sektion 9/770E samt 9/840V*. Upprättad av Vectura/Bohusgeo/SGL, daterad 2011-04-21. Källa: www.swedgeo.se
- › Trollhättan Stad (2011). *Spikön, Detaljplan. Rapport Geoteknik, RGeo..* Utfört av Vectura, daterat 2011-03-21, uppdragsnr 104144.
- › Trollhättan Stad (2011). *Spikön, Detaljplan. Teknisk PM, Geoteknik*. Utfört av Vectura, daterat 2011-03-21, uppdragsnr 104144.
- › Trollhättan Stad (2013). *Spikön, Detaljplan. Kompletterings PM, Geoteknik*. Utfört av Vectura, daterat 2013-10-02, uppdragsnr 104144.

2.2 Nu utförda undersökningar

COWI AB har under november och december månad år 2014 samt under februari månad år 2015 utfört geotekniska undersökningar inom rubricerat område.

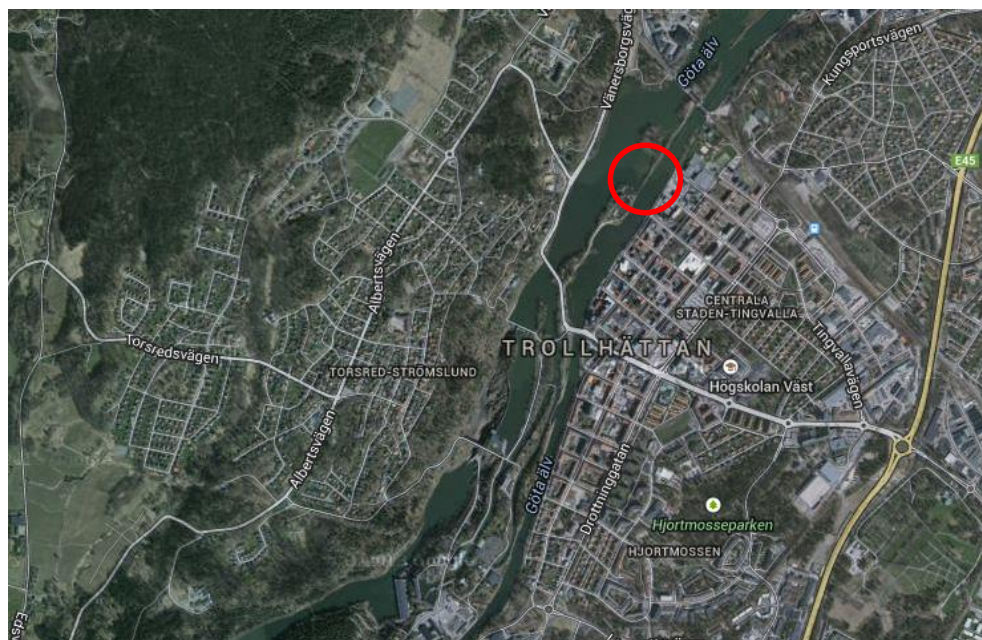
Undersökningsresultaten har sammanställts i en separat handling:

- › Trollhättans Stad (2015). *Markteknisk Undersökningsrapport (MUR), Geoteknik Gångbro vid Spikön*. Utfört av COWI, revidering A daterad 2015-04-10 och med dokumentnamn A059386-G-RAP-001-A.

3 Objekt

Trollhättans Stad planerar att byta ut befintlig gångbro vid Spikön. Den befintliga bron är ca 40 m lång från landfäste till landfäste (med fyra mellanstöd i vattnet) och ca 2 m bred. Målsättningen är att få till en ny, lätt bro (helst i trä) med samma längd och bredd men att då försöka undvika mellanstöd ute i vatten.

Området är beläget i Göta älv intill Trollhättan centrum och farleden för sjöfart. Området "Spikön" ligger i Göta älv och består av små holmar (Spikön i söder till Prästskedesholmen, Mossberget och Hjulksvarnsholmen i norr). Holmarna sammanbinds av smala landremsor eller broar. Aktuell bro förbinder öarna/holmarna Prästskedesholmen och Mossberget. För lokalisering se Figur1 och för foton från bron se Figur 2-4.



Figur 1 – Lokaliseringskarta över området, aktuellt område markerat översiktligt med en röd cirkel (källa: Googlemaps)

Inom det aktuella området finns idag en befintlig bro. Bron har två landfästen och fyra stöd i vattnet. Landfästernas grundläggning är oklar, stöden i vattnet är

pålgrundlagda. Utmed bron är flera ledningar fastklamrade och dessa fortsätter i gångbanans riktning. Väster om bron finns ett isskydd i vattnet.



Figur 2 – Foto på bron, från södra landfästet och norrut. 2014-09-25.



Figur 3 – Foto på bron, från norra landfästet och söderut. 2014-09-25.

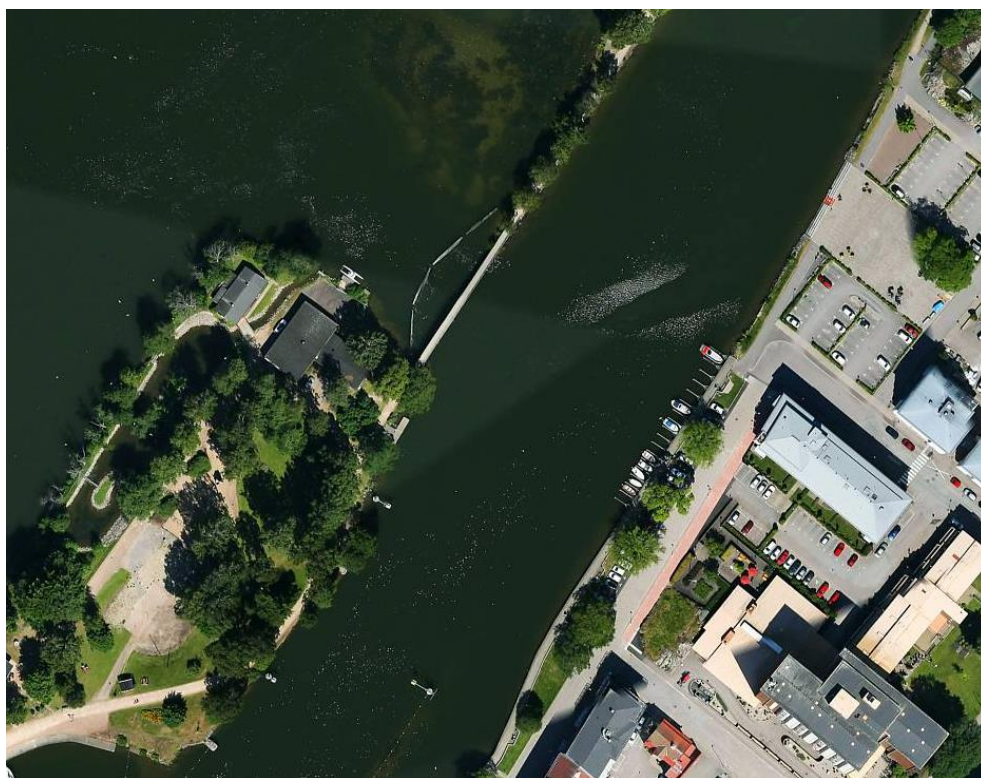


Figur 4 – Foto på bron, från väster och mot södra landfästet. 2014-09-25.

Vid tidigare utredningar (för detaljplan, se hänvisning kapitel 2.1) har det framkommit att stabiliteten inte var tillfredsställande för området invid det södra landfästet och söderut på en sträcka om ca 33 m utmed gång- och cykelvägen. Åtgärdsförslag med utläggning av tryckbank i älven togs då fram. En värdering av föreslagna åtgärder lyfte fram behovet av att kontrollera undervattensslänterna samt installera och mäta porttrycket under en längre tid (3-6 månader, helst under vinterhalvåret). Det bedömdes att ytterligare undersökningar inte väsentligt skulle minska föreslagna åtgärder.

4 Topografiska förhållanden

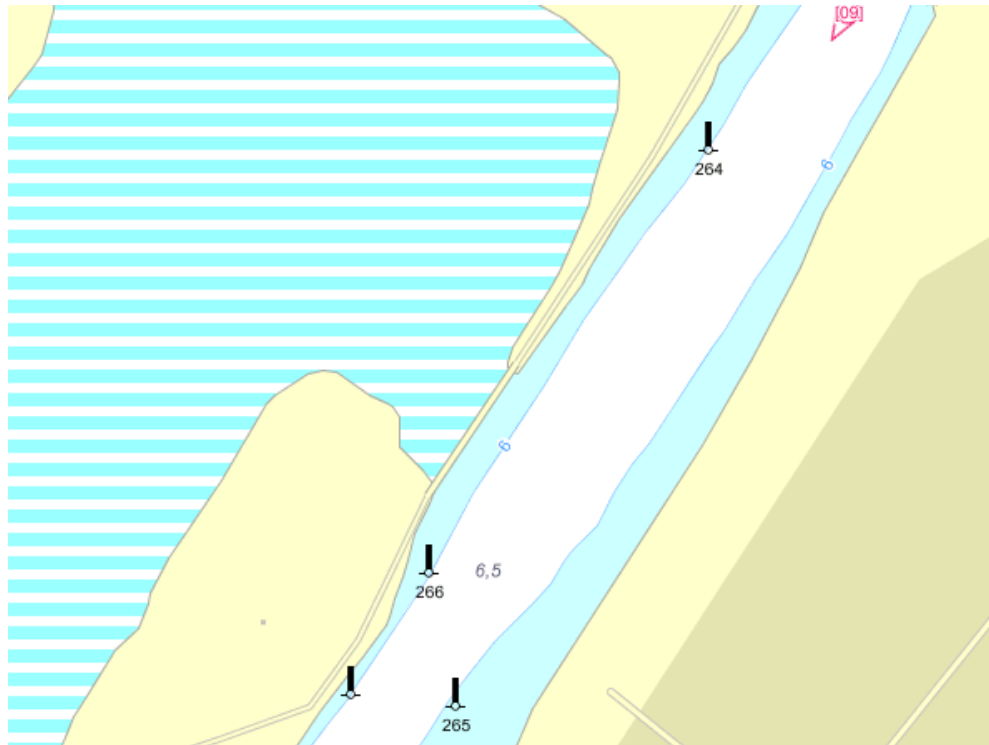
Området består till största delen av friluftsområde med promenadvägar, gräsytor och träd, se Figur 5. Väster om södra landfästet ligger lokaler som nyttjas av en roddklubb, som har bryggor både norr om och öster om byggnaden.



Figur 5 – Flygfoto på befintlig bro (källa: kartor.eniro.se)

Undersökningen redovisas i koordinatsystem SWEREF 99 12 00 samt höjdsystem RH 2000.

Markytan är relativt flack med nivåer på ca +40,5 i anslutning till den befintliga bron. I älven sluttar botten mot farleden i öster, ned mot nivåer på ca +33 enligt sjökort, se Figur 6. Uppmätta lägsta nivåer av botten i två sektioner når dock ner till ca +31 vid sektion för det södra landfästet och ca +32 vid det norra landfästet (mätning utförd februari 2015).



Figur 6 – Sjökort över Göta älvs farled vid bron (källa: kartor.eniro.se)

Runt båda landfästena är det utlagt ett rejält lager med erosionsskydd, nästan som en glacismur med stora platta stenar i och under vattennivån. Erosionsskyddet ser inte ut att vara påverkat av vare sig rörelser eller erosion.

5 Geotekniska förhållanden

Djupet till fast botten inom undersökningsområdet varierar mellan ca 5 och 20 m.

Nu utförda undersökningar visar att jordlagerföljden i huvudsak består av en fyllning av sprängsten ovan en siltig lera. Leran vilar direkt eller via ett mycket tunt lager av friktionsjord på berg. Direkt under sprängstenen kan det finnas rester av organiskt material (gyttja). Vid norra landfästet återfinns ett siltskikt i leran på ca 2 meter (nivå ca +30 till +32), vid det södra landfästet finns endast ett tunnare siltskikt < 0,5 m (nivå ca +35).

Sprängstenens mäktighet bedöms uppgå till ca 3 m. Lerlagrens mäktighet bedöms uppgå till ca 5-15 m.

Siltens egenskaper för delområdet har utvärderats från två undersökningspunkter där CPT-sondering utförts tillsammans med tabell enligt TK Geo 2013. Friktionsvinkeln bedöms vara ca 28°.

Kohesionsjordens egenskaper för delområdet har utvärderats från en undersökningspunkt med ostörd provtagning (konförsök, CRS-försök och direkta skjuvförsök) samt med flera vingsonderingar och CPT-sonderingar. Leran har en tunghet på ca 18 kN/m³ inom landområdet och ca 17,5 kN/m³ inom vattenområdet. Den korrigerade odränerade skjuvhållfastheten inom landområdet börjar på ca 28 kPa och ökar med ca 0,4 kPa/m. För vattenområdet börjar den korrigerade odränerade skjuvhållfastheten på ca 12 kPa och ökar med ca 1,0 kPa/m. Lerans sensitivitet varierar mellan ca 10 och 40 vilket innebär att leran är normalsensitiv till högsensitiv mot djupet. De uppmätta värdena för den naturliga vattenkvoten varierar mellan 31 och 58 %. Lerans konflytgräns varierar mellan 35 och 51 %.

Generellt så bedöms att utvärderade CPT-sonderingarna ger något för låga värden på skjuvhållfastheten, då både konförsök, vingsondering och direkta skjuvförsök ligger högre. Vid val av skjuvhållfastheten för landområdet har därmed större vikt lagts på konförsök, vingsondering och skjuvförsök. För vattenområdet, som saknar ostörda prover och vingsondering, har utvärderade CPT-sonderingar värderats upp på samma sätt som för leran inom landområdet, men något mer konservativt/försiktigt valt. Med anledning av denna bedömning har en

känslighetsanalys utförts för stabilitetsberäkningarna, där skjuvhållfastheten sänkts till att ligga på samma värden som de utvärderade CPT-sonderingarna, se vidare under kapitel 7.4 och 7.6

6 Hydrogeologiska förhållanden

Mätningen av vattenytan i Göta älv har utförts under två tillfällen i november 2014, ett tillfälle i december 2014 samt två tillfällen i februari 2015.

Vattennivån låg vid mätningstillfällena enligt följande:

- › 2014-11-26: +39,6
- › 2014-11-27: +39,4
- › 2014-12-01: +39,5
- › 2015-02-24: +39,4
- › 2015-02-25: +39,3

Enligt uppgifter från Vattenfall regleras Göta älv vid Spikön och nivån ska ligga på +39,5.

Portrycksmätarna är automatiskt loggade en gång per dygn och redovisade för perioden 26 februari 2015 till 13 mars 2015. Registrerade portrycksnivåer på 7 m respektive 15 m djup varierar mellan +39,2 och +39,4 respektive mellan +39,3 och +39,4 vilket motsvarar en fri grundvattenyta ca 1,0-1,2 m under markytan med ett hydrostatiskt ökande tryck mot djupet (nollnivå motsvarande vattennivån i älven).

7 Stabilitetsanalys

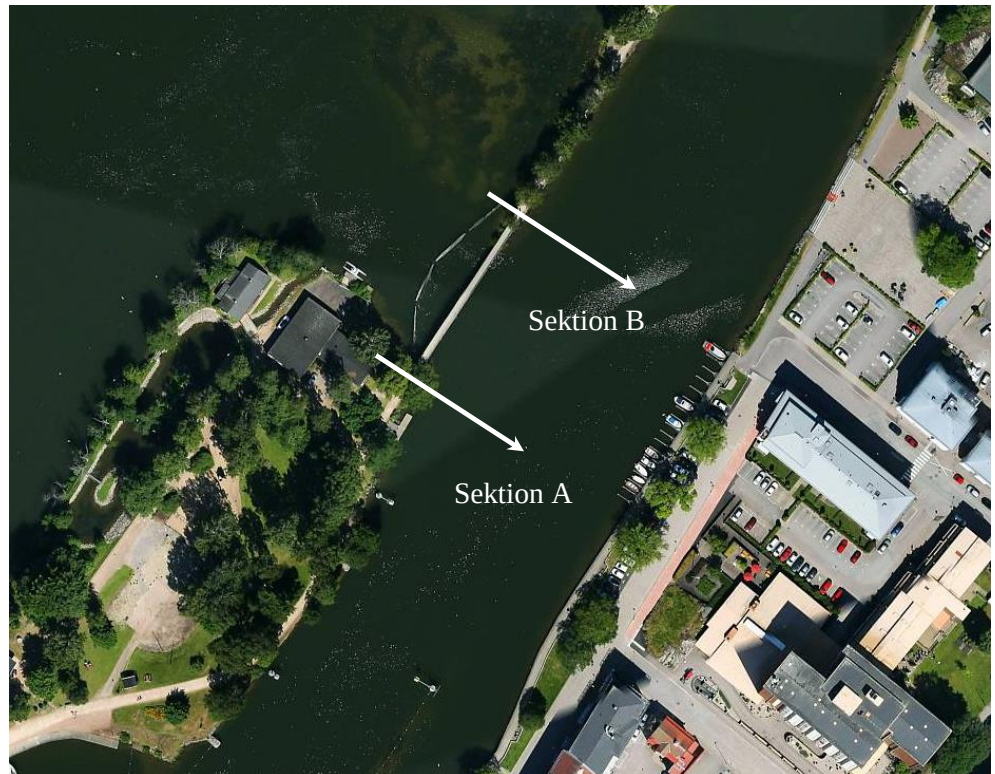
Stabilitetsanalysen är utförd med programmet Slope/W Geostudio 2007.

Krav på säkerhetsfaktorer mot stabilitetsbrott är framtagna i enlighet med IEG Rapport 4:2010, Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter, vägledning för tillämpning av Skredkommissionens rapporter 3:95 och 2:96 (delar av). Se vidare under kapitel 7.3

7.1 Beräkningssektioner

För det aktuella utredningsområdet har stabilitetsförhållanden analyserats i två sektioner, sektion A som representerar södra landfästet ut mot farleden och sektion B som representerar norra landfästet ut mot farleden. Se Figur 7.

I beräkningsmodellerna är markytans nivå mellan undersökningspunkternas lägen, tagen från av Trollhättan Stad tillhandahållen grundkarta med nivåkurvor om 1,0 meters ekvidistans. Älvbotten är lodad i de beräknade sektionerna (utfört av COWI under februari 2015).



Figur 7 – Flygfoto på befintlig bro (källa: kartor.eniro.se). Beräkningssektioner redovisade.

7.2 Gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar

En bedömning av områdets gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar har gjorts och resultatet redovisas i tabell 1 nedan.

Tabell 1 Gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar för området

Förutsättning	Gynnsamma	Ogynnsamma
Konsekvens av skred	Begränsad utbredning av skred. Ej kvicklera	
Släntens beständighet	Inga tecken på rörelser i slänten. Inga tecken på erosion.	
Tidigare förändringar i slänten	Utlagda fungerande erosionsskydd.	Belastningsökningar (uppfyllning och last från bro och gc-last)
Jordens egenskaper	Liten spridning i bestämda hållfasthetsegenskaper.	Kohesionsjordar
Analys- och beräkningsarbetets	Stort antal beräknade glidytor. Känslighetsanalys utförd på	

Förutsättning	Gynnsamma	Ogynnsamma
tillförlitlighet	valda parametrar. Samtidigt valda ogynnsammaste extremvärden. Glidyntans läge i plan vald i farligaste delen av slänten ur stabilitetssynpunkt. Tvådimensionell analys (resultat på säkra sidan).	
Fält- och laboratorieundersökningens innehåll och omfattning	CPT-sonderingar utförda. Kompressionsförsök utförda. Direkta skjuvförsök utförda. In situ-försök med vingförsök utförda.	Glest undersökt område. Litet antal prover undersökta på lab.
Släntens geometri	Välkänd geometri (utförda avvägningar och lodningar)	
Grundvatten- och portrycksförhållanden	Begränsade tryckvariationer (reglerat). God kännedom om portrycksfördelningen.	Långtidsobservationer saknas.
Ytvattenförhållanden	Karakteristiska vattenstånd kända. Små vattenståndsvariationer.	

7.3 Erforderliga krav för stabilitetsberäkningar

Beräkningarna har utförts med totalsäkerhetsanalys. I enlighet med IEG Rapport 4:2010 för nyexploatering/planläggning fördjupad utredning, ligger intervallet på erforderlig säkerhetsfaktor på $F_c \geq 1,5-1,4$ (odränerad analys) och $F_{komb} \geq 1,4-1,3$ (kombinerad analys). För befintlig bebyggelse och anläggning ligger intervallet på erforderlig säkerhetsfaktor på $F_c \geq 1,4-1,3$ (odränerad analys) och $F_{komb} \geq 1,3-1,2$ (kombinerad analys).

Säkerhetsfaktorer mot stabilitetsbrott har valts med hänsyn till gynnsamma (63%) och ogynnsamma (37%) förhållanden i Tabell 1.

Erforderlig säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott för nyexploatering/planläggning:

- › $F_c \geq 1,44$ (odränerad analys)
- › $F_{komb} \geq 1,34$ (kombinerad analys)

Erforderlig säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott för befintlig bebyggelse och anläggning:

- › $F_c \geq 1,34$ (odränerad analys)
- › $F_{komb} \geq 1,24$ (kombinerad analys)

7.4 Sammanställning av beräkningsparametrar

7.4.1 Jordmaterialparametrar

Valda beräkningsparametrar är framtagna för respektive sektion, se Figur 7 ovan för beräkningssektionernas läge i plan.

Valda beräkningsparametrar för området redovisas i Tabell 2 nedan. I bilaga 1 redovisas skjuvhållfasthetsdiagram för kohesionsjorden i området.

Vid kombinerad analys har lerans friktionsvinkel ansatts till 30° och lerans kohesionsintercept till 10 % av den odränerade skjuvhållfastheten.

Silten har angivits med värden både som kohesionsjord och friktionsjord, där den jordmodell som blir mest ogynnsam ska nyttjas i beräkningarna, se vidare under kapitel 7.5 för kontroll.

Tabell 2 Sammanställning av härledda värden för aktuellt område

Jordmaterial	Jordparameter	Härlett värde
Sprängsten	Tunghet, (γ) ovan vattenytan	19 kN/m ³
	Effektiv tunghet, (γ')	11 kN/m ³
	Inre friktionsvinkel (ϕ')	38°
Lera landområde	Tunghet, (γ)	18 kN/m ³
	Effektiv tunghet, (γ')	8 kN/m ³
	Odränerad skjuvhållfasthet, (c_u)	28 + 0,4*z kPa/m ¹
Lera vattenområde	Tunghet, (γ)	17,5 kN/m ³
	Effektiv tunghet, (γ')	7,5 kN/m ³
	Odränerad skjuvhållfasthet, (c_u)	12 + 1*z kPa/m ¹
Siltsikt	Tunghet, (γ)	18 kN/m ³
	Effektiv tunghet, (γ')	8 kN/m ³
	Inre friktionsvinkel (ϕ')	28°
	Odränerad skjuvhållfasthet, (c_u)	28 + 0,4*z kPa/m ¹

¹ z betecknar aktuellt djup från nivån +35,4

Känslighetsanalys av jordparametrar i stabilitetsberäkningarna

Känslighetsanalys har utförts för skjuvhållfastheten i leran, både för landområdet, för vattenområdet samt för båda områdena samtidigt. Se bakgrund till detta under kapitel 5.

För leran i landområdet har en känslighetsanalys av skjuvhållfastheten baserats på nu utförda CPT-sonderingar inom landområdet och de tidigare undersökningarna i närområdet (Vectura, Vb och Kv). Värdet för skjuvhållfastheten blir extremt vald/orimligt lågt jämfört med uppmätta värden från direkta skjuvförsök i området, men har ändå kontrollerats i beräkningarna. Kontrollen är inte bara en känslighetsanalys utan främst en jämförelse mot tidigare beräkningar i området som visar på för låg säkerhet mot stabilitetsbrott.

För leran i vattenområdet har en känslighetsanalys av skjuvhållfastheten baserats på nu utförda CPT-sonderingar i vattenområdet. Värdena blir något lägre än valda, då valda är baserade på att CPT på land låg för lågt kontra både Kv och Vb, och det är rimligt att tro att CPT även visar för låga värden även i vattenområdet. Känslighetsanalysen bedöms som möjliga värden och bör kontrolleras.

Kombinationen att välja de lägsta värdena från känslighetsanalysen både för land- och vattenområden bedöms som extrema och egentligen orimliga, men har ändå kontrollerats för att se inverkan på säkerheten mot stabilitetsbrott.

7.4.2 Portryck- och grundvatten

I stabilitetsberäkningarna har en nolltrycksnivå för grundvattentrycket ansatts till vattennivån i älven, +39,6. En hydrostatisk portrycksfördelning mot djupet har angivits enligt uppmätta portryck.

7.4.3 Laster

Då brons grundläggning för stöden på land inte är helt känd (pålad eller grundlagd direkt på packad sprängsten) har en stödlast beräknats fram utifrån bedömd egenvikt av konstruktionen fördelat enligt aktuellt lastfall. Tillsammans med en trafiklast från gång- och cykelbanan på 10 kPa har lasten i stödläget bedömts till ca 20 kPa.

Bakom brostödens läge utmed älven, är det endast last från gång- och cykelbanan som berör stabiliteten, 10 kPa. Beräkningar har dock endast utförts för den högre lasten i södra respektive norra landfästet för bron (20 kPa).

7.5 Resultat stabilitetsanalys

Stabilitetsberäkningar ger värdet på säkerhetsfaktorn mot stabilitetsbrott F_c (odränerad analys) och F_{komb} (kombinerad analys). Beräkningsresultaten framgår av Tabell 3 nedan samt i Bilaga 2.

Tabell 3 Beräknade säkerhetsfaktorer med avseende på stabilitetsbrott.

Sektion, beskrivning	F_c	F_{komb}	Kommentar Befintlig bebyggelse / nyexploatering	Bilaga
Sektion A, befintlig sektion	1,73	1,44	Ok / Ok	2-1, 2
Sektion A, befintlig sektion känslighetsanalys lera land	1,35	1,28	Ok / Ej Ok Ej trolig kombination	2-3, 4
Sektion A, befintlig sektion känslighetsanalys lera vatten	1,68	1,40	Ok / Ok	2-5, 6

Sektion, beskrivning	F_c	F_{komb}	Kommentar Befintlig bebyggelse / nyexploatering	Bilaga
Sektion A, befintlig sektion känslighetsanalys lera land- och vattenområde	1,29	1,25	Ej Ok / Ej Ok Ej trolig kombination	2-7, 8
Sektion B, befintlig sektion Silt beräknad som Mohr/Coulomb	1,87	1,37	Ok / Ok Värsta fallet för silt, väljer detta beräkningssätt för silt	2-9,10
<i>Sektion B, befintlig sektion Silt beräknad som lera</i>	<i>1,90</i>	<i>1,37</i>	<i>Ok / Ok Ger ett säkrare värde med silt beräknat som lera, utgår.</i>	<i>2-11,12</i>
Sektion B, befintlig sektion känslighetsanalys lera land	1,60	1,34	Ok / Ok	2-13,14
Sektion B, befintlig sektion känslighetsanalys lera vatten	1,77	1,36	Ok / Ok	2-15,16
Sektion B, befintlig sektion känslighetsanalys lera land- och vattenområde	1,56	1,33	Ok / Ej Ok Ej trolig kombination	2-17,18

7.6 Slutsats stabilitetsanalys

7.6.1 Sektion A

Stabilitetsanalysen visar för sektion A att beräknade säkerhetsfaktorer mot stabilitetsbrott för befintliga förhållanden liksom för nyexploatering med samma laster och geometrier i området är tillfredställande enligt gällande krav och normer.

Känslighetsanalysen avseende skjuvhållfastheten i leran för landområdet respektive vattenområdet visar att förändringar i hållfastheten påverkar säkerheten mot stabilitetsbrott. Den valda låga skjuvhållfastheten fortfarande ger erforderlig säkerhet för befintliga förhållanden såväl som för nyexploatering.

7.6.2 Sektion B

Stabilitetsanalysen visar för sektion B att beräknade säkerhetsfaktorer mot stabilitetsbrott för befintliga förhållanden liksom för nyexploatering med samma laster och geometrier i området är tillfredställande enligt gällande krav och normer.

Känslighetsanalysen avseende skjuvhållfastheten i leran för landområdet respektive vattenområdet visar att förändringar i hållfastheten påverkar säkerheten mot stabilitetsbrott. De valda låga skjuvhållfastheterna fortfarande ger erforderlig säkerhet för befintliga förhållanden såväl som för nyexploatering.

8 Sättningsanalys

Uppmätta värden från CPT-sondering och utförda CRS-försök visar att leran i landområdet är svagt överkonsoliderad, se spänningsdiagrammet bilaga 3. Leran överkonsolideringsgrad (OCR) varierar mellan 1,3 och 1,8 med minskande värden mot djupet.

Mindre sättningar bedöms kunna pågå mot djupet, som beror av den ca 3 meter mäktiga utlagda sprängstensfyllningen.

Nya laster och utfyllnader bör kontrolleras för att inte generera ytterligare sättningar.

9 Rekommendationer till grundläggning

Totalstabiliteten för befintliga förhållanden såväl som för utbyggda förhållanden (nyexploatering med samma laster och geometrier som idag) i sektion A och sektion B bedöms som tillfredsställande och uppfyller gällande rekommendationer enligt IEG rapport 4:2010.

Befintligt erosionsskydd ska vara kvar och intakt, och geometrierna (nivåerna på land och älvbotten) får inte ändras utan att föregås av stabilitetsberäkningar som visar att erforderlig säkerhet mot stabilitetsbrott föreligger enligt IEG Rapport 6:2008. All last på den befintliga markytan (trafiklast, jordmassor, brolast, arbetsfordon etc), både under byggske och permanent ske får ej överskrida 20 kPa.

Leran har konsoliderat för utlagda sprängstensfyllningar, men sättningar kan fortfarande pågå mot djupet. Nya laster och utfyllnader bör kontrolleras innan eventuell utläggning för att inte generera nya sättningar.

Ersättning av befintlig bro med en ny en bro rekommenderas att utföras med en grundläggning på pålar. Pålarna rekommenderas vara borrade stålrörspålar, och placeras vid befintliga landfästen utan att schakta bort befintligt och intakt erosionsskydd. Pålningen rekommenderas att utföras från vatten, för att klara lastkraven och inte äventyra sprängstensslänter på land och befintligt erosionsskydd i vattenområdet.

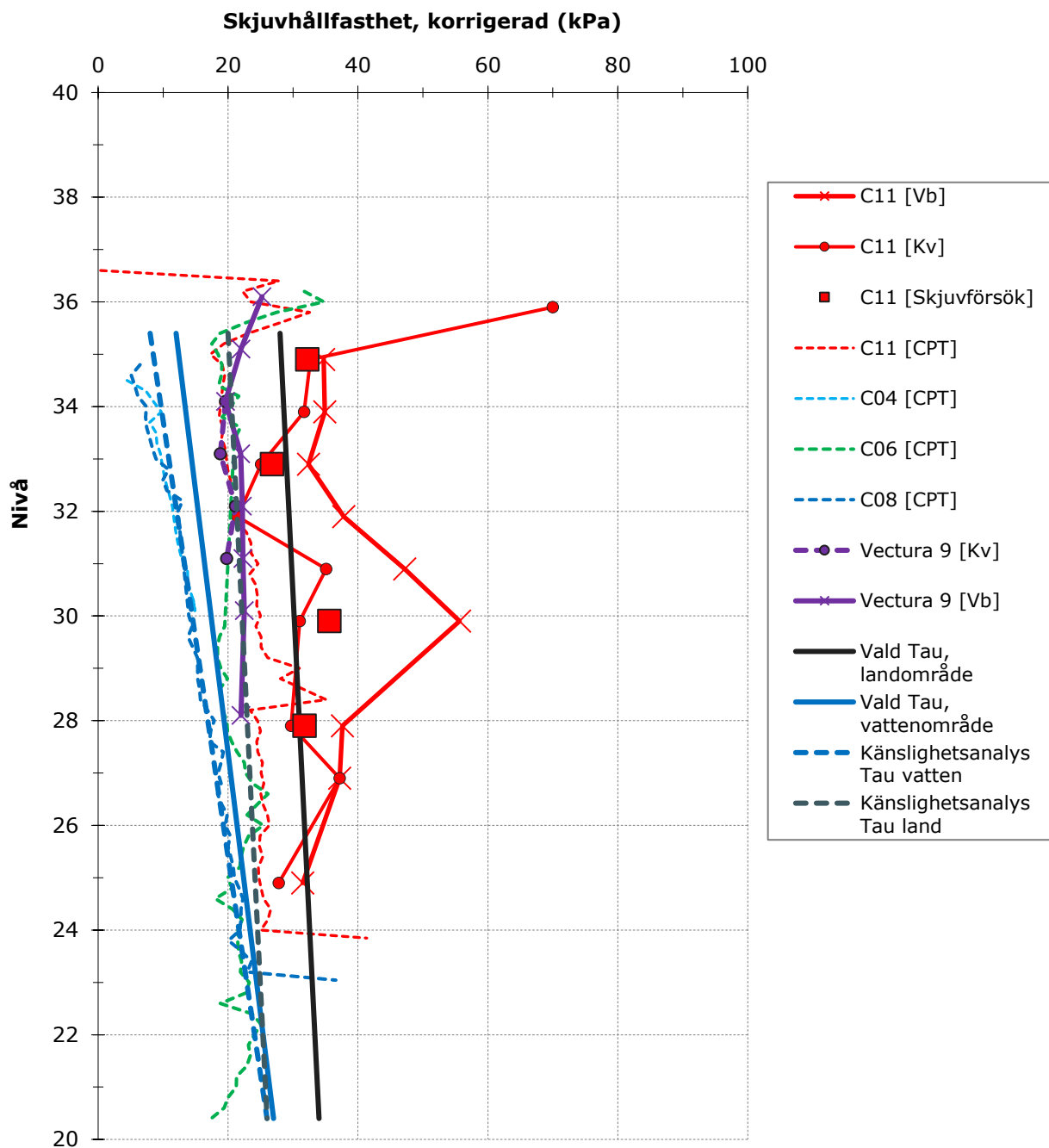
BILAGA 1



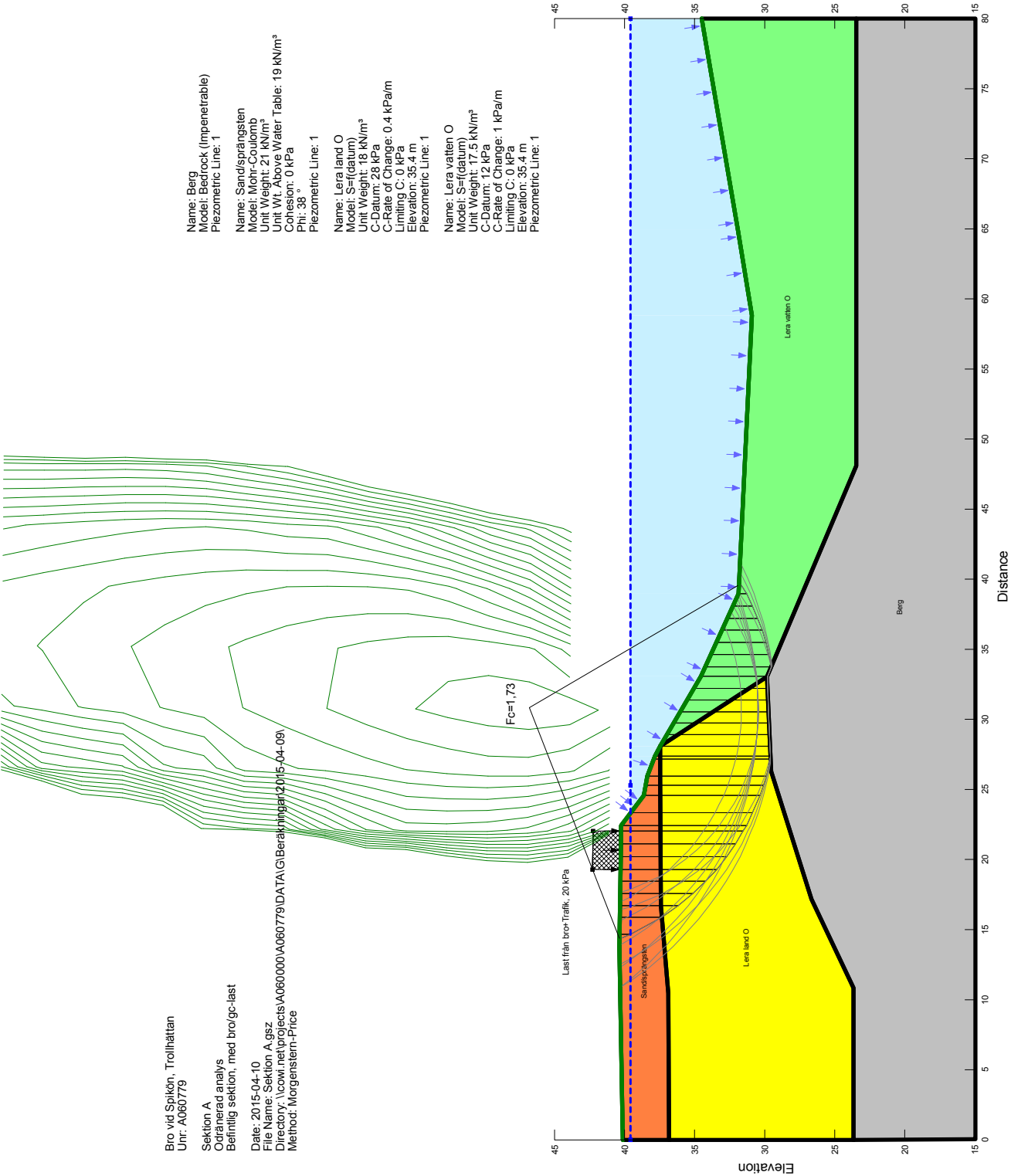
SKJUVHÅLLFASTHETSDIAGRAM

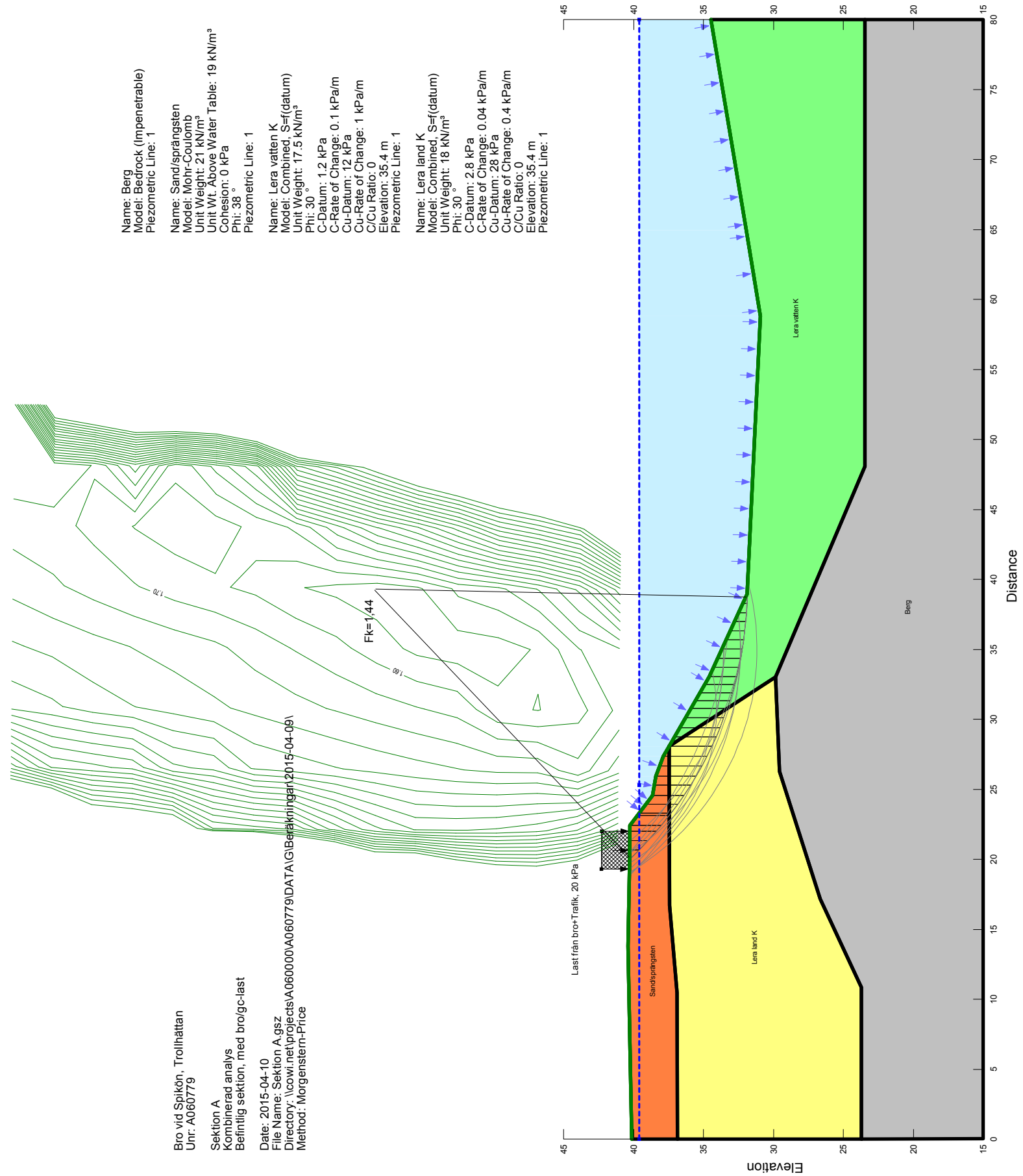
Uppdragsnummer: A060779

Projekt: Spikön



BILAGA 2





Bro vid Spikön, Trollhättan
Unr: A060779

Sektion A
Odränerad analys
Befintlig sektion, med bro/gc-last
Känslighetsanalys lera land (tau)

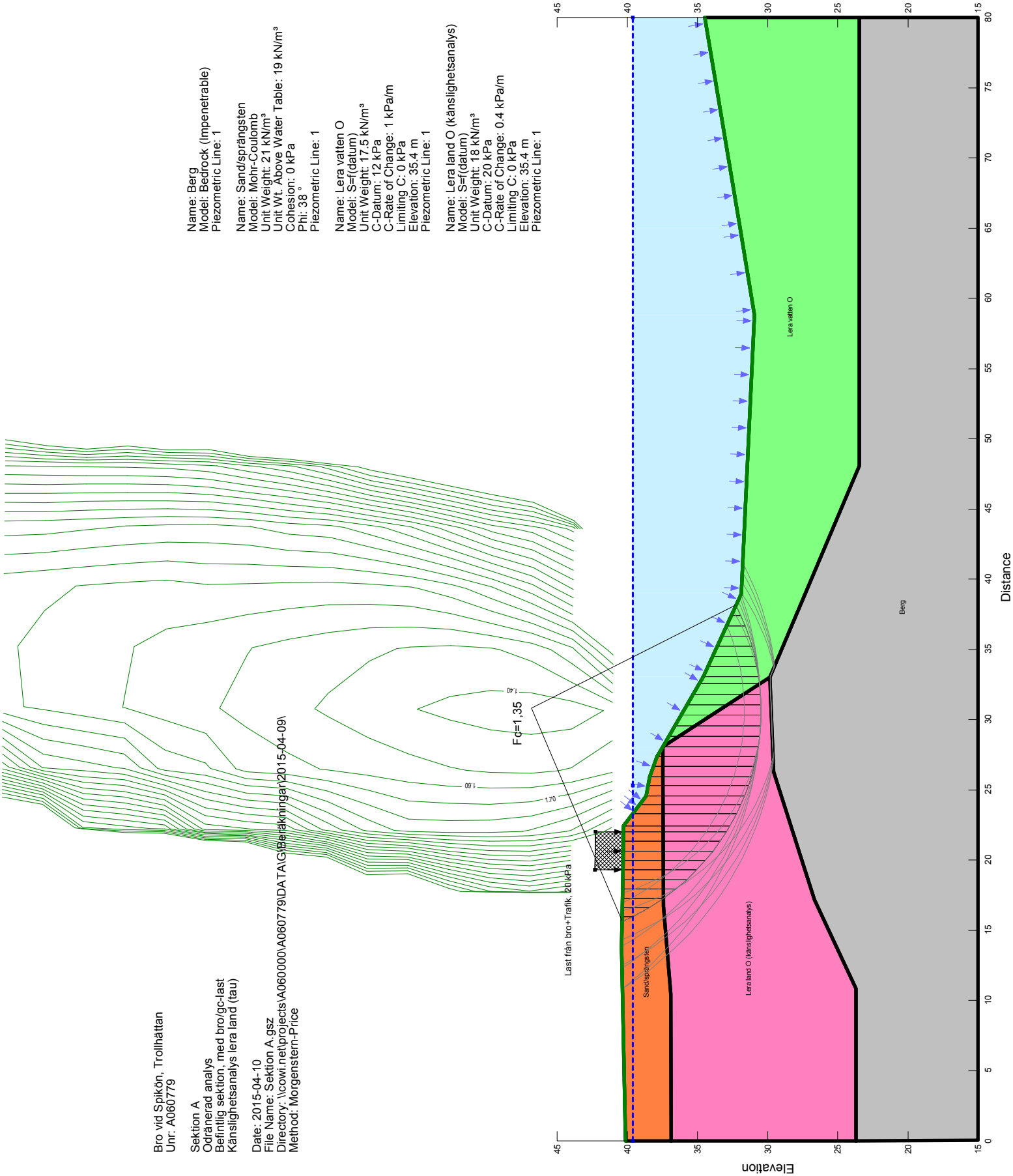
Date: 2015-04-10
File Name: Sektion A.gsz
Directory: \\cowi.net\projects\A060779\DATA\GIS\Bakrningar\2015-04-09\
Method: Morgenstern-Price

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

Name: Sand/sprängsten
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 38°
Piezometric Line: 1

Name: Lera vatten O
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 17.5 kN/m³
C-Datum: 12 kPa
C-Rate of Change: 1 kPa/m
Limiting C: 0 kPa
Elevation: 35.4 m
Piezometric Line: 1

Name: Lera land O (känslighetsanalys)
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 18 kN/m³
C-Datum: 20 kPa
C-Rate of Change: 0.4 kPa/m
Limiting C: 0 kPa
Elevation: 35.4 m
Piezometric Line: 1



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

Name: Sand/sprängsten
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 38 °
Piezometric Line: 1

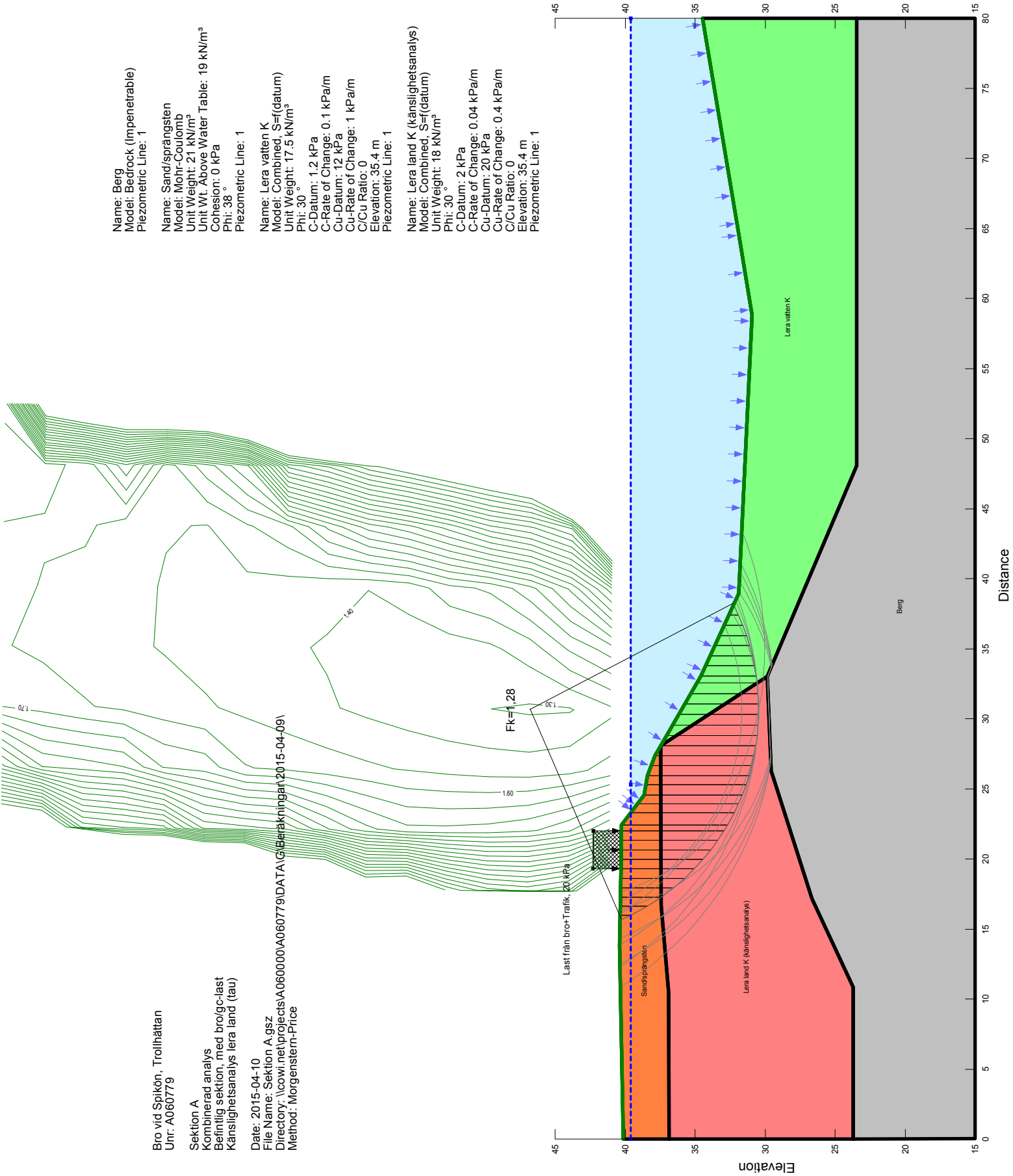
Name: Lera vatten K
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 17.5 kN/m³
Phi: 30 °
C-Datum: 1.2 kPa
C-Rate of Change: 0.1 kPa/m
Cu-Datum: 12 kPa
Cu-Rate of Change: 1 kPa/m
C/Cu Ratio: 0
Elevation: 35.4 m
Piezometric Line: 1

Name: Lera land K (känslighetsanalys)
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 18 kN/m³
Phi: 30 °
C-Datum: 2 kPa
C-Rate of Change: 0.04 kPa/m
Cu-Datum: 20 kPa
Cu-Rate of Change: 0.4 kPa/m
C/Cu Ratio: 0
Elevation: 35.4 m
Piezometric Line: 1

Bro vid Spikön, Trollhättan
Unr: A060779

Sektion A
Kombinerad analys
Befintlig sektion, med bro/gc-last
Känslighetsanalys lera land (tau)

Date: 2015-04-10
File Name: Sektion A.gsz
Directory: \\cowi.net\projects\A060000\A060779\DATA\GIS\Beräkningar\2015-04-09\
Method: Morgenstern-Price

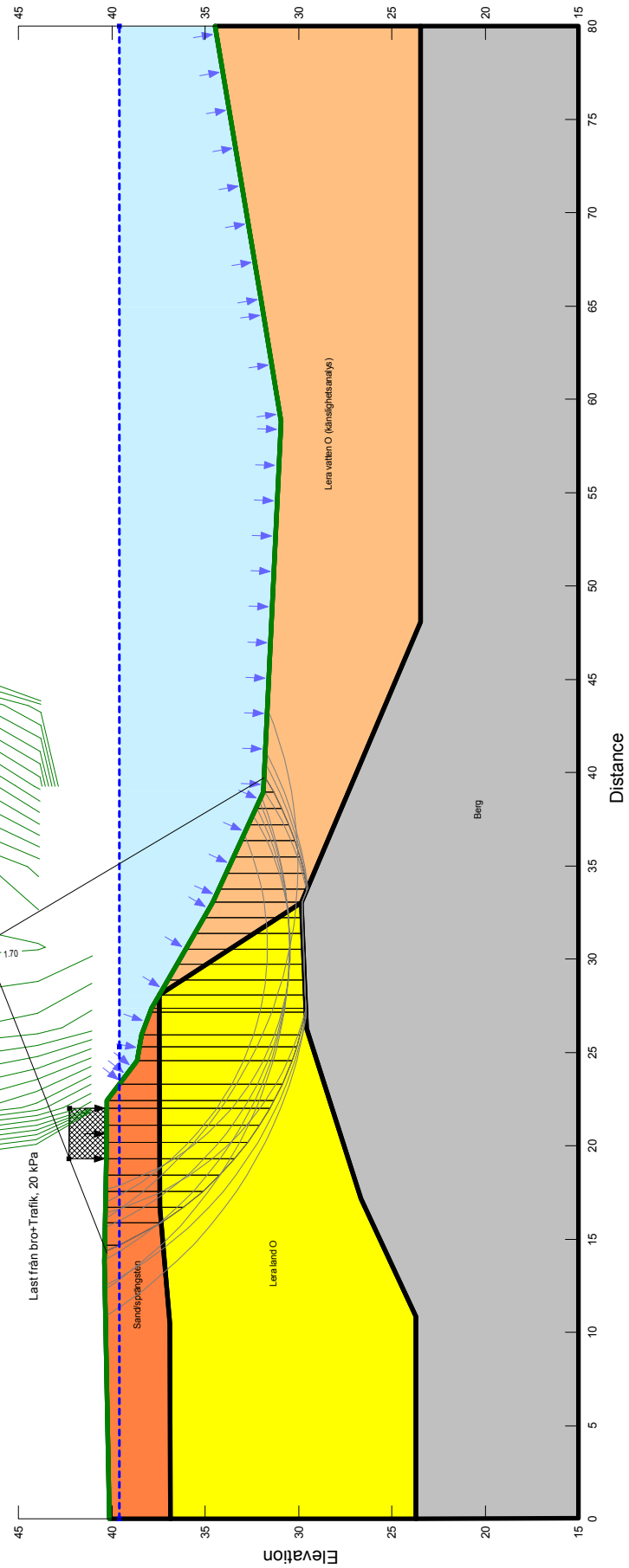


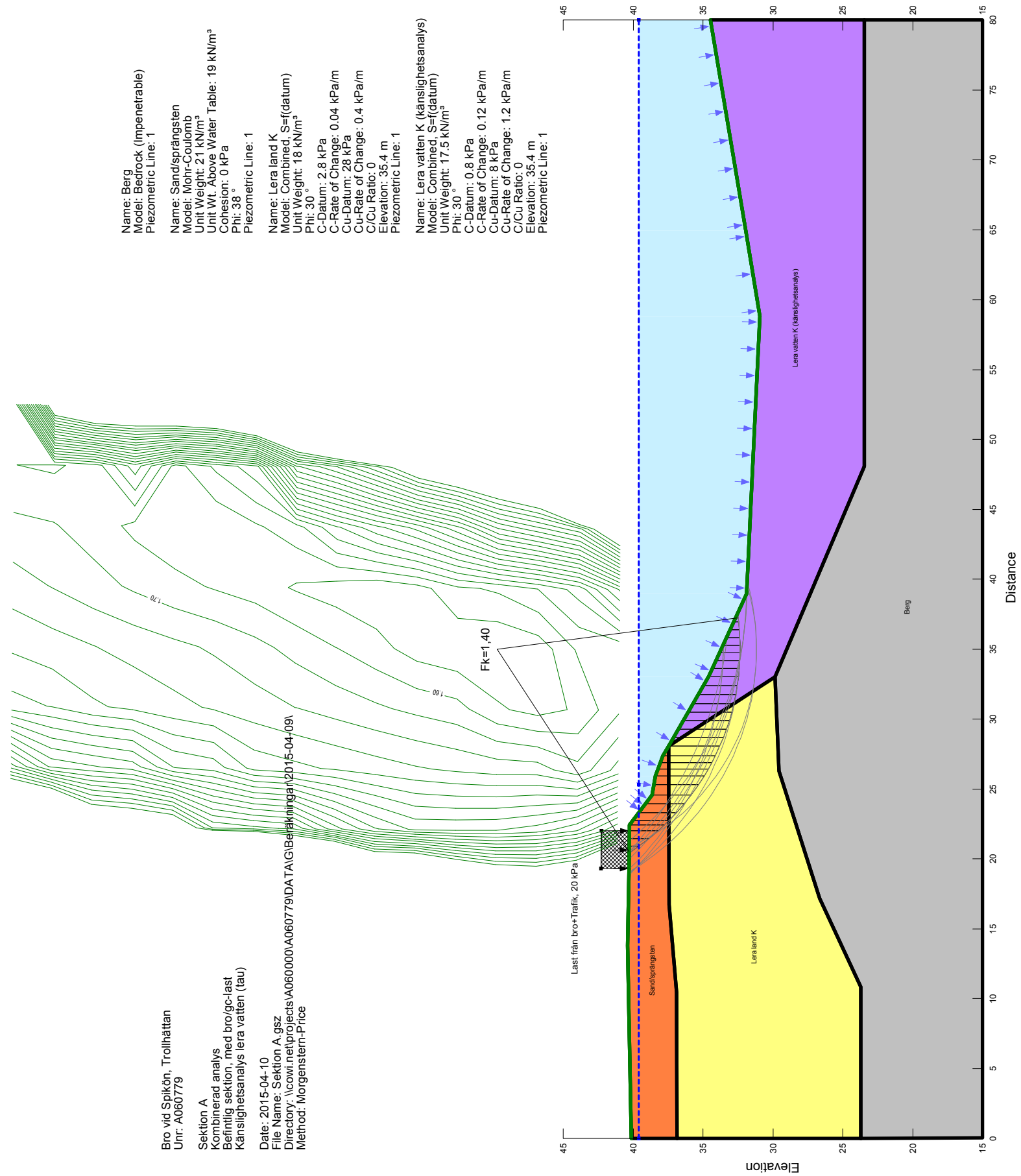
Bro vid Spikön, Trollhättan
Unr: A060779

Sektion A
Odränerad analys
Befintlig sektion, med bro/gc-last
Känslighetsanalys lera vatten (tau)

Date: 2015-04-10
File Name: Sektion A.gsz
Directory: \\cowi.net\projects\A060000\A060779\DATA\GIS\Befragung\2015-04-09\
Method: Morgenstern-Price

Name: Berg	Name: Lera land O
Model: Bedrock (Impenetrable)	Model: Ss(f datum)
Piezometric Line: 1	Unit Weight: 18 kN/m³
	C-Datum: 28 kPa
	C-Rate of Change: 0.4 kPa/m
	Limiting C: 0 kPa
	Elevation: 35.4 m
	Piezometric Line: 1
	Name: Lera vatten O (känslighetsanalys)
	Model: Ss(f datum)
	Unit Weight: 17.5 kN/m³
	C-Datum: 8 kPa
	C-Rate of Change: 1.2 kPa/m
	Limiting C: 0 kPa
	Elevation: 35.4 m
	Piezometric Line: 1





Bro vid Spikön, Trollhättan
Unr: A060779

Sektion A
Odränerad analys
Befärlig sektion, med bro/gc-last
Känslighetsanalys lera land+ vatten (tau)

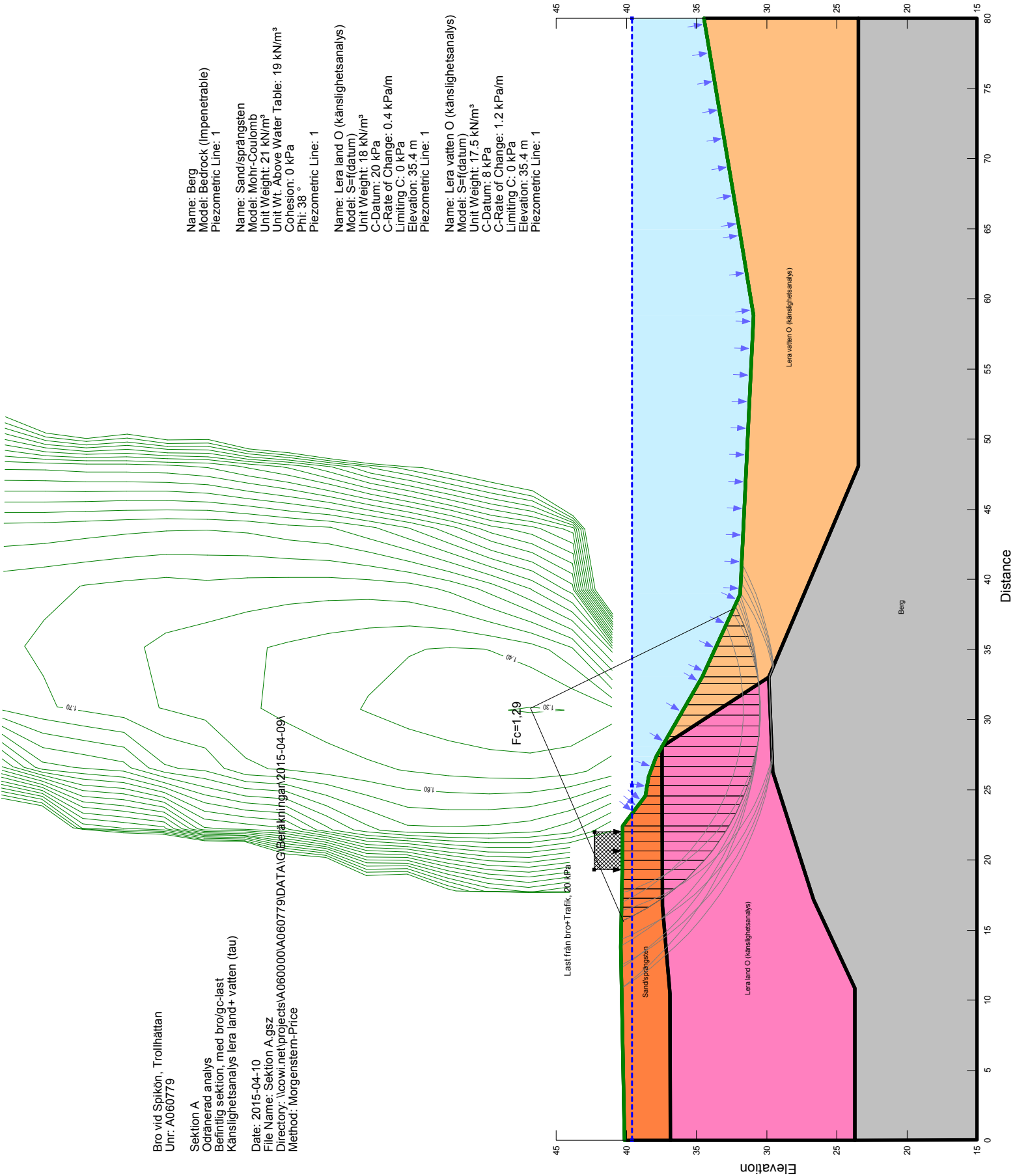
Date: 2015-04-10
File Name: Sektion A.gsz
Directory: \\covi.net\projects\A060000\A060779\DATA\Göteborg\knig\2015-04-09\
Method: Morgenstern-Price

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

Name: Sand/sprängsten
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 38°
Piezometric Line: 1

Name: Lera land O (känslighetsanalys)
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 18 kN/m³
C-Datum: 20 kPa
C-Rate of Change: 0.4 kPa/m
Limiting C: 0 kPa
Elevation: 35.4 m
Piezometric Line: 1

Name: Lera vatten O (känslighetsanalys)
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 17.5 kN/m³
C-Datum: 8 kPa
C-Rate of Change: 1.2 kPa/m
Limiting C: 0 kPa
Elevation: 35.4 m
Piezometric Line: 1



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

Name: Sand/sprängsten
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 38 °
Piezometric Line: 1

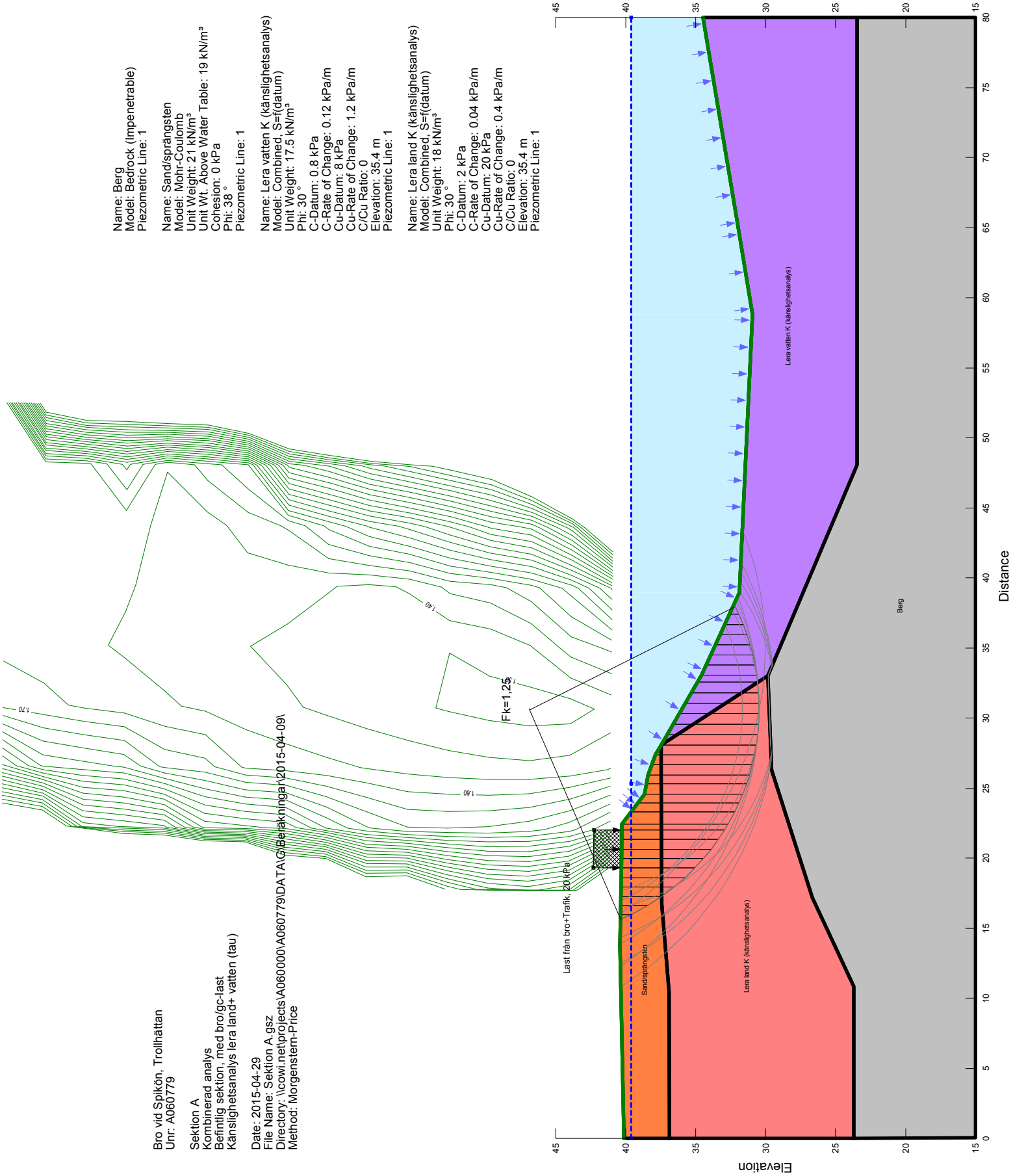
Name: Lera vatten K (känslighetsanalys)
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 17.5 kN/m³
Phi: 30 °
C-Datum: 0.8 kPa
C-Rate of Change: 0.12 kPa/m
Cu-Datum: 8 kPa
Cu-Rate of Change: 1.2 kPa/m
C/Cu Ratio: 0
Elevation: 35.4 m
Piezometric Line: 1

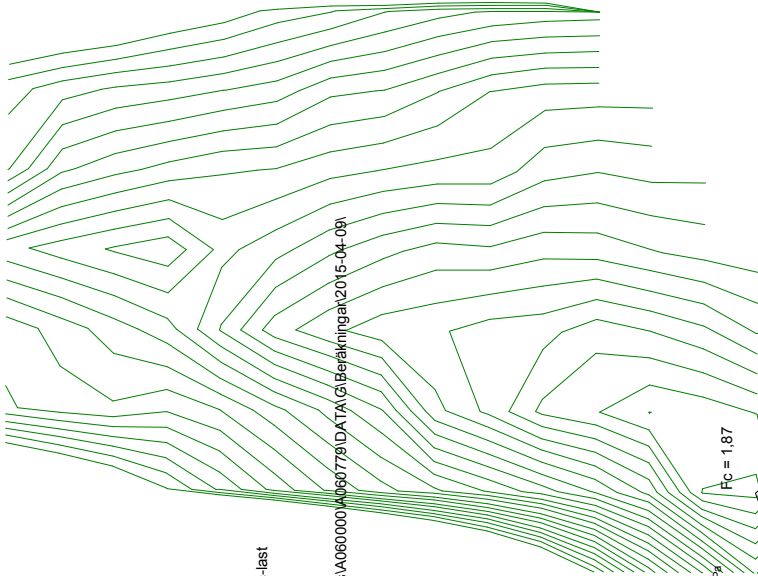
Name: Lera land K (känslighetsanalys)
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 18 kN/m³
Phi: 30 °
C-Datum: 2 kPa
C-Rate of Change: 0.04 kPa/m
Cu-Datum: 20 kPa
Cu-Rate of Change: 0.4 kPa/m
C/Cu Ratio: 0
Elevation: 35.4 m
Piezometric Line: 1

Bro vid Spikön, Trollhättan
Unr: A060779

Sektion A
Kombinerad analys
Befintlig sektion, med bro/gc-last
Känslighetsanalys lera land+ vatten (tau)

Date: 2015-04-29
File Name: Sektion A.gsz
Directory: \covi.net\projects\A060779\DATA\Göteborg\Bilaga 2\2015-04-09\
Method: Morgenstern-Price





Bro vid Spikön, Trollhättan
Unr: A060779
Sektion B
Odränerad analys
Befäring sektion, med bro/gc-last
Siltlager (Mohr-Coulomb)
Date: 2015-04-29
File Name: Sektion B.gsz
Directory: \\cowi.net\projects\A0600000\A060779\DATA\G\Beräkningar\2015-04-09\
Method: Morgenstern-Price

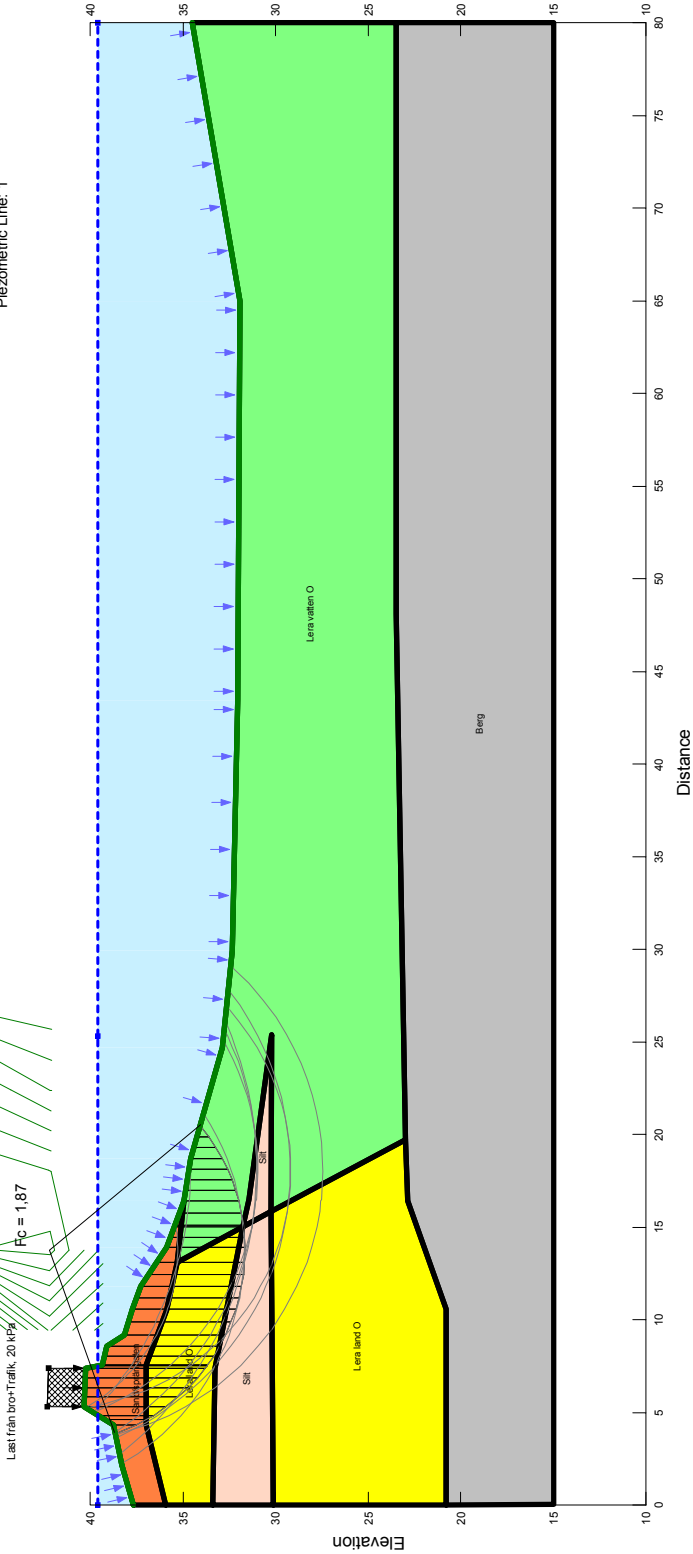
Name: Berg
Model: Bedrock (Impenetrable)
Pezometric Line: 1

Name: Sandsprängsten
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 38°
Pezometric Line: 1

Name: Lera land O
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 18 kN/m³
C-Datum: 28 kPa
C-Rate of Change: 0.4 kPa/m
Limiting C: 0 kPa
Elevation: 35.4 m
Pezometric Line: 1

Name: Lera vatten O
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 17.5 kN/m³
C-Datum: 12 kPa
C-Rate of Change: 1 kPa/m
Limiting C: 0 kPa
Elevation: 35.4 m
Pezometric Line: 1

Name: Silt
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28°
Pezometric Line: 1

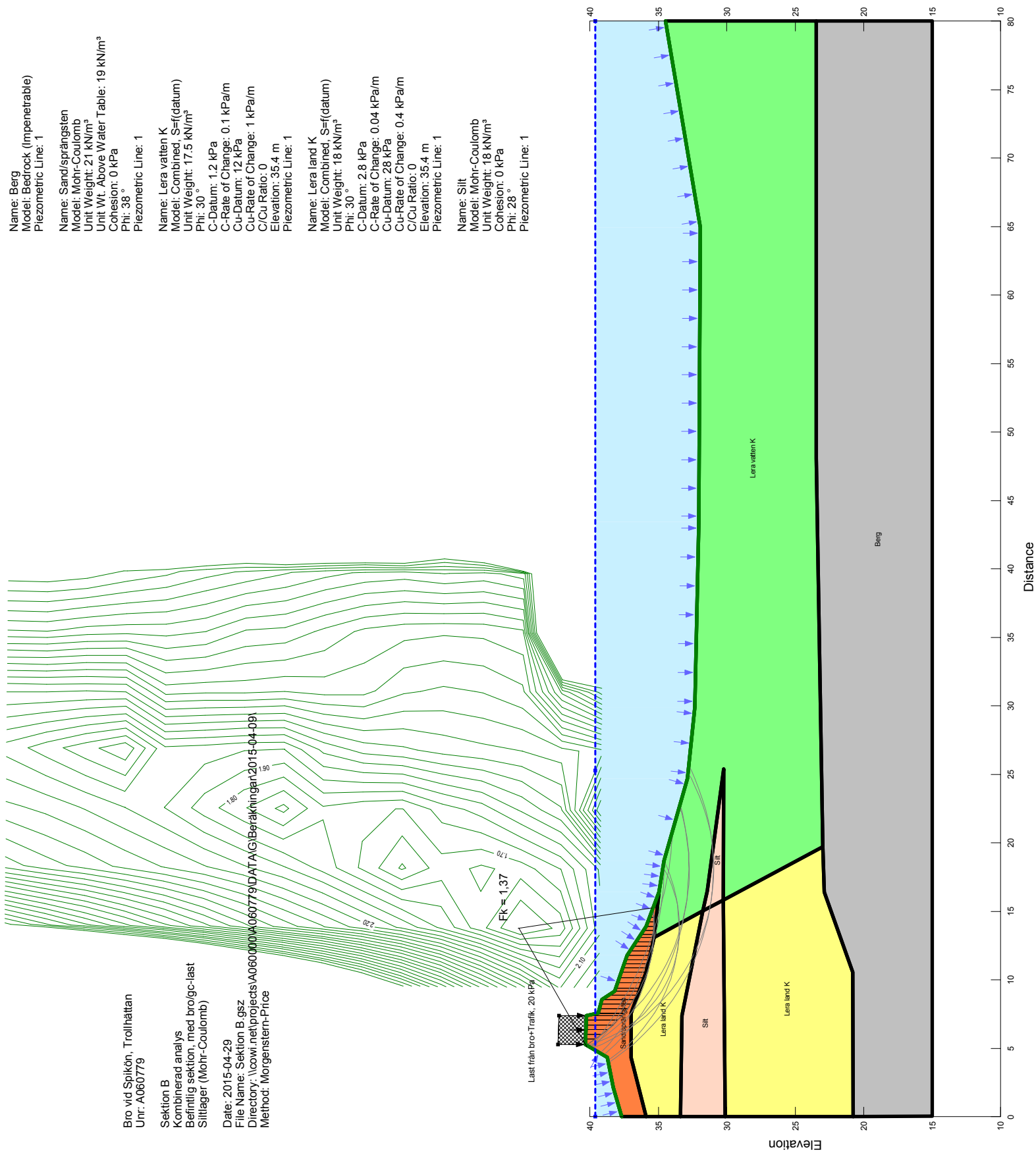


Name: Berg	Name: Lera vatten K	Name: Lera land K
Model: Bedrock (Impenetrable)	Model: Combined, S=(datum)	Model: Combined, S=(datum)
Piezometric Line: 1	Unit Weight: 17.5 kN/m³	Unit Weight: 18 kN/m³
	Phi: 30°	Phi: 30°
Name: Sand/sprängsten	C-Datum: 1.2 kPa	C-Datum: 2.8 kPa
Model: Mohr-Coulomb	C-Rate of Change: 0.1 kPa/m	C-Rate of Change: 0.04 kPa/m
Unit Weight: 21 kN/m³	Cu-Datum: 12 kPa	Cu-Datum: 28 kPa
Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³	C/Cu Ratio: 0	C/Cu Ratio: 0
Cohesion: 0 kPa	Elevation: 35.4 m	Elevation: 35.4 m
Phi: 38°	Piezometric Line: 1	Piezometric Line: 1
Piezometric Line: 1		
	Name: Silt	Name: Silt
	Model: Mohr-Coulomb	Model: Mohr-Coulomb
	Unit Weight: 18 kN/m³	Unit Weight: 18 kN/m³
	Cohesion: 0 kPa	Cohesion: 0 kPa
	Phi: 28°	Phi: 28°
	Piezometric Line: 1	Piezometric Line: 1

Bro vid Spikön, Trollhättan
Unr: A060779

Sektion B
Kombinerad analys
Befintlig sektion, med bro/gc-last
Siltlager (Mohr-Coulomb)

Date: 2015-04-29
File Name: Sektor B.gsz
Directory: \\loowi.net\projects\A060000\A060779\DATA\G\Barak\tingat\2015-04-09\1
Method: Morgenstern-Price



Bro vid Spikön, Trollhattan
Umr: A060779

Sektion B
Odränerad analys
Befintlig sektion, med bro/gc-last
Siltlager (modelleras som lera)

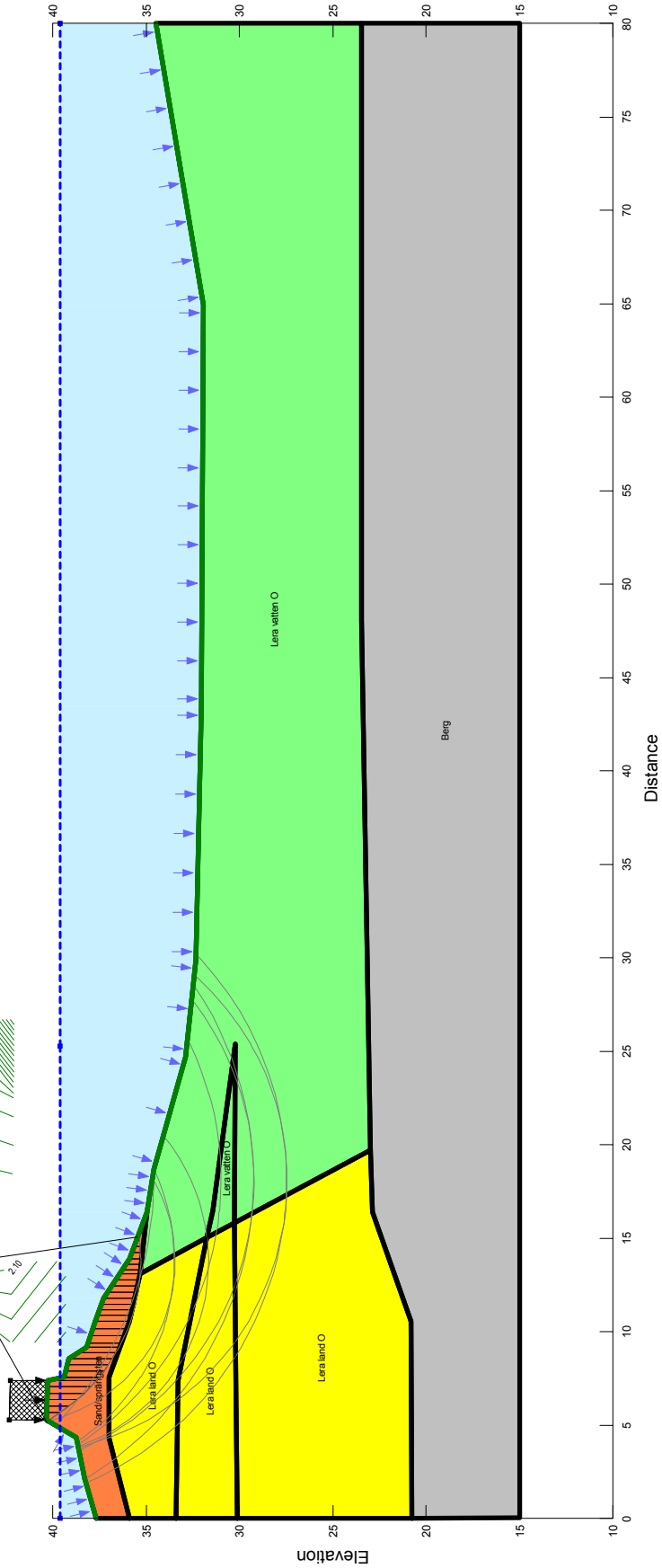
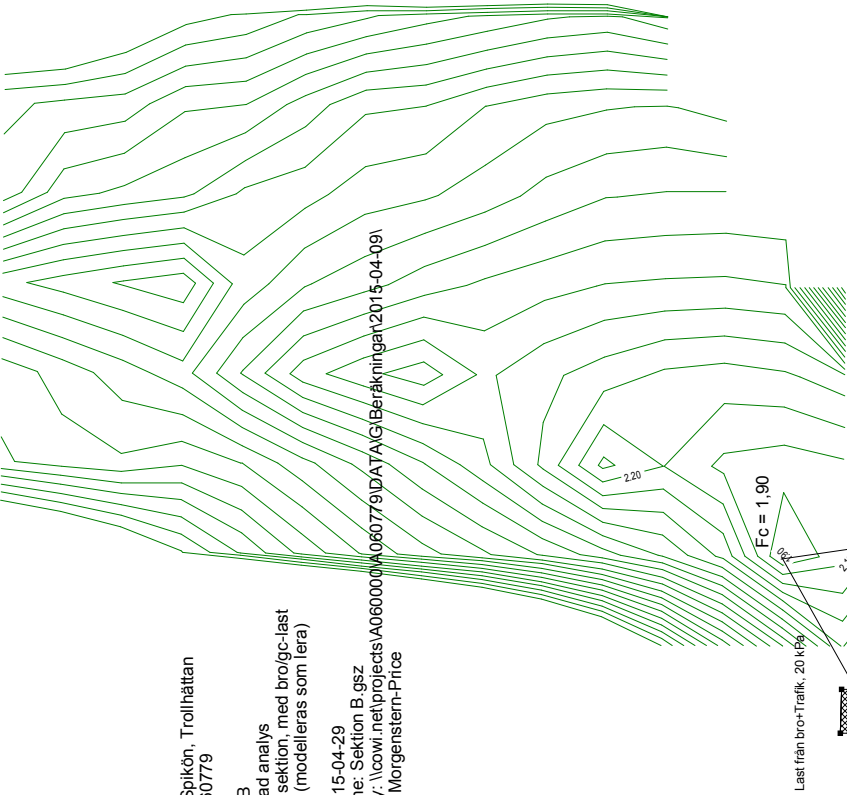
Date: 2015-04-29
File Name: Sektion B.gsz
Directory: \\cowi.net\projects\A060779\DATA\G\Beräkningar\2015-04-09\1
Method: Morgenstern-Price

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

Name: Sand/sprängsten
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 38 °
Piezometric Line: 1

Name: Lera land O
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 18 kN/m³
C-Datum: 28 kPa
C-Rate of Change: 0.4 kPa/m
Limiting C: 0 kPa
Elevation: 35.4 m
Piezometric Line: 1

Name: Lera vatten O
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 17.5 kN/m³
C-Datum: 12 kPa
C-Rate of Change: 1 kPa/m
Limiting C: 0 kPa
Elevation: 35.4 m
Piezometric Line: 1



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

Name: Sand/sprängsten
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 38°
Piezometric Line: 1

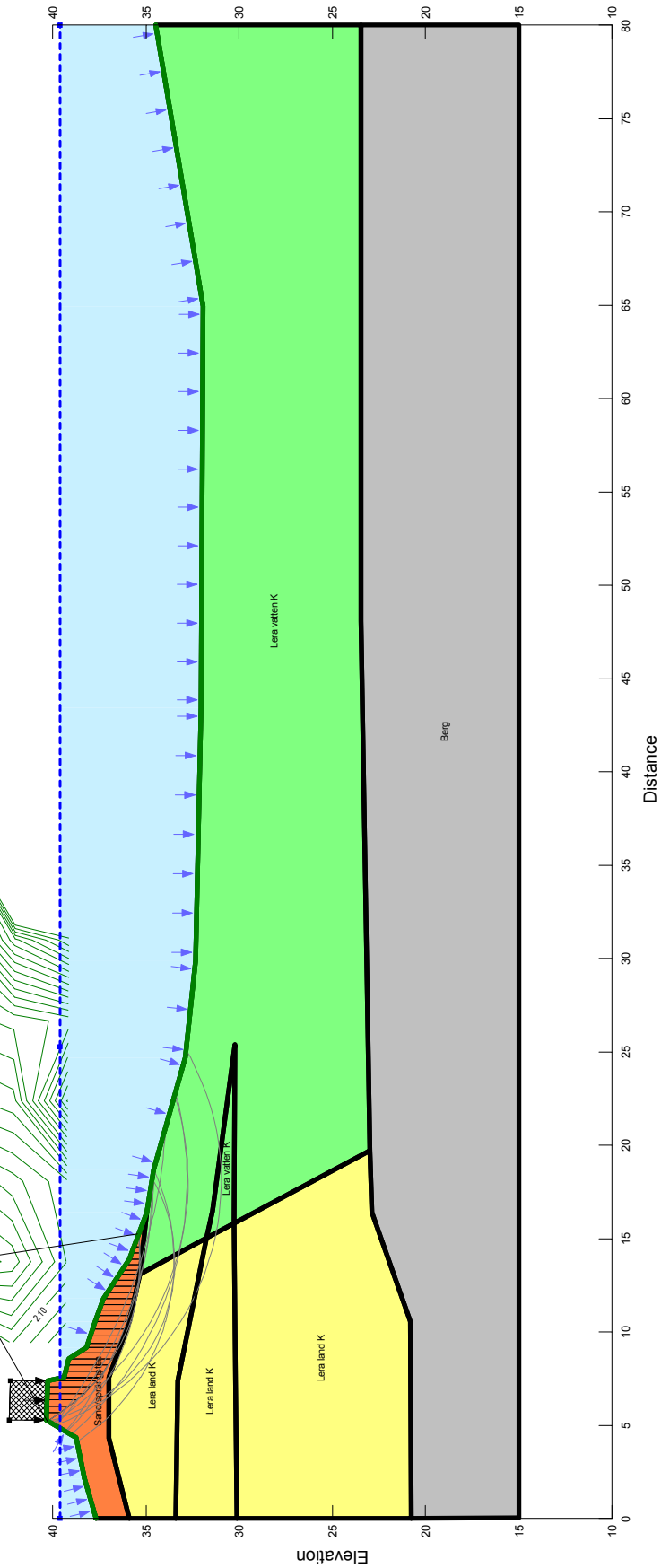
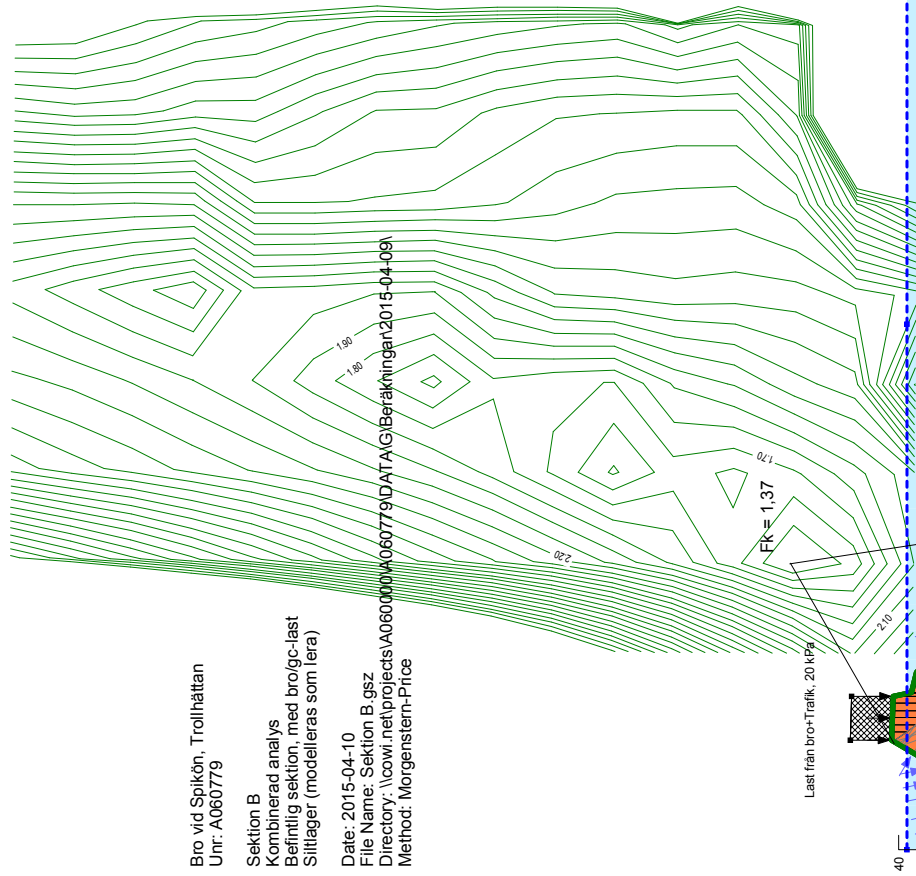
Name: Lera vatten K
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 17.5 kN/m³
Phi: 30°
C-Datum: 1.2 kPa
C-Rate of Change: 0.1 kPa/m
Cu-Datum: 12 kPa
Cu-Rate of Change: 1 kPa/m
C/Cu Ratio: 0
Elevation: 35.4 m
Piezometric Line: 1

Name: Lera land K
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 18 kN/m³
Phi: 30°
C-Datum: 2.8 kPa
C-Rate of Change: 0.04 kPa/m
Cu-Datum: 28 kPa
Cu-Rate of Change: 0.4 kPa/m
C/Cu Ratio: 0
Elevation: 35.4 m
Piezometric Line: 1

Bro vid Spikön, Trollhattan
Unr: A060779

Sektion B
Kombinerad analys
Befintlig sektion, med bro/gc-last
Siltlager (modelleras som lera)

Date: 2015-04-10
File Name: Sektion B.gsz
Directory: \\cowi.net\projects\A060000\A060779\DATA\G\Beräkningar\2015-04-09\
Method: Morgenstern-Price



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

Name: Sand/sprängsten
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 38°
Piezometric Line: 1

Name: Lera vatten O
Model: S=(datum)
Unit Weight: 17.5 kN/m³
C-Datum: 12 kPa
C-Rate of Change: 1 kPa/m
Limiting C: 0 kPa
Elevation: 35.4 m
Piezometric Line: 1

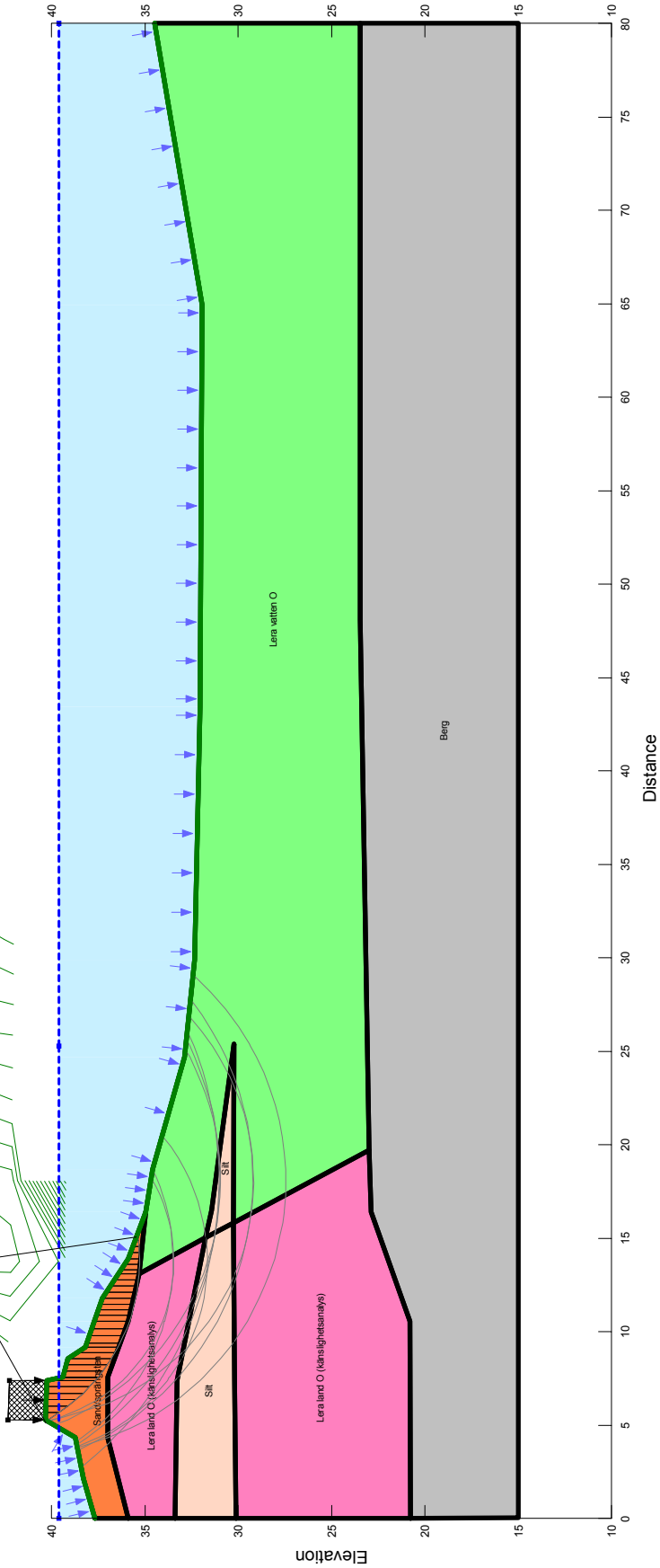
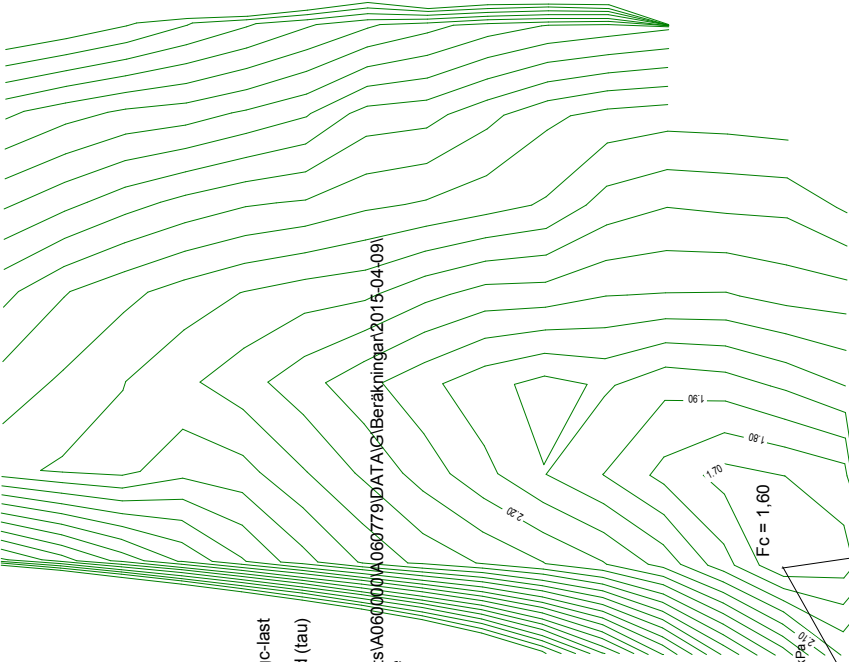
Name: Silt
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28°
Piezometric Line: 1

Name: Lera land O (känslighetsanalys)
Model: S=(datum)
Unit Weight: 18 kN/m³
C-Datum: 20 kPa
C-Rate of Change: 0.4 kPa/m
Limiting C: 0 kPa
Elevation: 35.4 m
Piezometric Line: 1

Bro vid Spikön, Trollhättan
Unr: A060779

Sektion B
Odränerad analys
Befintlig sektion, med bro/gc-last
Sillager (Mohr-Coulomb)
Känslighetsanalys lera land (tau)

Date: 2015-04-10
File Name: Sektion B.gsz
Directory: \\cowi.net\projects\A060779\DATA\3\Beräkningar\2015-04-09\
Method: Morgenstern-Price



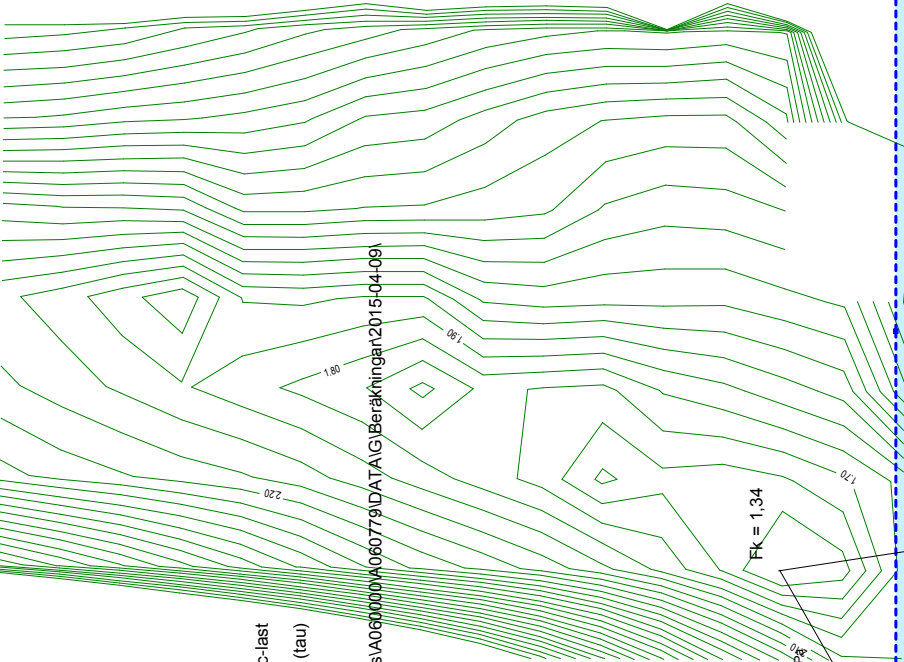
Name: Berg
Model: Bedrock (Impenetrable)
Piezometric Line: 1

Name: Sand/sprängsten
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 38°
Piezometric Line: 1

Name: Lera vatten K
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 17.5 kN/m³
Phi: 30°
C-Datum: 1.2 kPa
C-Rate of Change: 0.1 kPa/m
Cu-Datum: 12 kPa
Cu-Rate of Change: 1 kPa/m
C/Cu Ratio: 0
Elevation: 35.4 m
Piezometric Line: 1

Name: Silt
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28°
Piezometric Line: 1

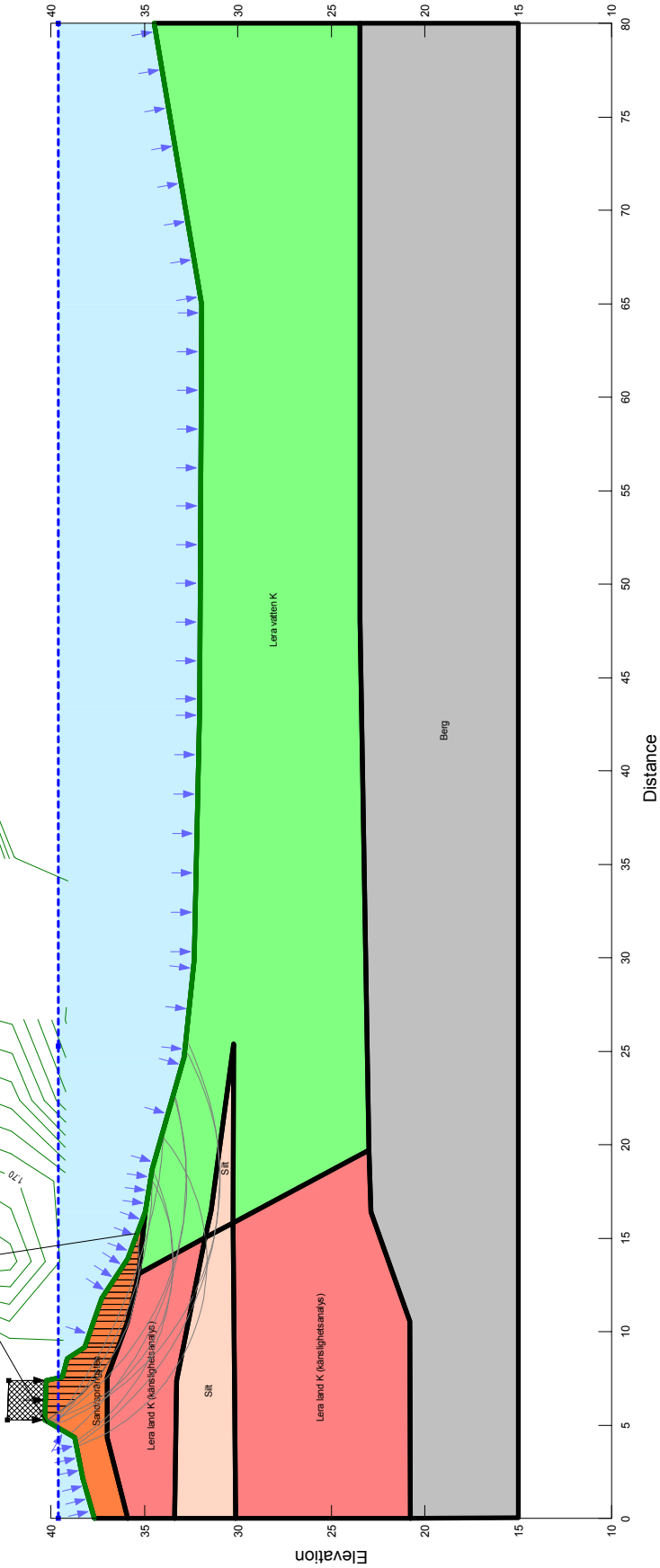
Name: Lera land K (känslighetsanalys)
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 18 kN/m³
Phi: 30°
C-Datum: 2 kPa
C-Rate of Change: 0.04 kPa/m
Cu-Datum: 20 kPa
Cu-Rate of Change: 0.4 kPa/m
C/Cu Ratio: 0
Elevation: 35.4 m
Piezometric Line: 1



Bro vid Spikön, Trollhattan
Unr: A060779

Sektion B
Kombinerad analys
Befintlig sektion, med bro/gc-last
Siltlager (Mohr-Coulomb)
Känslighetsanalys lera land (tau)

Date: 2015-04-10
File Name: Sektion B.gsz
Directory: \\cowi.net\projects\A060779\DATA\G\Beräkningar\2015-04-09
Method: Morgenstern-Price



Bro vid Spikön, Trollhättan
Unr: A060779
Sektion B
Odränerad analys
Beräknad sektion, med bro/gc-last
Siltlager (Mohr-Coulomb)
Känslighetsanalys lera vatten (tau)
Date: 2015-04-10
File Name: Sektion B.gsz
Directory: \\cowi.net\projects\A060779\DATA\G\Beräkningar\2015-04-09\
Method: Morgenstern-Price

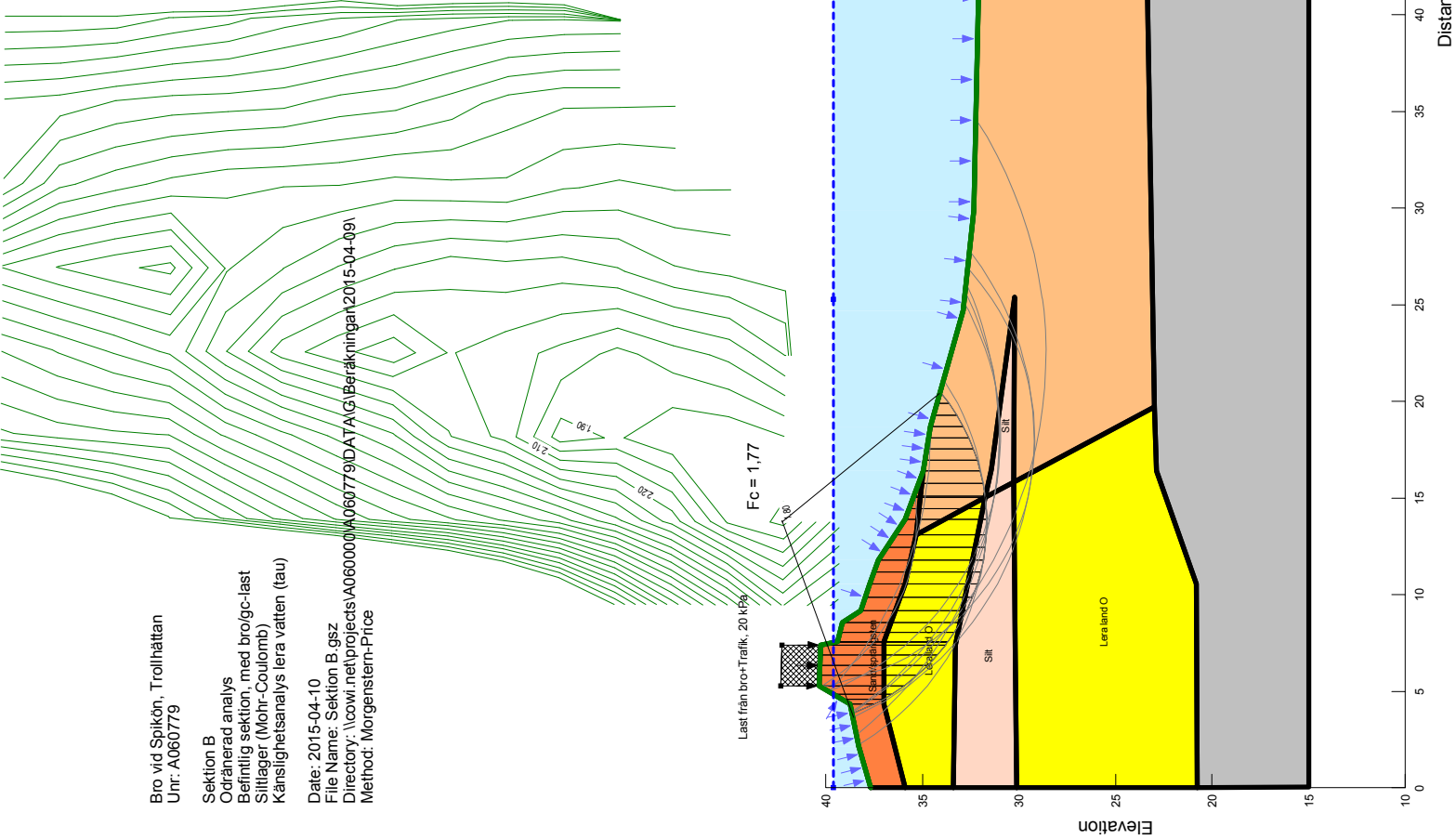
Name: Berg
Model: Bedrock (Impenetrable)
Piezometric Line: 1

Name: Sand/sprängsten
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 38°
Piezometric Line: 1

Name: Lera land O
Model: S=(datum)
Unit Weight: 18 kN/m³
C-Datum: 28 kPa
C-Rate of Change: 0.4 kPa/m
Limiting C: 0 kPa
Elevation: 35.4 m
Piezometric Line: 1

Name: Silt
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28°
Piezometric Line: 1

Name: Lera vatten O (känslighetsanalys)
Model: S=(datum)
Unit Weight: 17.5 kN/m³
C-Datum: 8 kPa
C-Rate of Change: 1.2 kPa/m
Limiting C: 0 kPa
Elevation: 35.4 m
Piezometric Line: 1



Name: Berg	
Model: Bedrock (Impenetrable)	
Piezometric Line: 1	
Name: Sand/sprängsten	
Model: Mohr-Coulomb	
Unit Weight: 21 kN/m³	
Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³	
Cohesion: 0 kPa	
Phi: 38°	
Piezometric Line: 1	
Name: Lera land K	
Model: Combined, S=(datum)	
Unit Weight: 18 kN/m³	
Phi: 30°	
C-Datum: 2.8 kPa	
C-Rate of Change: 0.04 kPa/m	
Cu-Datum: 28 kPa	
Cu-Rate of Change: 0.4 kPa/m	
C/Cu Ratio: 0	
Elevation: 35.4 m	
Piezometric Line: 1	
Name: Silt	
Model: Mohr-Coulomb	
Unit Weight: 18 kN/m³	
Cohesion: 0 kPa	
Phi: 28°	
Piezometric Line: 1	
Name: Lera vatten K (känslighetsanalys)	
Model: Combined, S=(datum)	
Unit Weight: 17.5 kN/m³	
Phi: 30°	
C-Datum: 0.8 kPa	
C-Rate of Change: 0.12 kPa/m	
Cu-Datum: 8 kPa	
Cu-Rate of Change: 1.2 kPa/m	
C/Cu Ratio: 0	
Elevation: 35.4 m	
Piezometric Line: 1	

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

Name: Sand/sprängsten
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 38°
Piezometric Line: 1

Name: Silt
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28°
Piezometric Line: 1

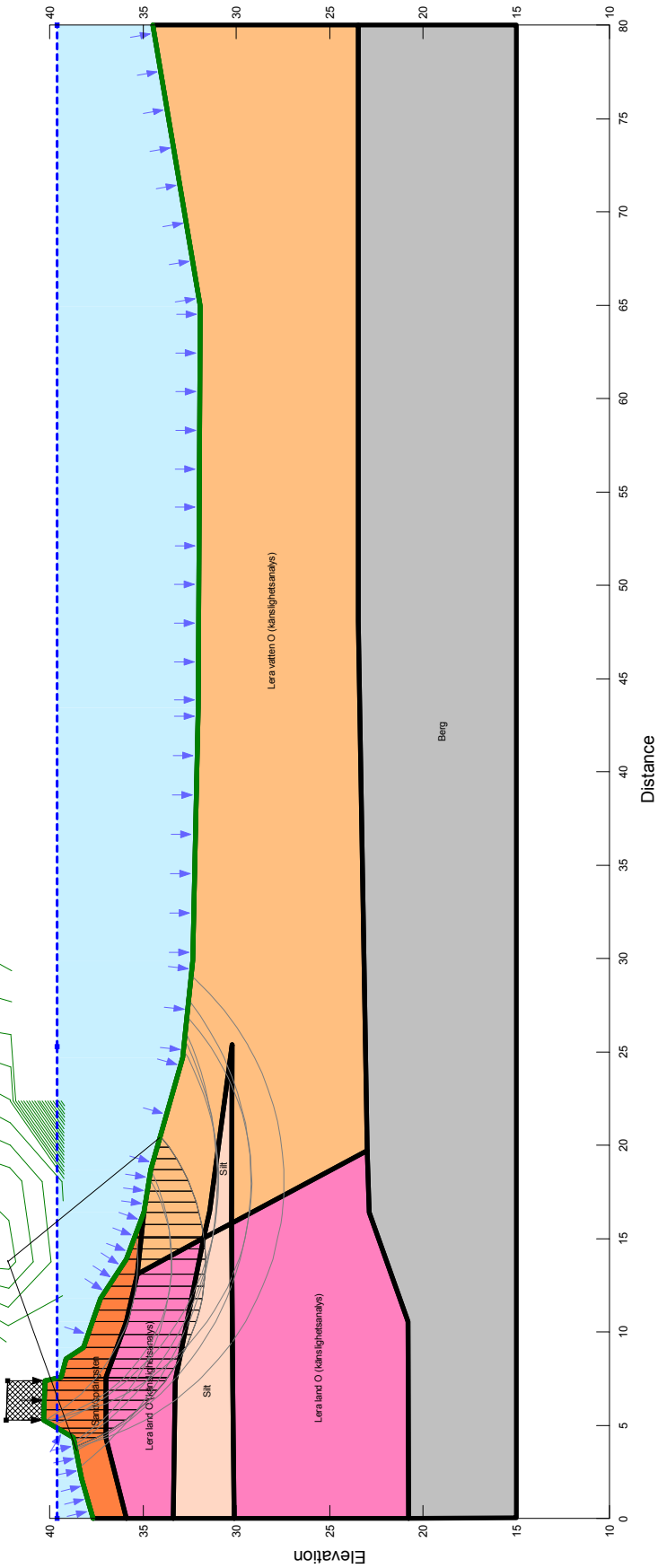
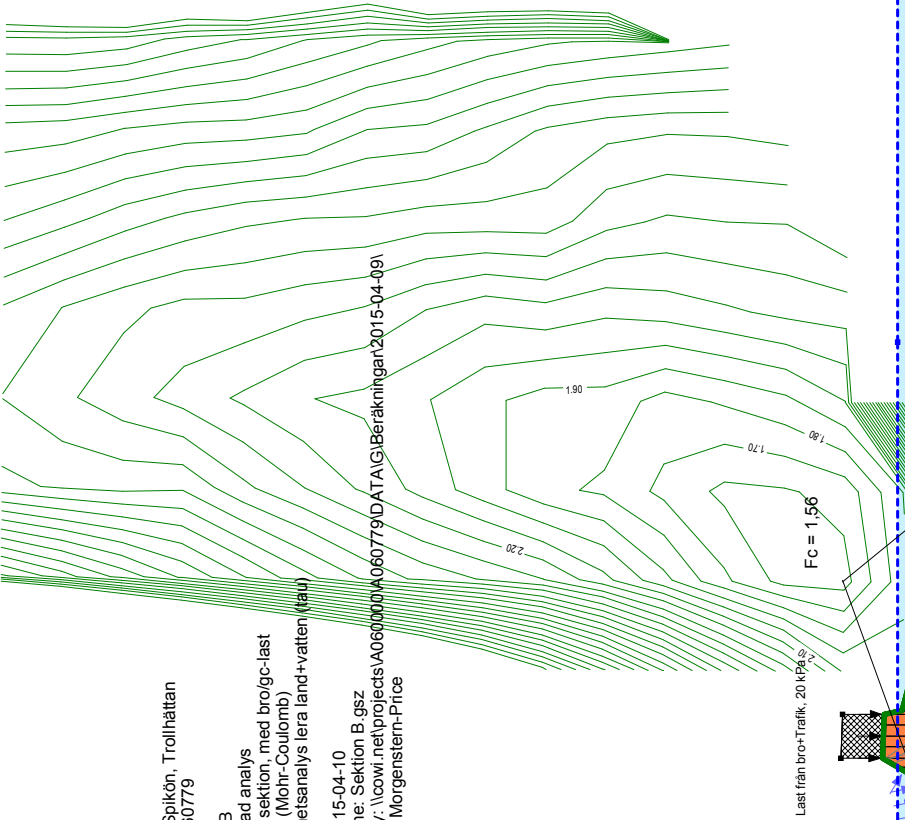
Name: Lera land O (känslighetsanalys)
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 18 kN/m³
C-Datum: 20 kPa
C-Rate of Change: 0.4 kPa/m
Limiting C: 0 kPa
Elevation: 35.4 m
Piezometric Line: 1

Name: Lera vatten O (känslighetsanalys)
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 17.5 kN/m³
C-Datum: 8 kPa
C-Rate of Change: 1.2 kPa/m
Limiting C: 0 kPa
Elevation: 35.4 m
Piezometric Line: 1

Bro vid Spikön, Trollhättan
Unr: A060779

Sektion B
Odränerad analys
Befintlig sektion, med bro/gc-last
Sillager (Mohr-Coulomb)
Känslighetsanalys lera land+vatten (tau)

Date: 2015-04-10
File Name: Sektion B.gsz
Directory: \\cowi.net\projects\A060779\DATA\G\Beräkningar\2015-04-09\
Method: Morgenstern-Price



- Name: Berg

Model: Bedrock (Impenetrable)

Piezometric Line: 1
- Name: Sand/sprängsten

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21 kN/m³

Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 38°

Piezometric Line: 1
- Name: Silt

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 28°

Piezometric Line: 1
- Name: Lera land K (kånsighetsanalys)

Model: Combined, S=f(datum)

Unit Weight: 18 kN/m³

Phi: 30°

C-Datum: 2 kPa

C-Rate of Change: 0.04 kPa/m

Cu-Datum: 20 kPa

Cu-Rate of Change: 0.4 kPa/m

C/Cu Ratio: 0

Elevation: 35.4 m

Piezometric Line: 1
- Name: Lera vatten K (kånsighetsanalys)

Model: Combined, S=f(datum)

Unit Weight: 17.5 kN/m³

Phi: 30°

C-Datum: 0.8 kPa

C-Rate of Change: 0.12 kPa/m

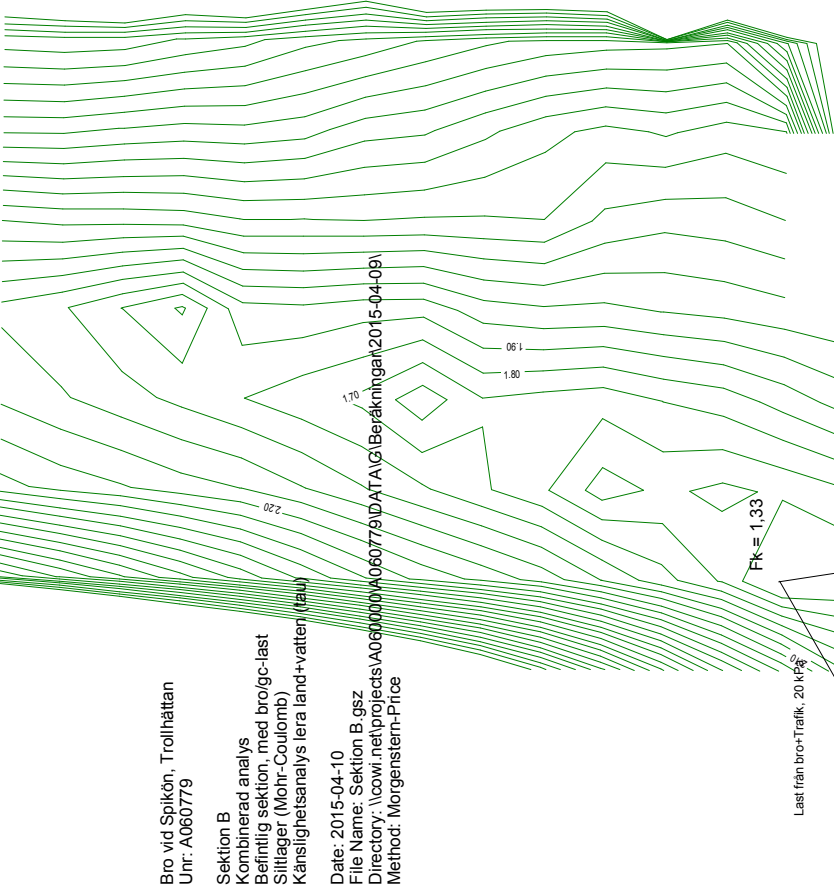
Cu-Datum: 8 kPa

Cu-Rate of Change: 1.2 kPa/m

C/Cu Ratio: 0

Elevation: 35.4 m

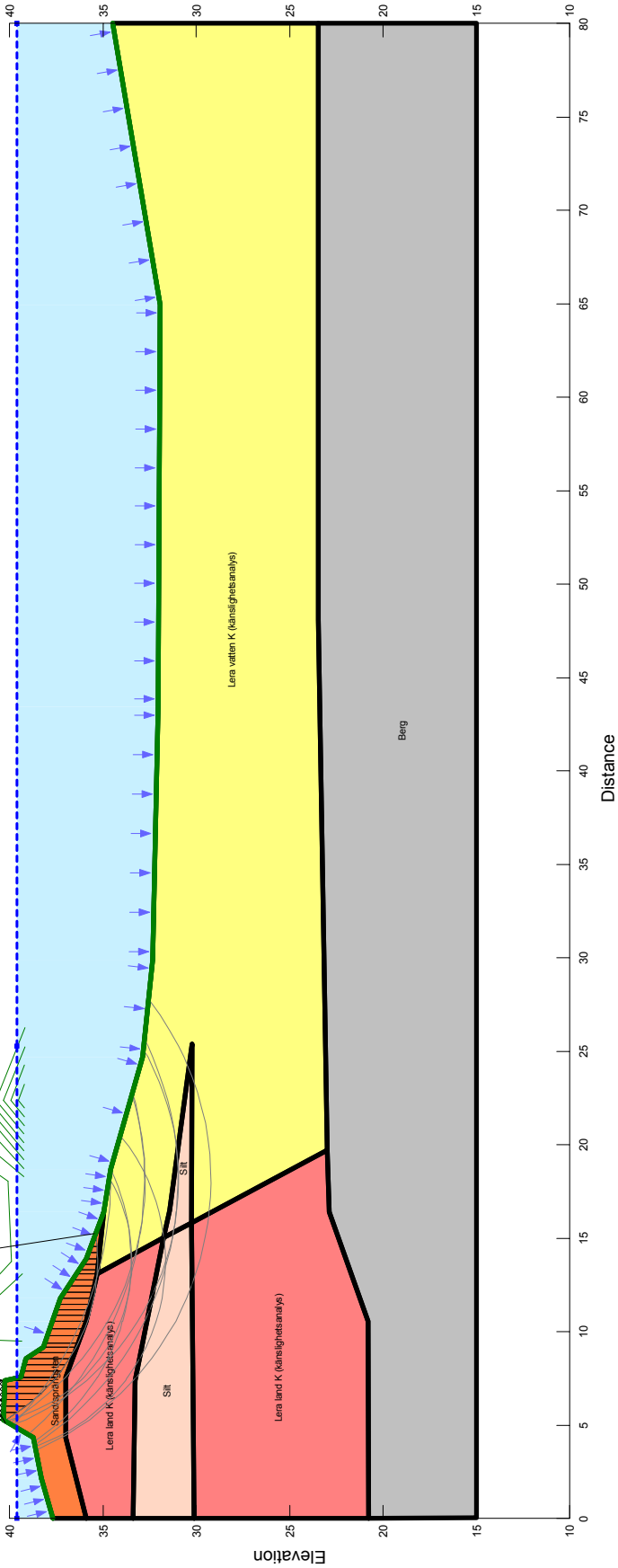
Piezometric Line: 1



Bro vid Spikön, Trollhattan
Unr: A060779

Sektion B
Kombinerad analys
Befintlig sektion, med bro/gc-last
Siltlager (Mohr-Coulomb)
Kånsighetsanalys lera land+vatten (tau)

Date: 2015-04-10
File Name: Sektion B.gsz
Directory: \\cowi.net\projects\A060779\DATA\3\Beräkningar\2015-04-09\
Method: Morgenstern-Price



BILAGA 3

SPÄNNINGSDIAGRAM

Uppdragsnummer: A060779

Projekt: Spikön

