

Filnamn: OLP4-04-025-41000-0_0-0442.docx

Projektnamn

Skapat av (Leverantör)

Godkänt datum

Rev Datum

Program Ostlänken

Pauline Meneust, Magnus

2023-02-02

-

Palm

Ärendenummer

Granskat av (Leverantör)

Sidor

Version

TRV 2019/65709

Lovisa Hassellund

1(17)

_.4

Godkänt av (Leverantör)

Henrik Tham



TRAFIKVERKET

PROGRAM OSTLÄNKEN

OLP4 SÖDERTÄLJE - TROSA

GERSTABERG - LÅNGSJÖN

Bandel 506, KM 0+000 - 14+700

Bilaga C, Teknisk beskrivning Vattenverksamhet 4.1

Bilaga C.6 PM Stabilitetsutredning

Ansökan om tillstånd enligt 11 kap. miljöbalken

MILJÖPRÖVNING



Innehållsförteckning

1	Inledning	3
2	Underlag för beräkningarna.....	3
3	Styrande dokument	3
4	Krav och allmänna förutsättningar	3
4.1	Val av säkerhetsklass	3
4.2	Stabilitetsberäkning	3
4.2.1	Krav på beräknad säkerhetsfaktor.....	3
4.2.2	Antagna partialkoefficienter vid stabilitetsberäkning	4
4.2.3	Antagna materialegenskaper	4
4.2.4	Övrigt.....	4
5	Geotekniska beräkningar	4
5.1	Moraån	4
5.1.1	Geotekniska förutsättningar	4
5.1.2	Hydrogeologiska förutsättningar.....	5
5.1.3	Odränerad skjuvhållfasthet i naturligt tillstånd.....	6
5.1.4	Beräkningar	8
5.2	Skillebyån.....	13
5.2.1	Geotekniska förutsättningar	13
5.2.2	Hydrogeologiska förutsättningar	13
5.2.3	Odränerad skjuvhållfasthet i naturligt tillstånd	14
5.2.4	Beräkningar och resultat.....	14
5.3	Kyrksjön	15
5.3.1	Geotekniska förutsättningar	15
5.3.2	Hydrogeologiska förutsättningar	15
5.3.3	Odränerad skjuvhållfasthet i naturligt tillstånd	16
5.3.4	Beräkningar och resultat.....	16

Bilagor:

Bilaga C.6.1 Stabilitetsberäkningar

1 Inledning

Föreliggande dokument är en bilaga till dokument *OLP4-04-025-41000-0_0-0022, Bilaga C, Teknisk beskrivning Vattenverksamhet 4.1*, som är en del av ansökan om tillstånd för vattenverksamhet enligt miljöbalken. Dokumentet beskriver resultat från utförda geotekniska stabilitetsberäkningar som har utförts i anslutning till befintliga vattendrag som i denna PM omfattar Moraån (ca km 4+545), Skillebyån (ca km 9+600) och Kyrksjön (ca km 13+550).

2 Underlag för beräkningarna

Underlag för beräkningarna är de fält- och laboratoriearbete som utförts i sytemhandlingsskedet.

3 Styrande dokument

Krav på anläggningen baseras på följande styrande dokument:

- TK Geo 13, version 2.0, TDOK 2013: 0667, 2016-02-29
- TSS NGJ, version 4.1, revidering A, TRV 2019/40102, 2019-04-04.

Tekniska råd vid dimensionering har inhämtats från TR Geo 13, version 2.0, TDOK 2013:0668 och Slanter och bankar, svenska tillämpningsdokumentet till Eurokod 7, 6:2008.

4 Krav och allmänna förutsättningar

Samtliga nivåer i denna PM är angivna i höjdsystem RH2000 om inget annat anges.

4.1 Val av säkerhetsklass

Val av säkerhetsklass ska ske med hänsyn till risk för personskada i enlighet med VVFS 2004:43 för vägar och BFS 2011:10 för järnvägar.

I projektet har säkerhetsklass 3 (SK3) använts vid brottgränsberäkningar för konstruktioner som påverkar ny järnväg i driftskedet, alternativt som påverkar befintlig järnväg i drift. Exempel på sådant fall är stabilitetsberäkningar för ny järnvägsbank för Ostlänken i driftskedet. Säkerhetsklass 2 (SK2) har använts för övriga anläggningsdelar. Säkerhetsklass 2 har exempelvis även använts för stabilitetsberäkningar för ny järnvägsbank i byggskedet som inte påverkar befintlig järnväg i drift.

4.2 Stabilitetsberäkning

Vid stabilitetsberäkningar har följande krav och förutsättningar tillämpats:

4.2.1 Krav på beräknad säkerhetsfaktor

- För konstruktioner i byggskedet där glidyta ej påverkar befintlig järnvägsanläggning som hänförs till SK2 enligt:
 - odränerad analys, $F_{c,EN} > 1,00$ (med partialkoefficienter)
 - kombinerad analys, $F_{komb,EN} > 1,00$ (med partialkoefficienter).

Projektnamn	Skapat av (Leverantör)	Godkänt datum	Rev Datum
Program Ostlänken	Pauline Meneust, Magnus Palm	2023-02-02	-
Ärendenummer	Granskat av (Leverantör)	Sidor	Version
TRV 2019/65709	Lovisa Hassellund Godkänt av (Leverantör) Henrik Tham	4(17)	_.4

- För konstruktioner i driftskedet där glidyta påverkar järnvägsanläggningen som hänförs till SK3 enligt:
 - odränerad analys, $F_{c,EN} > 1,10$ (med partialkoefficienter)
 - kombinerad analys, $F_{komb,EN} > 1,10$ (med partialkoefficienter).

4.2.2 Antagna partialkoefficienter vid stabilitetsberäkning

- $\gamma_M = 1,5$ för odränerad skjuvhållfasthet c_u
- $\gamma_M = 1,3$ för friktionsvinkeln φ , och kohesionsinterceptet c ,
- $\eta_{tot} = 1,0$ antas i samtliga fall (om inget annat anges) vilket kan anses vara på säkra sidan då c_u utvärderats baserat på såväl CPT-sonderingar, fallkonförsök som via empiriskt samband baserat på förkonsolideringstrycket σ'_c utvärderad från CRS-försök samt från direkta skjuvförsök.

4.2.3 Antagna materialegenskaper

- Karakteristiska värden på dränerade hållfasthetsegenskaper i lera har antagits till $\varphi' = 30^\circ$ och $c' = 0,1 \times c_u$. Vid beräkning används dimensionerande värden varpå $c_d = 0,115 \times c_{ud}$ då partialkoefficienten är 1,3 respektive 1,5 beroende på dränerat eller odränerat brott.
- Övriga materialegenskaper i lera har utvärderats baserat på geotekniska undersökningar
- I fyllnadsmaterial i bankfyllning (inklusive överlast) har tungheten antagits vara $\gamma = 20$ kN/m³ (ovan grundvattenytan)
- I fyllnadsmaterial för övriga uppfyllnader har tungheten antagits vara $\gamma = 20$ kN/m³.

4.2.4 Övrigt

Stabilitetsberäkningar har utförts i programmet Slope/W som är en del av programserien GeoStudio. Endast säkerhetsfaktorer beräknade för cirkulär-cylindriska och plana glidytor har beaktats. Beräkningsprogrammets optimeringsfunktion används enbart för att ge en vägledning om var kritiska plana glidytor eller sammansatta glidytor kan förekomma.

5 Geotekniska beräkningar

5.1 Moraån

Järnvägen och servicevägen går på broar över Moraån. Stabilitetsberäkningar är utförda för passagen över Moraån vid längdmätning ca km 4+545.

Järnvägsbron över Moraån utformas som en 17 meter lång balkbro av betong och servicevägen passerar Moraån på en 19,4 meter lång balkbro av betong.

5.1.1 Geotekniska förutsättningar

Enligt geotekniska undersökningar i aktuellt område har stopp vid CPT-sondering erhållits på ca 30 meters djup under markytan. Kolvprovtagning har utförts i sex undersökningspunkter. De översta ca 2,5 metrarna av leran har torrskorpekaraktär, mellan 2,5 och ca 8 meter benämns leran ”grå sulfidhaltig lera” och har en vattenkvot och konflytgräns på mellan 80 och 100 % samt en densitet på mellan 14,5 och 15,5 kN/m³. Därunder följer en ”grå lera” eller ”grå varvig lera med finsandskikt”. Vattenkvot och konflytgräns är här lägre och densiteten högre. Leran på större djup än ca 20 meter är mer siltig/finsandig och med en mer tydlig varvighet.



Leran har delats in i fyra skikt i markprofilen:

1. Lera med torrskorpekaraktär, 0–2,5 m
2. Grå sulfidhaltig lera, 2,5–8 m
3. Grå varvig lera, 8–20 m
4. Varvig lera, > 20 m.

5.1.2 Hydrogeologiska förutsättningar

Tre grundvattenrör finns installerade i området enligt Tabell 1.

Tabell 1. Installerade grundvattenrör med uppmätta grundvattennivåer.

Grundvattenrör	Placering	Nivå markyta	Uppmätt nivå	Uppmätt nivå	Uppmätt nivå
			(m under markyta) min	(m under markyta) medel	(m under markyta) max
04G0030G (km 4+467 H63)	Väster om E4	+7,06	+5,89 (1,17)	+6,49 (0,57)	+6,93 (0,13)
04G0042G (km 4+458 V108)	Öster om E4	+5,99	+5,57 (0,42)	+5,86 (0,13)	+6,23 (-0,24)
04G0047G (km 4+481 V9)	Väster om E4	+5,70	+5,84 (-0,14)	+6,28 (-0,58)	+6,59 (-0,89)

Artesiska trycknivåer under leran förekommer inom området.

5.1.2.1 Vattenstånd i Moraån

I Tabell 2 nedan redovisas vattenstånd i Moraån.

Tabell 2. Vattenstånd i Moraån.

Vattenflöde	Nivå
Lägsta uppmätta nivå (160303)	+2,61
MQ	+2,68
MHQ	+3,68
HQ50*1,05	+3,87

där:

MQ = medelflöde

MHQ = medel högsta flöde för dagens förhållanden

HQ50*1,05 = högsta 50-årsflöde * en klimatkfaktor på 5 %.



5.1.2.2 Portrycksförhållanden

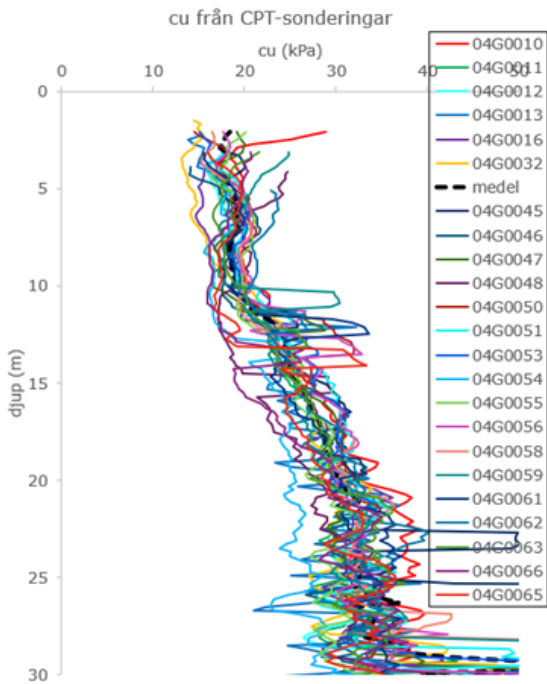
Sex portrycksspetsar finns installerade i området vid Moraån enligt Tabell 3.

Tabell 3. Installerade portrycksspetsar med uppmätta portryck utförda t.o.m. 2019.

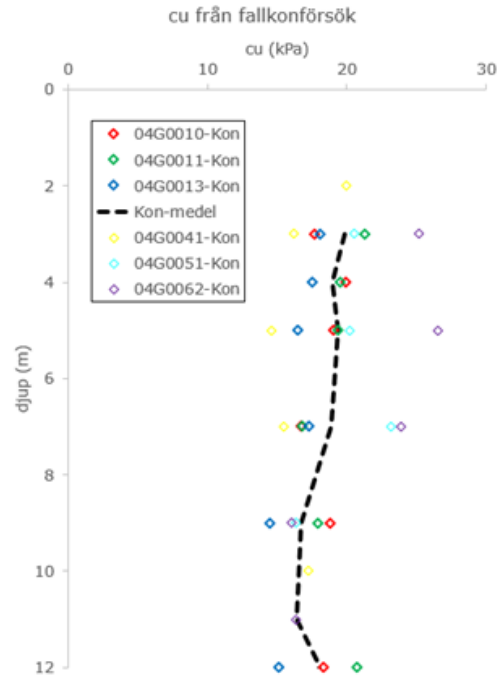
Portrycksspets	Placering	Spetsdjup under markytan [m]	Spetsnivå	Uppmätt tryck [kPa] min	Uppmätt tryck [kPa] medel	Uppmätt tryck [kPa] max
04G0011P	Norr om Moraån	34,4	-28,5	339,8	346,9	353
04G0013P	Söder om Moraån	3,5	+2,8	12,0	16,8	23,4
04G0016P	Söder om Moraån	10,5	-5,5	85,3	95,2	101,3
04G0031P	Norr om Moraån	3	+2,9	-23,0	5,5	15,6
04G0032P	Norr om Moraån	6	-0,1	24,2	38,6	48,9
04G0033P	Norr om Moraån	9	-3,1	65,4	73,9	80,6

5.1.3 Odränerad skjuvhållfasthet i naturligt tillstånd

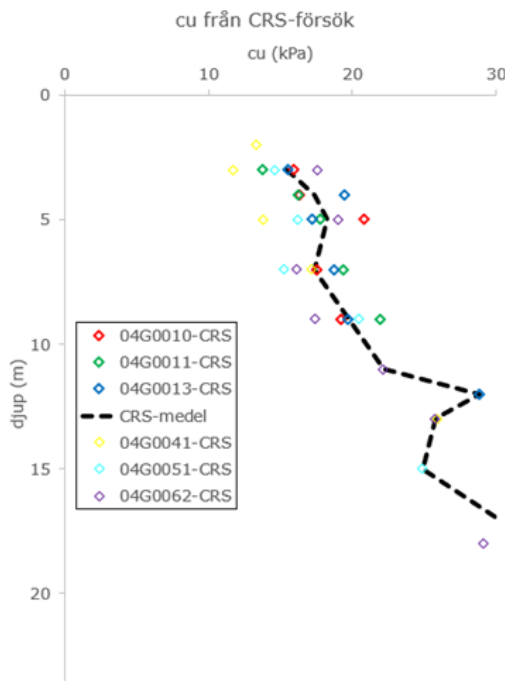
I Figur 1 till Figur 5 nedan återges utvärderade härledda värden på c_u baserat på resultaten från de geotekniska undersökningarna i området vid Moraån.



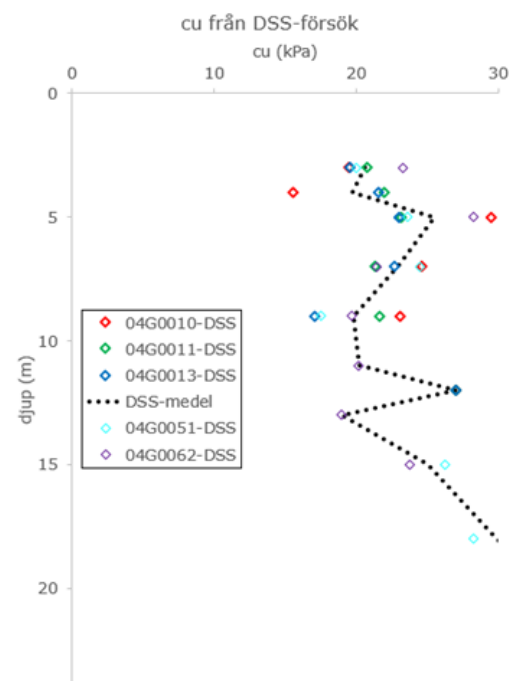
Figur 1. Skjuvhållfasthet från CPT-sonderingar.



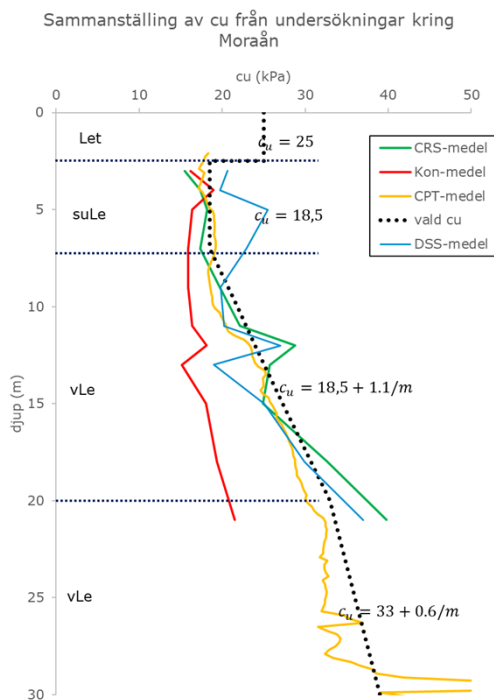
Figur 2. Skjuvhållfasthet från utförda konförsök.



Figur 3. Skjuvhållfasthet från utförda CRS-försök.



Figur 4. Skjuvhållfasthet från utförda direkta skjuvförsök.



Figur 5. Sammanställning av skjuvhållfasthet samt valt värde för beräkningar vid Moraån.

5.1.4 Beräkningar

Stabilitetsberäkningar har utförts både för befintliga förhållanden och med planerad byggnation. Klimatets påverkan på vattennivåer har tagits i beaktning.

Beräkningarna har utförts enligt partialkoefficientmetoden (se TK Geo 2013) med programmet Slope/W (v.11.1.3.22700). Beräkningsmetoden som har använts på beräkningarna är ”entry and exit” i Slope/W. Beräkningar har utförts med odränerad och kombinerad analys för befintliga förhållanden och för planerad byggnation. I resultatet redovisas glidytan med lägst säkerhetsfaktor.

Då jorden inom analyserat område ligger inom samma geologiska bildningsområde och utförda sonderingsresultat är likartade för sektionerna inom hela området bedöms jordlagren ha samma materialegenskaper i samtliga berörda beräkningssektioner.

Laster

Då befintliga förhållanden i Moraåns slänter har studerats har inga laster påförts.

Vid beräkningar av släntstabilitet i byggskede har nedan angivna laster använts:

80 kPa	$1,4 \cdot 80 \cdot 0,91 \text{ kPa} = 102 \text{ kPa}$
60 kPa	$1,4 \cdot 60 \cdot 0,91 \text{ kPa} = 77 \text{ kPa}$
50 kPa	$1,4 \cdot 50 \cdot 0,91 \text{ kPa} = 64 \text{ kPa}$
40 kPa	$1,4 \cdot 40 \cdot 0,91 \text{ kPa} = 51 \text{ kPa}$
30 kPa	$1,4 \cdot 30 \cdot 0,91 \text{ kPa} = 39 \text{ kPa}$
15 kPa	$1,4 \cdot 15 \cdot 0,91 \text{ kPa} = 19 \text{ kPa}$

Anledningen till den stora variationen av laster är för att kontrollera hur pass känslig stabiliteten är för olika laster (t.ex. tunga maskiner i samband med byggnation av broarna över Moraån).



Hydrogeologiska förhållanden

Vid stabilitetsberäkningarna används en grundvattennivå som placerats i torrskorpelerans underkant vilket motsvarar en nivå mellan +3 och +5. Vattennivån i Moraån har satts till "värsta fallet" dvs. en torr å med grundvattennivån i botten av ån. Det motsvarar en nivå mellan +2,0 och +3,0.

Valda och dimensionerande värden

Valda och dimensionerande värden redovisas i Tabell 4 och Tabell 5.

Tabell 4. Valda värden för område vid Moraån.

Jordmaterial	Djup från markytan [m]	Odränerad skjuvhållfasthet [kPa]	Dränerad skjuvhållfasthet [kPa]	Friktionsvinkel [°]	Tunghet γ/γ' [kN/m ³]
Let	0–2,5	25	2,5	30	15,5/5,5
suLe	2,5–7	18,5	1,85	30	15/5
vLe	7–20	18,5+1,1 kPa/m	1,85+0,11 kPa/m	30	16,5/6,5
vLe	20–34,5	33+0,6 kPa/m	3,3+0,06 kPa/m	30	16,1/6,1
Friktionsjord	34,5–38	-	-	35	19/9
Berg	38–	-	-	-	-
Fyllningsjord	-	-	-	37	19/12

Tabell 5. Dimensionerande värden ($\eta=1,0$ för alla jordarter förutom $\eta=0,9$ för Lera 3).

Jordmaterial	Djup från markyta [m]	Dim. odränerad skjuvhållfasthet [kPa]	Dim. dränerad skjuvhållfasthet [kPa]	Dim. friktionsvinkel [°]	Dim. tunghet γ/γ' [kN/m ³]
Let (Torrskorpa)	0–2,5	16,7	1,92	23,9	15,5/5,5
suLe (Lera 1)	2,5–7	12,3	1,42	23,9	15/5
vLe (Lera 2)	7–20	12,3+0,73 kPa/m	1,42+0,08 kPa/m	23,9	16,5/6,5
vLe (Lera 3)	20–34,5	19,8+0,36 kPa/m	2,28+0,041 kPa/m	23,9	16,1/6,1
Friktionsjord	34,5–38	-	-	28,3	19/9
Berg	38–	-	-	-	-
Fyllningsjord	-	-	-	30,1	19/12



Resultat

En sammanställning av resultat från utförda beräkningar redovisas i Tabell 6–Tabell 8.

Säkerhetsfaktor i **röd** färg uppnår inte kravet över 1,00 med partialkoefficienter i säkerhetsklass 2. Beräknade sektioners läge i plan ses i *Bilaga C.6.1 Stabilitetsberäkningar (OLP4-04-025-1000-0_0-0445)*. Första sidan i bilagan visar plan över lägen för beräknade sektioner.

Sektionerna mellan o/220 och o/489 (längdmätning för GC-väg över E4 parallellt med Moraån) är beräknade för befintliga förhållanden. Därefter har beräkningar utförts både med befintliga förhållanden och i byggskedet för planerad järnvägsbro och vägbro.

Beräkningar i byggskedet har utförts för olika typer av lösningar med syfte att nå högre säkerhet mot brott. Utvalda beräkningar redovisas i *Bilaga C.6.1 Stabilitetsberäkningar (OLP4-04-025-1000-0_0-0445)*.

Tabell 6. Sammanställning beräkningar för tvärsektioner längs Moraån. Befintliga förhållanden, utan last.

Sektion	Geometri	Beräknad säkerhet mot brott Odränerad/Kombinerad	Bilaga C.6.1 Sid
o/220	Cirkulär (mot norr)	1,64/1,35	2–3
o/235	Cirkulär (mot söder)	1,69/ 0,89	4–5
o/259	Cirkulär (mot söder)	1,61/1,12	6–7
o/282	Cirkulär (mot söder)	1,41/1,23	8–9
o/310	Cirkulär (mot söder)	1,28/1,20	10–11
o/317	Cirkulär (mot söder)	1,67/1,47	12–13
o/350	Cirkulär (mot söder)	1,24/1,16	14–15
o/400	Cirkulär (mot söder)	1,15/ 0,89	16–17
o/450	Cirkulär (mot söder)	1,16/1,06	18–19
o/489	Cirkulär (mot söder)	1,20/1,10	20–21
Järnvägsbro NSP	Cirkulär (mot söder)	1,58/1,01	22–23
Järnvägsbro NSP	Cirkulär (mot norr)	1,36/ 0,59	24–25
Vägbro	Cirkulär (mot söder)	1,53/ 0,54	26–27
Vägbro	Cirkulär (mot norr)	1,31/ 0,77	28–29



Tabell 7. Beräkningsresultat i byggskede för järnvägsbro över Moraån. Byggskede, järnvägsbro.

<i>Geometri</i>	<i>Lastfall</i>	<i>Beräknad säkerhet mot brott Odränerad/Kombinerad</i>	<i>Bilaga C.6.1 Sid</i>
Cirkulär mot söder	80 kPa	0,90/0,50	30–31
	Let ersätts med 0,5 m arbetsbädd 1 m, 15 m längd	0,79/-	Redovisas ej i bilaga
	Stockmatta 5 x 5 m	0,90/-	Redovisas ej i bilaga
	1 m avschakt, 20 m längd	1,13/-	32
	50 kPa	1,09/-	33
	40 kPa	1,18/-	Redovisas ej i bilaga
Cirkulär mot norr	80 kPa	0,68/0,29	34–35
	1 m avschakt, 20 m längd	0,77/-	Redovisas ej i bilaga
	1,5 m avschakt, 20 m längd	0,82/-	Redovisas ej i bilaga
	2 m avschakt, 20 m längd	0,92/-	Redovisas ej i bilaga
	2 m avschakt + mw (+2,6), 20 m längd.	0,98/-	Redovisas ej i bilaga
	40 kPa	0,92/-	Redovisas ej i bilaga
	30 kPa	1,00/-	36
	15 kPa	1,15/-	Redovisas ej i bilaga



Tabell 8. Beräkningsresultat för byggskede för planerad vägbro för serviceväg över Moraån. Byggskede, vägbro serviceväg.

Geometri	Lastfall	Beräknad säkerhet mot brott Odränerad/Kombinerad	Bilaga C.6.1 Sid
Cirkulär (mot söder)	1,0 m avschakt, 20 m längd	0,71/-	Redovisas ej i bilaga
	1,5 m avschakt, 20 m längd	0,84/-	Redovisas ej i bilaga
	1,5 m avschakt+mw (+2,6), 20 m längd	0,88/-	Redovisas ej i bilaga
	60 kPa	0,83/-	Redovisas ej i bilaga
	40 kPa	1,05/-	37
	30 kPa	1,17/-	38
Cirkulär (mot norr)	1,0 m avschakt, 20 m längd	0,93/-	Redovisas ej i bilaga
	1,5 m avschakt, 20 m längd	1,02/-	Redovisas ej i bilaga
	1,5 m avschakt+mw (+2,6), 20 m längd	1,08/-	Redovisas ej i bilaga
	40 kPa	1,06/-	39
	30 kPa	1,13/-	40

Vid beräkning för befintliga förhållanden längs Moraån (sektion 0/220–0/489) är säkerheten mot skred tillfredställande och säkerhetsfaktorn ligger mellan 1,01 och 1,69. Två beräkningssektioner har ett beräkningsresultat med FEN på 0,89 d.v.s. lägre än 1,0 men det är kombinerade analyser med grunda och korta glidytor.

Vid beräkning i byggskedet i säkerhetsklass 3 visar beräkningarna för de två broarna att utan förstärkning:

- I läge för järnvägsbron kan slänten belastas upp till 40 kPa på södra sidan och 15 kPa på den norra sidan.
- I läge för bron för servicevägen kan slänten belastas upp till 30 kPa på både den södra och den norra sidan.

Vid beräkning i byggskedet i säkerhetsklass 2 visar beräkningarna för de två broarna att utan förstärkning:

- I läge för järnvägsbron kan slänten belastas upp till 50 kPa på södra sidan och 30 kPa på den norra sidan.
- I läge för bron för servicevägen kan slänten belastas upp till 40 kPa på både den södra och den norra sidan.



5.2 Skillebyån

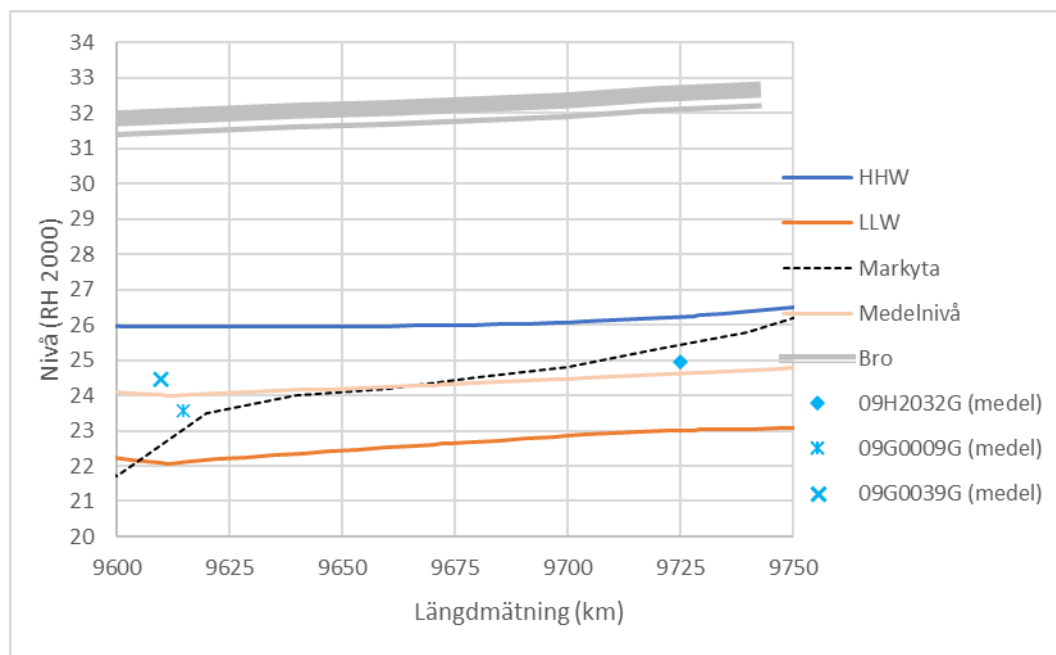
Stabilitetsberäkningar är utförda vid Skillebyån för en planerad etableringsyta som är belägen mellan km 9+630 och 9+730.

5.2.1 Geotekniska förutsättningar

Undergrunden består av lösa jordlager ovan friktionsjord/morän och berg. De lösa jordlagren utgörs överst av torrskorpelera ovan varvig lera med och utan siltskikt. I beräknad sektion har ingen torrskorpelera medräknats då dess mäktighet är begränsad. Den varviga leran har en mäktighet på upp till 10 meter. Leran har en mycket låg odränerad skjuvhållfasthet. Leran betecknas som postglacial lera enligt jordartskartan. Konflytgränsen varierar mellan 30 och 75 % och vattenkvoten mellan 40 och 85 %. Leran är mellansensitiv med sensitivitet varierande huvudsakligen mellan (St) 10 och 25. Den underliggande friktionsjorden/moränen har en fast lagringstäthet.

5.2.2 Hydrogeologiska förutsättningar

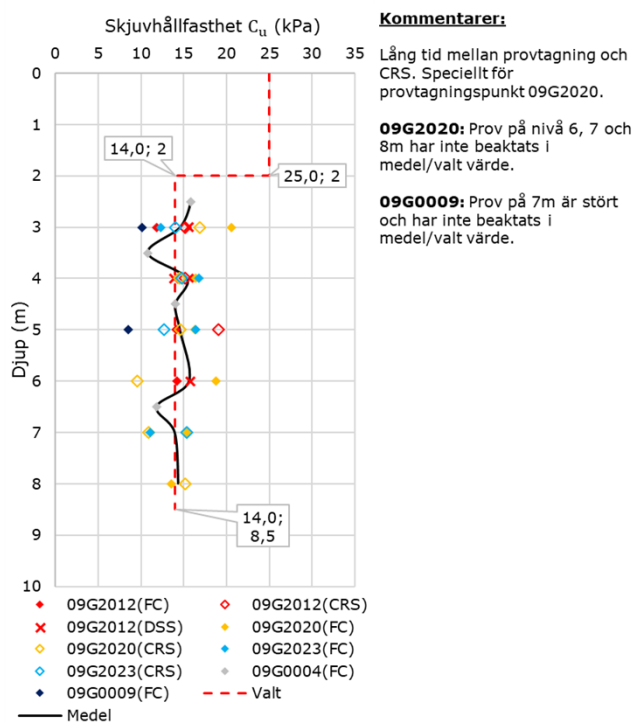
Följande hydrogeologiska förutsättningar gäller för aktuell etableringsyta.



Figur 6. Grundvattenprofil som redovisar lägsta lågvatten (LLW) och högsta högvatten (HHW) för en återkomsttid om 120 år vid delsträckan km 9+600–9+750. Markytan är redovisad i läget för nedspåret.

5.2.3 Odränerad skjuvhållfasthet i naturligt tillstånd

I Figur 7 nedan återges utvärderade härledda värden på c_u .



Figur 7. Redovisning av bestämning av odränerad skjuvhållfasthet.

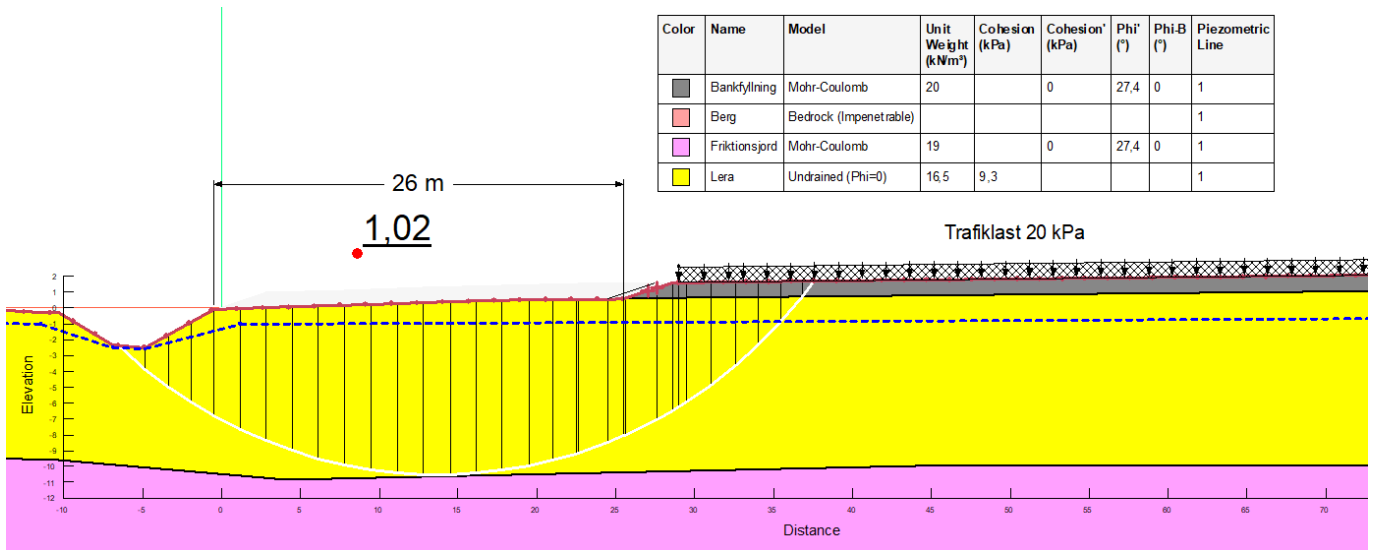
5.2.4 Beräkningar och resultat

Uppfyllnad begränsas till 1 meter inom etableringsytan.. Stabilitetsberäkningar har utförts för att kunna bedöma säkerhetsavståndet som gäller mellan Skillebyåns krön och etableringsytan. Vid stabilitetsberäkning har stabiliteten kontrollerats för LLW120 (lägsta lågvatten med en återkomsttid på 120 år) i säkerhetsklass 2. Dimensionerande trafiklast på etableringsytan har antagits vara 20 kPa med partialkoefficienter vid odränerad analys över hela etableringsytans bredd. Stabilitetsberäkningar har utförts i Slope/W (v.10.2.0.19460).

Endast odränerad analys redovisas då denna analys är dimensionerande. Säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott uppfyller kravet ($FEN > 1,00$) om avståndet mellan etableringsytans släntfot och krön för Skillebyån är minst 26 meter. Då en lågt vattenstånd i Skillebyån är dimensionerande har det i beräkningarna antagits att inget vatten förekommer i ån. Resultaten från beräkningarna redovisas i Tabell 9 nedan och grafisk redovisning av resultaten redovisas i Figur 8.

Tabell 9. Beräkningsresultat för planerad etablering vid byggnation av bron över Skillebyån.

	Geometri	Beräknad säkerhetsfaktor mot brott	
		Odränerad	Kombinerad
Glidyta från söder (mot Skillebyån)	Cirkulär	1,02	1,30



Figur 8. Resultat från stabilitetsberäkning för etableringsytan vid Skillebyån.

5.3 Kyrksjön

Stabilitetsberäkningar är utförda mot Kyrksjön för en planerad etableringsyta vid ca km 13+550 och är belägen mellan planerad brokonstruktion och befintlig E4.

5.3.1 Geotekniska förutsättningar

Undergrunden består av lösa jordlager ovan friktionsjord/morän och berg. De lösa jordlagren utgörs överst av torrskorpelera ovan varvig lera. Torrskorpeleran har en mäktighet på 0,5 till 1,5 meter och den varviga leran har en mäktighet på upp till ca 13 meter. Leran har en mycket låg till låg odränerad skjuvhållfasthet. Konflytgränsen varierar mellan 40 och 95 % och vattenkvoten mellan 20 och 85 %. Den underliggande friktionsjorden/moränen har en fast lagringstäthet.

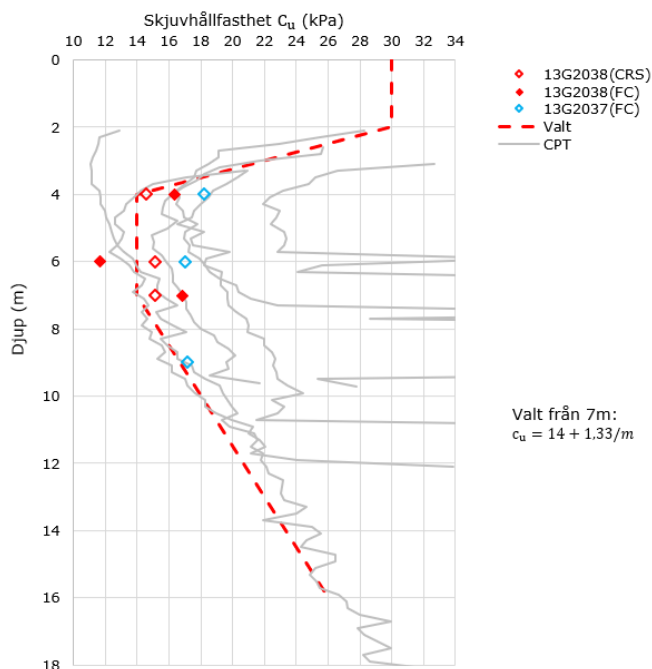
5.3.2 Hydrogeologiska förutsättningar

Vid beräkningar har grundvattenytan antagits vara hydrostatisk med en nivå i underkant av torrskorpeleran.



5.3.3 Odränerad skjuvhållfasthet i naturligt tillstånd

I Figur 10 nedan återges utvärderade härledda värden på c_u .



Figur 9. Redovisning av bestämning av odränerad skjuvhållfasthet.

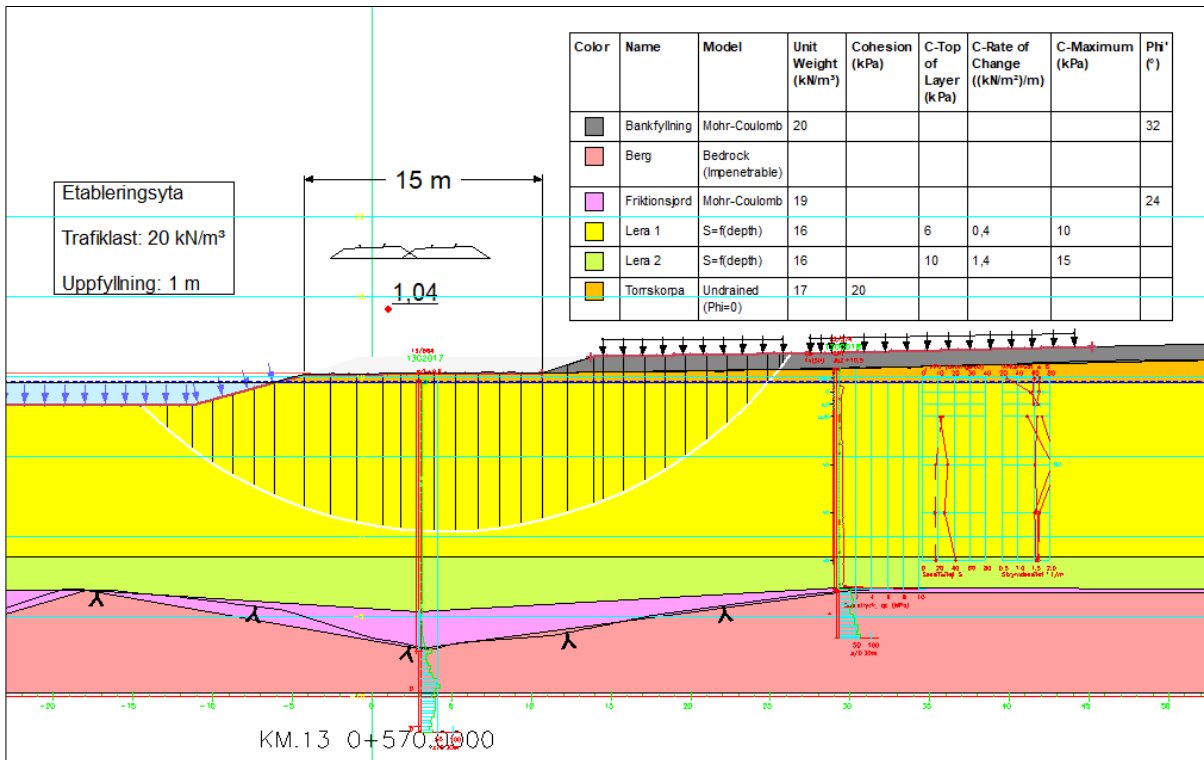
5.3.4 Beräkningar och resultat

Uppfyllnad begränsas till 1 meter inom etableringsytan. Stabilitetsberäkningar har utförts i säkerhetsklass 2 för att kunna bedöma säkerhetsavståndet som gäller mellan Kyrksjöns krön och etableringsytan. Dimensionerande trafiklast på etableringsytan har antagits vara 20 kPa med partialkoefficienter vid odränerad analys över hela etableringsytans bredd. Stabilitetsberäkningar har utförts i Slope/W (v.10.2.0.19460).

Endast odränerad analys redovisas då denna analys är dimensionerande. Säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott uppfyller kravet ($FEN > 1,00$) om avståndet mellan etableringsytans släntfot och krön för Kyrksjön är minst 15 meter. Grafisk redovisning av resultaten redovisas i Figur 10.

Tabell 10. Beräkningsresultat för planerad etablering vid byggnation av bron över Kyrksjön.

	Geometri	Beräknad säkerhetsfaktor mot brott
		Odränerad
Glidyta från öster (mot Kyrksjön)	Cirkulär	1,04



Figur 10. Resultat från stabilitetsberäkning för etableringsytan vid Kyrksjön.