
PM GEOTEKNIK (PM/GEO)

SVANÅ BRUK & SÄTERI AB

UPPDRAGSNUMMER 1000685-500

SVANÅ, GEOTEKNIK

PROJEKTERINGSUNDERLAG

2017-12-11

SWECO CIVIL AB

MAX ÅRBRINK

Innehållsförteckning

1	Uppdrag	2
2	Underlag	2
3	Objektsbeskrivning	2
4	Utförda undersökningar	3
5	Geotekniska förhållanden	3
5.1	Topografi	3
5.2	Ingenjörsgologi	3
5.3	Jordlager	4
5.4	Grundvatten	4
5.5	Radon	4
6	Sättningar	4
7	Stabilitet	6
7.1	Jord- och portrycksp parametrar	6
7.1.1	Odränerad skjuvhållfasthet	6
7.1.2	Dränerad skjuvhållfasthet	6
7.1.3	Densitet	7
7.1.4	Por- och grundvattentryck	7
7.2	Säkerhetskrav	7
7.3	Stabilitetsberäkningar	8
8	Rekommendationer	9
8.1	Markplanering och grundläggning	9
8.2	Stabilitet	9
8.3	Lokalt omhändertagande av dagvatten	10
9	Fortsatt projektering	10

Bilagor

Beräkningsbilaga stabilitetsberäkningar, 4 st A3 1:100.

1 Uppdrag

Sweco Civil AB har på uppdrag av Svanå Bruk och Säteri AB utfört en geoteknisk utredning som ska ligga som underlag för detaljplanläggande av utredningsområdet.

Föreliggande utredning är ett projekteringsunderlag och behandlar endast rekommendationer och synpunkter för och under projekteringskedet.

2 Underlag

- [1] Markteknisk undersökningsrapport (MUR/Geo), "Svanå, Geoteknik", Sweco Civil AB, uppdragsnummer 1000685-500, daterad 2017-11-22.
- [2] Jordartskartan, www.sgu.se
- [3] Plangräns bearbetad-01.png

3 Objektsbeskrivning

Svanå är en ort i Harakers socken, Västerås kommun. Orten ligger vid Svartån ca 20 km norr om Västerås. I anslutning till Svartån är Svanå bruk beläget där en övre och en lägre vattennivå på ån regleras genom dammluckor.

Inom området pågår ett detaljplanearbete för att möjliggöra småhusbebyggelse på båda sidor av Svartån.

De ytor som nu planlägges redovisas i nedanstående figur 3.1.

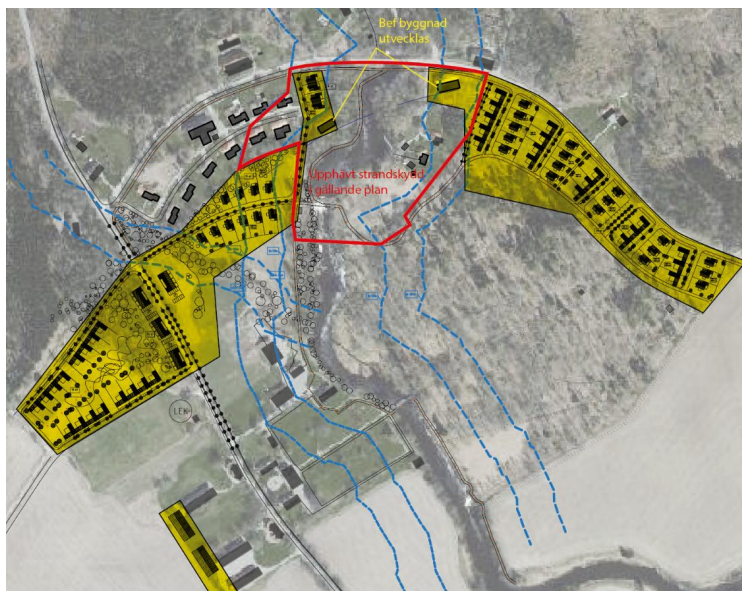


Bild 3.1: Aktuellt detaljplaneområde, [3].

2(10)

PM GEOTEKNIK (PM/GEO)
2017-12-11
PROJETERINGSUNDERLAG

4 Utförda undersökningar

Utförda undersökningar redovisas i separat handling - Markteknisk undersökningsrapport (MUR/Geo), "Svanå, Geoteknik", Sweco Civil AB, uppdragsnummer 1000685-500, daterad 2017-11-22.

5 Geotekniska förhållanden

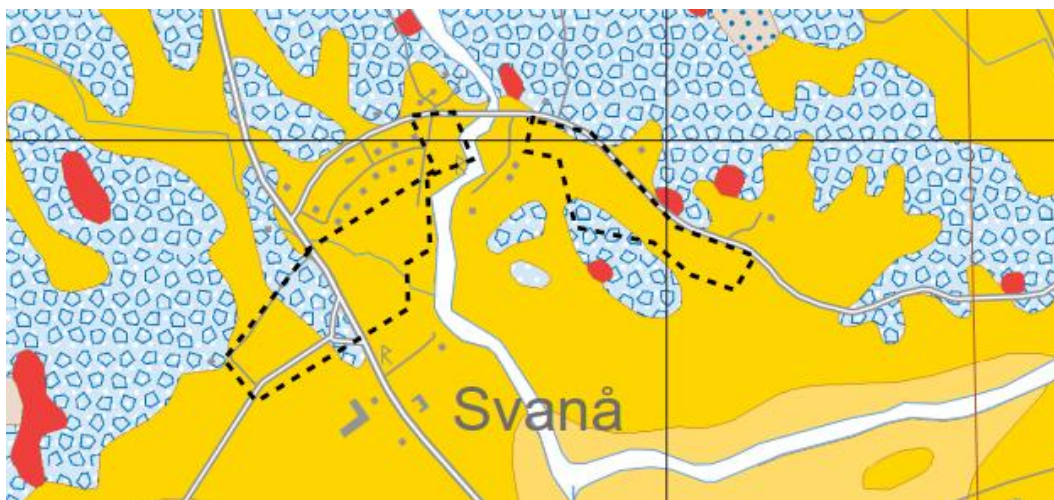
5.1 Topografi

Området genomskärs av Svartån som har genererat varierande topografi inom området, se Markteknisk undersökningsrapport [1], bilagda sektionsritningar 100 G 11 21 – 100 G 11 23.

I anslutning till Svartån finns även äldre murar från historisk bebyggelse.

5.2 Ingenjörsgologi

Den ytliga jorden inom detaljplaneområdet består enligt jordartskartan [2] främst av glacial lera (gult). I delar av detaljplaneområdet förekommer även morän med block i markytan (blått) samt ytligt berg (rött).



Figur 5.2.1: Jordartskartan [2], med detaljplaneområdet införd med svart streckad linje.

5.3 Jordlager

Jorden inom utredningsområdet består, i utförda undersökningspunkter, genomgående av lera ovan friktionsjord och berg. Av jordartskartan ovan, figur 5.2.1, kan noteras förekomst även av morän inom delar av detaljplaneområdet, dock är inga undersökningspunkter utförda i dessa delar.

Leran är torrskorpefast ned till ett djup av ca 2,5 m. Väster om Svartån och norr om det mindre vattendraget som sträcker sig i västlig riktning har lös lera med mäktighet av 1 – 4 m påträffats. Lera har även konstaterats med varierande mäktigheter i övriga delar av detaljplaneområdet, där lera har bestämts innehålla silt/siltskikt och har, vid sondering, uppfattats som fast.

Sonderingsstopp inom området, på block, berg eller i fast friktionsjord har erhållits ca 1,5 – 8,0 m under markytan.

5.4 Grundvatten

Grundvattnets trycknivå har uppmätts i 4 öppna filterförsedda grundvattenobservationsrör inom området.

ID	Datum	Markyta	Djup under markyta [m]	Grundvattnets trycknivå
17S02	2017-11-30	+54,6	2,4	+52,4
17S10	2017-10-02	+54,3	1,4	+52,9
17S16A	2017-10-11	+55,8	1,7	+54,1
17S16B	2017-10-17	+55,8	1,7	+54,1

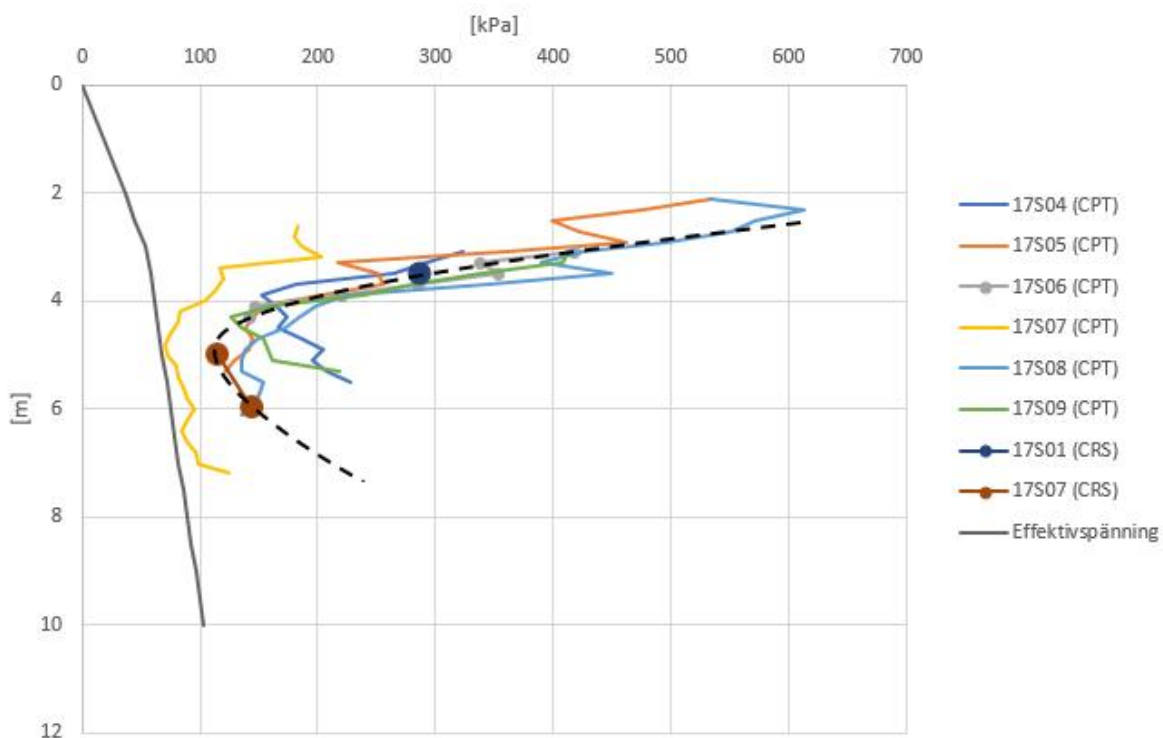
5.5 Radon

Markradon har ej studerats i föreliggande utredning.

6 Sättningar

För beräkning av sättningar har ostörd provtagning utförts i två undersökningspunkter, 17S01 och 17S07, med efterföljande kompressionsförsök (CRS-metoden) på laboratorium.

Som komplement, och för att kunna studera trender har förkonsolideringstryck från CPT-sonderingar sammanställts i samma graf. CRS-försöken är trovärdiga, och värderas högre än de halvempiriska CPT-sonderingarna, och har i medelvärdesbildandet haft högre status.



Figur 6.1: Effektivspänningsdiagram. Svart streckad linje illustrerar bedömd förkonsolideringsspanning (σ'_c). Gul linje, 17S07 (CPT) bedöms som felaktig då CRS-försök utförts i samma punkt.

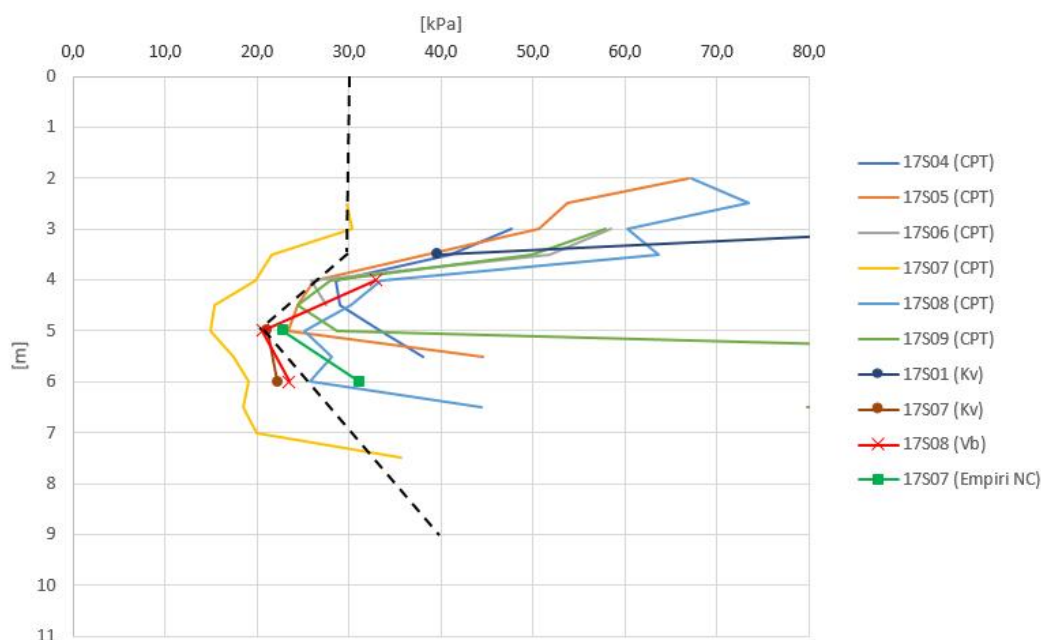
Utförda undersökningar visar att leran i området är överkonsoliderad med ca 50 å 60 kPa (OCR ca 1,8 – 1,9).

7 Stabilitet

7.1 Jord- och portrycksparmetrar

7.1.1 Odränerad skjuvhållfasthet

För denna utredning har nu utförda skjuvhållfasthetsbestämningar sammanställts i diagram nedan. Totalt har bestämningar gjorts i 6 undersökningspunkter. I laboratorium med fallkon på ostörda prover, in-situ med vingförsök, empiriskt från CPT-sonderingar och med empiri (NC) utifrån lerans förkonsolideringsspänning (CRS-försök).



Figur 7.1.1.1: Sammanställning av odränerad skjuvhållfasthet. Svart streckad linje illustrerar valt medelvärde (karaktäristiskt värde). Gul linje, 17S07 (CPT) bedöms som felaktig då förfina provtagning (fallkon) utförts i samma punkt.

I beräkningarna används följande karakteristiska odränerade skjuvhållfastheter ($z = m$ under markytan):

$$\begin{array}{ll} z < 3,5 & t_{fu} = 30 \text{ kPa} \\ 3,5 < z < 5 & t_{fu} = 30 - 13,3 \times (z - 3,5) \text{ kPa} \\ z > 5 & t_{fu} = 20 + 5 \times (z - 5) \text{ kPa} \end{array}$$

7.1.2 Dränerad skjuvhållfasthet

Den dränerade karakteristiska skjuvhållfastheten har valts enligt empiriska samband och satts för leran till: $c' = 0,1 \times t_{fu}$ kPa och $\phi' = 30^\circ$

7.1.3 Densitet

Densiteten på leran har i beräkningar antagits till $\rho = 1,7 \text{ t/m}^3$ (medel).

7.1.4 Por- och grundvattentryck

Uppgifter om vattennivåer (högsta högvatten och lägsta lågvatten) i Svanå (Svartån) har ej kunnat hittas. Vid fältarbetena låg Svartåns vattennivå ovan Svanå bruks dammlucka på ca +49,00 och nedanför dammluckan på ca +42,42.

Ur stabilitetssynpunkt är ett kritiskt scenario när vattenytan sjunker från höga nivåer. Sker avsänkningen snabbt kan höga portryck bestå i slänten samtidigt som det ”mothållande” vattnet i ån har minskat. I beräkningar är ån torrlagd med en lutande grundvattengradient i leran.

7.2 Säkerhetskrav

Beräkningar har gjorts med karakteristiska värden (totalsäkerhetsanalys). Utredningens syfte är att klarlägga att stabilitetsförhållanden uppfyller Skredkommissionens krav för nyexploatering. Följande krav på totalsäkerhetsfaktorn gäller:

$F_c \geq 1,7 - 1,5$
$F_{\text{komb}} \geq 1,45 - 1,35$

Värdering av ogynnsamma och gynnsamma förhållanden enligt avsnitt 8.2.1 i Rapport 3:95, som inverkar på erforderlig säkerhetsfaktor i den aktuella slänten:

- Risk för människoliv och ekonomisk skada (+)
- Begränsad utbredning av skred (+)
- Ingen kvickera (+)
- Inga tecken på rörelser i slänten (+)
- Ingen pågående erosion (-)
- Tidigare skred i området (?)
- Reglering av vattendrag (?)
- Kohesionsjord (-)
- Relativt liten spridning av hållfasthetsegenskaper (+)
- Homogen jord (+)
- Samtidigt valda ogynnsamma extremvärden på last, portryck och vattenstånd (+)
- God kännedom om portryck i slänten (-)
- Stort antal beräknade glidytor (+)
- Ödometerförsök utförda (+)
- Direkta skjuvförsök utförda (-)
- Triaxialförsök utförda (-)
- Långtidsobservationer av portryck saknas (-)
- Karakteristiska vattenstånd är kända (-)
- Långsam förändring i vattenstånd (+)
- Välldränerat och dikat område (-)

Vid en subjektiv bedömning noteras att 10 förutsättningar av 20 bedöms gynnsamma (50 %). Med stöd av Skredkommissionens rekommendationer bör förstärkningsåtgärder utföras så att totalsäkerheten uppfyller följande krav:

$F_c \geq 1,6$
$F_{komb} \geq 1,4$

7.3 Stabilitetsberäkningar

Stabilitetsberäkningar kan studeras i sin helhet i bilagd beräkningsbilaga.

Sektion	Analys	Säkerhetsfaktor	Krav	Kommentar
C	Odränerad	$F_c = 1,81$	$F_c \geq 1,6$	OK
C	Kombinerad	$F_{komb} = 0,87 - 1,54$	$F_{komb} \geq 1,4$	Kommenteras separat nedan
D	Odränerad	$F_c = 2,23$	$F_c \geq 1,6$	OK
D	Kombinerad	$F_{komb} = 1,67$	$F_{komb} \geq 1,4$	OK
E	Odränerad	$F_c = 1,96$	$F_c \geq 1,6$	OK
E	Kombinerad	$F_{komb} = 1,4$	$F_{komb} \geq 1,4$	OK
F	Odränerad	$F_c = 2,73$	$F_c \geq 1,6$	OK
F	Kombinerad	$F_{komb} = 1,61$	$F_{komb} \geq 1,4$	OK

I sektion C finns en mur. Då den kombinerade analysen i sektion C inte tar hänsyn till konstruktionen så erhålles en orimligt låg säkerhetsfaktor vid beräkning ($F_{komb} < 1$).

Det är dock inte orimligt att den verkliga säkerhetsfaktorn i sektion C är lägre än det satta kravet om $F_{komb} \geq 1,4$.



Bild 7.3.1: Befintlig mur i sektion C.

8(10)

PM GEOTEKNIK (PM/GEO)
2017-12-11
PROJEKTERINGSUNDERLAG

8 Rekommendationer

8.1 Markplanering och grundläggning

Leran i området är överkonsoliderad med 50 – 60 kPa. Leran är därmed inte speciellt sättningkänslig för mindre lastökningar och höjning av mark kan utföras med 1 – 2 m avseende sättningar. Höjning av mark, vilket innebär en ytterligare last, ska dock undvikas i anslutning till slänter mot Svartån.

Lättare småhusbebyggelse kan i förutsättas grundläggas med platta på mark. I projekteringskedet ska dock detta detaljstuderas då grundläggningsmetod hänger ihop med slutgiltiga marknivåer med fyllningslast och laster från byggnader.

Byggnaderna grundläggs frostskyddat och med normal dränering.

För bebyggelse på lera bör normalradonradonmark förutsättas vilket innebär radonskyddad bebyggelse.

För bebyggelse på friktionsjord bör högradonradonmark förutsättas vilket innebär radonsäker bebyggelse.

8.2 Stabilitet

Stabiliteten inom området (Svartåns slänter) anses som generellt tillfredställande. Undantaget är sektion C där en befintlig mur är belägen och en orimligt låg säkerhetsfaktor erhållits vid beräkning med kombinerad analys.

Den låga säkerheten kan förklaras av brister i modellen då stabilitetsberäkningen inte tar hänsyn till murmaterialet, dess grundläggning och eventuell stabiliserande effekt från denna. Då det inte, med säkerhet, kan styrkas att säkerhetsfaktorerna i sektion C är tillfredställande så bör åtgärder utföras.

1. Om muren inte har något historiskt värde så bör den ersättas med en slänt,
2. Har muren ett historiskt värde så bör den, om möjligt, sänkas tillsammans med marken bakom till en lägre nivå och på detta sätt öka säkerheten mot skred.
3. Kan inget av ovanstående tillåtas så erfordras ytterligare geotekniska och geodetiska undersökningar för att bättre kunna beskriva jorden och kunna nyttja lägre acceptabla säkerhetsfaktorer.

Säkerhetsfaktorn i kombinerad analys för sektion E är även nära att falla under det som kan accepteras. I detta läge erfordras en bättre bild av grundvattensituationen i området för att kunna utföra känslighetsanalyser vid behov.

8.3 Lokalt omhändertagande av dagvatten

Då lera förekommer inom större delen av området så ska ingen naturlig infiltration av dagvatten förväntas kunna utföras inom detaljplaneområdets lägre delar. Delområden där lermäktigheten är mindre än ca 3 m kan infiltrationsanläggningar utföras, vilket gäller i den högt belägna i norr (väster om Svartån)

9 Fortsatt projektering

I fortsatt projektering, då förslag på planerad bebyggelse och marknivåer arbetas fram, ska en övergripande geoteknisk kontroll utföras. Med stor sannolikhet erfordras kompletterande undersökningar i projekteringskedet.

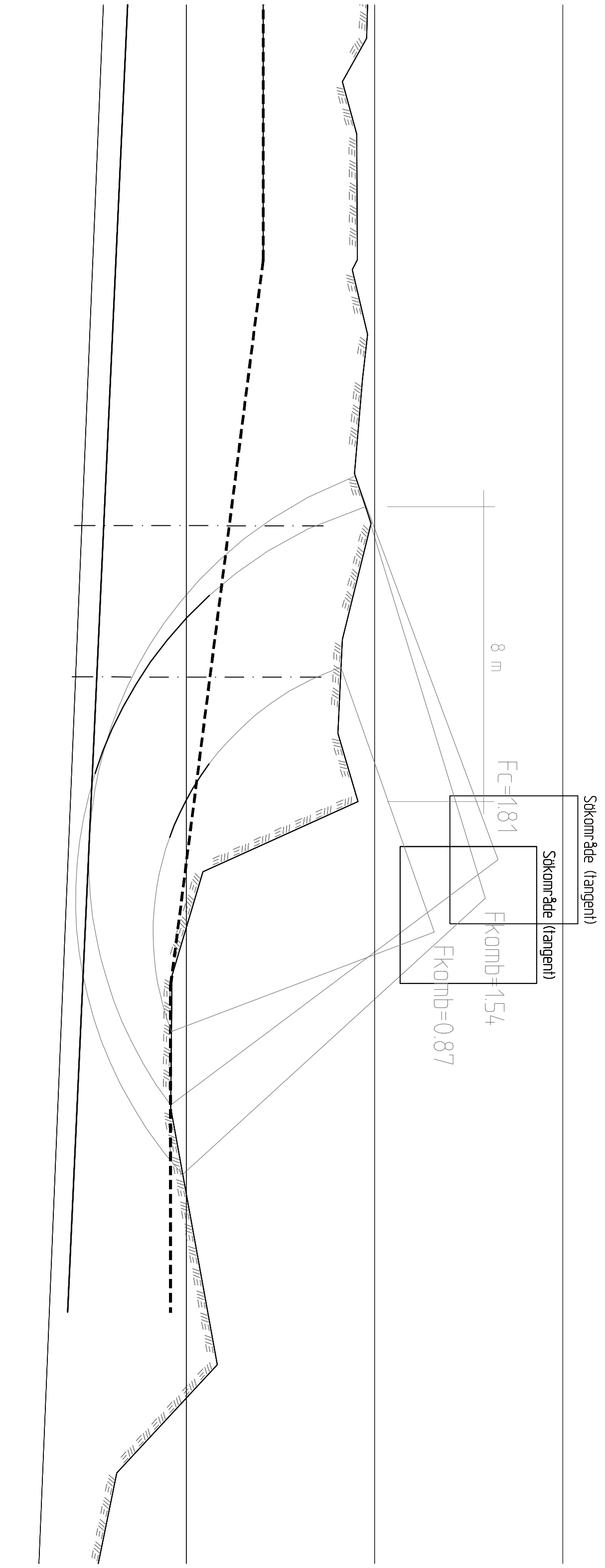
Fortsatt utredning erfordras gällande stabiliteten för befintliga murar i sektion C.

Kompletterande grundvattenmätningar erfordras inom området för att verifiera resultatet i sektion E.

SWECO Civil AB
Västerås Geoteknik

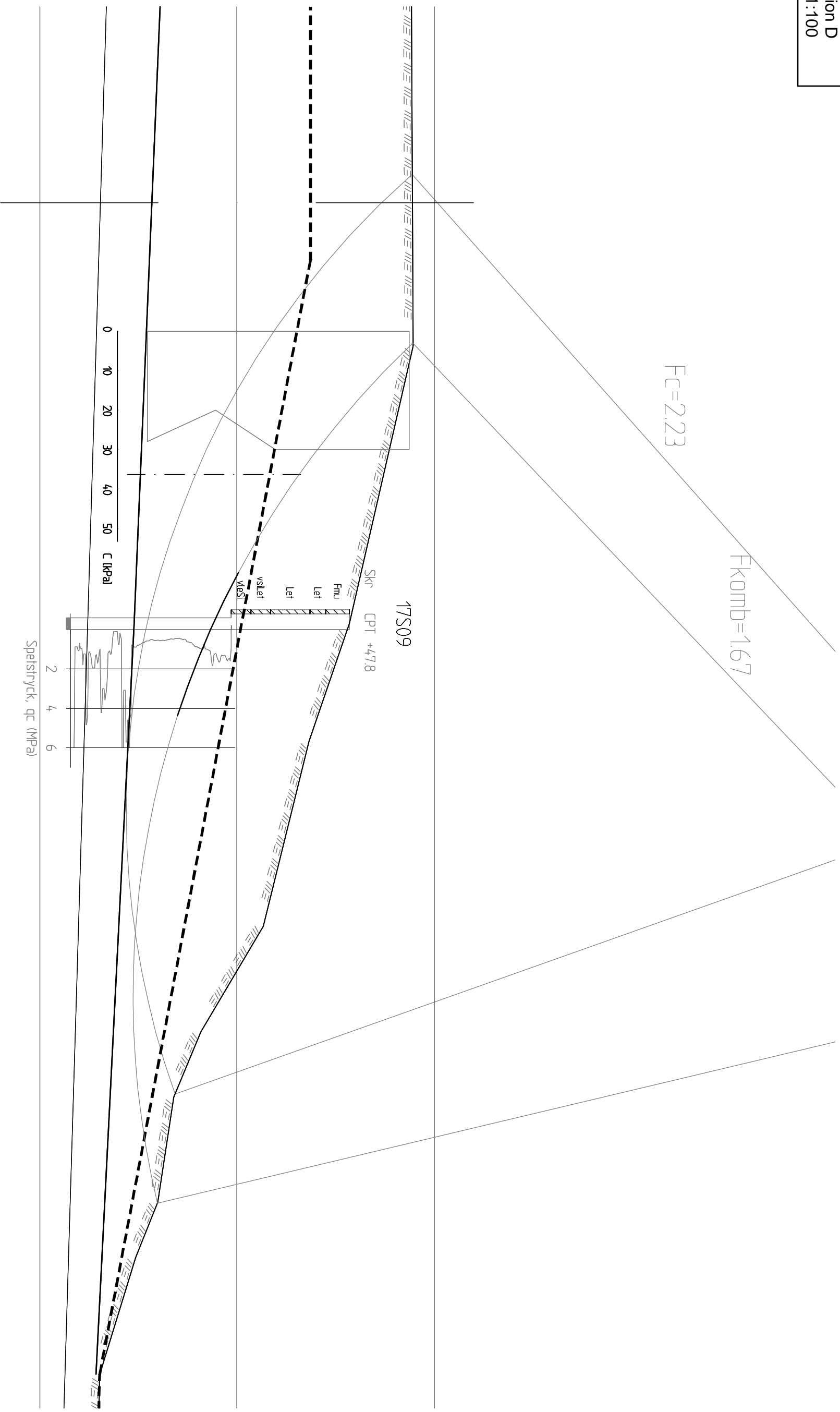
Max Årbrink
Handläggare

Per Engström
Teknisk granskare



Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AllGw	Ru-faktor	Portryck
Le	1	17,00	---	---	C-profil	100	100	100	0,00	0,00	0,00
Fr	2	20,00	40,0	0,0					0,00	0,00	0,00

Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AllGw	Ru-faktor	Portryck
Le	1	17,00	30,0	0%	C-profil	100	100	100	0,00	0,00	0,00
Fr	2	20,00	40,0	0,0	100,0+C	100	100	100	0,00	0,00	0,00



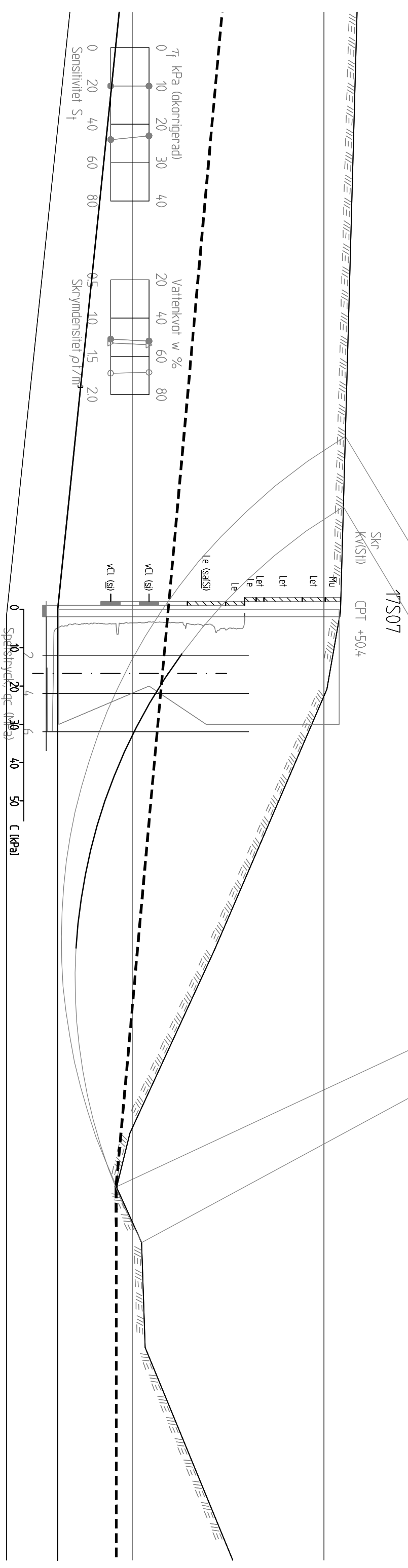
Material	nr	Densitet	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-faktor	Portryck
Le	1	17.00	---	---	C-profil	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Fv	2	20.00	40.0	0.0					0.00	0.00	0.00

Material	nr	Densitet	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-faktor	Portryck
Le	1	17.00	30.0	0%	C-profil	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Fv	2	20.00	40.0	0.0	100.0+C	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00

Sökmått (tangent)

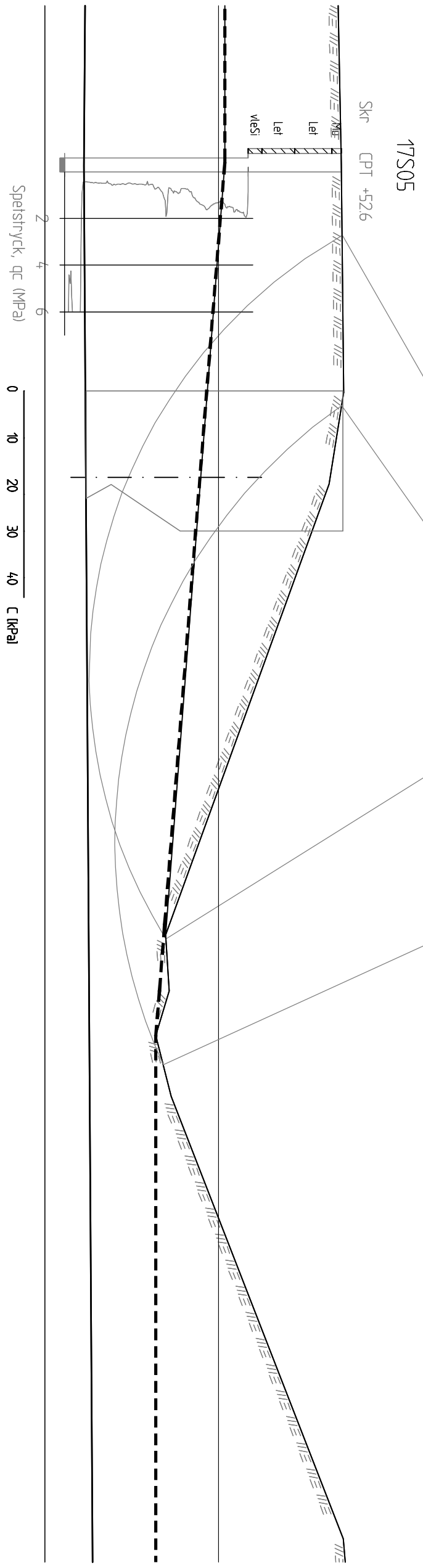
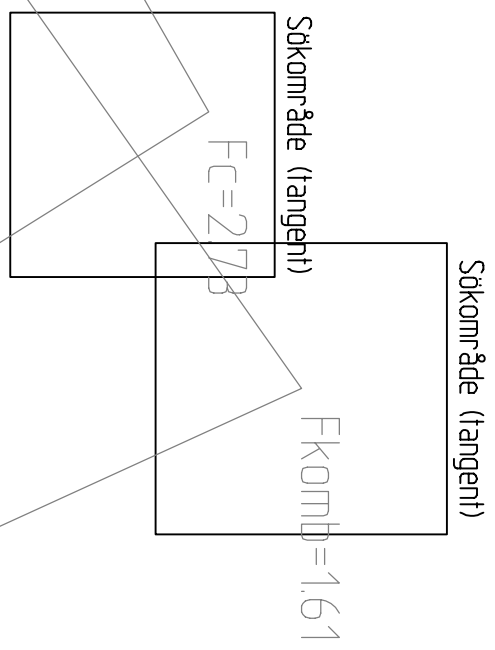
$F_c = 1.96$

$F_{k0.01b} = 1.40$



Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-faktor	Portryck
Le	1	17.00	---	---	C-profil	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Fr	2	20.00	4.00	0.0	100.0+C	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00

Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-faktor	Portryck
Le	1	17.00	30.0	0%	C-profil	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Fr	2	20.00	4.00	0.0	100.0+C	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00



Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-faktor	Portryck
Le	1	17.00	---	---	C-profil	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Fr	2	20.00	4.00	0.0					0.00	0.00	0.00

Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-faktor	Portryck
Le	1	17.00	30.0	0%	C-profil	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Fr	2	20.00	4.00	0.0	100.0+C	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00