



Strängnäs Kommun
Geoteknisk undersökning inför detaljplan
Vannesta 1:27 och 1:32, Stallarholmen

PM Beräkning
Geoteknik

2015-11-06

STRÄNGNÄS KOMMUN	
2015-11-09	
Diarienummer SBN/2015: 340	Diagnosnummer
handrit	

Upprättad av: Lars O Johansson
Granskad av: Anna Grönholm



\\ser01ore1\se\Projects\54241102166003_Dokumen\136_PM_Rapport\PM Beräkning.docx



STRÄNGNÄS KOMMUN

PM BERÄKNING

GEOTEKNIK

2015-11-06

2015-11-06

KUND

Strängnäs Kommun

KONSULT

WSP Samhällsbyggnad
Box 8094
Besök: Krontorpsgatan 1
Tel: +46 10 722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
www.wspgroup.se

KONTAKTPERSON

Lars O Johansson

lars.o.johansson@wspgroup.se

\\ser01ore1\se\Projects\542110216600\3_Dokument\36_PM_Rapport\PM_Beräkning.docx



INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sida nr
1 UPPDRAG	5
2 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR	5
3 TOPOGRAFI OCH YTBESKAFFENHET.....	5
4 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	5
5 GEOHYDROLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	6
6 STABILITETFÖRHÅLLANDEN	6
6.1 Allmänt.....	6
6.2 Beräkningssnitt.....	7
6.3 Indata	7
6.4 Resultat befintliga förhållanden	7
6.5 Resultat exploaterade förhållanden	8
7 REKOMMENDATIONER	8

FÖRTECKNING ÖVER BILAGOR

	Bilaga nr
Sektion A – A dagens förhållanden, odränerad analys	1
Sektion A – A dagens förhållanden, kombinerad analys	2
Sektion B – B dagens förhållanden, odränerad analys	3
Sektion B – B dagens förhållanden, kombinerad analys	4
Sektion A – A efter utbyggnad, odränerad analys	5
Sektion A – A efter utbyggnad, kombinerad analys	6
Sektion B – B efter utbyggnad, odränerad analys	7
Sektion B – B efter utbyggnad, kombinerad analys	8



1 UPPDRAG

Strängnäs kommun planerar att upprätta ny detaljplan för fastigheterna Vannesta 1:27 och 1:32 i Stallarholmen, nordöstra delen av Strängnäs kommun. WSP Samhällsbyggnad Örebro har på uppdrag av Strängnäs kommun utfört en geoteknisk utredning för att bedöma förutsättningarna för att utveckla och bebygga området.

2 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

En geoteknisk fältundersökning utfördes av WSP i september 2015. Fält- och laborieundersökningarna redovisas i en separat handling benämnd *Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik (MUR/Geo)*, daterad 2015-11-06.

En separat PM Geoteknik har upprättats för en allmän beskrivning av de geotekniska förhållandena och byggnadstekniska förutsättningarna inom fastigheten. Denna handling är också daterad 2015-11-06.

I denna PM Beräkning redovisas beräkningar av stabilitetsförhållanden, både vid dagens förhållanden som vi planerad exploatering av området.

3 TOPOGRAFI OCH YTBESKAFFENHET

Området utgörs av de två fastigheterna Vannesta 1:32 i söder och den större 1:27 i norr.

Vannesta 1:32 gränsar till Mälaren med en ca 35 m lång strandlinje och här finns idag en brygga. I de strandnära delarna är marken blöt och bevuxen med vass och träd. Längre upp från stranden tycks det vara pålagda massor på marken och här ligger även jord och trädgårdsavfall. Det förekommer även avfall såsom glas och porlinskårvar. Stora block förekommer här i markytan. Vegetationen består av träd och sly. I västra delen av fastigheten förekommer olika typer av lövträd och frukträd och perenner. Marknivån faller ca 3 m på en 100 m lång sträcka mot Mälaren i öster.

Vannesta 1:27 gränsar till Mälaren med en strandlinje som är ca 80m lång. Strandkanten är förstärkt med block och betongpågjutning som erosionsskydd. I norra delen av stranden ligger asfalter rester. Vid stranden finns en brygga och strax söder om denna en asfalterad ramp. Söder om rampen hade det gjorts en betongpågjutning och denna angränsar till en mindre sandad plats som sannolikt används som badplats. Strax intill stranden står en sjöbod. Inom fastighetens västra del finns en större befintlig byggnad, benämnd "Gula huset". Även inom denna fastighet faller marknivån ca 3 m på en 100 m lång sträcka mot Mälaren, dock något brantare längst i öster.

4 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

Jorden består överst av ett ytskikt av mulljord. I de norra delarna följer därefter fyllnadsmaterial. Därunder följer torrskorpelera som övergår i lösare lera. Leran vilar på friktionsjord. Inom områdets södra del är marken fastare och lermäktigheterna små.

Fyllningen utgörs i södra fastigheten av mullhaltig torrskorpelera med siltkörtlar. I norra fastigheten är fyllningsmassorna heterogena. De består av grusig sand, kol-



betong och tegelrester. Det förekommer även torrskorpelera i fyllningen. Mäktigheten hos fyllningslagret varierar mellan 1,5 m och 2 m.

Leran består överst av ca 0,2 -1,5 m torrskorpelera. Därunder följer lösare lera och leran blir lösare med ökat djup. Mäktigheterna hos leran är som störst i de mellersta delarna av aktuellt område, undantaget sjöbotten där lermäktigheterna är som störst. Lerans mäktighet ökar från ca 1,7 m precis väster om "Gula huset" till ca 3 m mäktighet nära stranden. Undersökningarna av sjöbotten visar på lermäktigheter mellan 5 och 6 m vid södra bryggan och 3 - 4,5 m vid norra bryggan. Lerlagrets underkant går från +1 i väster till -7 i östra delen i sjöbotten.

Lerans odränerad korrigerade skjuvhållfasthet är på 3 m djup 17 kPa för att därunder sjunka till 11 kPa på 5 m djup.

Lerans vattenkvot varierar mellan ca 50 och 65 % från 3 m djup ned till 5 m djup.

Sensitiviteten för leran uppgår till ca 20, vilket innebär att leran är mellansensitiv.

Inom Vannesta 1:32 förekommer lös lera endast i den västra delen och är här 0,6 m mäktig. På grund av att de östra delarna inte kunde undersökas så är det oklart var leran återigen växer till sig inom fastigheten, då sticksonderingar från bryggan precis utanför fastigheten visar på relativt stora lermäktigheter.

Friktionsjorden består av siltig sand.

5 GEOHYDROLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

De topografiska förhållandena gör att nederbörden infiltrerar i marken och rinner österut mot Mälaren, dvs. grundvattnets gradient kan anses falla mot öster.

I de två grundvattenrör som satts inom områdets östra del uppmättes 2015-10-09 grundvattennivån till +0,6, vilket överensstämmer med Mälarens rådande nivå.

Mälarens medelvattennivå uppgår till ca +0,7 i RH70. Mälarens högsta vattenstånd uppgår till ca +1,25 (uppmätt i december 2000 efter en mycket stor vattentillrinning under hösten) och det lägsta vattenståndet till ca +0,2. Mälaren är reglerad. I samband med planerad ombyggnad av Mälarens utlopp i Slussen i Stockholm kommer förutsättningarna för att öka avbördningen vid höga tillflöden till Mälaren att ses över.

Uppgifterna ovan hämtade från SMHIs hemsida.

6 STABILITETSFÖRHÅLLANDEN

6.1 Allmänt

Stabilitetsberäkning har utförts med programmet GS Stability version 5.0.8.

Utredningen har utförts motsvarande detaljerad utredning enligt Skredkommissionen 3:95. För detta anges ett krav på säkerhetsfaktor om 1,5 – 1,7 vid odränerad analys och 1,35 – 1,45 vid kombinerad analys för nyexploatering samt befintlig bebyggelse och anläggning. För annan mark gäller 1,4 – 1,6 vid odränerad analys och 1,3 – 1,4 vid kombinerad analys.



Enligt Eurocodes (Tillämpningsdokument till EN 1997-1 kap. 11 och 12 "Slänter och bankar") gäller för säkerhetsklass 2 att den odränerade skjuvhållfastheten skall uppgå till minst 1,50 och den kombinerade till minst 1,30. Lägre säkerhetsklass än 2 får endast användas i områden av karaktären naturmark och mark som endast utnyttjas för dagsvistelse för enstaka personer. Området skall ej heller inrymma anläggningar av betydelse.

Utifrån ovan väljs en säkerhetsfaktor på minst 1,50 för odränerad analys och 1,30 för kombinerad analys.

6.2 Beräkningssnitt

Beräkning av stabilitetsförhållanden har gjorts i 2 sektioner i huvudsakligen västlig – östlig riktning, dvs. tvärs Mälarens strand. Dessa snitt är ur stabilitetshänseende de mest ogynnsamma med tanke på markytans lutning samt även de ökande lermäktigheterna mot Mälaren. Beräkning har skett i sektion A-A inom Vannesta 1:32 och B-B inom Vannesta 1:27, där sektionerna lägen framgår av ritning G-10-0-001 i Markteknisk Undersökningsrapport/Geoteknik (MUR/Geo).

6.3 Indata

Marknivån i beräkningssnitten har inhämtats från markytans nivå i de geotekniska undersökningspunkterna.

Jordlagerföljder har inhämtats utifrån utförda geotekniska undersökningar. I snitt A-A saknas uppgifter om jordlagerföljder inom området närmast väster om strandlinjen, varvid förhållandena här interpolerats över större avstånd.

Där ostörd provtagning utförts har uppgifter om lerans tunghet erhållits, övriga jordars tunghet bygger på empirisk kunskap.

Friktionsvinklar hos jorden har beräknats utifrån empirisk kunskap, t.ex. har för lera vid dränerad analys friktionsvinkeln valts till 30°.

Lerans odränerade skjuvhållfasthet har i torrskorpelera valts utifrån empirisk kunskap till 30 kPa, vilket får anses som ett försiktigt val. I övrigt har värden bestämda genom konförsök på ostörda prover i 1 punkt samt vingförsök i 2 punkter beaktats. Skjuvhållfastheten har ej mätts hos leran under Mälaren. Här har istället antagits en skjuvhållfasthet på 6 kPa hos leran vid sjöbotten och en ökande skjuvhållfasthet mot djupet med 0,3 kPa/m.

Lerans dränerade skjuvhållfasthet har empiriskt valts till 10 % av den odränerade.

Vid beräkningarna har skjuvhållfastheten hos leran lagts in med variation mot djup utifrån de förhållanden som bestämt enligt ovan utifrån mätning och/eller empiri.

All beräkning har utförts med karateristiska egenskaper på jorden och yttre laster.

Beräkningar har utförts med en vattennivå om +0,2 i Mälaren, dvs. lägsta lågvattennivå, och en grundvattennivå som stiger med 2,5 % mot väster.

6.4 Resultat befintliga förhållanden

I sektion A-A uppgår säkerhetsfaktorn vid odränerad analys till 2,38, vilket mycket väl uppfyller kravet på säkerhetsklass om 1,50 (se bilaga 1). I samma sektion uppgår



säkerhetsfaktorn vid kombinerad analys till 2,01, vilket mycket väl uppfyller kravet på säkerhetsklass 2 om 1,30 (se bilaga 2). Vid beräkningarna har en yttre last på 10 kPa lagts på markytan, vilket väl bedöms rymma de laster som idag kan förekomma på ytan.

I sektion B-B uppgår säkerhetsfaktorn vid odränerad analys till 1,50, vilket är vad som krävs för att uppfylla säkerhetsklass 2 (se bilaga 3). I samma sektion uppgår säkerhetsfaktorn vid kombinerad analys till 1,42, vilket väl uppfyller kravet för säkerhetsklass 2 om 1,30 (se bilaga 4). Vid beräkningarna har en yttre last på 10 kPa lagts på markytan, vilket väl bedöms rymma de laster som idag kan förekomma på ytan.

6.5 Resultat exploaterade förhållanden

Uppgifter om hur området kommer att utformas är i nuläget ej klarlagt. Det förutsätts dock att en uppfyllnad av området kan komma att ske till nivån +3 i anslutning till strandområdet.

I sektion A-A uppgår säkerhetsfaktorn vid odränerad analys till 1,52, vilket uppfyller kravet på säkerhetsklass 2 om 1,50 (se bilaga 5). I samma sektion uppgår säkerhetsfaktorn vid kombinerad analys till 1,46, vilket väl uppfyller kravet på säkerhetsklass 2 om 1,30 (se bilaga 6). Uppfyllnad till nivån +3 förutsätts ske fram till 15 m från den nuvarande strandlinjen. Från denna uppfyllnad läggs slänten mot sjön i lutning 1:4. Vid beräkningarna har en yttre last på 15 kPa lagts på den uppfyllda markytan, vilket motsvarar t.ex. lasten från parkerade bilar.

I sektion B-B uppgår säkerhetsfaktorn vid odränerad analys till 1,53, vilket uppfyller kravet på säkerhetsklass 2 om 1,50 (se bilaga 7). I samma sektion uppgår säkerhetsfaktorn vid kombinerad analys till 1,53, vilket väl uppfyller kravet för säkerhetsklass 2 om 1,30 (se bilaga 8). Uppfyllnad till nivån +3 förutsätts ske fram till 20 m från den nuvarande strandlinjen. Från denna uppfyllnad läggs slänten mot sjön i lutning 1:4. Vid beräkningarna har en yttre last på 15 kPa lagts på den uppfyllda markytan, vilket motsvarar t.ex. lasten från parkerade bilar.

7 REKOMMENDATIONER

Områdets stabilitet bedöms idag tillfredsställande för säkerhetsklass 2. Uppfyllnad kan ske inom området närmast stranden till en nivå av högst +3. Denna uppfyllnad skall inom Vannesta 1:32 ske ej närmare än 15 m från strandlinjen och inom Vannesta 1:27 ej närmare än 20 m från strandlinjen. Med strandlinje avses i detta fall den strandlinje som råder när Mälarens vattennivå är normal (+0,7). Från denna uppfyllnad läggs en slänt mot sjön i lutning ej brantare än 1:4.

Vid annan utformning som medför större belastning på zonen närmast stranden skall samråd ske med geotekniker.

Om strandzonen utsätts för erosion kan stabilitetsförhållandena försämrats. Den strandzon som idag förekommer bedöms som icke särskilt erosionskänslig. Dels har vissa erosionsdämpande åtgärder utförts i form av pågjutningar och utläggande av sprängsten. Dels förekommer längs stora delar av stranden vegetation som binder jorden i form av träd och buskar men framförallt vassbälten. Om denna vegetation avlägsnas måste annan åtgärd vidtas i form av främst utläggning av sprängsten på samma sätt som idag skett längs vissa delar av strandsträckan.



Muddring av botten till lägre nivå än vad som idag skett får ej utföras utan vidare geoteknisk utredning.

Örebro 2015-11-06

Lars O Johansson

\\user1\ore1\se\Projects\5424\10216600\3_Dokument\36_PM_Rapport\PM_Beräkning.docx

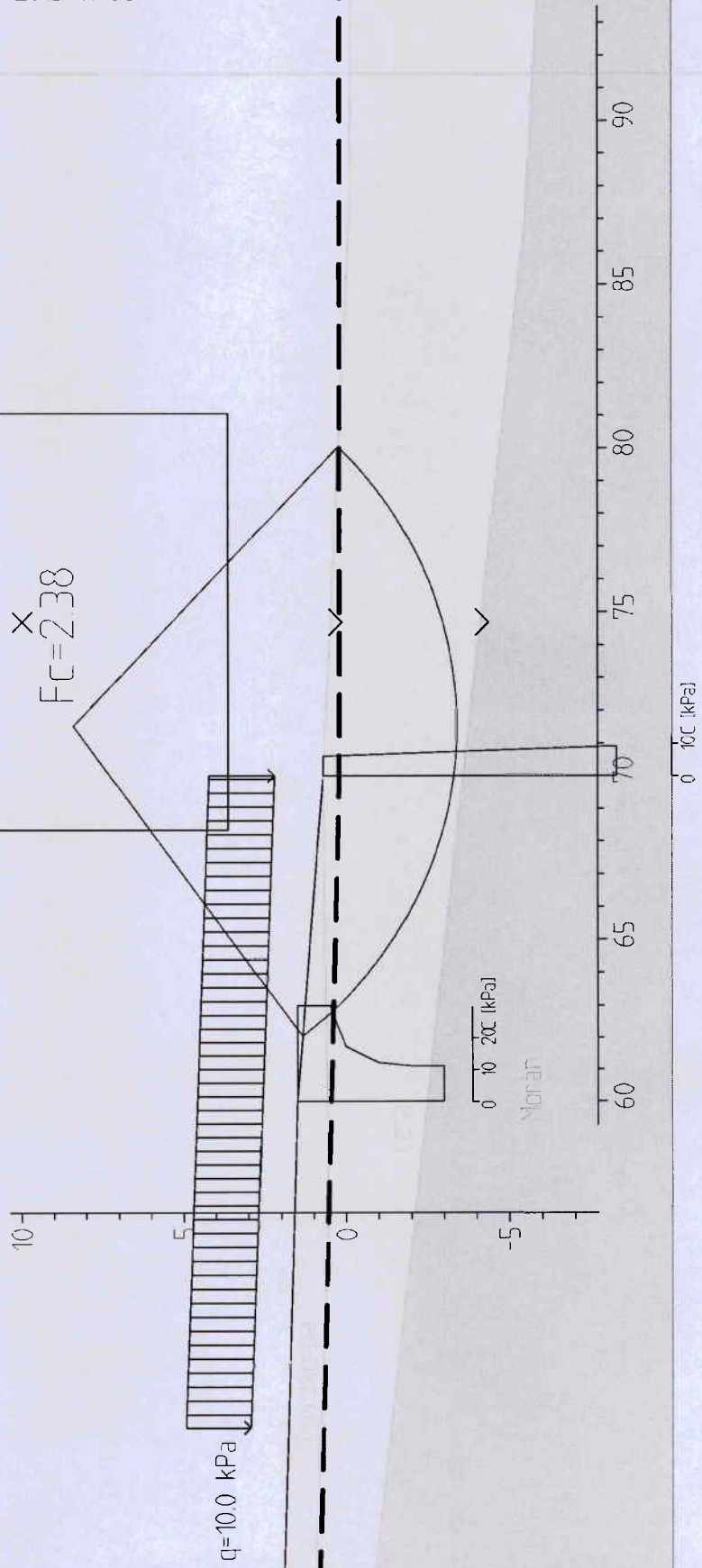
Vannesta 1:27 och 1:32

Sektion A - A befintliga förhållanden

2015-11-06

BILAGA 1

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	Aa	Ad	Ap	Search area (tangent)
Torrskorpa	18.00	8.00		C-prof	100	100	100	
Lera	17.00	7.00		C-prof	100	100	100	
Moran	20.00	12.00	40.0	0.0				



$q=10.0$ kPa

0 10 200 (kPa)

Moran

0 100 (kPa)

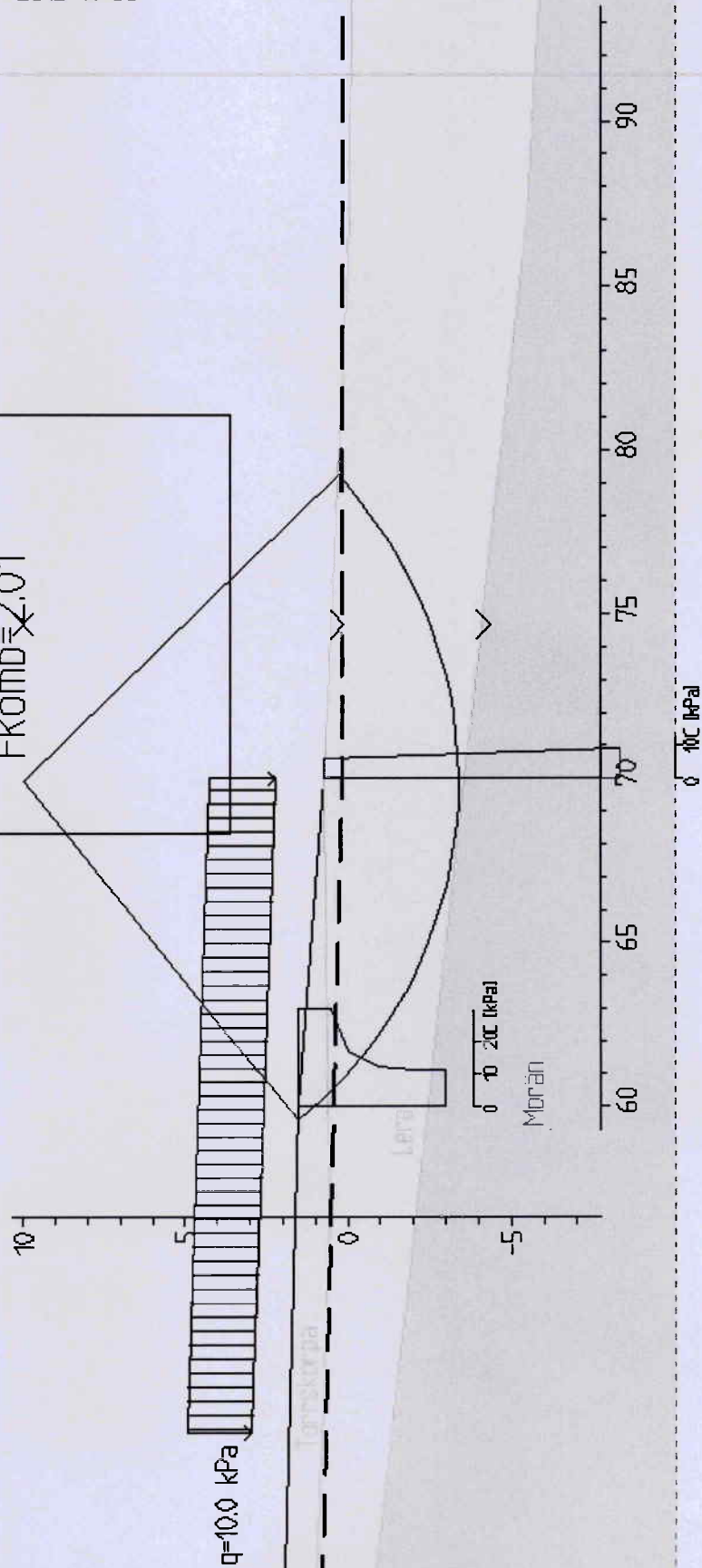
Vannesta 1:27 och 1:32
 Sektion A - A befintliga förhållanden

BILAGA 2

2015-11-06

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	Search area (tangent)
Torrskorpa	18.00	8.00	30.0	10%	C-prof	1.00	1.00	100	
Lera	17.00	7.00	30.0	10%	C-prof	1.00	1.00	100	
Morän	20.00	12.00	40.0	0.0	100.0	1.00	1.00	100	

$F_{komb} = 2.01$



Vannesta 1:27 och 1:32

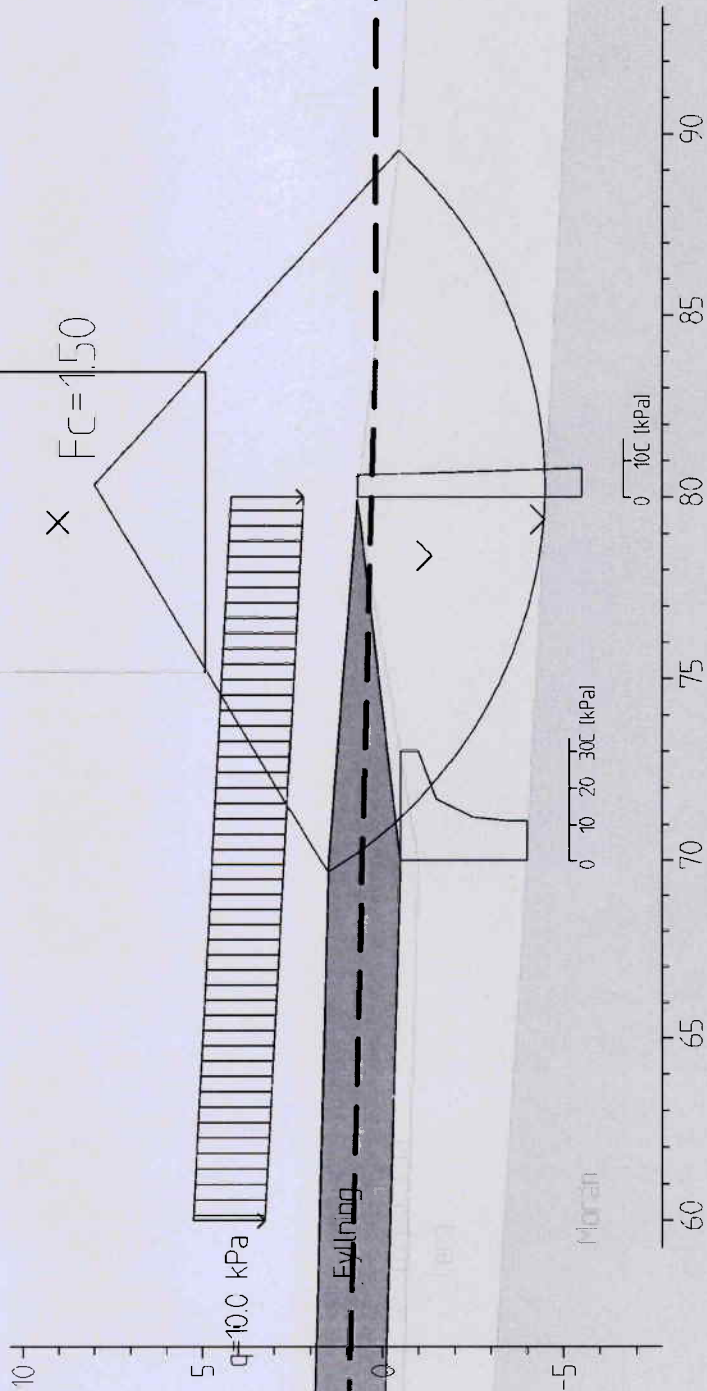
Sektion B - B befintliga förhållanden

2015-11-06

BILAGA 3

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllning	20.00	11.00	35.0	0.0				
Torrskorpa	18.00	8.00			C-prof	1.00	1.00	1.00
Lera	17.00	7.00			C-prof	1.00	1.00	1.00
Morän	20.00	12.00	40.0	0.0				

Search area (tangent)



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllning	20.00	11.00	35.0	0.0	100.0	1.00	1.00	1.00
Torrskarpa	18.00	8.00	30.0	10%	C-prof	1.00	1.00	1.00
Lera	17.00	7.00	30.0	10%	C-prof	1.00	1.00	1.00
Morän	20.00	12.00	40.0	0.0	100.0	1.00	1.00	1.00

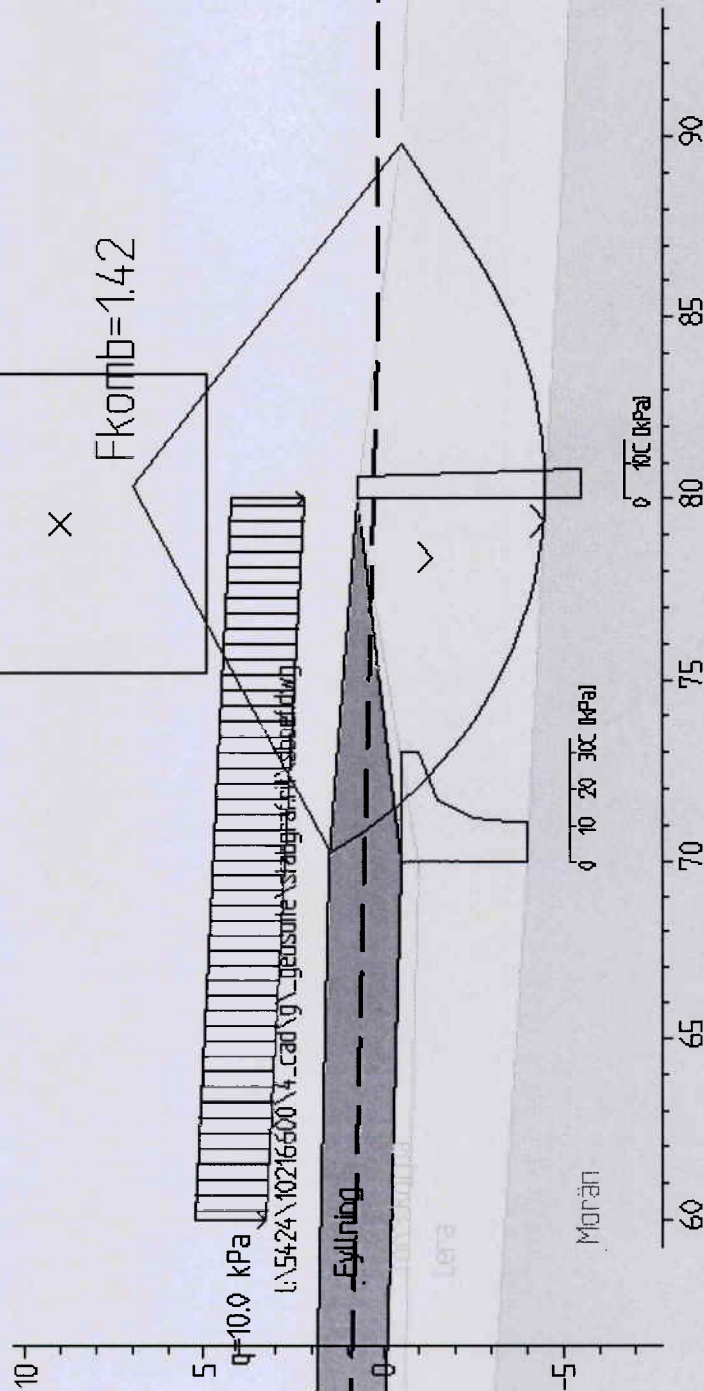
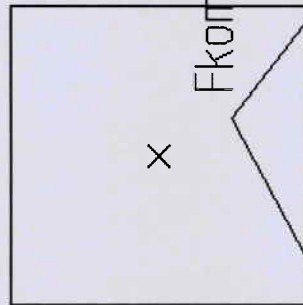
Vannesta 1:27 och 1:32

Sektion B - B befintliga förhållanden

2015-11-06

BILAGA 4

Search area (tangent)



Vannesta 1:27 och 1:32

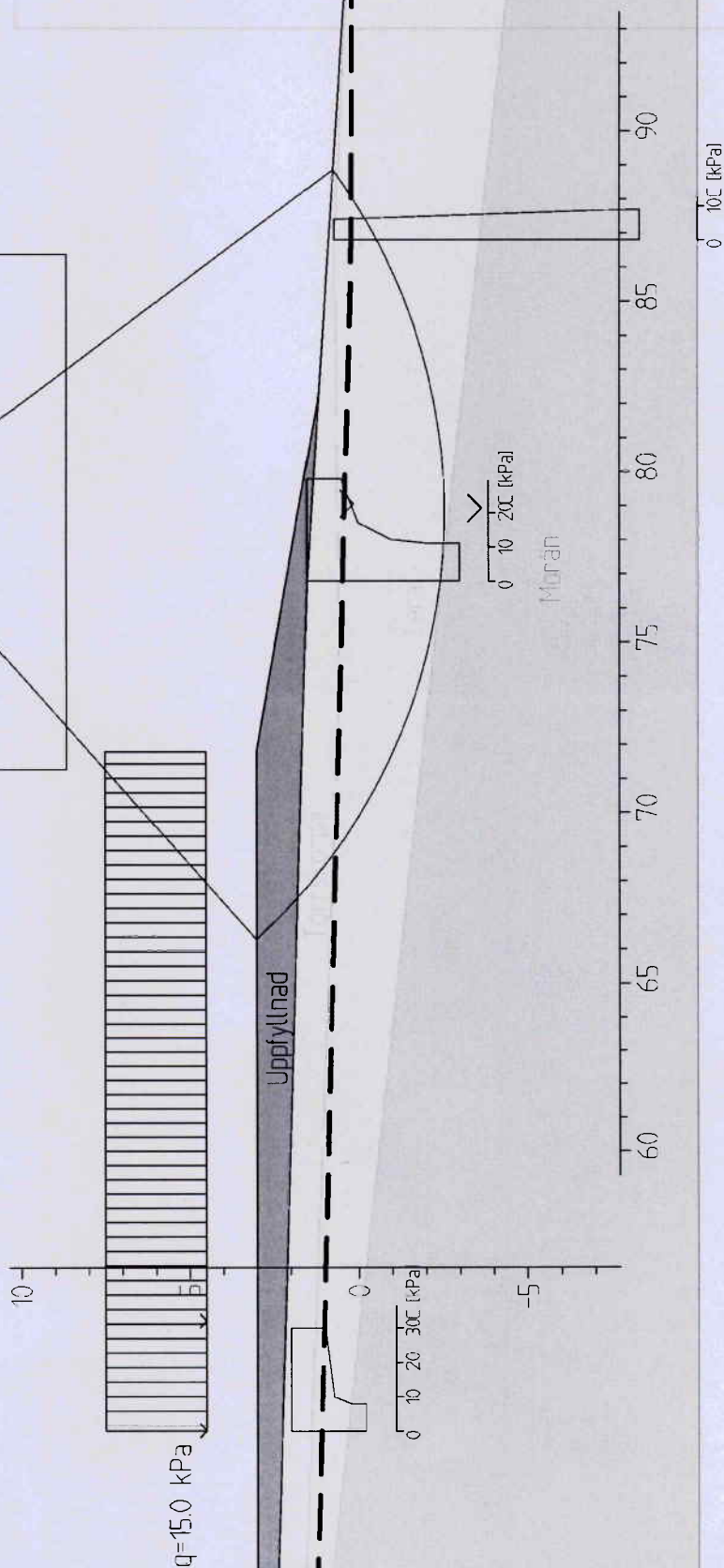
Sektion A - A efter utbyggnad

2015-11-06

BILAGA 5

Material	Un	Weight	Sub	Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Uppfyllnad	20.00	11.00	350	0.0						
Torrskorpa	18.00	8.00			C-prof	100	100	100	100	100
Lera	17.00	7.00			C-prof	100	100	100	100	100
Morän	20.00	12.00	400	0.0						

× $F_c = 1.52$



Vannesta 1:27 och 1:32

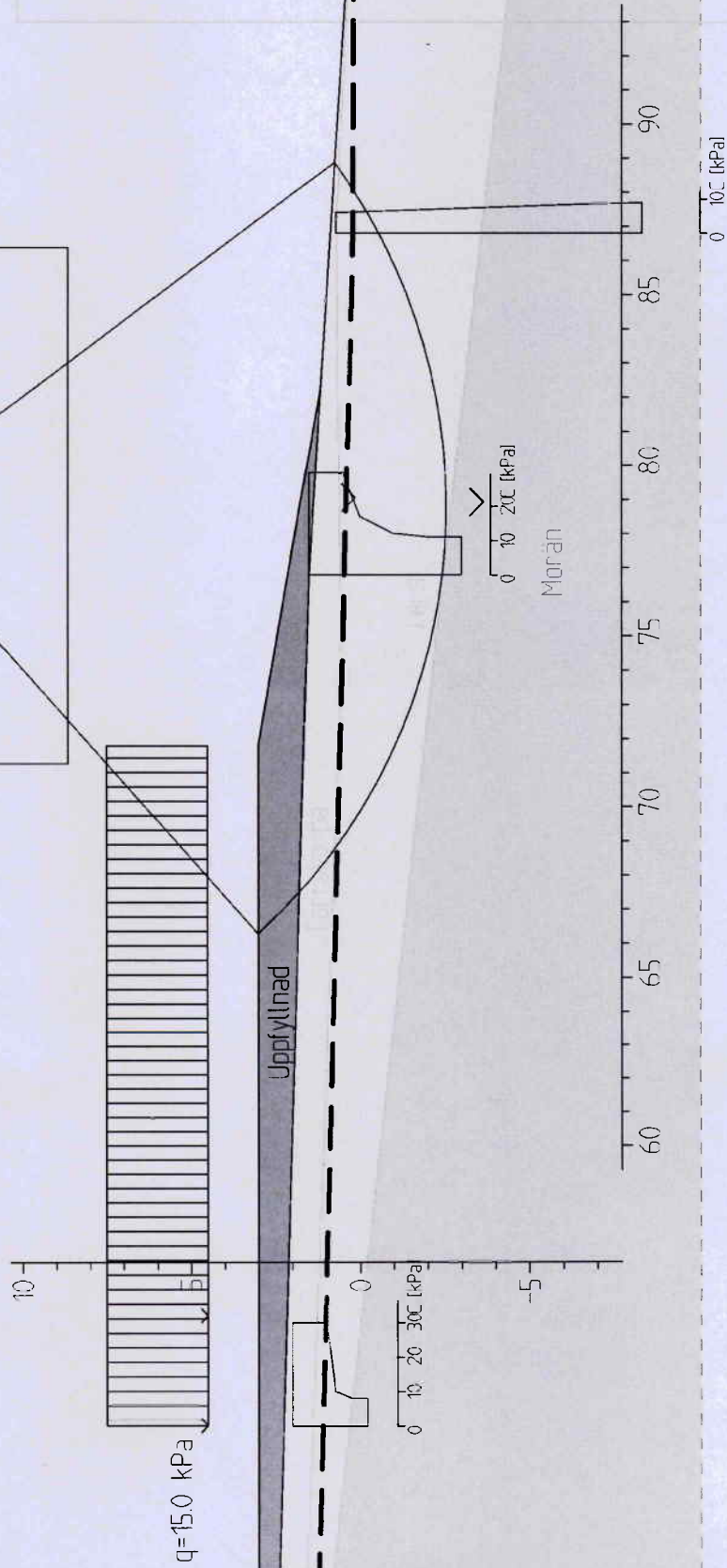
Sektion A - A efter utbyggnad

2015-11-06

BILAGA 6

Material	Un>Weigh	Sub>Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Uppfyllnad	20.00	11.00	35.0	0.0	100.0	1.00	1.00	1.00
Torrskorpa	18.00	8.00	30.0	10%	C-prof	1.00	1.00	1.00
Lera	17.00	7.00	30.0	10%	C-prof	1.00	1.00	1.00
Mörån	20.00	12.00	40.0	0.0	100.0	1.00	1.00	1.00

X
F_{komb}=1.46

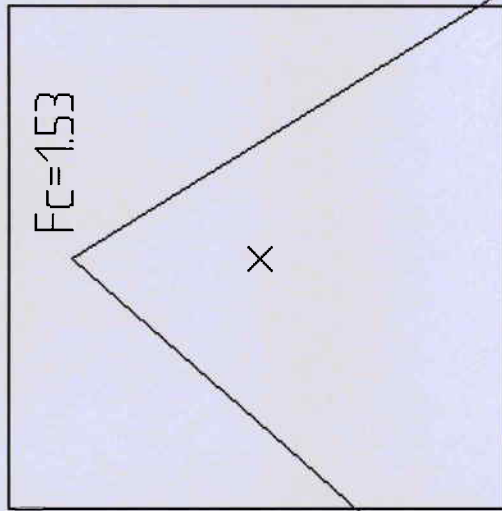


Vannesta 1:27 och 1:32
Sektion B - B efter utbyggnad

BILAGA 7

2015-11-06

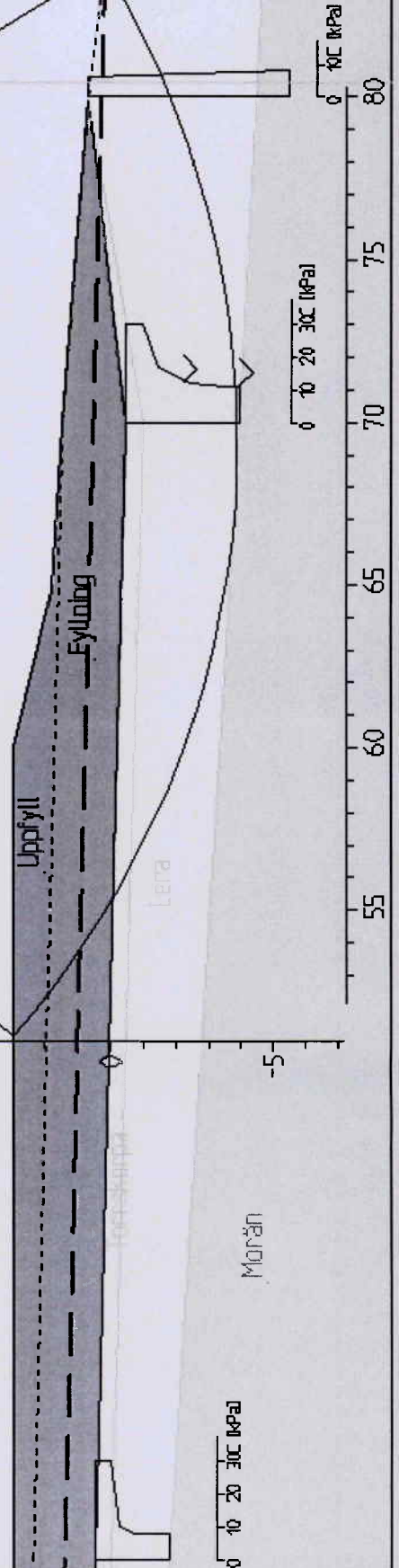
Search area (tangenti)



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Uppfyll	20.00	11.00	35.0	0.0				
Fyllning	20.00	11.00	35.0	0.0				
Torrskarpa	18.00	8.00			C-prof	1.00	1.00	1.00
Lera	17.00	7.00			C-prof	1.00	1.00	1.00
Morän	20.00	12.00	40.0	0.0				



q=15.0 kPa

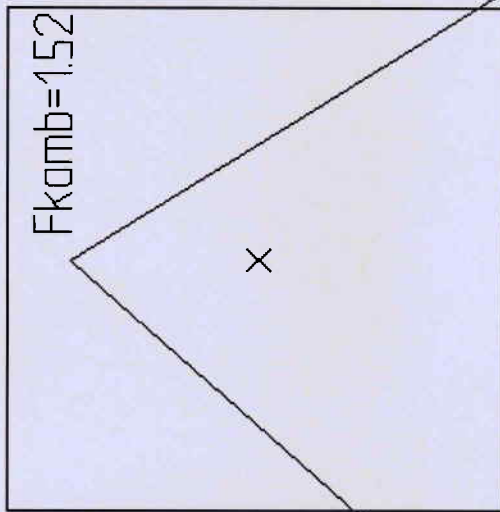


Vannesta 1:27 och 1:32
Sektion B - B efter utbyggnad

BILAGA 8

2015-11-06

Search area (tangent)



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Uppfyll	20.00	11.00	35.0	0.0	100.0	100	100	1.00
Fyllning	20.00	11.00	35.0	0.0	100.0	100	100	1.00
Torrskarpa	18.00	8.00	30.0	10%	C-prof	100	100	1.00
Lera	17.00	7.00	30.0	10%	C-prof	100	100	1.00
Marän	20.00	12.00	40.0	0.0	100.0	100	100	1.00



q=15.0 kPa

Uppfyll

Fyllning

Lera

Marän

-5

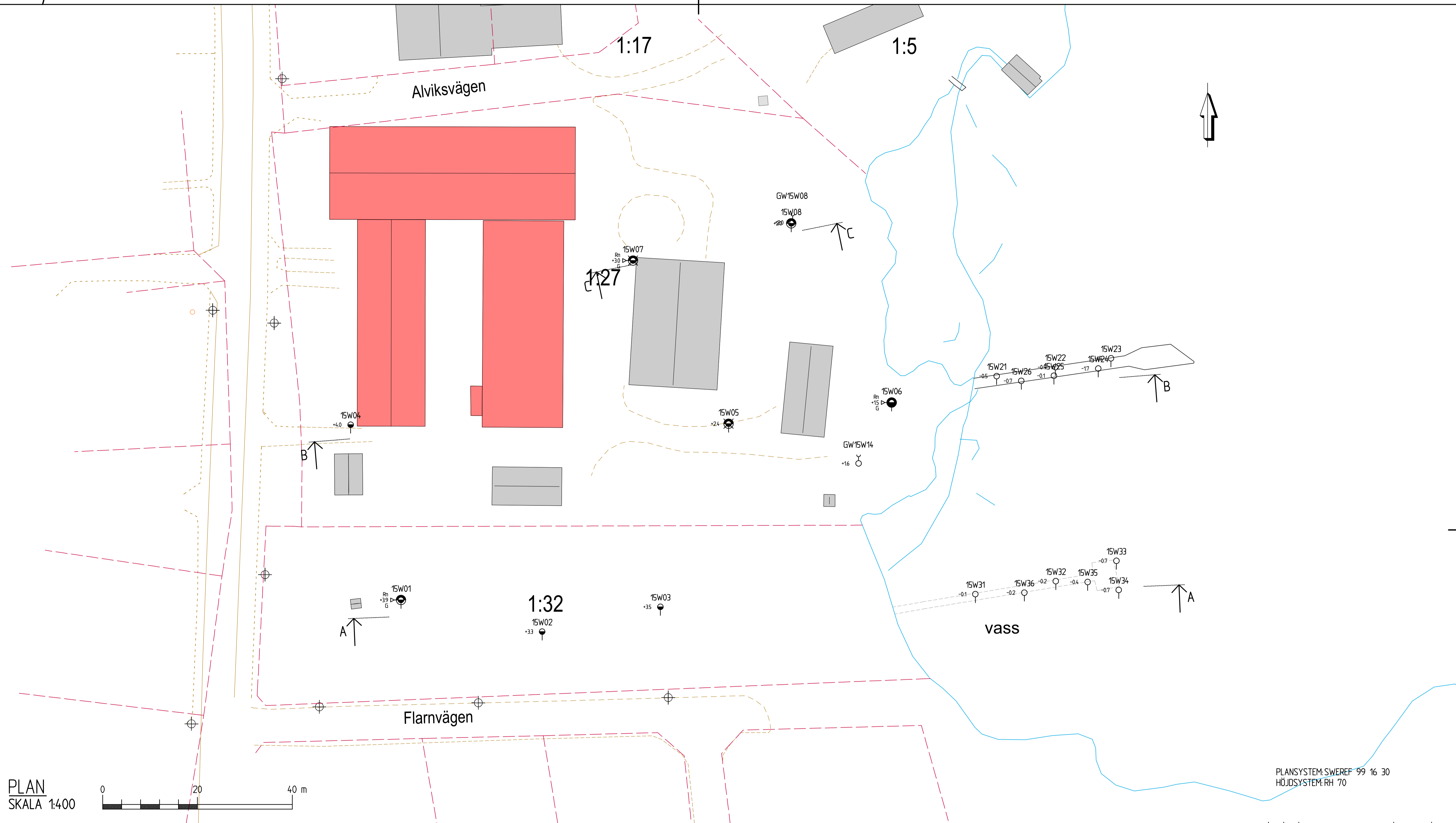
0 10 20 300 (kPa)

0 10 20 300 (kPa)

0 100 (kPa)

55 60 65 70 75 80

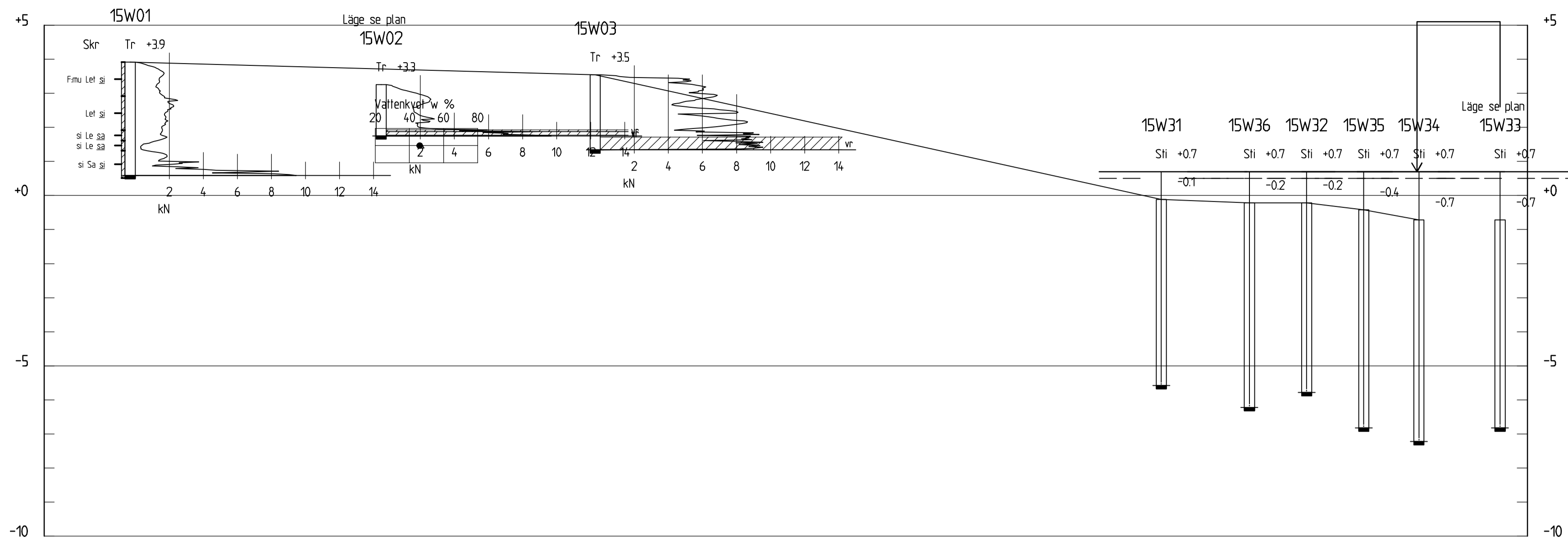
PLAN
SKALA 1:400



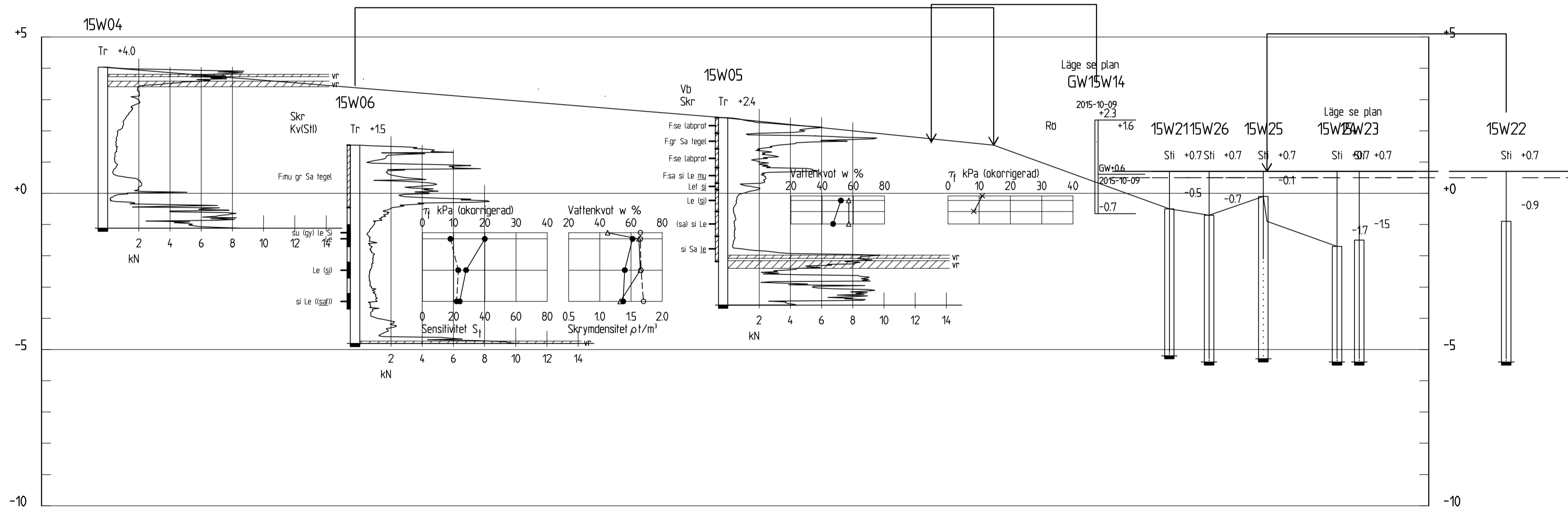
PLANSYSTEM: SWEREF 99 16 30
HÖJDSYSTEM: RH 70

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
VANNESTA 1:27 och 1:32				
STRÄNGNÄS KOMMUN				
WSP Samhällsbyggnad Box 8094 (Kronatorpsgatan 1) 700 08 ÖREBRO Tel: 010 - 722 50 00				WSP
UPPDRAG NR	10216600	RITAD/KONSTRUERAD AV	AG	HANDLÄGGARE
DATUM	2015-11-06	ANSVARIG	LOJ	AG
DETALJPLANEARBETE				
PLAN				
GEOTEKNISK UNDERSÖKNING				
SKALA	1:400 (A1)	NUMMER	G-10-0-001	

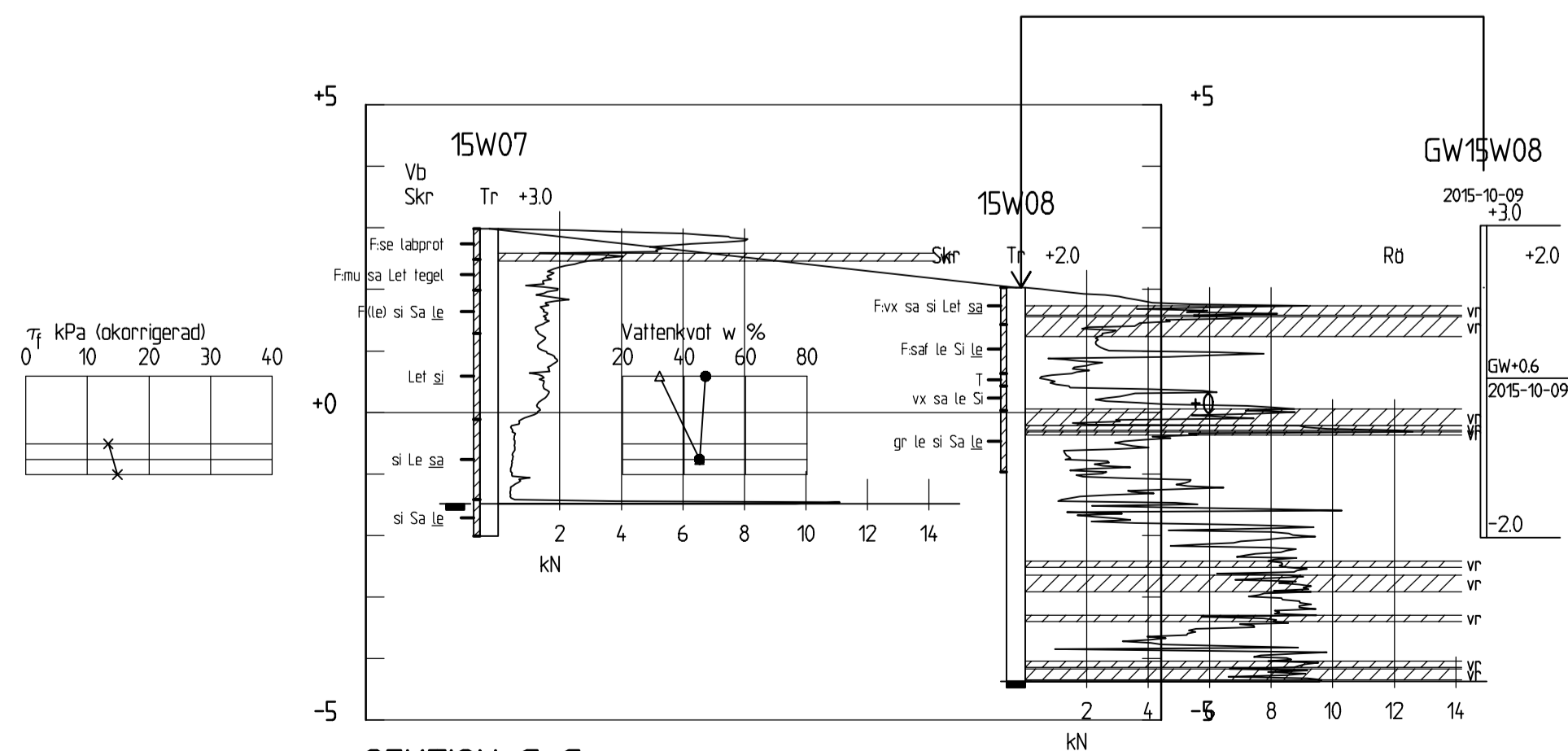
BETECKNINGAR I ENLIGHET MED
SGF'S OCH BGS'S BETECKNINGSSYSTEM



SEKTION A-A
H 1: 100 L 1: 400



SEKTION B-B
H 1: 100 L 1: 400



SEKTION C-C
H 1: 100 L 1: 400

PLANSYSTEM: SWEREF 99 16 30
HÖJDSYSTEM: RH 70

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
VANNESTA 1:27 och 1:32 STRÄNGNÄS KOMMUN				
WSP Samhällsbyggnad Box 8094 (Kronatorpsgatan 1) 700 08 ÖREBRO Tel: 010 - 722 50 00				WSP
UPPDRAG NR	10216600	RITAD/KONSTRUERAD AV	AG	HANDLÄGGARE
DATUM	2015-11-06	ANSVARIG	LOJ	A GRÖNHOLM
DETALJPLANARBETE				
SEKTION A-A, B-B OCH C-C				
GEOTEKNISK UNDERSÖKNING				
SKALA	SE RITN. (A1)	NUMMER	G-10-2S-001	BET

BETECKNINGAR I ENLIGHET MED
SGF:S OCH BGS:S BETECKNINGSSYSTEM