
PM/Geoteknik
PM/Geo

Trädgårdsstaden etapp 5
Skövde
Detaljplan

Uppdragsnr: 24022
Bohusgeo AB 2024-05-31
A Reviderad 2024-12-17

Beställare

Kund: Skövde kommun
Kontaktperson: Albin Nilsson

Bohusgeo AB

Uppdragsnummer: 24022
Uppdragsledare: Daniel Lindberg
Handläggare: Daniel Lindberg
Granskning: Emil Johansson

Bastionsgatan 26
451 50 Uddevalla
Org.nr. 556601-5243
Tel. vxl. 0522-946 50
bohusgeo.se

Innehållsförteckning

1.	Uppdrag och syfte	2
2.	Underlag	2
3.	Styrande dokument	2
4.	Planerad byggnation	2
5.	Befintliga förhållanden	3
5.1.	Mark, vegetation och topografi	3
5.2.	Geotekniska förhållanden	4
5.3.	Geohydrologiska förhållanden	5
6.	Släntstabilitet	5
6.1.	Allmänt	5
6.2.	Valda parametrar	6
6.3.	Beräkningar	6
6.4.	Resultat/slutsats	7
7.	Grundläggningsförutsättningar	7
8.	Gator och ledningar	7
9.	Schaktning m.m.	7
10.	Infiltration	8
11.	Bergras och blocknedfall	8
12.	Kompletterande undersökningar i samband med projektering och byggande	8

Bilagor

Bilaga 1:1	Sammanställning av skjuvhållfasthet och friktionsvinklar
Bilaga 2:1-2:4	Släntstabilitetsberäkningar

1. Uppdrag och syfte

Bohusgeo AB har på uppdrag av Skövde kommun utfört en geoteknisk undersökning för detaljplan för Trädgårdsstaden etapp 5.

Uppdragets syfte är att undersöka de geotekniska förhållandena och att utreda förutsättningarna för detaljplan med avseende på släntstabilitet och översiktliga grundläggningsförhållanden.

Revidering avser de nya portrycks- och grundvattenmätningarna som utförts. Reviderade delar har markerats med ett streck till vänster om texten.

2. Underlag

Underlag för de i denna PM redovisade utvärderingarna utgörs av:

- Fält- och laboratoriearbeten utförda av Bohusgeo AB för projektet. Resultaten finns redovisade i en MUR daterad 2024-05-31 Rev 2024-12-17, uppdragsnummer 24022.
- Planförslag/illustrationskarta, tillhandahållen av Skövde kommun.

3. Styrande dokument

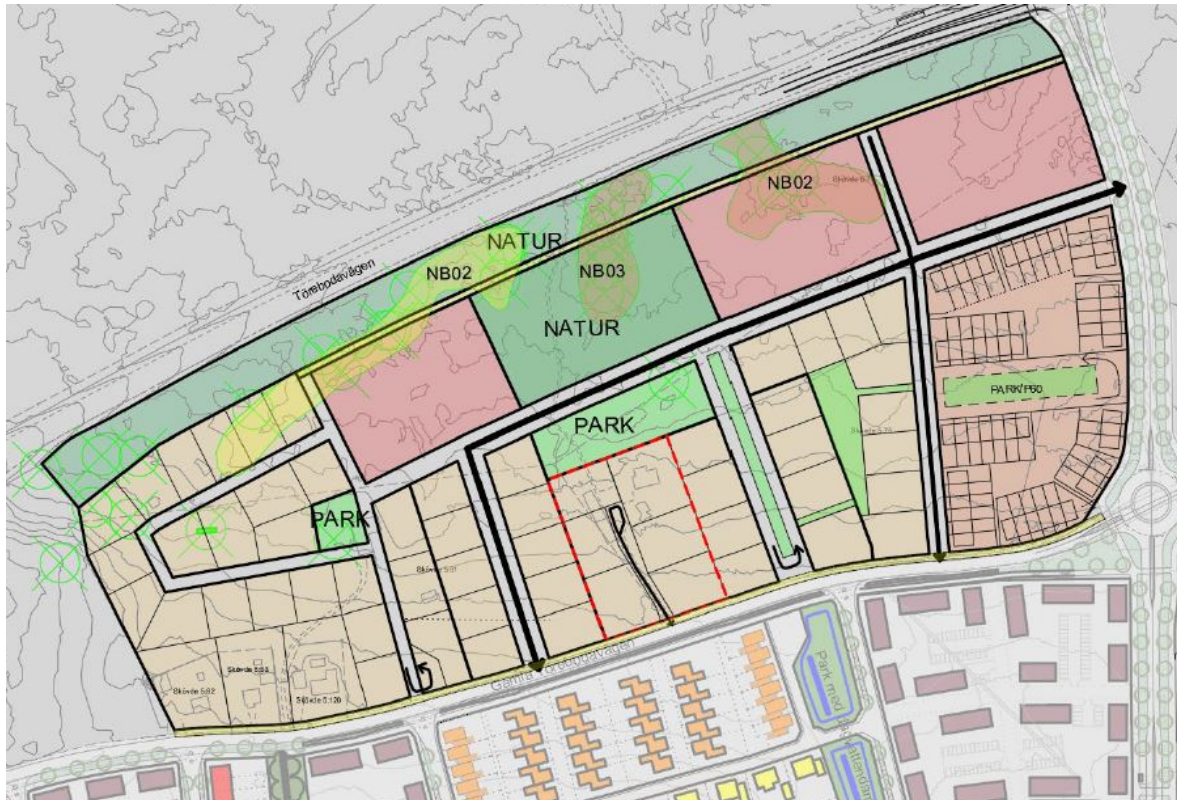
Utredningen har utförts i enlighet med tillämpliga delar i dokument förtecknade i Tabell 1.

Tabell 1. Styrdokument.

Typ av utredning	Styrande dokument
Alla utredningar	SS-EN 1997-1, SS-EN 1997-2 IEG Rapport 2:2008, rev 3 IEG Rapport 4:2008, rev 1
Släntstabilitet	Skredkommissionens rapport 3:95 IEG Rapport 4:2010 TRVINFRA-00229 TRVINFRA-00230
Slänter och bankar	IEG Rapport 6:2008, rev 1
Pålar	IEG Rapport 8:2008, rev 3 Pålkommisionens rapporter
Plattor	IEG Rapport 7:2008

4. Planerad byggnation

Inom området finns ett fåtal friliggande enbostadshus. Planerad exploatering avser nybyggnation av både friliggande enbostadshus, radhus och lägenhetshus. I Figur 1 redovisas en preliminär skiss över planerad markanvändning i området.



Figur 1: Preliminär skiss över planerad markanvändning.

5. Befintliga förhållanden

5.1. Mark, vegetation och topografi

Det undersökta området är ca 230 x 650 m och utgörs av ängs-, skogs- och åkermark. Markytans nivå varierar mellan ca +112 och ca +125. De högsta nivåerna återfinns i områdets västra del. Områdets norra/nordöstra del utgörs i huvudsak av skogsmark medan den södra delen i huvudsak utgörs av åker- eller ängsmark. Historiska foton från ca 1960-talet fram till nutid visar att området varit relativt oförändrat, så när som på vägar som tillkommit, med huvudsakligen åker-, ängs och skogsmark, se figur 2.



Figur 2: Äldre och nyare flygfoton sida vid sida (MinKarta, © Lantmäteriet).

5.2. Geotekniska förhållanden

Det totala sonderingsdjupet varierar mellan ca 0.5 och ca 15 till 20 m. Generellt förekommer minsta jordlagerdjupen längst västerut i området medan de i den mellersta och östra delen är större. Jordlagren i områdets östra De grundliga stoppen bedöms dock bero på stopp mot sten, block eller fasta skikt och inte nödvändigtvis stopp mot berg. Jordlagren bedöms under det ca 0.3 m tjocka vegetationsjordlagret (ställvis bedöms tjockare lager av organiska jordar kunna förekomma) från markytan räknat i huvudsak utgöras av:

- Fast ytlager
- lera och eller lerig silt (saknas ställvis)
- friktionsjord vilande på berg

Det **fasta ytlagret** utgörs i huvudsak av silt, sand och/eller torrskorpelera. tjockleken varierar mellan ca 1 och ca 5 m och underlagras av antingen lera, silt eller grövre friktionsjord. Vattenkvoten har uppmätts till mellan ca 25 och ca 75 %. Silten är mycket tjällyftande och starkt flytbenägen.

Siltig lera eller lerig silt/sand finns i omväxlande lager med en mäktighet på mellan ca 1 och ca 5 m. Den totala mäktigheten för lagret av lera och silt uppgår som mest till ca 15-16 m. Ställvis saknas den leriga silten/siltiga leran helt. Jordlagret bedöms till stora delar befinna sig på gränsen mellan att klassas som lera och att klassas som en silt. Vattenkvoten har i huvudsak uppmätts till mellan ca 20 och ca 40%. Konflytgränsen har i enstaka prover uppmätts till mellan ca 25 och 43 %.

Skjuvhållfastheten har i fält bestämts genom CPT-sonderingar och vingförsök, och friktionsvinkeln genom utvärdering av CPT-sonderingar enligt SGI Information 3. En sammanställning redovisas i Bilaga 1.

Söder om det nu aktuella området har lerans sensitivitet uppmätts till mellan ca 20 och ca 30 samt ca 70 i ett enstaka prov. Leran bedöms med ledning av detta även här vara mellan till högsensitiv.

Friktionsjorden under leran/leriga silten har inte undersökts närmare. Sonderingarna har i regel trängt ned mellan ca 1 och ca 3 m och har i huvudsak stoppat i den fast lagrade friktionsjorden.

5.3. Geohydrologiska förhållanden

Portrycks- eller grundvattennivån har uppmätts, och avlästs med loggermätning, i 6 punkter (1-2 spetsar/punkt) under perioden april-december 2024. De uppmätta trycknivåerna redovisas i vår MUR upprättad för projektet och redovisad 2024-05-31, Rev. 2024-12-17. Mätvärden och kommentarer angående mätvärden har sammanställts i Tabell 2 nedan. Pp anger portrycksspets, Rf anger grundvattenrör med filterspets. Djupangivelserna utgår från markytans nivå vid tiden för undersökningstillfället. Negativa djupangivelser avser djup under markytan, positiva djupangivelser avser höjd över markytan.

Tabell 2 Sammanställning över grundvatten- och portrycksmätningar.

Punkt/spetsar/installationsdjup	Grundvatten- eller portrycksnivå*	Slutsats
508/ Rf 1/ 4.51 m	Max +115.2, djup -0.35 m, Min +114.8, djup -0.75 m.	En fri grundvattenyta bedöms vara belägen ungefärligen i markytans nivå till ca 0.8 m under markytan.
508/ Rf 2/ 10.51 m	Bortses ifrån	Dålig respons. Sannolikt felaktiga mätvärden, bortses ifrån
516/ Rf / 5.55 m	Max +112.8, djup -0.75 m, Min +112.3, djup -1.25 m.	En fri grundvattenyta bedöms vara belägen ungefärligen 0.8 till 1 m under markytan.
524/ Pp1/ 2.88m	Max +112.7, djup -0.2 m, Min +111.7, djup -1.2 m.	En fri grundvattenyta bedöms vara belägen ungefärligen 0.2 till ca 1.2 m under markytan
524/ Pp2/ 5.85 m	Max +112.7, djup -0.2 m, Min +111.8, djup -1.1 m.	En fri grundvattenyta bedöms vara belägen ungefärligen 0.2 till ca 1.2 m under markytan
528/ Pp1/ 4.57 m	Max +112, djup -0.2 m, Min +111.8, djup -0.4 m.	En fri grundvattenyta bedöms vara belägen ungefärligen 0.2 till ca 0.4 m under markytan
528/ Pp2/ 8.85 m	Max +112.4, djup +0.2 m, Min +111.2, djup -1 m.	Mätvärdena "hoppar". En fri grundvattenyta bedöms vara belägen ungefärligen vid markytan till ca 1 m under markytan
530/ Rf 1/ 6.99 m	Max +111.5, djup -0.7 m, Min +111.0, djup -1.2 m.	En fri grundvattenyta bedöms vara belägen ungefärligen 0.7 till ca 1.2 m under markytan
531/ Rf 1/ 11.69 m	(Max +112 djup -0.2 m)	Dålig respons. Sannolikt felaktiga mätvärden, bortses ifrån men maxvärdet tyder på en högt stående grundvattenyta.

*Enstaka peak-värden m.m. har bortsetts ifrån vid utvärderingen och slutsatserna.

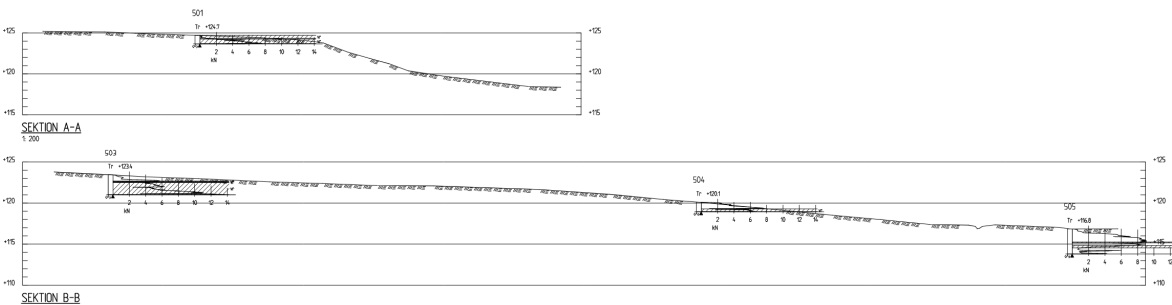
Mätningarna visar på ett portryck eller grundvattenyta motsvarande en fri vattenyta belägen ungefärligen 0 till ca 1,5 m under markytan under mätperioden (ca +111 till ca +115). Ställvis har svagt artesiskt portryck erhållits. Sammantaget kan det konstateras att en högt stående grundvattenyta förekommer i hela det undersökta området.

För området söder om etapp 5 (d.v.s. etapp 3) är portrycket i den övre delen av leran motsvarande en fri vattenyta belägen ca 3 à 4 m under markytan (+115.4 à +118.8).

6. Släntstabilitet

6.1. Allmänt

Släntstabiliteten har beräknats i sektionerna C och E, se placering på ritning G101 i MUR upprättad för projektet. Dessa sektioner bedöms som representativa för området i stort, bortsett från den västra delen. För den västra delen, se sektionerna A och B på ritning G101 i MUR, utgörs jordlagren av fastmark eller tunna jordlager. Släntstabiliteten bedöms därmed vara tillfredsställande för de delarna, se figur 3.



Figur 3: Sektionerna A och B där grunda sonderingsstopp erhållits.

Stabilitetsberäkningarna har utförts med datorprogrammet GeoStudio 2021.4. Beräkningarna har utförts med cirkulär cylindriska glidytor med odränerad (c) och kombinerad analys (komb). Beräkningarna är utförda med totalsäkerhetsanalys.

Den utförda undersökningen bedöms uppfylla detaljerad nivå enligt IEG R4:2010.

Erforderliga säkerhetsfaktorer enligt IEG R4:2010 framgår av Tabell och valda säkerhetsfaktorer framgår av tabell 4.

Tabell 3 Erforderliga säkerhetsfaktorer enligt IEG R4:2010

Utredningsnivå	F_c	F_{komb}
Detaljerad utredning, nyexploatering	$\geq 1,7 - 1,5$	$\geq 1,5 - 1,4$

Eftersom sensitiviteten i området bedömts kunna vara mellan- till hög bedöms säkerhetsfaktorerna behöva ligga inom den övre halvan av intervallen.

Tabell 4 Valda erforderliga säkerhetsfaktorer

Utredningsnivå	F_c	F_{komb}
Detaljerad utredning, nyexploatering	$\geq 1,6$	$\geq 1,45$

6.2. Valda parametrar

6.2.1. Skjuvhållfasthet och friktionsvinklar

Lera förekommer i olika lager och det övre lagret har en skjuvhållfasthet av 20 kPa ansatts. För underliggande lerlager har en skjuvhållfasthet av 15 kPa ansatts. Detta bedöms som konservativa val och ger således resultat på säkra sidan. I Bilaga 1:1 redovisas en sammanställning av skjuvhållfastheten i området.

Friktionsvinklarna har valts till mellan 32 och 34 grader för olika lager i jordprofilen. Även detta bedöms som ett relativt konservativt val.

6.2.2. Portryck

Vid beräkningarna har en grundvattenyta på en nivå av mellan ca +113 till + 119 ansatts. Detta är mellan ca 1 m till 3 m högre stående grundvattenyta än uppmätta nivåer.

6.2.3. Laster

Vid beräkningar har en potentiell last 40 kPa ansatts, vilket ungefärligen motsvarar lasten av ett 2-våningshus samt 1 m fyllning alternativt 2 m fyllning.

Observera att denna last enbart gäller släntstabilitetsberäkningar. Det är inte givet att ett 2-våningshus kan grundläggas direkt i mark.

6.3. Beräkningar

Beräknade säkerhetsfaktorer redovisas i Tabell .

Tabell 5. Beräknade säkerhetsfaktorer, befintliga förhållanden

Sektion\Analys	F_c	F_{komb}
C	1.68	1.68
E	2.66	2.66

6.4. Resultat/slutsats

Släntstabiliteten bedöms under nuvarande förhållanden vara tillfredsställande och den planerade bebyggelse bedöms kunna utföras utan att stabiliteten blir otillfredsställande.

7. Grundläggningsförutsättningar

Jordlagren inom området är skiktade och bedöms i huvudsak utgöras av siltig lera eller lerig silt som omväxlande förekommer tillsammans med skikt av silt och sand. Vattenkvoter och skjuvhållfasthetsbestämningar med CPT och vingsonderingar indikerar att leran, överlag, inte är särskilt sättning-skänslig men det kan förekomma sättning-skänsliga skikt eller lager.

Jordlagermäktigheten varierar en del inom området och grundläggning på platser med stora jorddjupsvariationer kan komma att behöva hanteras vid byggnation, exempelvis genom lättfyllning eller pålar och plintar.

Preliminärt bedöms det finnas förutsättningar för att lättare och ej sättning-skänsliga byggnader med en total tillskottsbelastning av ca 10 kPa (byggnadslaster och eventuella uppfyllningar) skulle kunna grundläggas ytligt med kantförstyvad platta på mark, om grunden utförs så att mindre differenssättningar kan accepteras inom byggnadsläget.

Större byggnader bedöms preliminärt behöva grundläggas med spetsburna pålar och att bottenplattan görs fribärande.

Då byggnadernas placering och nivå-sättning m.m. bestämts får ytterligare bedömningar och undersökningar utföras för att klarlägga de faktiska förutsättningarna för respektive byggnad eller område.

Vid alla typer av grundläggning ska följande beaktas/utföras:

- Otjänliga massor (exempelvis humushaltiga eller organiska massor) schaktas bort och ersätts med friktionsjord av materialtyp 2 eller bättre.
- Schaktbottenbesiktning av geotekniskt sakkunnig ska utföras.
- Packning av fyllning utförs enligt tabell CE/3 och/eller CE/4 AMA 20.
- Grundläggning utförs så att mindre sättningsskillnader på ca 3-4 cm kan accepteras inom byggnaden. Grunden ska göras styv så att lasterna kan omfördelas i konstruktionen.
- Vid kall väderlek ska schaktbotten tjälskyddas.

Att portrycken och grundvattenmätningarna visar på en högt stående grundvattenyta innebär att man vid byggnation måste ta hänsyn till det. Hus utan källare nivå-sätts föreslagvis så att golvnivån hamnar över befintlig marknivå och om byggnader ska utföras under (befintlig) mark kan vattentäta konstruktioner erfordras. Vägar utförs med fördel också över befintliga marknivåer. Detta kan komma att innebära vissa byggnadstekniska åtgärder (ex lättfyllning eller liknande) om byggnationen innebär stora tillskottslaster lokalt eller över längre sträckor. Detta får studeras vidare då utformning och nivå-sättning av området föreligger.

8. Gator och ledningar

För att förhindra att ledningsgravar orsakar en utdränering kan strömningsavskärande fyllningar behöva utföras.

9. Schaktning m.m.

Vid temporära schakter bedöms en släntlutning av 2:1 erfordras vid ett max schaktdjup av ca 2 m. Större schakter bör detaljstuderas.

Permanent schakter och fyllningar bör utföras med släntlutning v mellan 1:2 och 1:3 beroende på nivåskillnaderna vid fyllningen/schakten. Detta får bedömas från fall till fall.

Vid schakt under grundvattennivån, i samband med nederbörd eller vid riklig vattentillrinning kan flackare släntlutning och/eller erosionsskydd erfordras.

Vid schaktningsarbeten bör speciellt beaktas att jorden delvis är mycket flytbenägen. Om arbetena utförs vid kall väderlek bör schaktbotten tjälskyddas.

10. Infiltration

För att ej minska grundvattenbildningen, erhålla viss rening av dagvattnet, inte påverka omkringliggande vegetation m.m. bör infiltration genom exempelvis rörgravsmagasin inom tomtmark övervägas.

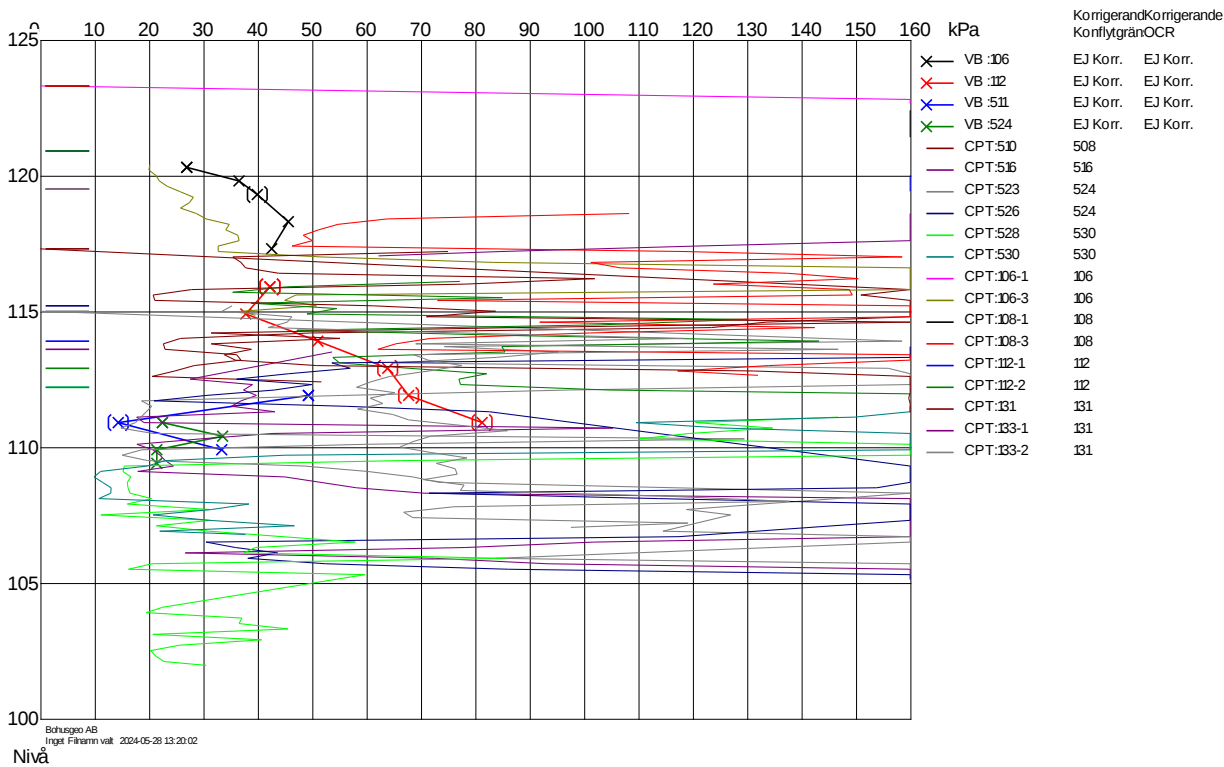
11. Bergras och blocknedfall

Det förekommer inte berg i dagen i området och risk för bergras och blocknedfall bedöms inte föreligga.

12. Kompletterande undersökningar i samband med projektering och byggande

I samband med exploateringen bör markradonmätningar utföras, speciellt om friktionsjord finns i schaktbotten.

Då byggnadslägen, byggnadsutformningar och nivåsättning m.m. föreligger bedöms kompletterande undersökningar i byggnadslägen behöva göras eftersom jordlagermaktigheterna och jordflagerförhållandena varierar inom området.

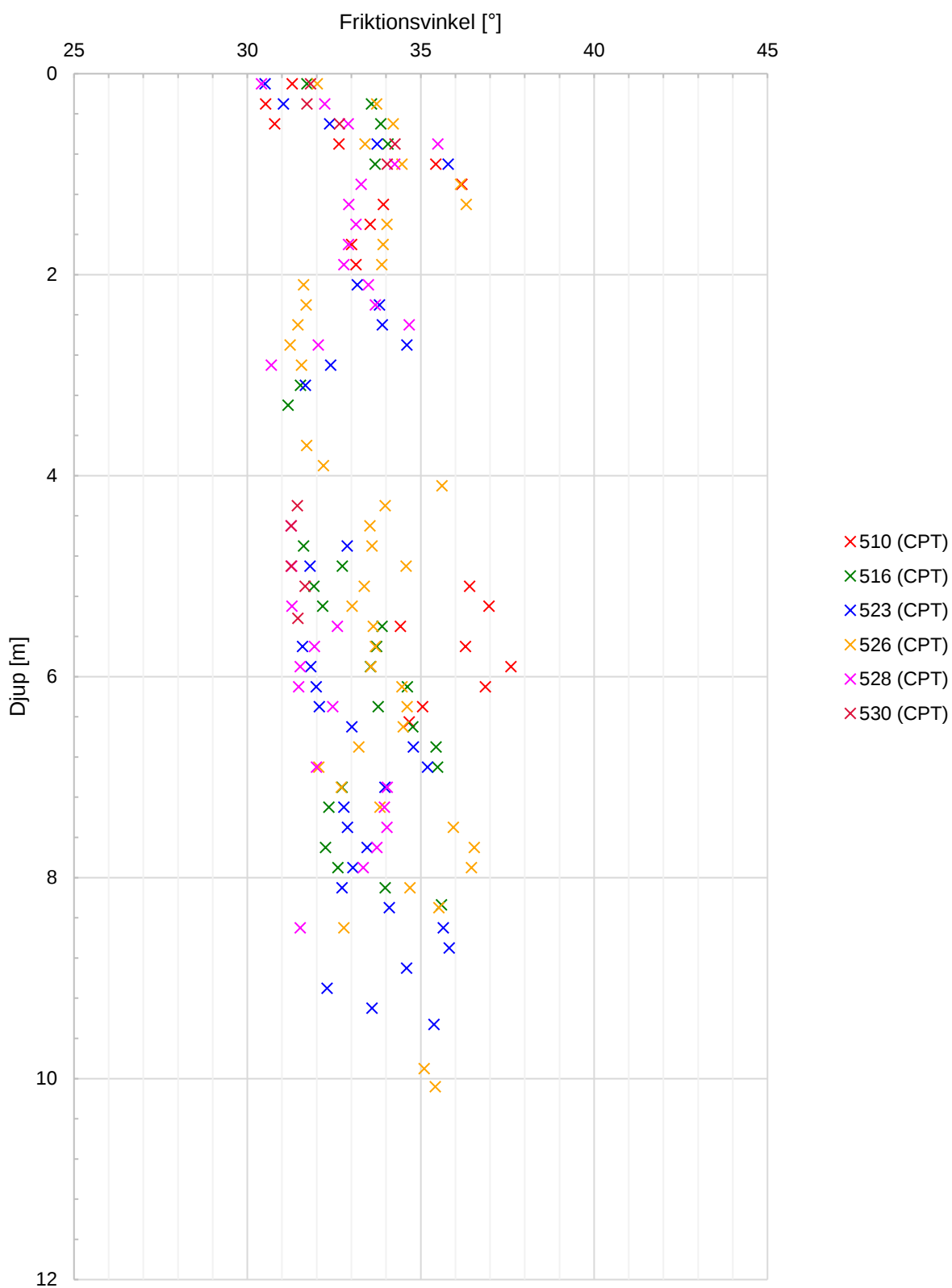


Sammanställning av skjuvhållfasthet

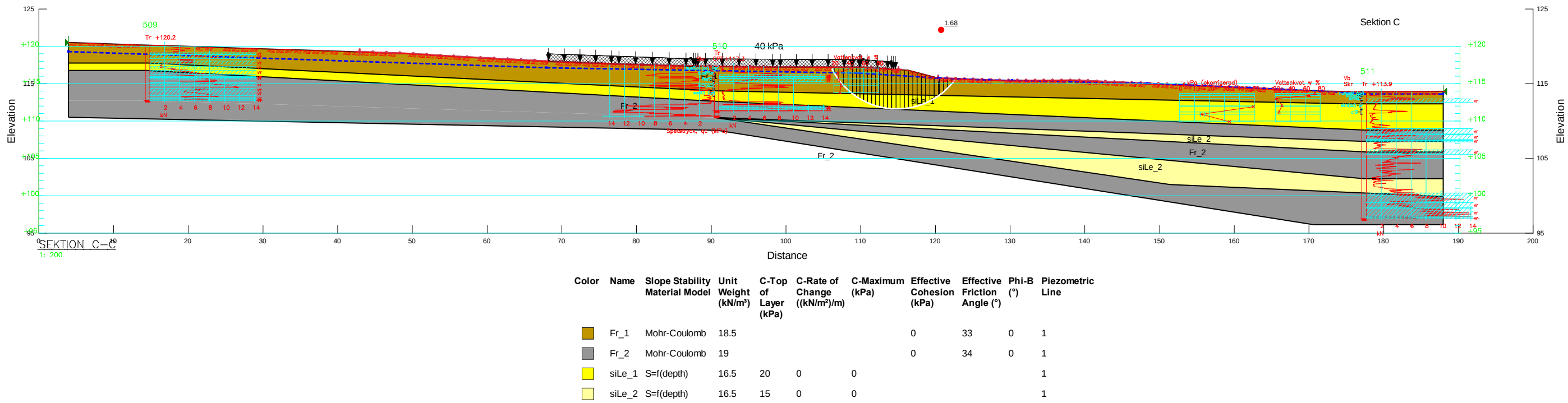
Trädgårdsstaden etapp 5

Uppdragsnummer: 24022

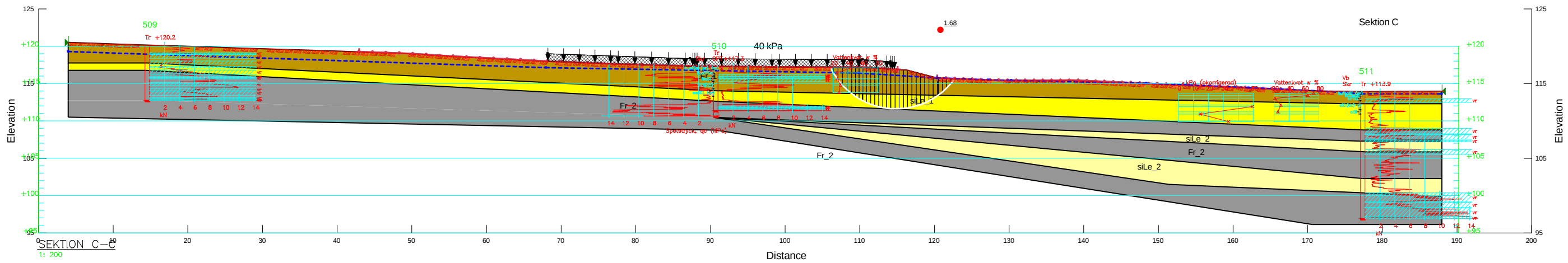
Utvärderad friktionsvinkel enl. SGI Information 3



Sammanställning av friktionsvinklar.

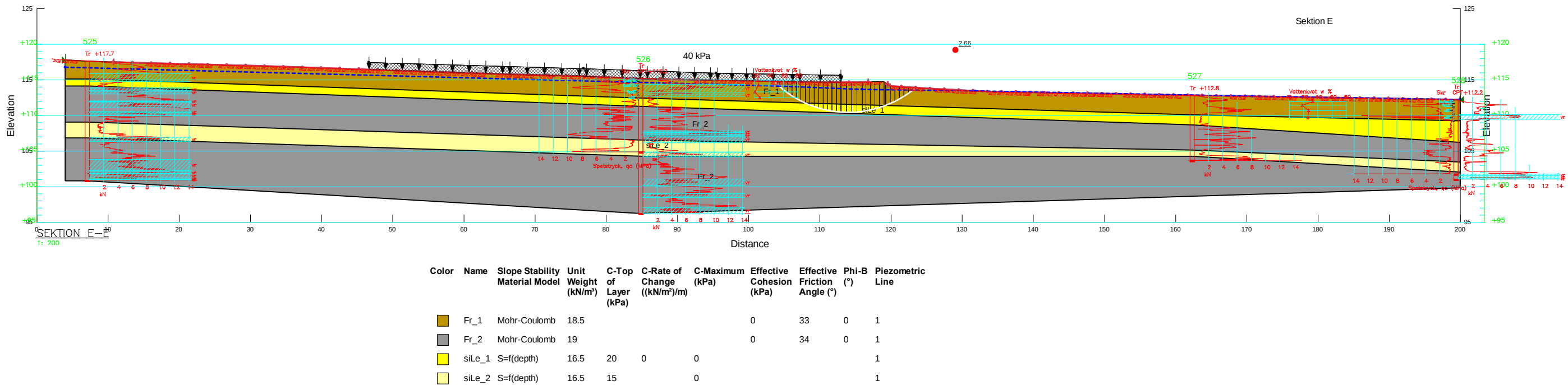


Sektion C, C-analys.

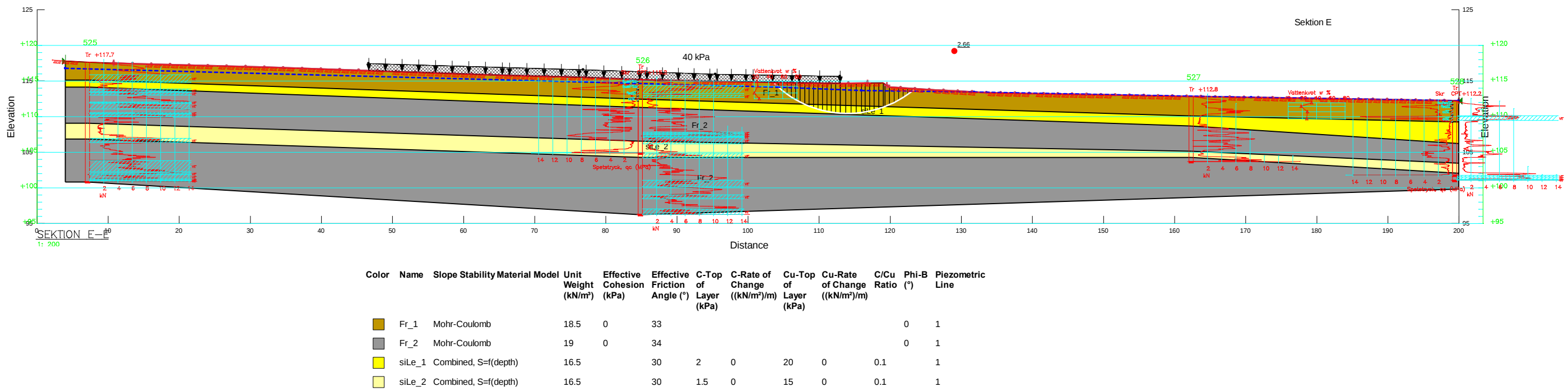


Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Piezometric Line
Fr_1	Fr_1	Mohr-Coulomb	18.5	0	33						0	1
Fr_2	Fr_2	Mohr-Coulomb	19	0	34						0	1
siLe_1	siLe_1	Combined, S=f(depth)	16.5		30	2	0	20	0	0.1		1
siLe_2	siLe_2	Combined, S=f(depth)	16.5		30	1.5		15		0.1		1

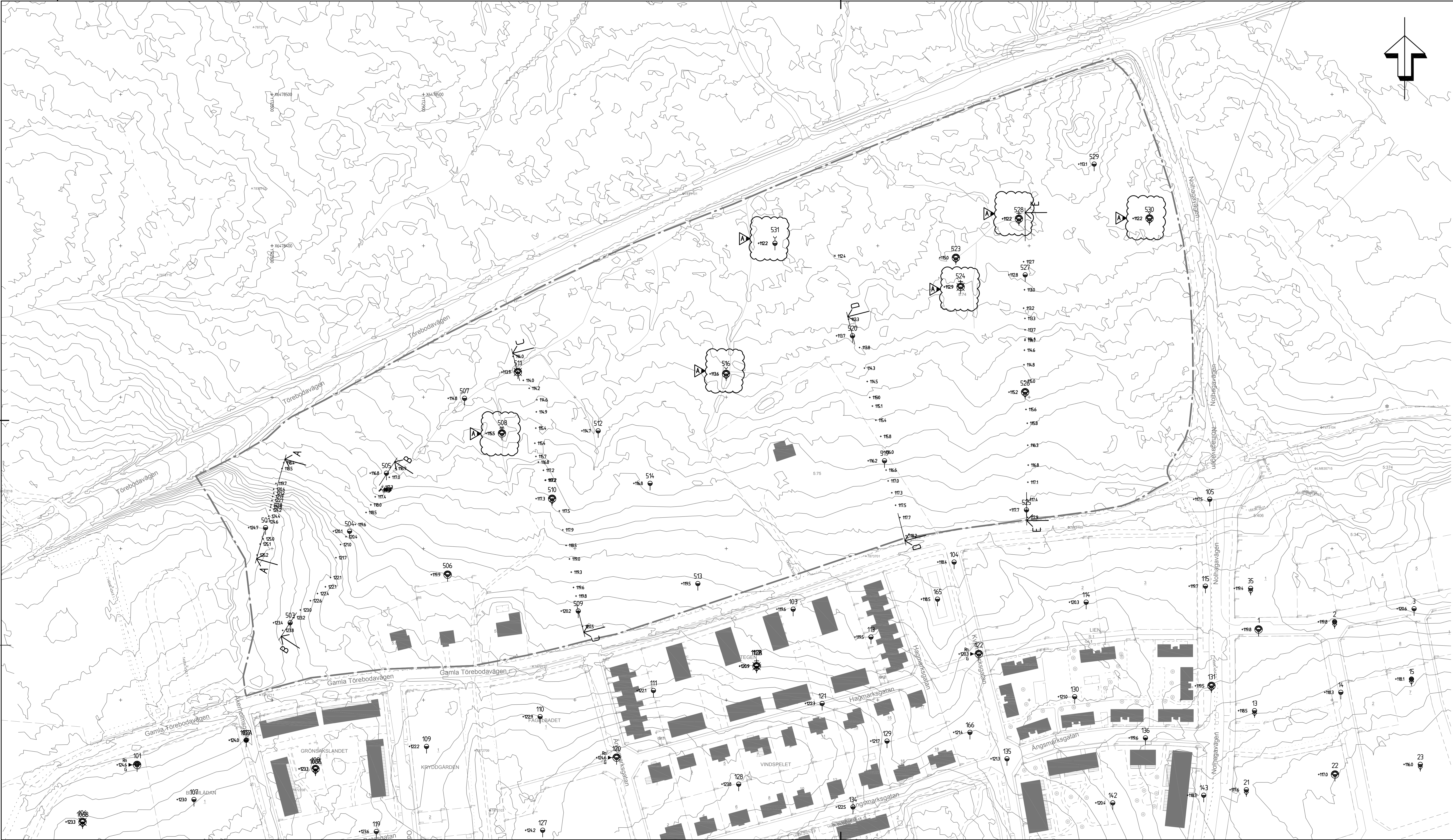
Sektion C, kombinerad analys



Sektion E, C-analys



Sektion E, kombinerad analys



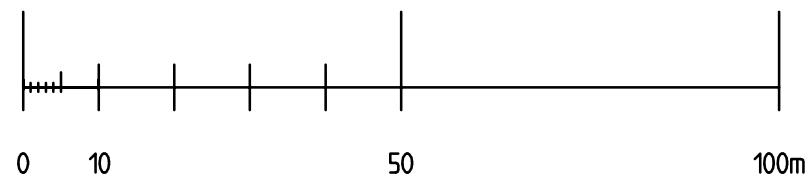
SYMBOLER OCH BETECKNINGAR
SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM. Se www.sgf.net

KOORDINATSYSTEM
I PLAN: SWEREF 99 13 30
I HÖJD: RH 2000

UNDERLAG
Från Skövde kommun:
Grundkarta+höjder+rättigheter.dwg

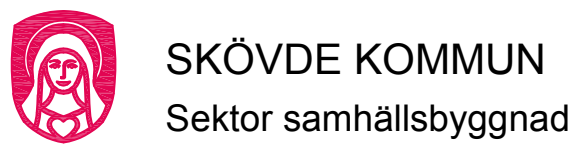
TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR
1-45 UTFÖRDA AV BOHUSGEO AB
2020-04-27, UPPDRAGSNR: 19167
101-170 UTFÖRDA AV BOHUSGEO AB
2016-11-03, UPPDRAGSNR: 16086

FÖRKLARINGAR
RITNINGEN GÄLLER ENDAST GEOTEKNISK
INFORMATION



A	10	GRUNDVATTENMÄTNINGAR OCH TRYCKSÖNDERING	IS	2024-12-17
BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM

TRÄDGÅRDSSTADEN
ETAPP 5
SKÖVDE
DETALJPLAN



bohusgeo
GEOTEKNIK

UPPDRAGSNR 24022	RITAD I STRID
DATUM 2024-05-31	HANDLAGARE D LINDBERG
GRANSKAD EJ	UPPDRAGSANSVARIG DANIEL LINDBERG

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING
PLAN

SKALA (FORMAT)	(A1)	RITNINGSNR	G101	BET
1:1000				

SS-EN 14688-1
SGF BETECKNINGSBILAD, daterad 2016-11-01
SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM. Se www.sgf.net

RH 2000



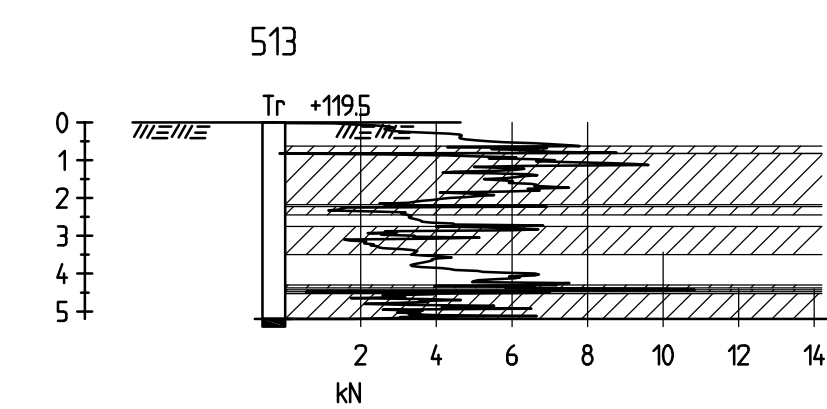
SKÖVDE KOMMUN
Sektor samhällsbyggnad

bohusgeo
GEOTEKNIK

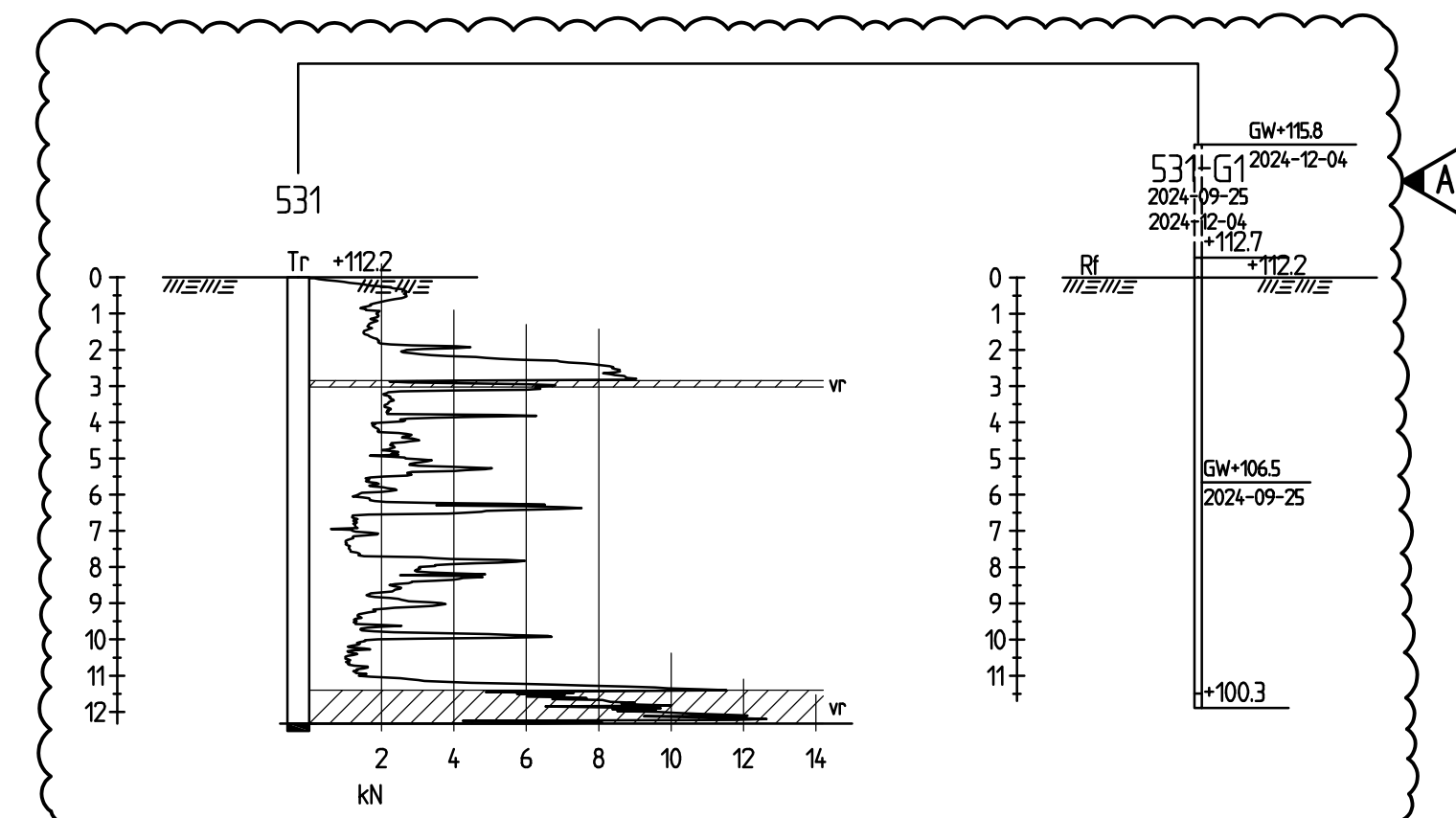
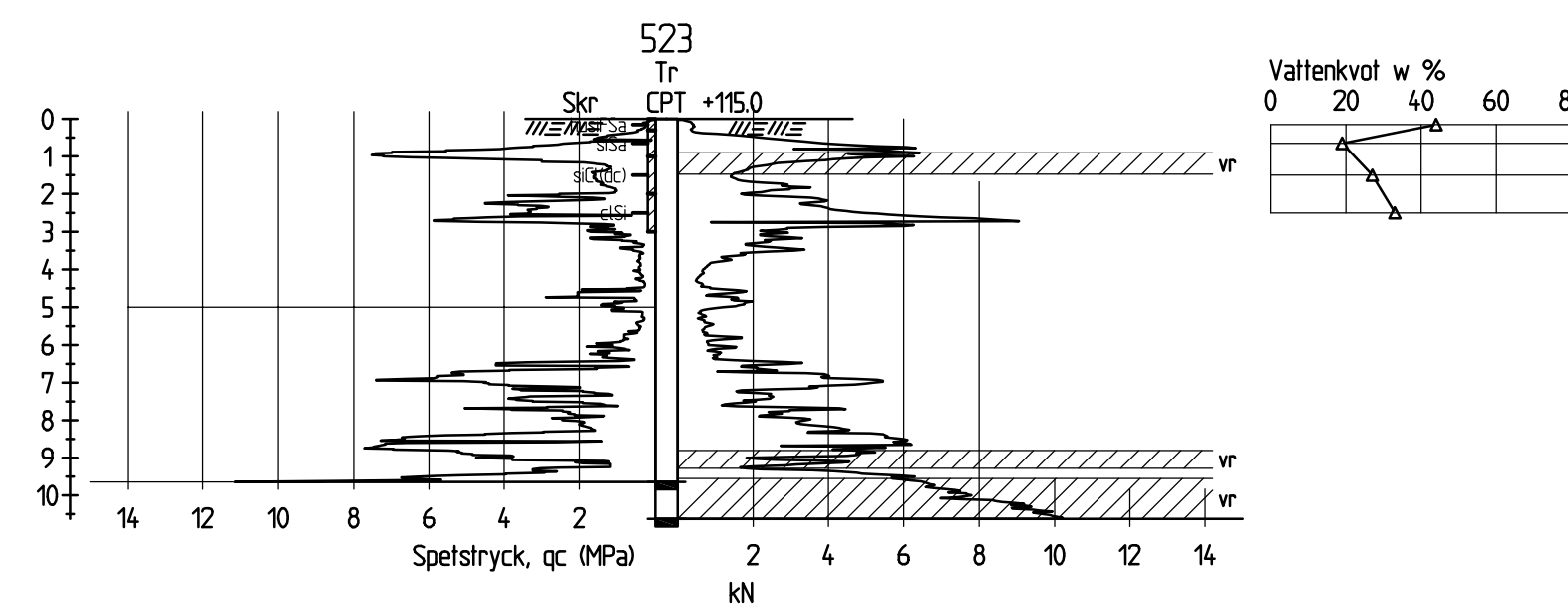
UPPDRAGSNR 24022	RITAD I STRID
DATUM 2024-05-31	HANDLAGGARE D LINDBERG
GRANSKAD EJ	UPPDRAGSANSVARIG DANIEL LINDBERG

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING
SEKTIONER A - D

SKALA (FORMAT)	(A1F)	RITINGSNR	BET
1:200		G301	

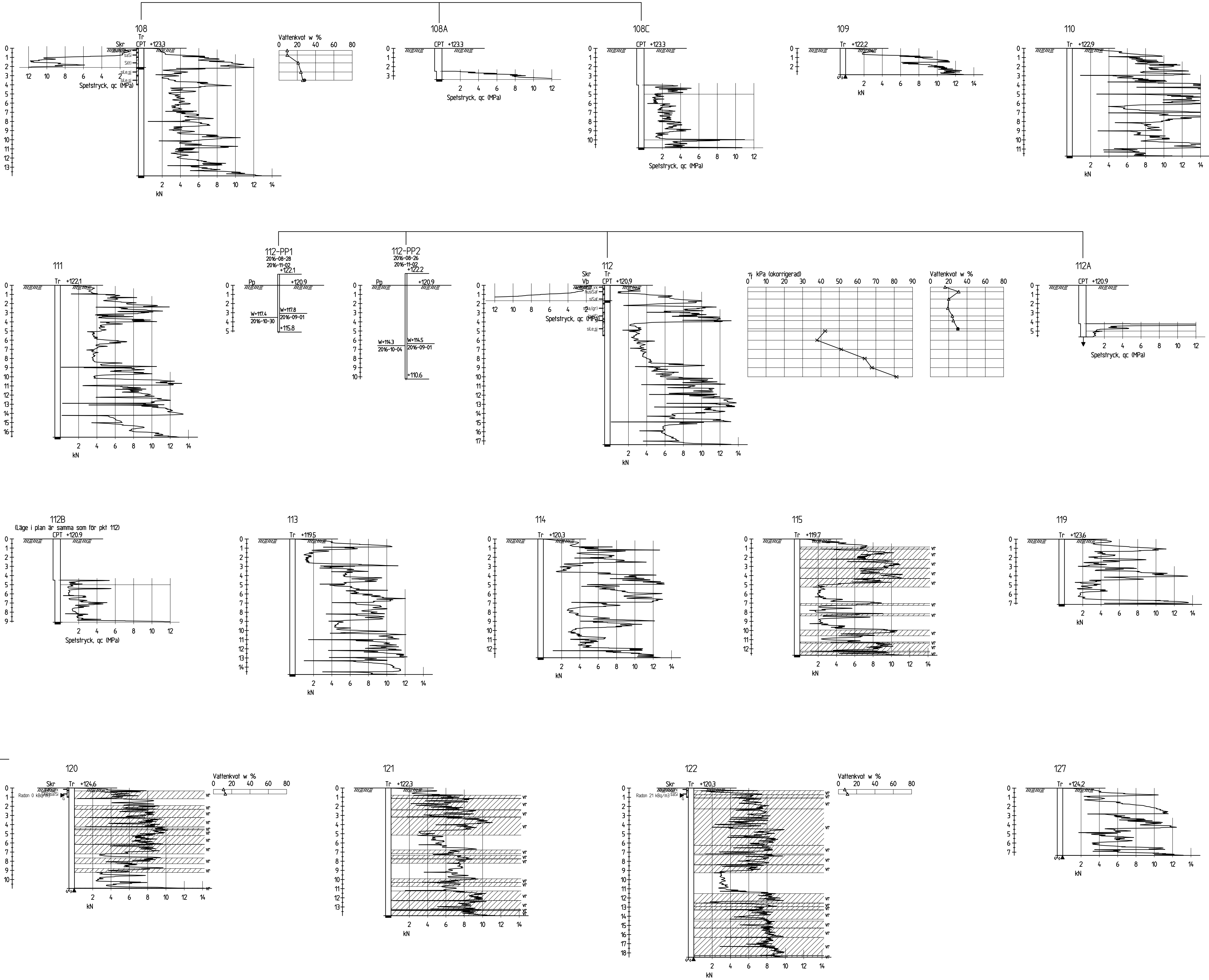
SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM. Se www.sgf.net

RH 2000



SKALA (FORMAT) (A1F)	RITINGSNR	BE
1:200	G302	

\\ref: - Modell\VA Namn\ria_ALT\tag\JK\2024\24022_ Trädgårdsstaden etapp 5\CAD\Modell\VP\Skövde kommun_Upp.dwg
\\tag\JK\2024\24022_ Trädgårdsstaden etapp 5\CAD\Modell\VP\Skövde kommun_Upp.dwg
\\tag\JK\2024\24022_ Trädgårdsstaden etapp 5\CAD\Modell\VP\Skövde kommun_Upp.dwg



SYMBOLER OCH BETECKNINGAR

SS-EN 14688-1
SGF BETECKNINGSLAD, daterad 2016-11-01
SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM. Se www.sgf.net

HÖJDSYSTEM

RH 2000

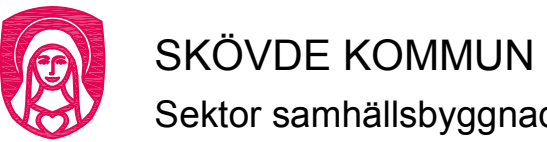
TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

1-45 UTFÖRDA AV BOHUSGEO AB
2020-04-27, UPPDRAGSNR: 19167
101-170 UTFÖRDA AV BOHUSGEO AB
2016-11-03, UPPDRAGSNR: 16086

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
-----	-----	-----------------	------	-------

TRÄDGÅRDSSTADEN ETAPP 5

SKÖVDE
DETALJPLAN



bohusgeo
GEOTEKNIK

UPPDRAGSNR 24022	RITAD I STRID
DATUM 2024-05-31	HANDLÄGGARE D LINDBERG
GRANSKAD EJ	UPPDRAGSANSVARIG DANIEL LINDBERG

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING
TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR
SEKTIONER

SKALA (FÖRHÅLL)	(A1)	RITINGSNR	BET
1:200		G402	

