bohusgeo
GEOTEKNIK

Projekterings-PM/Geoteknik

PM/Geo, nr 2.
Denna PM ersätter helt tidigare PM daterad 2025-02-04.

Brodderud 3:11 mfl

Mariestad
Detaljplan

Uppdragsnr: 24182

Bohusgeo AB 2026-06-12

Beställare

Kund:	Artis Förvaltning AB
Kontaktperson:	Pero Popovski

Bohusgeo AB

Uppdragsnummer:	24182
Uppdragsledare:	Henrik Lundström
Handläggare:	Henrik Lundström
Granskning:	Daniel Lindberg

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 2
   5.1. Mark, vegetation och topografi 2
   5.2. Geotekniska förhållanden 3
   5.3. Geohydrologiska förhållanden 5
6. Släntstabilitet 5
   6.1. Allmänt 5
   6.2. Valda parametrar 6
   6.3. Beräkningar befintliga förhållanden 6
   6.4. Resultat/slutsats 7
7. Grundläggning 8

Bilagor

Bilaga 1:1-1:3	Släntstabilitetsberäkningar

Ritningar

G101	Planritning äldre geoteknik
G301-G303	Sektioner äldre geoteknik

1. Uppdrag och syfte

Bohusgeo AB har på uppdrag av Artis Förvaltning AB utfört en geoteknisk utredning inom Brodderud och Krontorp i anslutning till E20 och Stockholmsvägen i Mariestads kommun.

Uppdragets syfte är att utreda förutsättningarna för en detaljplan med avseende på släntstabilitet. Inom området finns en äldre geoteknisk undersökning som beskriver grundläggningsförhållandena men tar inte höjd för de frågor som rör släntstabilitet för detaljplanearbetet.

Denna PM ersätter helt tidigare PM daterad 2025-02-04.

2. Underlag

Underlag för de i denna PM redovisade utvärderingarna utgörs av:

- Fält- och laboratoriearbeten utförda av BGK AB för Krontorp 1:1. Resultaten finns redovisade i en MUR daterad 2023-07-12, uppdragsnummer 24182.
- PM upprättad av BGK AB för planerad bebyggelse. Resultaten finns redovisade i en PM daterad 2023-07-12, uppdragsnummer 24182.
- Fält- och laboratoriearbete utförda för E20 erhållna på mail från Afry 2025-02-04
- Planförslag/illustrationskarta, tillhandahållen av Rådhuset arkitekter.
- SGI yttrande diarienummer 4.3.1-2509-1186 daterad 2025-09-29

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	SGI Vägledning 8 IEG Rapport 4:2010 TRVINFRA-00229 TRVINFRA-00230
Slänter och bankar	IEG Rapport 6:2008, rev 1

4. Planerad byggnation

Området planeras att bebyggas med byggnader för detaljhandel och livsmedel.

5. Befintliga förhållanden

5.1. Mark, vegetation och topografi

Det undersökta området är ca 300 x 100 m och omges i alla väderstreck av gatumark, i syd-sydväst av en trafikplats, i öster av E20 och i väster av Stockholmsvägen.

Markytans nivå varierar mellan ca +74 och +75. Stockholmsvägen och E20 ligger antingen i nivå med befintlig mark eller någon över omgivande mark.

5.2. Geotekniska förhållanden

5.2.1. Allmänt

Området utgörs generellt av grunda jorddjup. I sydöst vid trafikplatsen utgörs jordlagren enligt jordartskartan av berg med tunt jordtäcke. I norra delen av området mellan Stockholmsvägen och E20 utgörs jordlagren av fastmark, se Figur 1 och Figur 2.



Figur 1. Rött=berg, Brunt=sand, blått=morän, Gult=lera

Det totala sonderingsdjupet varierar mellan ca 1 och ca 6 m. En tolkad plan med jordlager ges i figur 3. Jordlagren bedöms under vegetationsjorden från markytan räknat i huvudsak utgöras av:

- fast ytlager
- lera (saknas delvis)
- friktionsjord vilande på berg

Det fasta ytlagret utgörs av i huvudsak av **sand** och tjockleken varierar i huvudsak mellan ca 1 och ca 1,5 m.

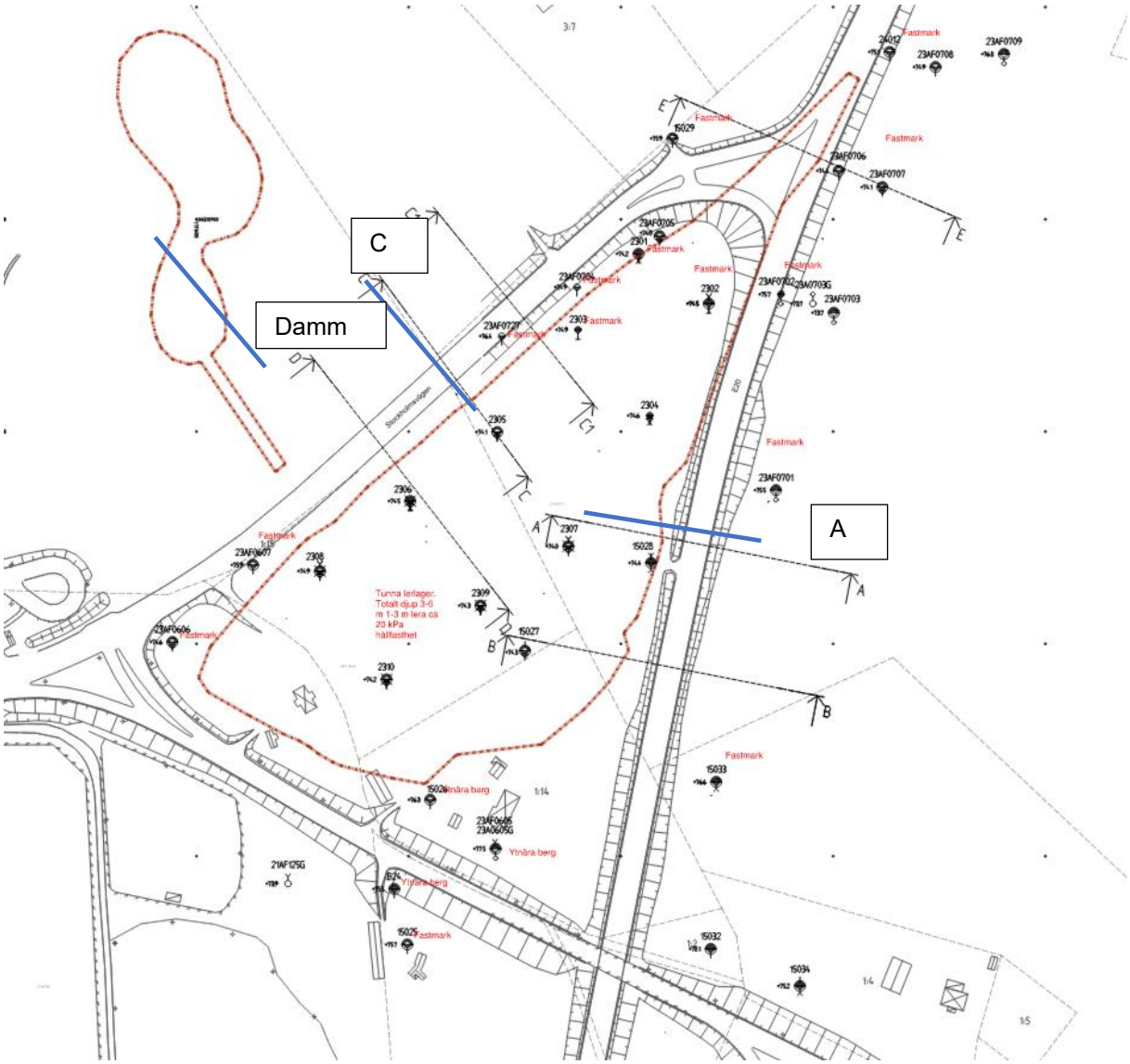
Lera finns i mellersta delen av området. Mot söder ansluter bergspartier och mot norr fastmarkspartier.

Mäktigheten av leran varierar mellan 1 och 3 m. Leran är siltig. Vattenkvoten har i huvudsak uppmätts till mellan ca 30 och 65 %. Konflytgränsen har uppmätts till mellan ca 30 och ca 55 %.

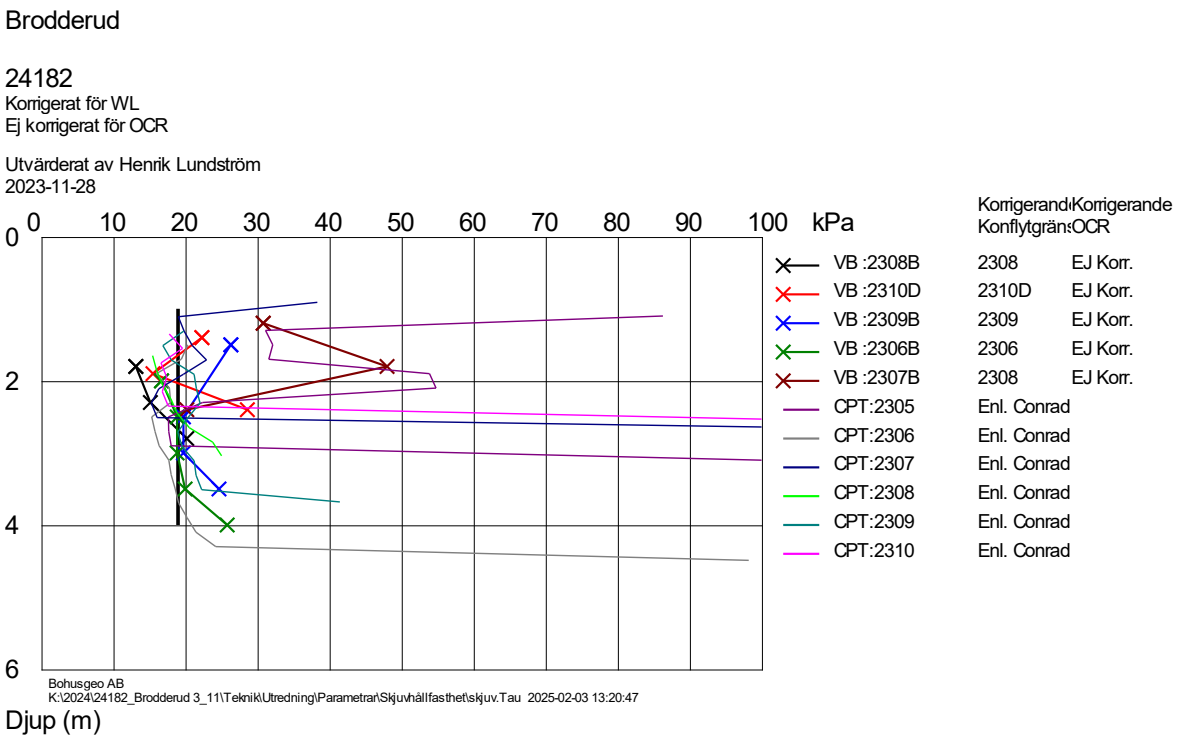
Skjuvhållfastheten har i fält bestämts genom vingförsök och CPT-sonderingar. En sammanställning av skjuvhållfastheterna redovisas i Figur 3. Den, med hänsyn till konflytgränsen, korrigerade skjuvhållfastheten uppgår till ca 19 kPa för valt härlett värde.

Friktionsjorden under leran har inte undersökts närmare. Sonderingarna har i regel trängt ned mellan ca 1 och ca 2 m och stoppat i den fast lagrade friktionsjorden.

Bergnivån har bestämts genom jord-bergsondering i nivå med utförda trycksonderingar eller någon meter djupare än utförda trycksonderingar.



Figur 2. Tolkad planbild, plangräns, samt beräkningssektioner



Figur 3. Sammanställning av korrigerad skjuvhållfasthet

5.3. Geohydrologiska förhållanden

Grundvattennivån i friktionsjorden under leran har uppmätts vid enstaka tillfälle 3 dagar efter installation. Grundvattennivån är belägen 1-2,5 m under marknivån. Nivån motsvarar ca +72,5-+73.

5.3.1. Förändrat klimat

Klimatsscenario indikerar att för de kommande 100 åren kan ökad nederbörd förväntas leda till ökade flöden och förhöjda nivåer i vattendrag och havet. Ökad nederbörd leder även till förhöjda grundvattennivåer och ökade portryck i slänter.

Vattennivån i diken har en mothållande effekt vid släntstabilitetsberäkningarna, för att inte överskatta vattennivån vid nederbörd har diken antagits stå torra. I stora drag har ett högt portryck negativ inverkan på släntstabiliteten medan ett lågt portryck har positiv inverkan. Av den anledningen kontrolleras endast höga portryck i vår känslighetsanalys för förändrat klimat.

Förutsättningar för att höga portryck, över markytans nivå, skulle uppstå bedöms som små. I stora delar av området saknas lera och friktionsjorden går i dagen. I norra delen och i södra delen finns fastmarksområde som ger dränerande nivåer. Som lägst finns markytan kring +74 - +75. Dikesnivåer i söder och norr ligger ca 0,5 m lägre än ovan angiven markyta.

6. Släntstabilitet

6.1. Allmänt

Släntstabiliteten har beräknats i 3 sektioner, se placering i figur 2.

Sektionernas läge har valt utifrån höjdskillnader utgående från lantmäteriets höjddatabas, omgivande marknivå samt var det finns lera.

Stabilitetsberäkningarna har utförts med datorprogrammet Geosuite Stability. Beräkningarna har utförts med cirkulärcylindriska 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 2.

Tabell 2 Erforderliga säkerhetsfaktorer enligt IEG R4:2010

Utredningsnivå	F_c	F_{komb}
Detaljerad utredning, nyexploatering	≥ 1,7 - 1,5	≥ 1,5 - 1,4

För att välja erforderliga säkerhetsfaktorer har en värdering gjorts utifrån utförda undersökningar. Vår bedömning är att de beräknade säkerheterna bör ligga i det övre intervallet av detaljerad utredning.

Tabell 3 Valda erforderliga säkerhetsfaktorer

Utredningsnivå	F_c	F_{komb}
Detaljerad utredning, nyexploatering	≥ 1,6	≥ 1,45

6.2. Valda parametrar

6.2.1. Skjuvhållfasthet

Valda skjuvhållfastheter framgår av figur 3.

6.2.2. Portryck

Vid beräkningarna har en högt stående grundvattennivå antagits för beräkningarna i det fasta ytskiktet. Portrycksantagandet bedöms vara på säkra sidan.

6.2.3. Laster

Vid beräkningarna har en variabel last ansatts läng E20 och Stockholmsvägen för att ta hänsyn till trafiklast enl. TKV Infra.

Vid beräkning med totalsäkerhetsanalys ansätts en karakteristisk last på 20 kPa i beräkningen. Vid beräkningar med kombinerad analys kan normalt trafiklasten försummas.

6.2.4. Geometri markyta och jordlager

Vid beräkningarna har geometrier för markens överyta hämtats från lantmäteriets höjddatabas. Geometrierna verkar stämma i höjd med jämförelse av foto och kartor. För stabilitetsberäkningar har lerans underkant förlängts nedåt så att lerlagren är ca 1 m djupare än vad utförda sonderingar visar. Jordlagermodellen bedöms således vara på säkra sidan.

6.3. Beräkningar befintliga förhållanden

Beräknade säkerhetsfaktorer redovisas i Tabell 4.

Tabell 4. Beräknade säkerhetsfaktorer, befintliga förhållanden

Sektion\Analys	F_c	F_{komb}
Sektion A	2,67	3,23
Sektion C	1,88	2,65

Sektion C med 20 kPa	1,88	1,90
Sektion Damm, Slänt 1:3 och störrsta höjdskillnad 2 m	2,77	1,86

De största höjdskillnaderna tillsammans med laster finns i sektion C. För beräkningen gäller att den variabla lasten på 20 kPa kan försummas om den är en trafiklast.

En damm för dagvatten är tänkt att placeras väster om Stockholmsvägen. Avståndet från Stockholmsvägen till dammen är ca 70 m. Vattendjupet i dammen kommer att vara mellan ca 1-2 m. I stabilitetsberäkningen har ett djup av 2 m antagits och med en slänt 1:3.

Eftersom avståndet mellan dammen och planområdets exploaterade delar är 70 m och att markytan är plan och horisontell påverkas inte planområdets stabilitet av dammens läge och djup.

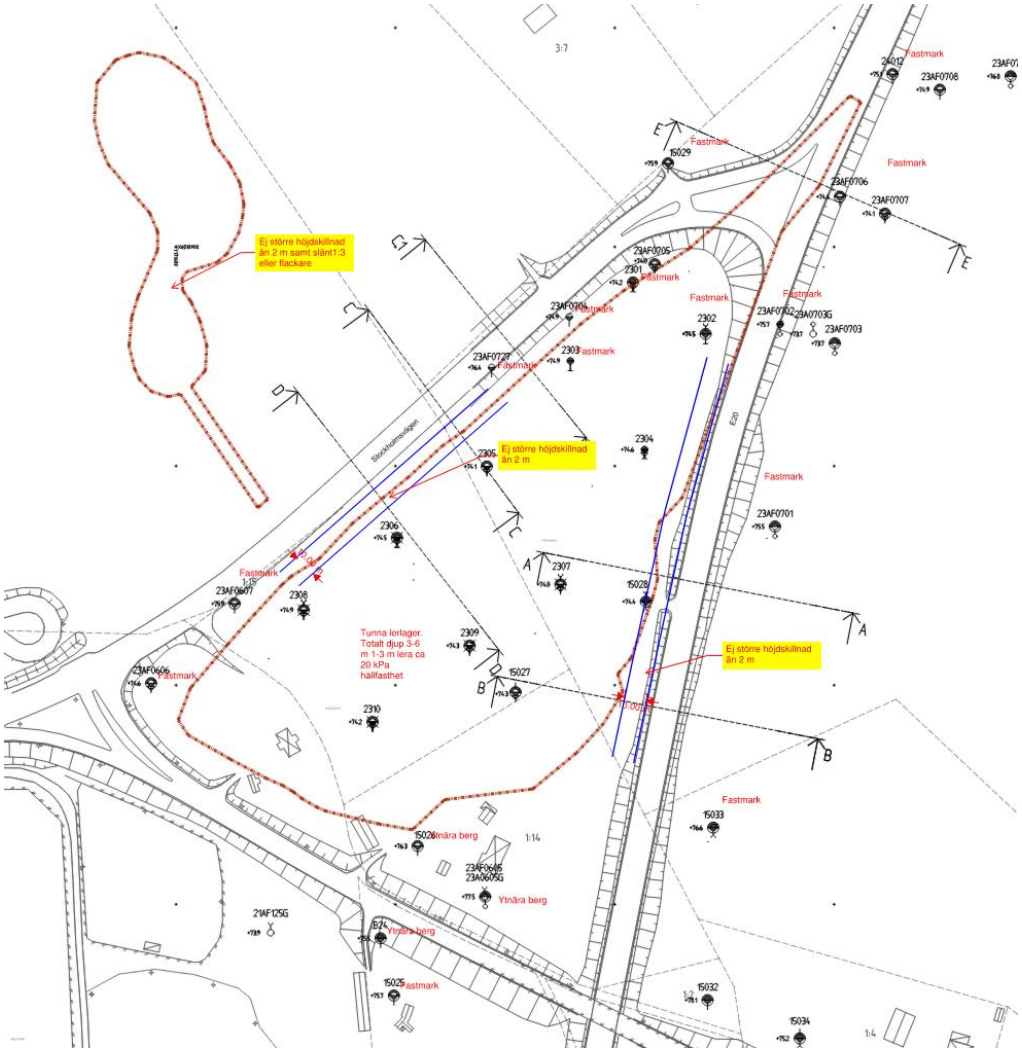
6.4. Resultat/slutsats

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

För att inte försämra släntstabiliteten vid Stockholmsvägen och E20 skall schakt undvikas om höjdskillnaden för en permanent schakt blir större än 2 m från vägens överyta (sektion C gäller generellt). Bedömningen för detta utgår från vägbankens höjd och beräknad säkerhetsfaktor. Detta gäller på ett avstånd av 10 m från vägarnas dikesbotten. För temporära schakter inom denna zon krävs att schakter detaljstuderas.

Inom hela planområdet där lera finns gäller att permanenta fyllningar på över 2 m samt 20 kPa belastning ej skall överskridas. Permanenta slänter skall ha en släntlutning av 1:3 eller flackare.

Vid den planerade dammen skall höjdskillnader mellan dammens botten och krön ej överstiga 2 m. dammens slänt skall vara i slänt 1:3 eller flackare. De beräknade säkerhetsfaktorerna tar höjd för att man skall kunna ha maskiner för skötsel av dammen.



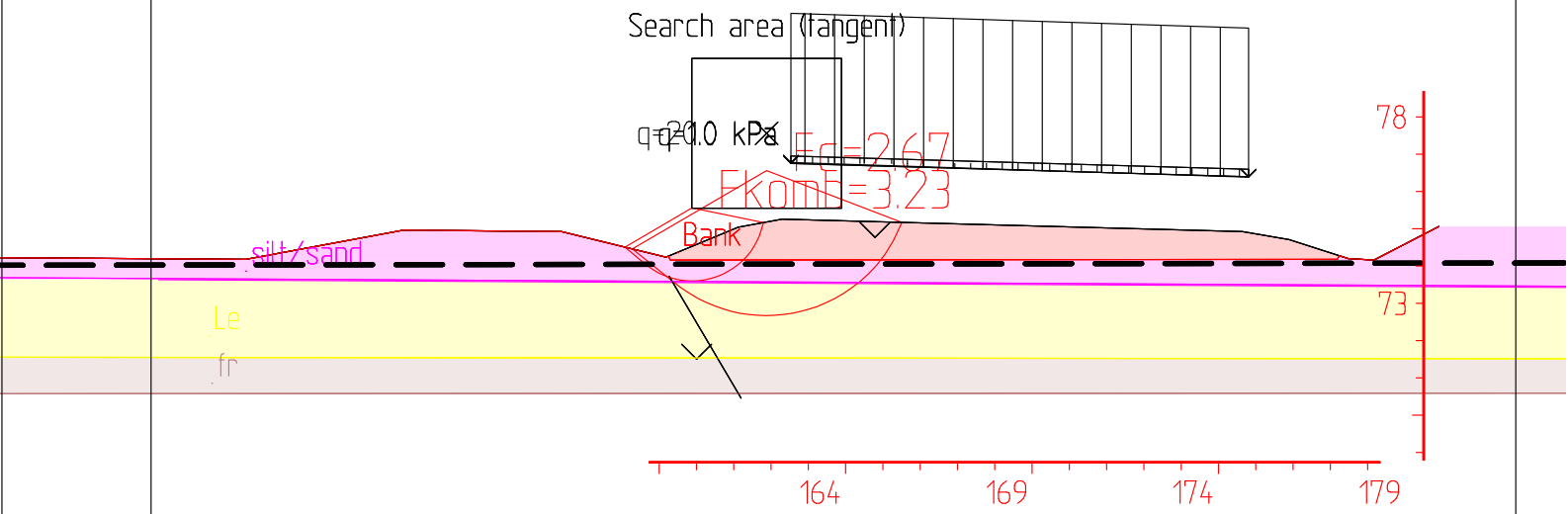
Figur 4. Begränsningar för planarbetet

7. Grundläggning

I denna handling ges inga detaljerade grundläggningsrekommendationer utan här hänvisas till PM upprättad av BGK AB, se kap2 underlag.

Vid schaktning av dammen finns risk för hydraulisk bottenupptryckning om jordlagren utgörs av lera. Vid detaljutformning skall hänsyn till detta tas.

Bilaga 1:1



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Bank	18.00	11.00	35.0	0.0	100.0	1.00	1.00	1.00
silt/sand	18.00	11.00	32.0	0.0	100.0	1.00	1.00	1.00
Le	18.00	8.00	30.0	1.9	19.0+C	1.00	1.00	1.00
fr	19.00	11.00	32.0	0.0	100.0	1.00	1.00	1.00

Artis förvaltning

Brodderud 3:11, Mariestad

Totalsäkerhetsanalys

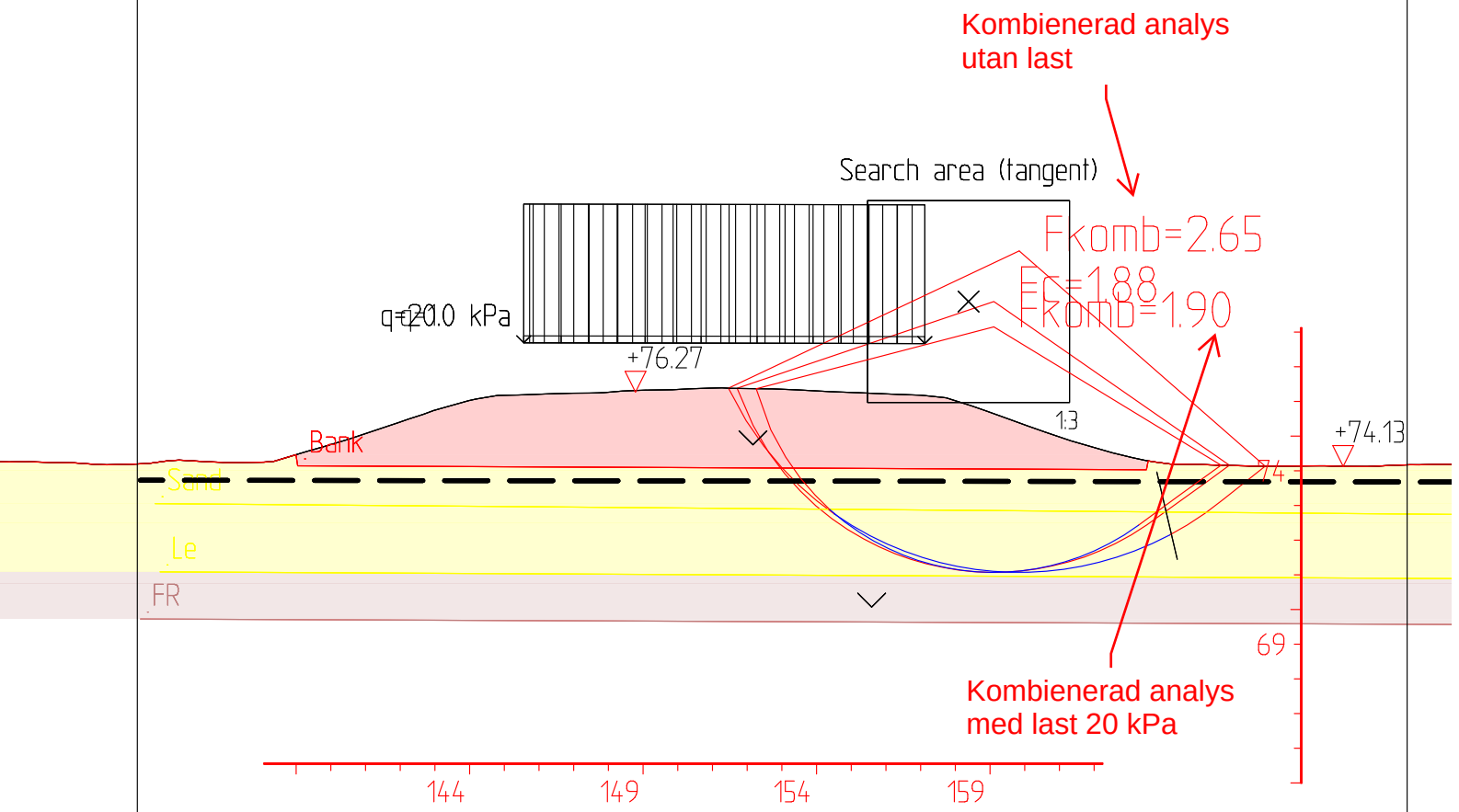
Sektion A, Bef

2025-01-31 k:\2024\24182_brodderud 3_11\cad\autograf-geosuite\stabgraf.rit\s

Henrik L

Uppdragsnr: 24182

Datum: 2026-06-12



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Bank	18.00	11.00	35.0	0.0	100.0	1.00	1.00	1.00
Sand	18.00	11.00	32.0	0.0	100.0	1.00	1.00	1.00
Le	16.00	6.00	30.0	1.9	19.0	1.00	1.00	1.00
FR	18.00	11.00	35.0	0.0	100.0	1.00	1.00	1.00

Artis förvaltning

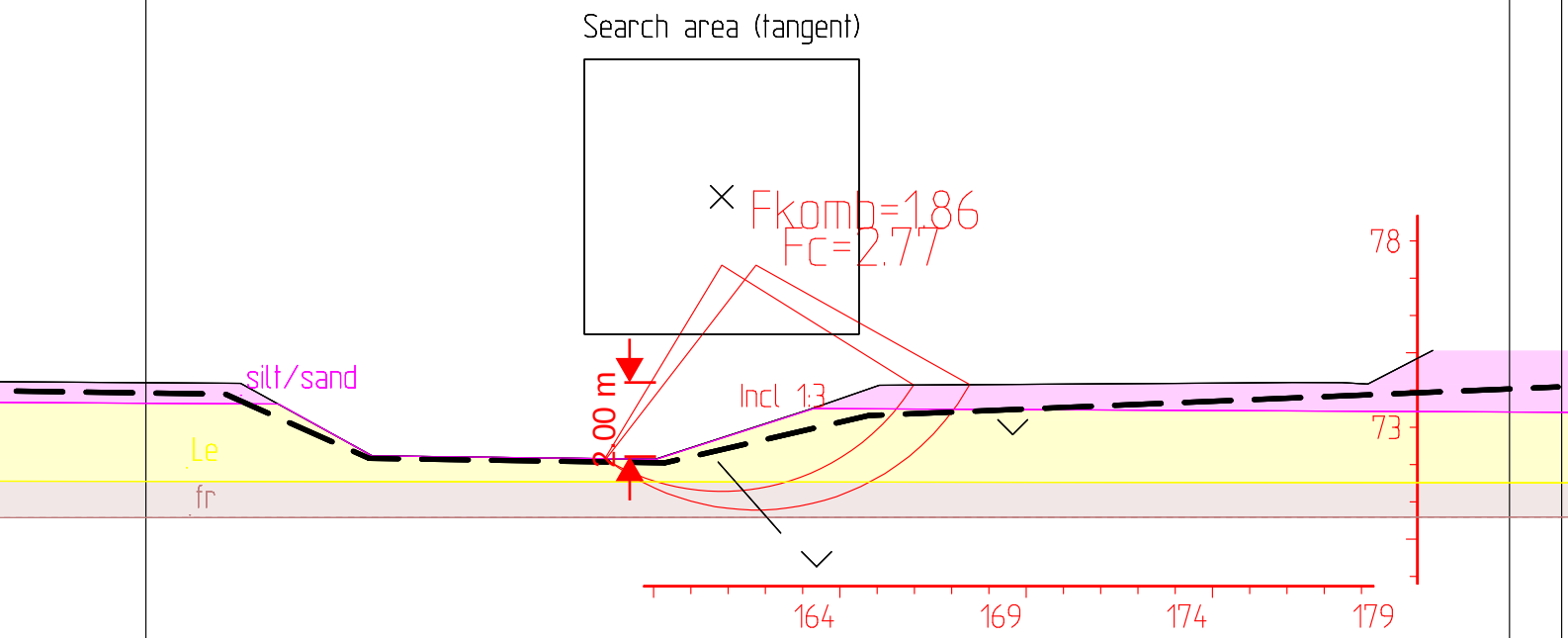
Brodderud 3:11, Mariestad

Totalsäkerhetsanalys
Sektion C, Befintlig väg

2025-01-30 k:\2024\24182_brodderud 3_11\cad\autograf-geosuite\stabgraf.rit\

Henrik L

Uppdragsnr: 24182
Datum: 2026-06-12



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
silt/sand	18.00	11.00	32.0	0.0	100.0	1.00	1.00	1.00
Le	18.00	8.00	30.0	1.9	19.0+C	1.00	1.00	1.00
fr	19.00	11.00	32.0	0.0	100.0	1.00	1.00	1.00

Artis förvaltning

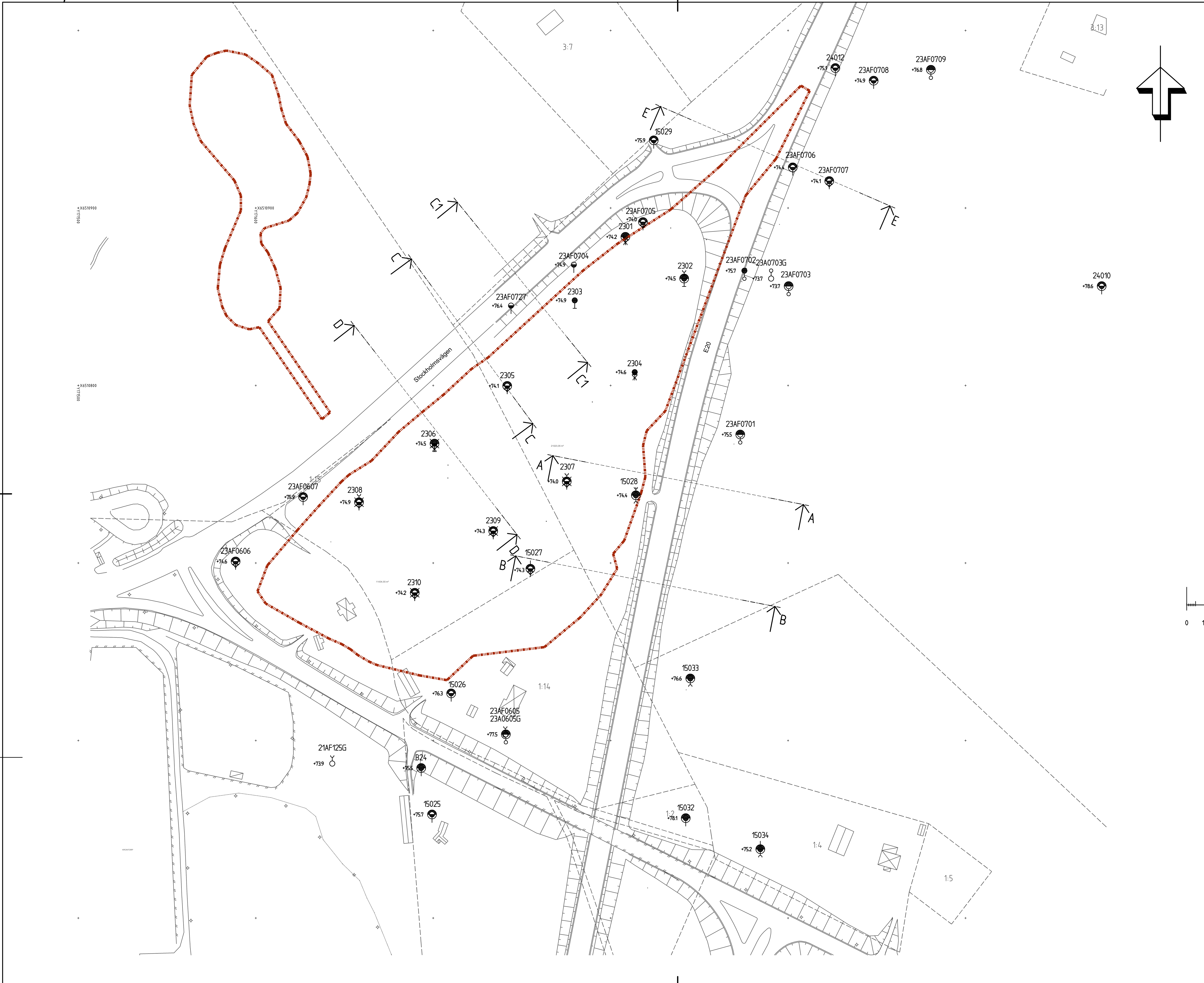
Brodderud 3:11, Mariestad

Totalsäkerhetsanalys
Sektion dammläge

2026-06-15 k:\2024\24182_brodderud 3_11\cad\autograf-geosuite\stabgraf.rit\s

Henrik L

Uppdragsnr: 24182
Datum: 2026-06-12



SYMBOLER OCH BETECKNINGAR

SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM. Se www.sgf.net

KOORDINATSYSTEM

I PLAN: SWEREF99 13 30

I HÖJD: RH2000

UNDERLAG

Karta240320Alt1.dwg (grundkarta), erhållen 2024-12-11

Planområdesgäns 26-06-08.dwg

TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

23xx | UTFÖRDA AV BGK BYGG OCH GEOKONSTRUKTIONER, 2023-07-12, ARB. NR 2023-121

ÖVRIGA REDOVISADE PÅ PLANEN PUNKTER HAR ERHÅLLITS FRÅN AFRY 2025-02-04 (AUTOGRAF.DBF)

FÖRKLARINGAR

RITNINGEN GÄLLER ENDAST GEOTEKNISK INFORMATION.

DETALJPLANESGRÄNS (Underlag: Planområdesgräns 26-06-08.dwg)

0 10 50 100m

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM

BRODDERUD 3:11 m.fl.

MARIESTAD
DETALJPLAN

bohusgeo GEOTEKNIK

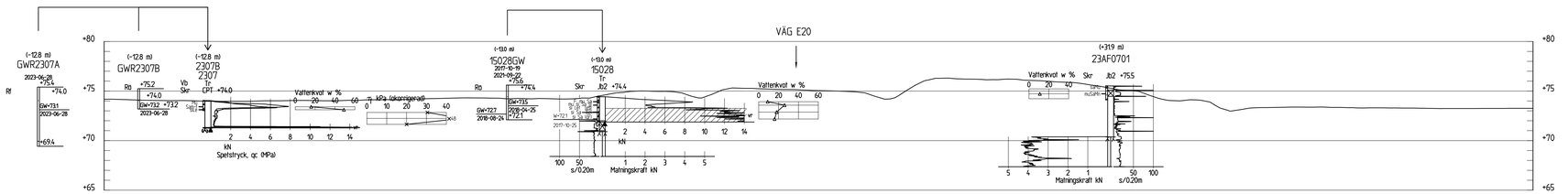
UPPDRAGSNR	RITAD
24182	K DRWAL WARTA
DATUM	HANDLÄGGARE
2026-06-12	H LUNDSTRÖM
GRANSKAD	UPPDRAGSANSVARIG
DL	HENRIK LUNDSTRÖM

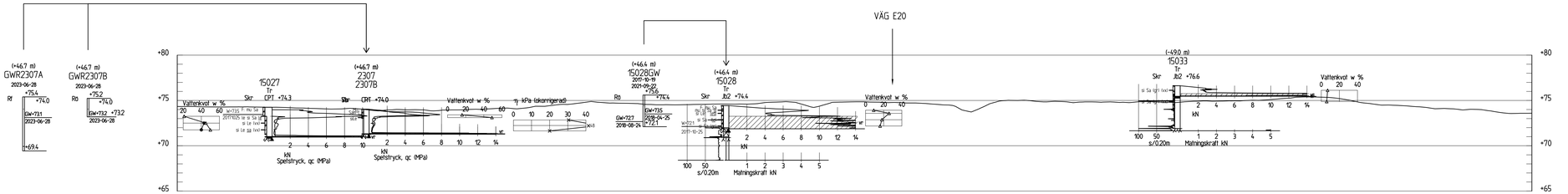
GEOTEKNISK UNDERSÖKNING

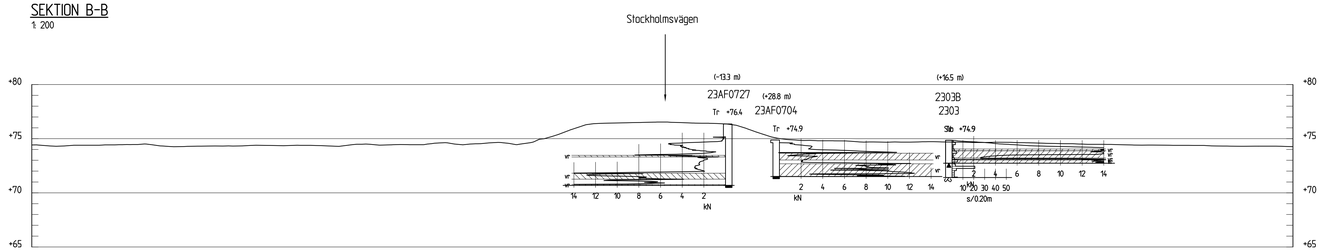
PLAN

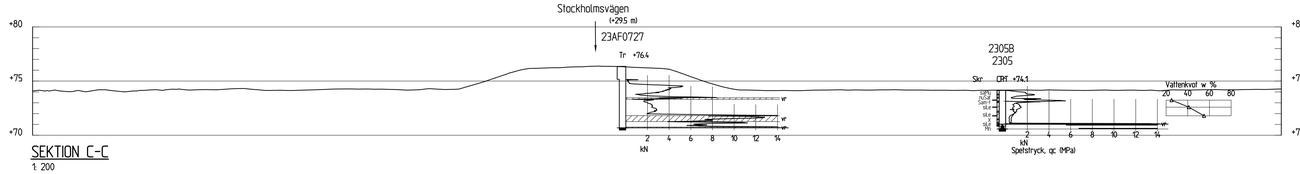
SKALA (FORMAT) (A1)	RITNINGSNR	BET
1:1000	G101	

FIL: K:\2024\24182_BRODDERUD 3_11\CAD\RITDEF\G101.DWG









SYMBOLER OCH BETECKNINGAR

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

HÖJDSYSTEM

RH2000

TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

23xx	UTFÖRDA AV BGK BYGG OCH
GWR23xx	GWR23xx GEOKONSTRUKTIONER, 2023-07-12, ARB. NR 2023-121

ÖVRIGA PUNKTER HAR ERHÅLLITS FRÅN AFRY 2025-02-04 (AUTOGRAF.DBF)

FÖRKLARING

——— AVSER MARKLINJE FRÅN LANTMÄTERIETS HÖJDDATA. UNDERLAGET HAR HÄMTATS 2025-01-14 I FORM AV EN LAZ-FIL. DATAPROGRAMMET SURFER 26 OCH NOVAPOINT 2020 (ac21) HAR ANVÄNTS FÖR HANTERING AV LASERDATA OCH GENERERING AV EN TERRÄNGMODELL (TMOD). REDOVISAD MARKNIVÅ KAN DELVIS AVVIKA FRÅN DEN VERKLIGA NIVÅN.

(+xx m) AVSTÅND MELLAN PUNKT OCH
(-xx m) SEKTION (framför (+)/bakom (-) sektionen)

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM

BRODDERUD 3:11 m.fl.

MARIESTAD
DETALJPLAN

bohusgeo
GEOTEKNIK

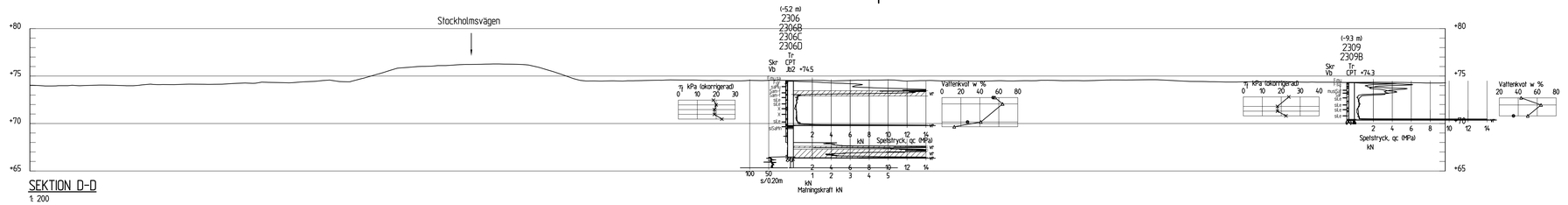
UPPDRAGSNR	RITAD
24182	K DRWAL WARTA
DATUM	HANDLÄGGARE
2026-06-12	H LUNDSTRÖM
GRANSKAD	UPPDRAGSANSVARIG
DL	HENRIK LUNDSTRÖM

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING
SEKTIONER A-A, B-B, C1-C1, C-C

SKALA (FORMAT)	(A1)	RITNINGSNR	BET
1:200		G301	

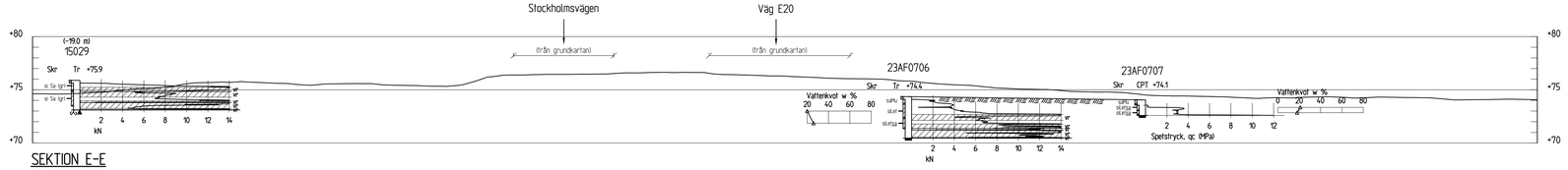
PL 4_V20\VÄG BRODDERUD 3_11\ACAD\PDF\G301.DWG

K:\P24\...\Modell\FMarmo\v_A_117.dwg | G301-A.dwg | J:\Modell\FVattenkvot.dwg | J:\Modell\GUM-3301_Sektion A-A.dwg | J:\Modell\GUM-3301_Sektion B-B.dwg | J:\Modell\GUM-3301_Sektion C1-C1.dwg | J:\Modell\GUM-3301_Sektion C-C.dwg



SEKTION D-D

1: 200



SEKTION E-E

1: 200

SYMBOLER OCH BETECKNINGAR

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

HÖJDSYSTEM

RH2000

TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

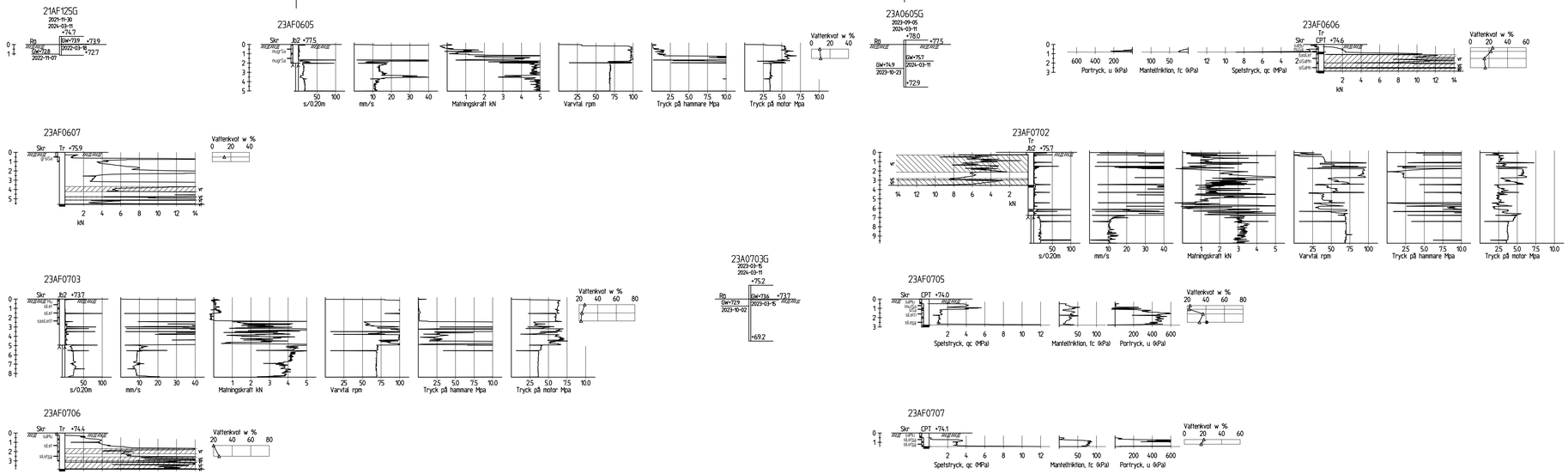
23xx	UTFÖRDA AV BGK BYGG OCH
GWR23xx	GWR23xx GEOKONSTRUKTIONER, 2023-07-12, ARB. NR 2023-121

ÖVRIGA PUNKTER HAR ERHÅLLITS FRÅN AFRY 2025-02-04 (AUTOGRAF.DBF)

FÖRKLARING

——— AVSER MARKLINJE FRÅN LANTMÄTERIETS HÖJDDATA. UNDERLAGET HAR HÄMTATS 2025-01-14 I FORM AV EN LAZ-FIL. DATAPROGRAMMET SURFER 26 OCH NOVAPOINT 2020 (ac21) HAR ANVÄNTS FÖR HANTERING AV LASERDATA OCH GENERERING AV EN TERRÄNGMODELL (TMOD). REDOVISAD MARKNIVÅ KAN DELVIS AVVIKA FRÅN DEN VERKLIGA NIVÅN.

(+xx m) (-xx m) AVSTÅND MELLAN PUNKT OCH SEKTION (framför (+)/bakom (-) sektionen)



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM

BRODDERUD 3:11 m.fl.

MARIESTAD
DETALJPLAN

bohusgeo
GEOTEKNIK

UPPDRAGSNR 24182	RITAD K DRWAL WARTA
DATUM 2026-06-12	HANDLÄGGARE H LUNDSTRÖM
GRANSKAD DL	UPPDRAGSANSVARIG HENRIK LUNDSTRÖM

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING

SEKTIONER D-D, E-E
BORRHÅL MED PREFIX 21A-, 23A-

SKALA (FORMAT)	RITNINGSNR	BET
1:200 (A1)	G302	

K:\2024\24182_BRODDERUD 3_11 m.fl\Projekt\Geoteknisk utredning\Modell\GUM-3301_Sektion D-D.dwg | K:\Modell\GUM-3301_Sektion D-D.dwg | K:\Modell\GUM-3301_Sektion E-E.dwg

SYMBOLER OCH BETECKNINGAR

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

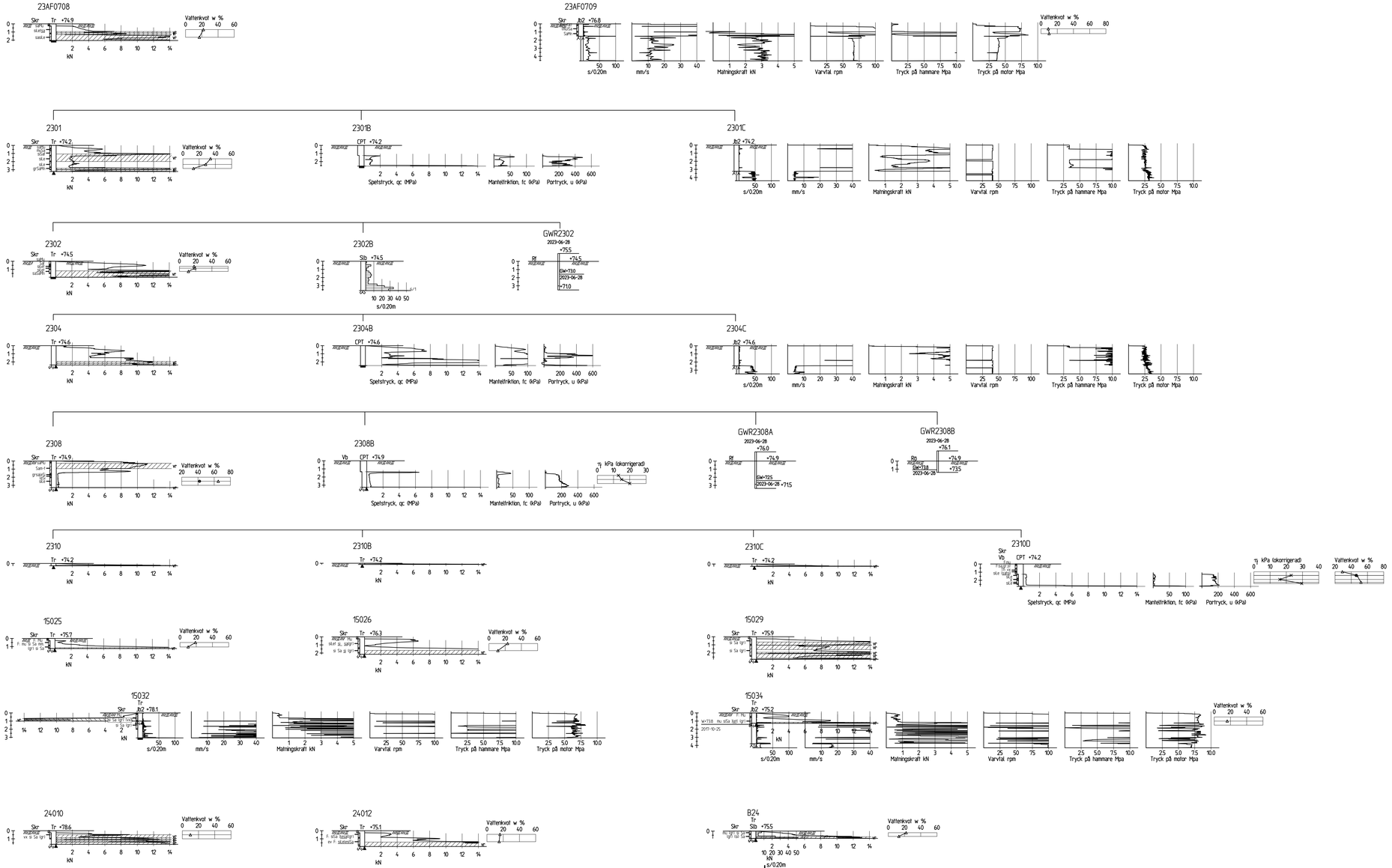
HÖJDSYSTEM

RH2000

TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

23xx	UTFÖRDA AV BGK BYGG OCH
GWR23xx	GWR23xx GEOKONSTRUKTIONER, 2023-07-12, ARB. NR 2023-121

ÖVRIGA PUNKTER HAR ERHÅLLITS FRÅN AFRY 2025-02-04 (AUTOGRAF.DBF)



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM

BRODDERUD 3:11 m.fl.

MARIESTAD
DETALJPLAN

bohusgeo
GEOTEKNIK

UPPDRAGSNR: 24182	RITAD: K DRWAL WARTA
DATUM: 2026-06-12	HANDLÄGGARE: H LUNDSTRÖM
GRANSKAD: DL	UPPDRAGSANSVARIG: HENRIK LUNDSTRÖM

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING
BORRHÅL MED PREFIX 23A-, 23-, 15-, 24- OCH B-

SKALA (FORMAT)	RITNINGSNR	BET
1:200 (A1)	G303	