
RAPPORT

Områdestabilitet Torsbekkdalen

OPPDRAKSGIVER

Sarpsborg kommune

EMNE

ROS-analyse områdestabilitet

DATO / REVISJON: 3. juni 2021 / 02

DOKUMENTKODE: 10220123-RIG-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Områdestabilitet Torsbekkdalen	DOKUMENTKODE	10220123-RIG-RAP-001
EMNE	ROS-analyse områdestabilitet	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Sarpsborg kommune	OPPDRAGSLEDER	Espen Fiskum
KONTAKTPERSON	John Thorvald Grini	UTARBEIDET AV	Petter Boge Kjønnås
KOORDINATER	SONE: 32 ØST: 619515 NORD: 6573472	ANSVARLIG ENHET	10111063 Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.	1 / 2000/1774/1789 / / Sarpsborg		

SAMMENDRAG

Sarpsborg kommune og Skolt Utvikling AS planlegger å etablere henholdsvis en innfartsparkering på tomt 1/1774 og 1/2000 og et nærings- og boligbygg på tomt 1/1789 i Sarpsborg kommune. Multiconsult er i den sammenheng engasjert for å utføre en samlet områdestabilitetsvurdering for begge de planlagte utbyggingene.

Innfartsparkeringen og nærings- og boligbyggene er vurdert å ligge i henholdsvis tiltakskategori K1 og K4. Den beregnede sikkerheten er funnet tilfredsstillende for alle profiler i henhold til regelverket, men er vurdert som noe lav i profil C-C. Det anbefales derfor at innfartsparkeringen utføres som en fylling med en belastning som tilsvarer minst 20 kPa over dagens spenningsnivå for å øke sikkerheten mot skred *med 8-20%*, dette også sett i sammenheng med at det trolig må etableres forsterkningslag for parkeringsplassen på ca. 1,3m.

I neste planfase må etablering av fylling for parkeringsplassen og etablering av byggene detaljprosjekteres samt at det må utarbeides faseplaner som sikrer tilfredsstillende sikkerhet mot skred i alle anleggsfaser. Tilstanden til Torsbekken og kulverten denne bekken er lagt i må vurderes nærmere. Den må vurderes med hensyn på om kulverten tåler belastningen fra innfartsparkeringen, samt om kulverten er tett eller om bekken renner ut og dermed kan erodere massene rundt røret.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
02	03.06.2021	Revidert rapport etter innspill Sarpsborg kommune	Espen Fiskum	Petter Boge Kjønnås	Espen Fiskum
01	19.05.2021	Revidert rapport etter uavhengig kontroll	Petter Boge Kjønnås	Espen Fiskum	Espen Fiskum
00	29.04.2021	Utarbeidet rapport	Petter Boge Kjønnås	Espen Fiskum	Espen Fiskum

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn for prosjektet	6
1.2	Tiltakskategorier og relevante steg	6
2	Regelverk og krav	8
2.1	Relevant regelverk	8
2.2	Sikkerhetskrav	8
2.2.1	Innfartsparkering	8
2.2.2	Nærings- og boligbygg	8
2.3	Nivå på kvalitetssikring	8
3	Grunnlag	9
3.1	Topografi	9
3.2	Kvartærgeologisk kart, marin grense og registrerte kvikkleiresoner	9
3.3	Grunnforhold	11
3.4	Tidligere utførte grunnundersøkelser	11
3.5	Identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	12
4	Befaring	14
5	Grunnundersøkelser	15
5.1	Borplan	15
5.2	Utførte grunnundersøkelser	15
5.3	Kvalitet av utførte grunnundersøkelser	15
6	Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av faresone	16
6.1	Aktuelle skredmekanismer	16
6.1.1	Profil A-A	16
6.1.2	Profil B-B	17
6.1.3	Profil C-C	17
6.1.4	Profil D-D	18
6.1.5	Profil E-E	18
6.2	Løsneområde	18
6.2.1	Profil A-A	19
6.2.2	Profil B-B	19
6.2.3	Profil C-C	19
6.2.4	Profil D-D	19
6.2.5	Profil E-E	19
6.3	Utløpsområde	19
6.4	Faresoner	20
7	Klassifisering av faresoner	21
7.1	Faregradsklassifisering	21
7.2	Skadekonsekvensgrad	22
7.3	Risikoklasser	22
7.4	Resulterende klassifisering	23
8	Kritiske snitt og materialparametere	24
8.1	Laster	24
8.2	Tolkning av materialparametere	24
9	Stabilitetsberegninger	25
9.1	Stabilitet i dagens situasjon	25
9.2	Stabilitet etter utført tiltak	26
10	Stabiliserende tiltak	27
10.1	Anbefalte stabiliserende tiltak for å øke stabiliteten og hindre erosjon	27
10.2	Miljø- og landskapspåvirkning	27
10.3	Hensyn ved anleggsdrift	27
10.4	Prosjektering, kontroll og oppfølging av stabiliserende tiltak	27
11	Konklusjon	28
11.1	Nødvendige tiltak	28
11.2	Videre arbeid	28

TEGNINGER

10220123-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-002	Sammenstilt borplan
	-003	Kritiske snitt
	-004	Faresoner
	-600 t.o.m. -604	Stabilitetsanalyser i dagens situasjon
	-605 t.o.m. -607	Stabilitetsanalyser etter etablerte tiltak

VEDLEGG

1. Romerike Grunnboring Datarapport
2. 10220123-RIG-NOT-002 Parameterstudie
3. Klassifisering av faresoner

1 Innledning

Revidert tekst er markert med kursiv tekst.

1.1 Bakgrunn for prosjektet

Sarpsborg kommune planlegger å etablere en innfartsparkering i Torsbekkdalen på tomt 1/1774 og 1/2000. Samtidig planlegger Skolt Utvikling AS å etablere nærings-/boligbygg i 5 etasjer på tomt 1/1789 som grenser mot den planlagte innfartsparkeringen. Plasseringen av innfartsparkeringen er markert med en blå sirkel og plasseringen av nærings-/boligbygget er markert med en rød sirkel i Figur 1-1. Multiconsult er engasjert for å utføre en samlet områdestabilitetsvurdering for begge de planlagte tiltakene. *Utredningen gjelder for de aktuelle tomtene evt. utbygginger utenfor skal dokumenteres og tilfredsstille regelverket med tanke på områdestabilitet.*



Figur 1-1: Planlagt etablering av innfartsparkering markert med en blå sirkel og planlagt etablering av nærings-/boligbygg markert med en rød sirkel. Bakgrunnskartet er hentet fra Sarpsborg kommunes kartportal [1].

1.2 Tiltakskategorier og relevante steg

Områdestabilitetsvurderingen omfatter to ulike tiltak som i henhold til NVEs veileder nr. 1/2019 plasseres i to ulike tiltakskategorier. Innfartsparkeringen er valgt plassert i tiltakskategori K1, som et mindre parkeringsanlegg, som defineres i veilederen under tiltakskategori K1. Dette begrunnes med at parkeringsplassen skal etableres på, og tilpasses terreng i størst mulig grad og uten ytterligere konstruksjoner. Det vil være lite personopphold utover at det parkeres biler på plassen. Å plassere parkeringsplassen i K3 virker derfor veldig konservativt for en slik innfartsparkering. Nærings- og

boligbygget på tomt 1/1789 velges plassert i K4, både som næringsbygg og som boliger med mer enn 2 boenheter.

Gjeldende plannivå for begge tiltakene er *detaljregulering* og områdestabiliteten er utført for alle steg i prosedyren beskrevet i NVEs veileder nr. 1/2019 [2], se Figur 1-2.

	Steg i prosedyren	Anbefalt detaljeringsnivå for arealplaner	Kommuneplan	Områderegulering	Detaljregulering
AKTSOMHETS-OMRÅDER	1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	X	X	X
	2	Avgrens områder med mulig marin leire	X	X	X
	3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	(x)	X	X
UTREDNING AV FARESONER	4	Bestem tiltakskategori	(x)	X	X
	5	Gjennomgang av grunnlag	(x)	(x)	X
	6	Befaring		(x)	X
	7	Gjennomfør grunnundersøkelser		(x)	X
	8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder		(x)	X
	9	Klassifiser faresoner		(x)	X
	10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet		(x)	X
	11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser		(x)	X

Figur 1-2: prosedyre for utredning av områdekredfare i.h.t. NVEs veileder nr. 1/2019 [2].

2 Regelverk og krav

2.1 Relevant regelverk

Det er påvist kvikkleire i det aktuelle området og tiltakene må tilfredsstillende følgende regelverk med hensyn til områdeskredfare:

- TEK17 § 7-3 Sikkerhet mot skred
- TEK17 § 10-2 Konstruksjonssikkerhet

Kravene stilt til i gjeldende regelverk med tanke på områdeskred kan anses som tilfredsstillende der områdestabilitetsvurderingene er utført i henhold til NVEs veiledere nr. 2/2011 og nr. 1/2019 [3, 2].

2.2 Sikkerhetskrav

Vurderingen omfatter to ulike tiltak med ulike tiltakskategori og det stilles derfor ulike krav til sikkerhet mot områdeskred i.h.t. NVEs veileder nr. 1/2019.

2.2.1 Innfartsparkering

For tiltak plassert i tiltakskategori K1, og som forverrer stabiliteten, stilles det krav til en absolutt sikkerhetsfaktor på $F_{CU} \geq 1,4 * f_s$ i udrenert tilstand og $F_{C\phi} \geq 1,25$ i drenert tilstand. Her er $f_s = 1,15$ og representerer sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekten i udrenerte beregninger.

Dersom tiltaket ikke forverrer stabiliteten, er krav til sikkerhet oppfylt.

Erosjon i området må forebygges dersom dette kan utløse skred som igjen kan ramme tiltaket. Det skal her gjøres en vurdering av alle relevante løsnings- og utløpsområder for skråninger hvor erosjon kan utløse skred.

2.2.2 Nærings- og boligbygg

For tiltak plassert i tiltakskategori K4, og som forverrer stabiliteten, stilles det krav til en absolutt sikkerhetsfaktor på $F_{CU} \geq 1,4 * f_s$ i udrenert tilstand og $F_{C\phi} \geq 1,25$ i drenert tilstand. Her er $f_s = 1,15$ og representerer sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekten i udrenerte beregninger.

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten stilles det krav til sikkerhet på $F_{CU} \geq 1,4$ i udrenert tilstand og $F_{C\phi} \geq 1,25$ i drenert tilstand. Dersom beregnet sikkerhet er lavere kreves det prosentvis økning basert på faregrad og beregnet sikkerhet.

Der skråninger i faresonen ligger utenfor tiltakets influensområde, stilles det krav til langtidsstabilitet og robusthet på henholdsvis $F_{C\phi} \geq 1,25$ og $F_{CU} \geq 1,2$. Dersom beregnet sikkerhet er lavere enn krav til langtidsstabilitet og robusthet kreves det prosentvis økning basert på faregrad og beregnet sikkerhet.

Erosjon i området må forebygges dersom dette kan utløse skred som igjen kan ramme tiltaket. Det skal her gjøres en vurdering av alle relevante løsnings- og utløpsområder for skråninger hvor erosjon kan utløse skred.

2.3 Nivå på kvalitetssikring

Områdestabilitetsvurderingen som presentert i denne rapporten følger alle punktene i prosedyren beskrevet i NVEs veileder nr. 1/2019 og det stilles derfor krav om uavhengig kvalitetssikring før endelig godkjenning av utredningen.

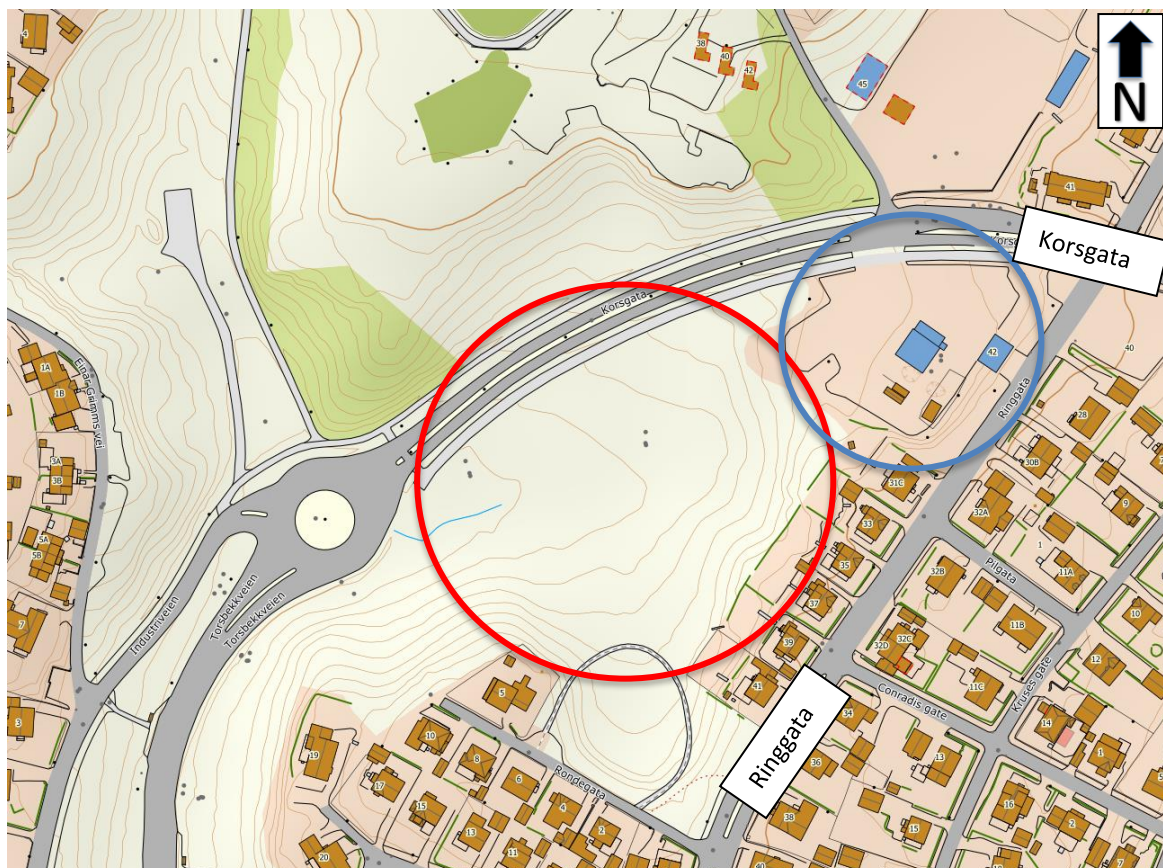
Norconsult har tidlig i prosjektet blitt engasjert som uavhengig foretak for kvalitetssikring. I prosjektet har Norconsult bidratt i forbindelse med valg av kritiske profiler, supplerende

grunnundersøkelser og vurderinger rundt tiltakskategori. Det er avholdt møter underveis for å avklare omfanget av ovenstående problemstillinger.

3 Grunnlag

3.1 Topografi

Terrenget i bunnen av Torsbekkdalen heller generelt fra kote +13 lengst sørvest i dalen mot kote +22 lengst nordøst ved korsgata 42. Nordvest og sørøst for dalbunnen befinner det seg skråninger med skråningshøyde rundt 10 meter og helninger mellom 1:4 og 1:13.



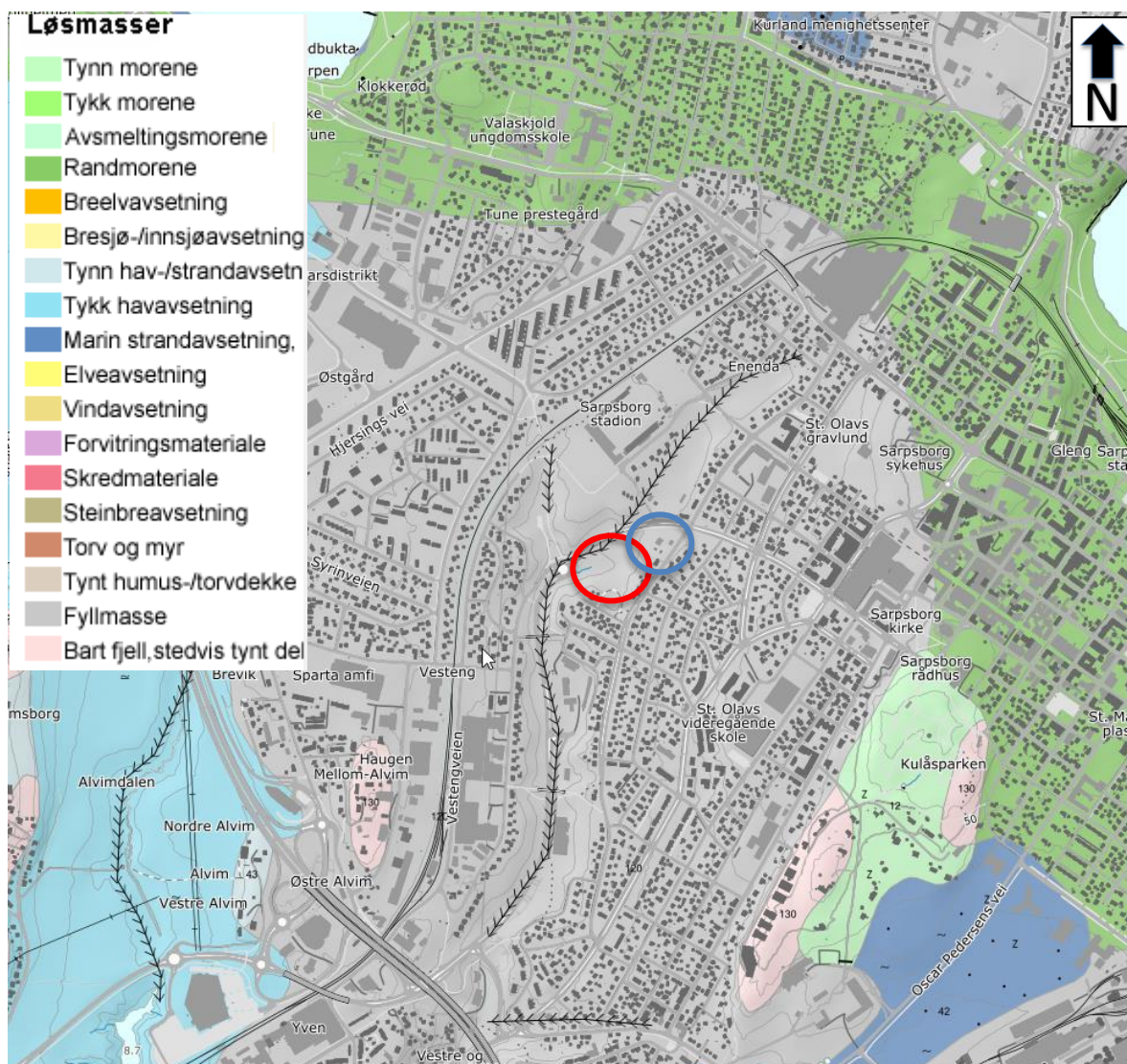
Figur 3-1: Oversiktsbilde over området, hentet fra Norgeskart [4]. Beliggenheten til innfartsparkeringen er merket med en rød sirkel og beliggenheten til nærings- og boligbygg er markert med en blå sirkel.

3.2 Kvartærgeologisk kart, marin grense og registrerte kvikkleiresoner

Det kvartærgeologiske kartet over området viser at massene i området for utbyggingene består av fyllmasser, se Figur 3-2 hvor innfartsparkeringen er markert med en rød sirkel og nærings- og boligbygget er markert med en blå sirkel. Der det er markert fyllmasser på det kvartærgeologiske kartet kan man forvente å finne tilførte masser eller masser som er sterkt påvirket av menneskelig aktivitet.

Utenfor området markert med fyllmasser viser det kvartærgeologiske kartet områder bestående av morenemasser og hav- og fjordavsetninger. Der det er markert inn morene kan det forventes usortert materiale med alt fra leire til større blokker, mens det kan forventes finkornige masser som silt og leire der det er markert hav- og fjordavsetninger.

Det bes merke at det kvartærgeologiske kartet i liten grad er basert på utførte grunnundersøkelser og derfor ikke inneholder informasjon om løsmassenes art i dybden.



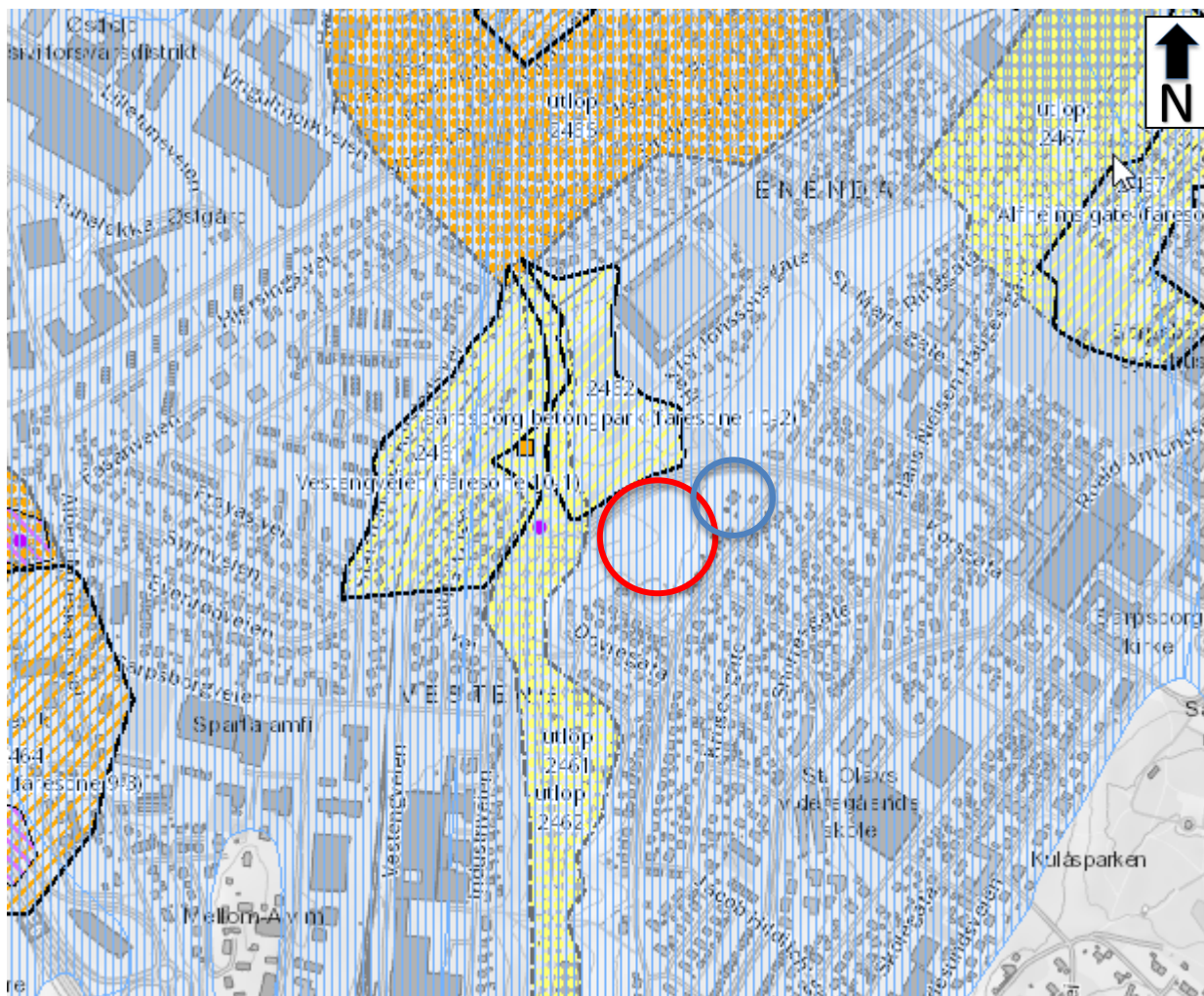
Figur 3-2: Kvartærgeologisk kart over området, hentet fra NGUs løsmassekart [5].

Figur 3-3 viser en oversikt over kartlagte faresoner for kvikkleireskred, registrerte kvikkleirepunkter, tidligere skredhendelser og aktsomhetsområder for marin leire hentet fra NVE Atlas [6]. Som figuren viser, ligger det to kartlagte løseområder med tilhørende utløpsområde, markert med gul skravur, i umiddelbar nærhet til tiltaksområdene som markert med en rød og en blå sirkel.

Figuren viser at det er registrert kvikkleire i ett punkt ved rundkjøringen i Torsbekkdalen, som markert med en rosa prikk.

Det er registrert en tidligere skredhendelse i området, som markert med en oransje firkant. Dette er utglidningen som gikk i skråningen fra gang- og sykkelveien mellom Torsbekkdalen og Brevik og opp mot Sarsborg stadion. Skredet var omtrent 100 meter langt og 50 meter bredt.

Hele området ligger under marin grense og ligger i aktsomhetsområde for marin leire. I aktsomhetsområder for marin leire kan sprøbruddmateriale forekomme.



Figur 3-3: Kartlagte faresoner for kvikkleireskred, registrerte kvikkleirepunkter, tidligere skredhendelser og aktsomhetsområde for marin leire, hentet fra NVE Atlas [6]. Beliggenheten av innfartsparkeringen og nærings- og boligbygget er markert med hhv. rød og blå sirkel.

3.3 Grunnforhold

De utførte grunnundersøkelsene viser at grunnen generelt består av fyllmasser med varierende innhold. Under fyllmassene befinner det seg leire av varierende tykkelse over kvikkleire. Kvikkleira er etterfulgt av berg med unntak av ett punkt hvor sonderingene antyder et fastere lag med friksjonsmasser over berg. Dybdene til berg varierer mellom 21 til 43 meter og er minst lengst nord og øst i området og øker så mot sør og vest.

Grunnundersøkelsene utført i forbindelse med prosjektet er nærmere beskrevet i kapittel 5.2. En oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser er gitt i kapittel 3.4.

3.4 Tidligere utførte grunnundersøkelser

Det er fra tidligere utført flere grunnundersøkelser i området rundt de planlagte tiltakene. En oppsummering av de utførte grunnundersøkelsene er gitt i Tabell 3-1. En sammenstilling av alle utførte grunnundersøkelser i området kan ses i tegning nr. 10220123-RIG-TEG-002.

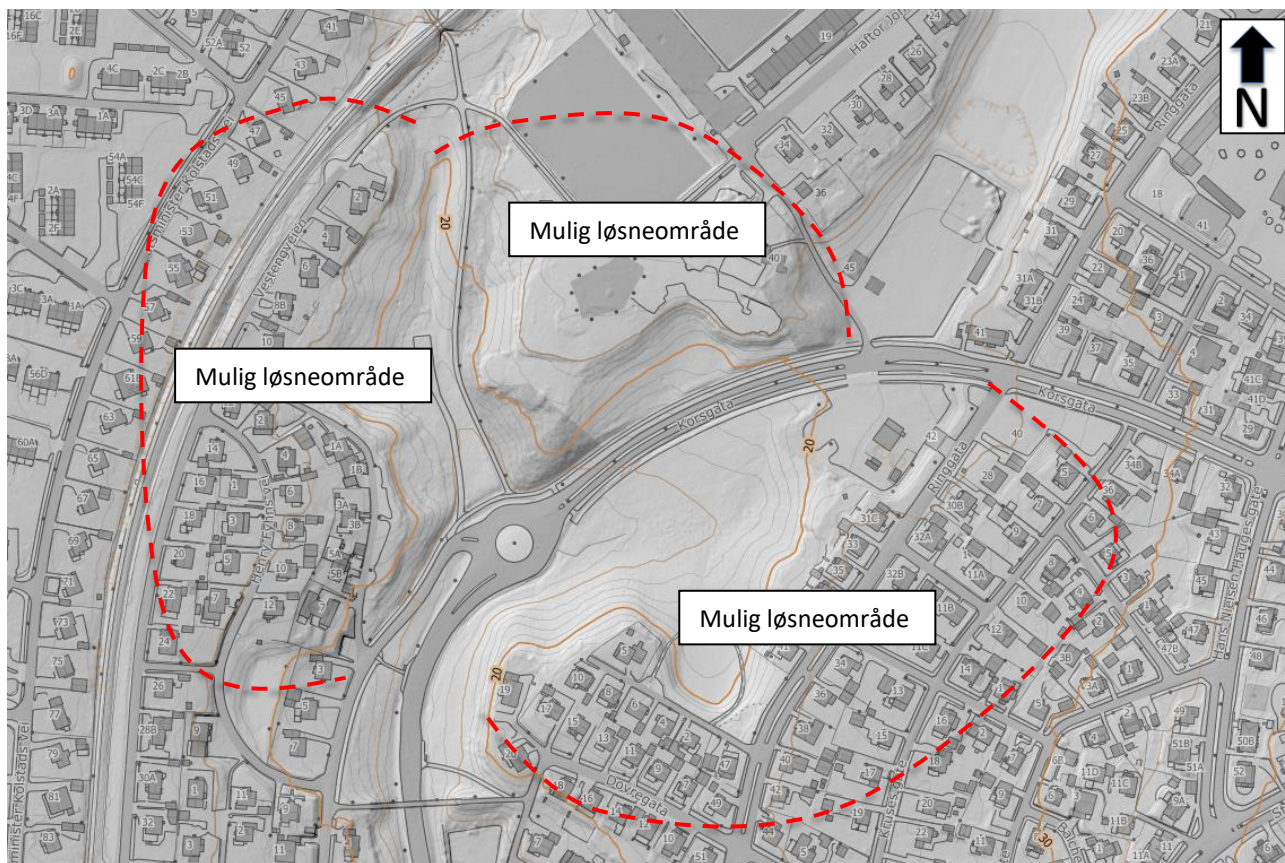
Tabell 3-1: Oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser i Torsbekkdalen.

Firma	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn	Oppdragsnummer	Dato	Referanse
Noteby	-	Idrettens hus	1648	12. juni 1948	[7]
Noteby	A/S Norske Esso	Prosjektert servicestasjon på gjørnetomten Ringgaten-Korsgaten	4212	17. mars 1959	[8]
Noteby	Sarpsborg kommune	Sarpsborg stadion lysmaster	4399	14. september 1960	[9]
Noteby	Sarpsborg kommune	Vesteng industriområde	4434	7. oktober 1960	[10]
Noteby	Sarpsborg kommune	Planlagt skole i Torsbekkdal	4501	27. oktober 1960	[11]
Multiconsult	Sarpsborg kommune	Planlagt skole i sentrum	511360	8. oktober 2009	[12]
NGI	Sarpsborg kommune	Skred Torsbekkdalen	20110452	15. august 2011	[13]
Multiconsult	Sarpsborg Røde Kors	Henry Fyhns vei 9	511738	31. juli 2012	[14]
ÅF Engineering AS	Sarpsborg kommune	Områderegeringsplan Vingulmorkveien og Torsbekkdalen	16518	27. mars 2017	[15]
Norconsult	Sarpsborg kommune	VA Separering Brevik-Hjersingvei	5200825	19. august 2020	[16]

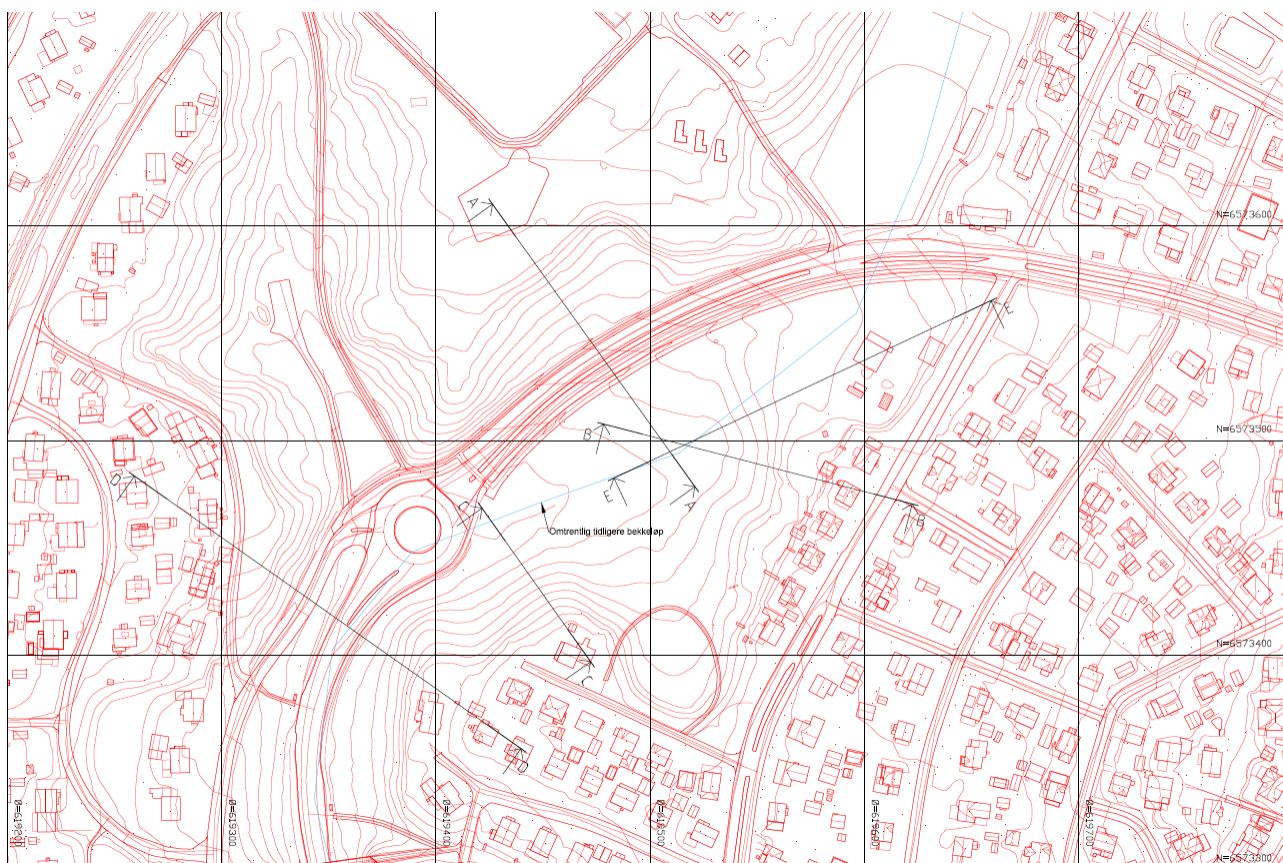
3.5 Identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde

I henhold til kapittel 4.2 i NVEs veileder nr. 1/2019 skal det innledningsvis forutsettes at retrogressive skred kan forekomme. Potensielt størst mulig løsneområde skal avgrenses basert på en maksimal lengde av løsneområdet tilsvarende 15 ganger skråningshøyden. Resulterende løsneområder basert på dette kriteriet er markert med en stiplet rød linje i Figur 3-4. Det nordligste løsneområdet sammenfaller med tidligere registrert kvikkleiresone nr. 2462 Sarpsborg betongpark som kan ses i Figur 3-3.

Figur 3-5 viser antatt kritiske profiler for videre bruk i områdestabilitetsvurderingen.



Figur 3-4: Størst mulige løsneområder basert på kriteriene i kapittel 4.2 i NVEs veileder nr. 1/2019.



Figur 3-5: Oversiktstegning med kritiske profiler.

4 Befaring

Det er utført befaring i området i flere omganger. Under befaringene ble det ikke observert uventede forhold i området som innvirker på områdestabilitetsvurderingen. Det må merkes at Torsbekken er lagt i rør før Torsbekkdalen ble gjenfylt. Kulvertens tilstand omtales som dårlig i Noteby rapport nr. 4212-1 [8], og bør tilstandsvurderes i detaljreguleringsfasen før videre beregninger utføres. Dersom kulverten er i dårlig tilstand, må denne oppgraderes før øvrige arbeider kan tilta i Torsbekkdalen. Det må også sikres at kulverten tåler belastningen som en ny innfartsparkering vil medføre.

5 Grunnundersøkelser

5.1 Borplan

For en sammenstilt borplan som viser de utførte grunnundersøkelsene i området vises det til 10220123-RIG-TEG-002.

5.2 Utførte grunnundersøkelser

De supplerende grunnundersøkelsene ble utført av Romerike Grunnboring i desember 2020 og januar 2021 [17], se vedlegg 1. Det ble utført 5 totalsonderinger, 9 CPTU sonderinger, 8 prøveserier og installert 2 piezometere i ulike dybder.

Prøveseriene viser generelt fyllmasser over leire. Leira kan karakteriseres som bløt til middels fast med enkelte faste innslag. Leira blir i dybden bløt til middels fast kvikkleire eller sprøbruddeire. Totalsonderingene antyder at kvikkleira går helt ned til berg med unntak av borhull 3 hvor sonderingene antyder innslag av friksjonsmasser over berg. Dybdene til berg varierer mellom 21 til 43 meter og er minst lengst nord og øst i området og øker så mot sør og vest.

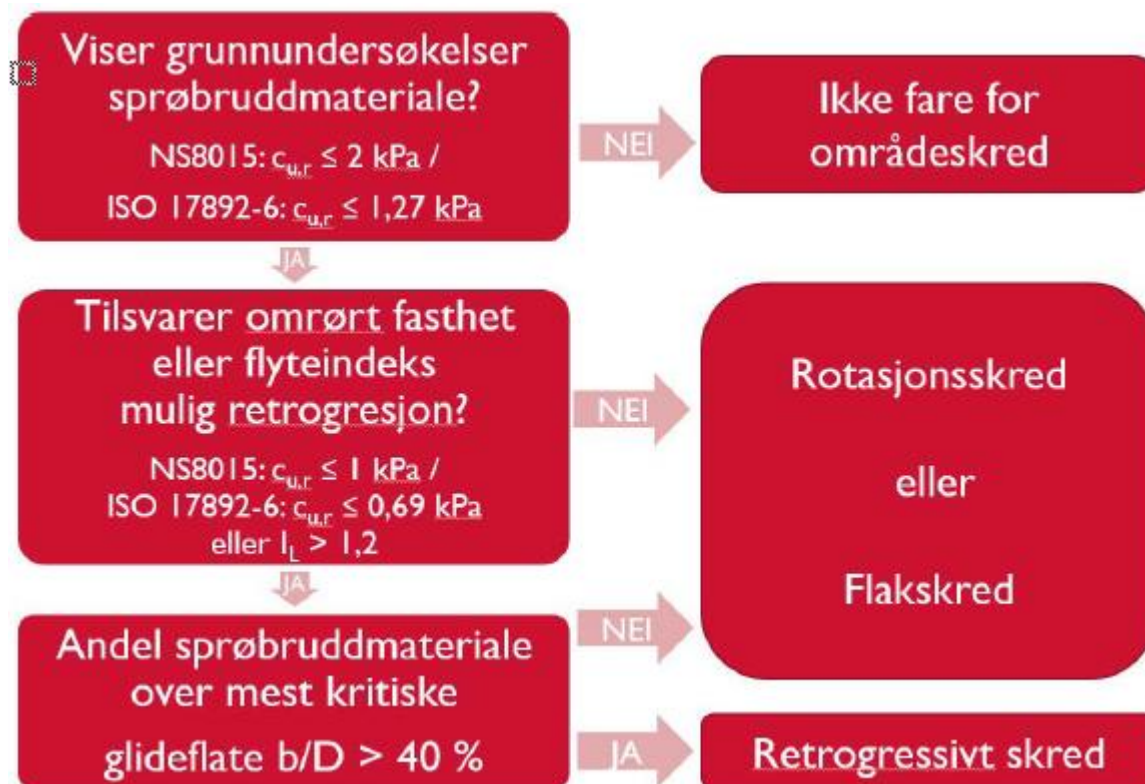
5.3 Kvalitet av utførte grunnundersøkelser

Kvaliteten på de utførte grunnundersøkelsene er diskutert i parameterstudien presentert i vårt notat 10220123-RIG-NOT-002, se vedlegg 2.

6 Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av faresone

6.1 Aktuelle skredmekanismer

Å identifisere en reell skredmekanisme er avgjørende for størrelsen på løsne- og utløpsområdet og gjøres i henhold til NVEs veileder nr. 1/2019 kapittel 4.5. Flytskjemaet gitt i veilederen for vurdering av aktuell skredmekanisme er gjengitt i Figur 6-1.



Figur 6-1: Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme. Hentet fra NVEs veileder nr. 1/2019 [2].

Som Figur 3-5 viser, er det identifisert flere kritiske profiler i Torsbekkdalen med hensyn på områdestabiliteten. Aktuell skredmekanisme vil vurderes for hvert enkelt profil.

6.1.1 Profil A-A

10220123-RIG-TEG-600 viser tolket lagdeling og utførte stabilitetsberegninger for profil A-A i dagens situasjon.

- *Viser grunnundersøkelser sprøbruddmateriale?*
Ja, prøveseriene tatt i dalbunnen i borhull 2 og 3 viser kvikkleire/sprøbruddeleire.
- *Tilsvarende omrørt fasthet eller flyteindeks mulig retrogresjon?*
Ja, prøveseriene i dalbunnen viser omrørt skjærfasthet $\leq 0,69$ kPa. Prøveserien i skråningstopp, i borhull 1, viser ikke omrørt skjærfasthet $\leq 0,69$ kPa eller flyteindeks over 1,2.
- *Andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate b/D > 40%?*
Nei, som tegning 10220123-RIG-TEG-600 viser, går ikke mest kritiske glideflate gjennom sprøbruddmaterialet, og andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate er 0%. Det vil ikke gå et retrogressivt skred i skråningen, og rotasjons- eller flakskred er aktuelle skredmekanismer i henhold til Figur 6-1. Basert på lagdelingen i profilet, som i området for kritisk glideflate består av homogen leire, samt de utførte stabilitetsberegningene anses

rotasjonsskred som den mest aktuelle skredmekanismen i profilet. Som tegningen viser, antok også de sammensatte glideflatene formen til en sirkulær glideflate.

6.1.2 Profil B-B

10220123-RIG-TEG-601 viser tolket lagdeling og utførte stabilitetsberegninger for profil B-B i dagens situasjon.

- *Viser grunnundersøkelser sprøbruddmateriale?*
Ja, prøveseriene tatt opp i borhull 2, 3 og 4 (ved ÅF borhull 27) viser alle påvist kvikkleire mellom 3 og 5 meters dybde.
- *Tilsvaret omrørt fasthet eller flyteindeks mulig retrogresjon?*
Ja, alle prøveseriene viser en omrørt skjærstyrke $\leq 0,69$ kPa.
- *Andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate $b/D > 40\%$?*
Nei, andelen sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate er $14\% < 40\%$.
I henhold til Figur 6-1 er de aktuelle skredmekanismene rotasjons- eller flakskred. Lagdelingen i profilet er parallell med terrenget, men de utførte grunnundersøkelsene antyder generelt homogene masser. De utførte stabilitetsberegningene viser også at de sammensatte glideflatene antar en sirkulær form. På det grunnlaget anses rotasjonsskred som den mest aktuelle skredmekanismen i profilet.

Mest kritiske glideflate er den sammensatte glideflata for udrenerte forhold. Dette er vurdert som en dyp glideflate og derfor er $0,25 \times H$ brukt som utgangspunkt for 1:15 linja iht. kapittel 4.5.1 i NVEs veileder nr. 1/2019.

6.1.3 Profil C-C

10220123-RIG-TEG-602 viser tolket lagdeling og utførte stabilitetsberegninger for profil C-C i dagens situasjon.

- *Viser grunnundersøkelser sprøbruddmateriale?*
Ja, prøveserien tatt opp i borhull 5 viser kvikkleire/sprøbruddleire fra 3 meters dybde. I borhull 9, i skråningstopp litt sør for borhull 6, er det ikke påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale ned til avsluttet prøveserie i 13 meters dybde. Totalsonderingen i borhull 6 antyder et lag med mulig sprøbruddmateriale fra omtrent 16 meters dybde.
- *Tilsvaret omrørt fasthet eller flyteindeks mulig retrogresjon?*
Ja, i dalbunnen viser prøveserien omrørt skjærfasthet $\leq 0,69$ kPa. I skråningstopp er det ikke påvist omrørt skjærfasthet $\leq 0,69$ kPa eller flyteindeks over 1,2.
- *Andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate $b/D > 40\%$?*
Nei, andelen sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate er $0\% < 40\%$.
I henhold til Figur 6-1 er de aktuelle skredmekanismene rotasjons- eller flakskred. Basert på lagdelingen i profilet som er relativt horisontal og de utførte stabilitetsberegningene som viser at de sammensatte glideflatene også antar en sirkulær form, antas den mest aktuelle skredmekanismen av de to å være rotasjonsskred for dette profilet.

Mest kritiske glideflate er den sirkulære glideflata for udrenerte forhold. Dette er vurdert

som en dyp glideflate og derfor er 0,25xH brukt som utgangspunkt for 1:15 linja iht. kapittel 4.5.1 i NVEs veileder nr. 1/2019.

6.1.4 Profil D-D

10220123-RIG-TEG-603 viser tolket lagdeling og utførte stabilitetsberegninger for profil D-D i dagens situasjon.

- *Viser grunnundersøkelser sprøbruddmateriale?*
Ja, prøveserien utført i dalbunnen viser sprøbruddmateriale fra 10 meters dybde. Prøveseriene utført i skråningen på vest- og østsiden av dalbunnen viser ikke sprøbruddmateriale.
- *Tilsvarende omrørt fasthet eller flyteindeks mulig retrogresjon?*
Ja, prøveserien i dalbunnen viser omrørt skjærstyrke $\leq 0,69$ kPa i en prøve.
- *Andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate $b/D > 40\%$?*
Nei, andelen sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate er $0\% < 40\%$. I henhold til Figur 6-1 er de aktuelle skredmekanismene rotasjons- eller flakskred. Basert på lagdelingen i profilet, som er horisontal, og stabilitetsberegningene som viser at de beregnede glideflatene kun går gjennom et homogent leirelag, antas den mest aktuelle skredmekanismen å være rotasjonsskred for dette profilet.

6.1.5 Profil E-E

10220123-RIG-TEG-604 viser tolket lagdeling og utførte stabilitetsanalyser for profil E-E i dagens situasjon.

- *Viser grunnundersøkelser sprøbruddmateriale?*
Ja, grunnundersøkelsene viser sprøbruddmateriale både i dalbunn og skråningstopp.
- *Tilsvarende omrørt fasthet eller flyteindeks mulig retrogresjon?*
Ja, alle prøveseriene viser omrørt skjærstyrke $< 0,69$ kPa.
- *Andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate $b/D > 40\%$?*
Nei, andelen sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate er $0\% < 40\%$. I henhold til Figur 6-1 er de aktuelle skredmekanismene rotasjons- eller flakskred. Basert på lagdelinga som er relativt horisontal og sonderingene som antyder homogene masser, er det vurdert at rotasjonsskred er den mest aktuelle skredmekanismen i profilet.

Mest kritiske glideflate er den sirkulære glideflata for udrenerte forhold. Dette er vurdert som en dyp glideflate og derfor er 0,25xH brukt som utgangspunkt for 1:15 linja iht. kapittel 4.5.1 i NVEs veileder nr. 1/2019.

6.2 Løsneområde

Alle profilene har rotasjonsskred som antatt mest aktuelle skredmekanisme. NVEs veileder nr. 1/2019, kapittel 4.5.3 angir maksimal utstrekning av løsneområder for rotasjonsskred lik 5xH.

Der utstrekningen av de beregnede løsneområdene blir mindre enn lengden på det beregnede initialskredet, vil utstrekningen på løsneområdene utvides slik at det beregnede initialskredet dekkes av løsneområdet. Veilederen angir at de fleste rotasjonsskred i Norge har en utstrekning mindre enn 100 meter. Alle løsneområdene faller innenfor denne utstrekningen.

6.2.1 Profil A-A

Kritisk glideflate i profilet gir en høyde på 8,7 meter fra skråningsfot til toppen av et mulig initialskred. Med kriteriet beskrevet ovenfor gir dette en maksimal utstrekning av løснеområdet på 43,5 meter. Maksimal utstrekning av løśnieområdet blir i dette tilfellet mindre enn lengden på initialskredet. Løśnieområdet utvides derfor til 54 meter.

6.2.2 Profil B-B

Kritisk glideflate i profilet gir en høyde på 9,7 meter fra skråningsfot til toppen av et mulig initialskred. Med kriteriet på 5xH gir dette en maksimal utstrekning av løśnieområdet på 48,5 meter. Maksimal utstrekning av løøgneområdet blir i dette tilfellet mindre enn lengden på initialskredet, og løøgneområdet utvides derfor til 74 meter.

6.2.3 Profil C-C

Kritisk glideflate i profilet gir en høyde på 9,5 meter fra skråningsfot til toppen av et mulig initialskred. Med kriteriet på 5xH gir dette en maksimal utstrekning av løøgneområdet på 47,5 meter. Maksimal utstrekning av løøgneområdet blir i dette tilfellet mindre enn lengden på initialskredet, og løøgneområdet utvides derfor til 54 meter.

6.2.4 Profil D-D

Øst i profilet gir kritisk glideflate en høyde på 8,4 meter fra skråningsfot til toppen av et mulig initialskred. Med kriteriet 5xH gir dette en maksimal utstrekning av løøgneområdet på 42 meter.

Vest i profilet gir kritisk glideflate en høyde på 6,6 meter fra skråningsfot til toppen av et mulig initialskred. Med kriteriet 5xH gir dette en maksimal utstrekning av løøgneområdet på 33 meter.

6.2.5 Profil E-E

Kritisk glideflate i profilet gir en høyde på 4,9 meter fra skråningsfot til toppen av et mulig initialskred. Med kriteriet 5xH gir dette en maksimal utstrekning av løøgneområdet på 24,5 meter. Maksimal utstrekning av løøgneområdet blir i dette tilfellet mindre enn lengden på initialskredet, og løøgneområdet utvides derfor til 46 meter.

6.3 Utløpsområde

Utløpsområdets omfang avhenger av typen skred som forekommer og de topografiske forholdene i selve utløpsområdet. Kapittel 4.6 i NVEs veileder nr. 1/2019 angir følgende maksimale utstrekning for ulike skredtyper og topografier:

- Retrogressive skred i kanalisert terreng: $L_U = 3L$
- Retrogressive skred i åpent terreng: $L_U = 1,5L$
- Flakskred eller rotasjonsskred: $L_U = 0,5L$

Hvor L er lengden av løøgneområdet. Veilederen angir også bredden av utløpsområdet å tilsvare bredden av løøgneområdet basert på erfaringer fra tidligere skred.

For alle de kritiske profilene er rotasjonsskred funnet som aktuell skredmekanisme. Dermed kan lengden av utløpsområdet anslås ved å bruke sammenhengen $L_U = 0,5L$. Resulterende lengder på utløpsområder er oppsummert i Tabell 6-1.

Tabell 6-1: Resulterende utløpsdistanser.

Profil	Utløpsdistanse[m]
A	27
B	37
C	27
D, Øst	21
D, Vest	16,5
E	23

6.4 Faresoner

Resulterende faresoner kan ses i tegning nr. 10220123-RIG-TEG-004.

7 Klassifisering av faresoner

NVE ekstern rapport nr. 9/2020, kapittel 4, gir føringer for klassifisering av faresoner for kvikkleireskred [18]. Evalueringen skal inneholde en evaluering av faregrad-, konsekvens- og risikoklasse med dagens situasjon som utgangspunkt.

7.1 Faregradsklassifisering

Faregradsklassifiseringen gjøres med utgangspunkt i Tabell 7-1, hentet fra NVE ekstern rapport nr. 9/2020 [18].

Tabell 7-1: Gjengivelse av tabell 1 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020 for evaluering av faregrad [18].

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk Overtrykk, kPa:	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk
	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen
Inngrep: forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
	-3	Stor	Noe	Liten	
Sum		51	34	17	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %
<p>Faresonene fordeles i faregradklasser etter samlet poengsum:</p> <p>Lav faregrad = 0-17 poeng</p> <p>Middels faregrad = 18-25 poeng</p> <p>Høy faregrad = 26-51 poeng</p>					

Faregraden skal bestemmes for antatt kritiske snitt i hver enkelt sone.

Betegnelsen kritisk snitt gjelder her for det snittet som gir høyest poengscore etter Tabell 7-1, og ikke nødvendigvis snittet der den beregningsmessige sikkerheten er lavest.

7.2 Skadekonsekvensgrad

Evaluering av skadekonsekvens og inndeling i skadekonsekvensklasser gjøres med utgangspunkt i Tabell 7-2, hentet fra kapittel 4.2 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020 [18].

Tabell 7-2: Gjengivelse av tabell 2 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020 for evaluering av skadekonsekvens [18].

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligenheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, bruk	2	Person- trafikk	Gods- trafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %
<p>Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum:</p> <p>Mindre alvorlig = 0-6 poeng</p> <p>Alvorlig = 7-22 poeng</p> <p>Meget alvorlig = 23-45 poeng</p>					

Evaluering av skadekonsekvens gjøres for hele faresonen, det vil si en samlet vurdering for løsne- og utløpsområdet.

7.3 Risikoklasser

Risiko vurderes i henhold til risikoklassene presentert i NVE ekstern rapport nr. 9/2020 [18] og som vist gjengitt i Tabell 7-3. Risiko er her beregnet som faregradsscore i prosent av maksimal score multiplisert med skadekonsekvensscore i prosent av maksimal score.

Tabell 7-3: Gjengivelse av inndeling i risikoklasser etter NVE ekstern rapport nr. 9/2020 [18].

Risikoklasse	Tallverdi
1	0 - 170
2	171 - 630
3	631 - 1900
4	1901 - 3200
5	3201 - 10000

7.4 Resulterende klassifisering

Tabell 7-4 presenterer resultatene fra faregrads-, skadekonsekvens- og risikoevaluering. De detaljerte vurderingene er vist i vedlegg 3.

Tabell 7-4: Resulterende fare-, skadekonsekvens- og risikoklasse etter vurdering av de 4 identifiserte sonene som vist i tegning nr. 10220123-RIG-TEG-004.

Sone	Fare			Skadekonsekvens			Risiko	
	Score	% av maks	Klasse	Score	% av maks	Klasse	Score	Klasse
1	13	25,5	Lav	7	15,6	Alvorlig	397,8	2
2	18	35,3	Middels	12	26,7	Alvorlig	942,5	3
3	17	33,3	Lav	10	22,2	Alvorlig	739,3	3
4	11	21,6	Lav	18	40,0	Alvorlig	864	3

8 Kritiske snitt og materialparametere

Opptegning av kritiske snitt med tolkning av lagdeling kan ses i tegning nr. 10220123-RIG-TEG-600 t.o.m. 10220123-RIG-TEG-604.

8.1 Laster

Husene i området består av lett trehusbebyggelse og er bygd med kjeller. Det er derfor antatt kompensert fundamentering og husene tilfører dermed ikke grunnen belastning av betydning. For den gamle bensinstasjonen i korsgata 42, er det valgt å benytte en grunnbelastning på 20 kPa.

8.2 Tolkning av materialparametere

For tolkning av grunnvannstand, poretrykk, konsolideringsforhold og skjærstyrke benyttet i de ulike beregningsprofilene vises det til parameterstudien presentert i vårt notat 10220123-RIG-NOT-002.

9 Stabilitetsberegninger

9.1 Stabilitet i dagens situasjon

Beregninger utført for dagens situasjon er presentert i tegning nr. 10220123-RIG-TEG-600 t.o.m 10220123-RIG-TEG-604.

Det planlegges etablering av innfartsparkering i dalbunnen samt etablering av nærings- og boligbygg i Korsgata 42. Innfartsparkeringen vil virke som en motfylling i dalbunnen, mens nærings- og boligbygget planlegges fundamentert til berg og vil derfor ikke påføre grunnen en tilleggsbelastning. Tiltakene skal ikke føre til en forverring av stabiliteten i forhold til dagens situasjon. For profil E-E, som går fra dalbunnen og opp mot Korsgata 42, med tiltaksklasse K4 kreves det derfor en sikkerhet på $F_c \geq 1,4$ i udrenert tilstand og $F_{c\phi} \geq 1,25$ i drenert tilstand. For de øvrige profilene, som befinner seg i tiltaksklasse K1, er sikkerheten mot skred tilfredsstillende da tiltaket ikke medfører en forverring av stabiliteten.

Laveste beregnede sikkerhetsfaktorer i de ulike profilene er oppsummert i Tabell 9-1.

Tabell 9-1: Laveste beregnede sikkerhetsfaktor for hvert enkelt profil i dagens situasjon i henholdsvis udrenert og drenert tilstand.

Profil nr.	F_c	$F_{c\phi}$
A-A	1,26	1,44
B-B	1,44	1,62
C-C	1,12	1,32
D-D, øst	1,07	1,44
D-D, vest	1,08	1,22
E-E	1,98	2,38

Beregnet sikkerhet mot skred er tilstrekkelig for alle profiler iht. kravene. Plasseringen av innfartsparkeringen i tiltaksklasse K1, som mindre parkeringsanlegg, kan derimot anses som noe usikker da størrelsen av et mindre parkeringsanlegg ikke er angitt. For å sikre god sikkerhet mot skred i profil C-C, hvor sikkerheten mot skred er lav i dagens situasjon og et mulig skred vil påvirke innfartsparkeringen, anbefales det derfor å utføre innfartsparkeringen som en motfylling. SVV håndbok N200 angir dimensjonerende oppfylling for asfaltert parkeringsplass på tilsvarende grunnforhold til totalt ca. 1,3 meter. Det anbefales at dette utføres slik at endelig oppfylling tilsvarer 20 kPa grunnbelastning over dagens terreng i henhold til de utførte stabilitetsberegningene. Å utføre innfartsparkeringen som en fylling vil også bidra til å minimere nødvendige tiltak under anleggsfasen, da tilfredsstillende sikkerhet mot skred må kunne dokumenteres også da.

I profil D-D er beregnet sikkerhet i udrenert tilstand lav på begge sider av vegen. Tiltaket vil ikke forverre stabiliteten i profilet og krav til sikkerhet mot skred er dermed tilfredsstillende. Det vurderes her at mulige skred i skråningene ikke vil kunne påvirke tiltaket som følge av profilets plassering, lagdeling samt lengde på løsne- og utløpsområde, som beskrevet i kapittel 6.2 og 6.3 og vist i tegning 10220123-RIG-TEG-004.

9.2 Stabilitet etter utført tiltak

Beregninger utført for ferdig situasjon, etter etablert innfartsparkering og bolig-/næringsbebyggelse er vist i tegning nr. 10220123-RIG-TEG-605 t.o.m. 10220123-RIG-TEG-607 og sikkerhetsfaktorene i ferdig utbygd situasjon er oppsummert i Tabell 9-2.

Tabell 9-2: Laveste beregnet sikkerhetsfaktor for hvert enkelt profil med etablert fylling i henholdsvis udrenert og drenert tilstand.

Profil nr.	F_c	$F_{c\phi}$
A-A	1,26	1,44
B-B	1,56	1,93
C-C	1,22	1,62
D-D, øst	1,07	1,44
D-D, vest	1,08	1,22
E-E	2,37	3,38

Situasjonen med ferdig etablert innfartsparkering er beregnet med en økt grunnbelastning til 20 kPa fra innfartsparkeringen i dalbunnen. Beregningene viser at sikkerheten i profil C-C med etablert motfylling er god, og tilfredsstillende krav i tiltakskategori K4 for skråninger som ligger utenfor tiltakets influensområde. Totalt areal og volum av fyllingen vil måtte vurderes nærmere ved detaljprosjektering.

10 Stabiliserende tiltak

10.1 Anbefalte stabiliserende tiltak for å øke stabiliteten og hindre erosjon

Sikkerhet mot skred er tilfredsstillende i henhold til NVEs veileder nr. 1/2019 [2] og stabiliserende tiltak er i så måte ikke nødvendig. Det anbefales derimot å utføre innfartsparkeringen som en fylling slik at fyllingen påfører grunnen en økt terrenglast på 20 kPa i henhold til dagens terrengnivå, som diskutert i kapittel 9.1.

I detaljprosjekteringsfasen må tilstanden på kulverten Torsbekken er lagt i vurderes. Kulverten må vurderes med hensyn på kapasitet til å bære den ekstra vekten til fyllingen som skal etableres samt nyttelasten fra innfartsparkeringen. I tillegg må det vurderes hvorvidt kulverten er tett og holder Torsbekken i røret, eller om bekken siver ut av kulverten og kan medføre erosjon i massene som ikke kan observeres ved befarig. Det bør også gjøres vurdering av om kulverten har tilstrekkelig kapasitet i forhold til økte nedbørsmengder og flomsituasjoner.

Det legges til grunn at den planlagte utbyggingen til Skolt Utvikling AS fundamenteres på peler til berg slik at grunnen ikke påføres ytterligere belastning. Detaljprosjektering av lokalstabilitet og valg av fundamentering må utføres i detaljprosjekteringen. Dersom bygget velges fundamentert uten peler må det utføres nye beregninger for å sikre at områdestabiliteten fortsatt er tilfredsstillende.

10.2 Miljø- og landskapspåvirkning

Ved å kombinere nødvendig sikringstiltak med planlagt tiltak for utbygging er det vurdert at innvirkningen på stedets miljø og landskap blir minst mulig. Det må utarbeides en plan for håndtering av overvann, fortrinnsvis fordrøyningsbasseng, slik at overvannet fra parkeringsplassen håndteres på en best mulig måte.

10.3 Hensyn ved anleggsdrift

Faseplaner for utførelse av tiltaket som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når utformingen av parkeringsplassen og etablering av byggene i Korsgata skal detaljprosjekteres.

10.4 Prosjektering, kontroll og oppfølging av stabiliserende tiltak

Detaljprosjektering av motfyllingen/parkeringsplassen må utføres på neste plannivå. Motfyllingens tiltaksklasse og pålitelighetsklasse må bestemmes samt at anleggskontroll må planlegges i nødvendig omfang.

11 Konklusjon

11.1 Nødvendige tiltak

Beregningene viser at sikkerheten mot skred er tilfredsstillende i alle profiler da tiltakene ikke forverrer stabiliteten i området. Plasseringen av innfartsparkeringen i tiltakskategori K1, som et mindre parkeringsanlegg, er noe usikker da mindre parkeringsanlegg ikke er definert i veilederen. Det anbefales derfor å utføre innfartsparkeringen med en fylling slik at den totale belastningen av grunnen etter tiltaket er ferdigstilt økes med 20 kPa over dagens situasjon. Dette tilsvarer ca. vekten av anbefalt dimensjonerende oppfylling for asfaltert parkeringsplass på ca. 1,3 meter og øker sikkerheten *med 8-20 prosent* i området.

Et mulig skred i profil D-D vurderes at ikke vil kunne påvirke de planlagte tiltakene og det planlegges derfor ingen stabiliserende tiltak for skråningene.

Det legges til grunn at den planlagte utbyggingen til Skolt Utvikling AS fundamenteres på peler til berg slik at grunnen ikke påføres ytterligere belastning. Detaljprosjektering av lokalstabilitet og valg av fundamentering må utføres i detaljprosjekteringen. Dersom bygget velges fundamentert uten peler må det utføres nye beregninger for å sikre at områdestabiliteten fortsatt er tilfredsstillende.

11.2 Videre arbeid

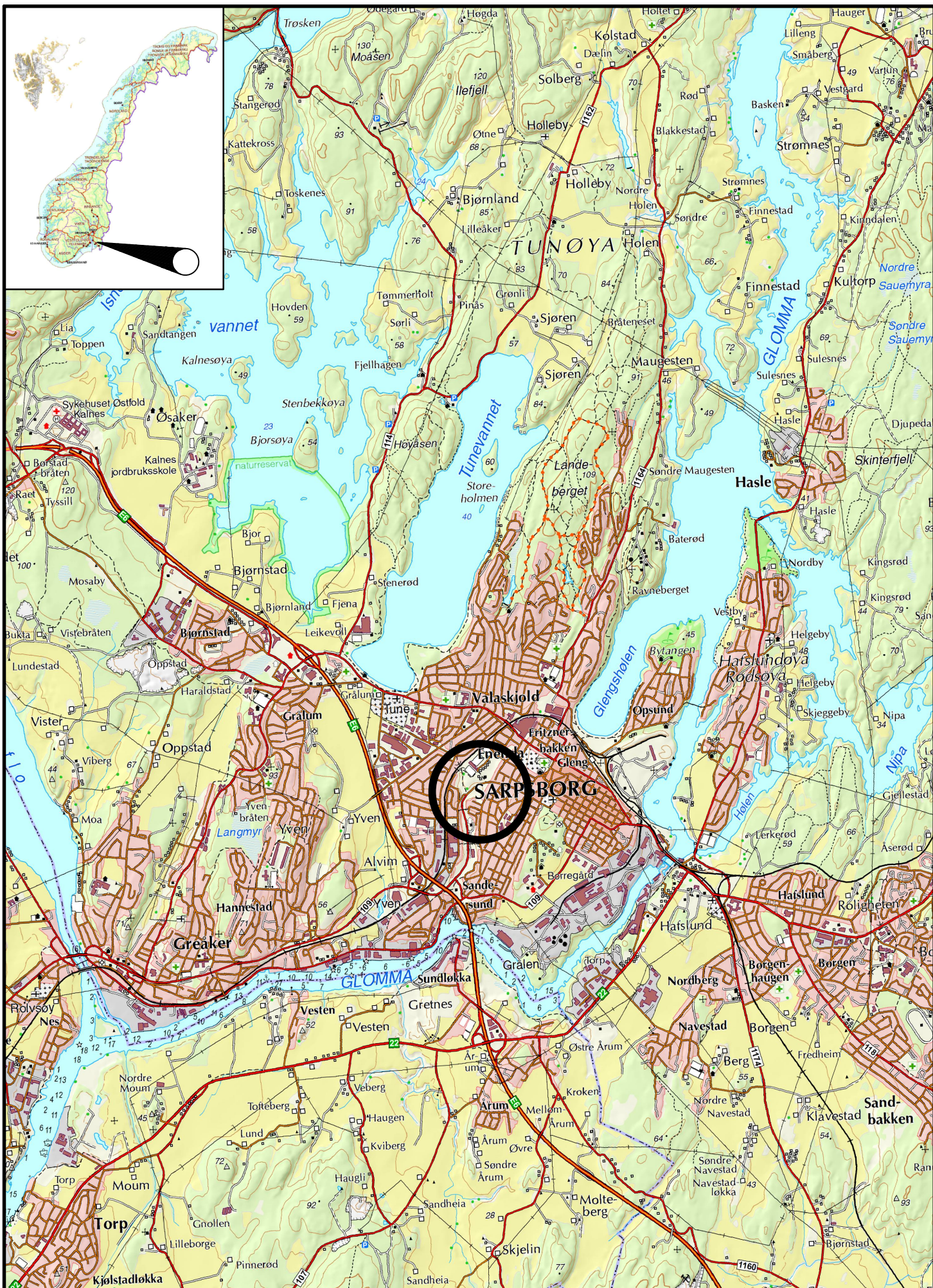
Den foreliggende områdestabilitetsvurderingen må kontrolleres av uavhengig foretak før det gis endelig godkjenning.

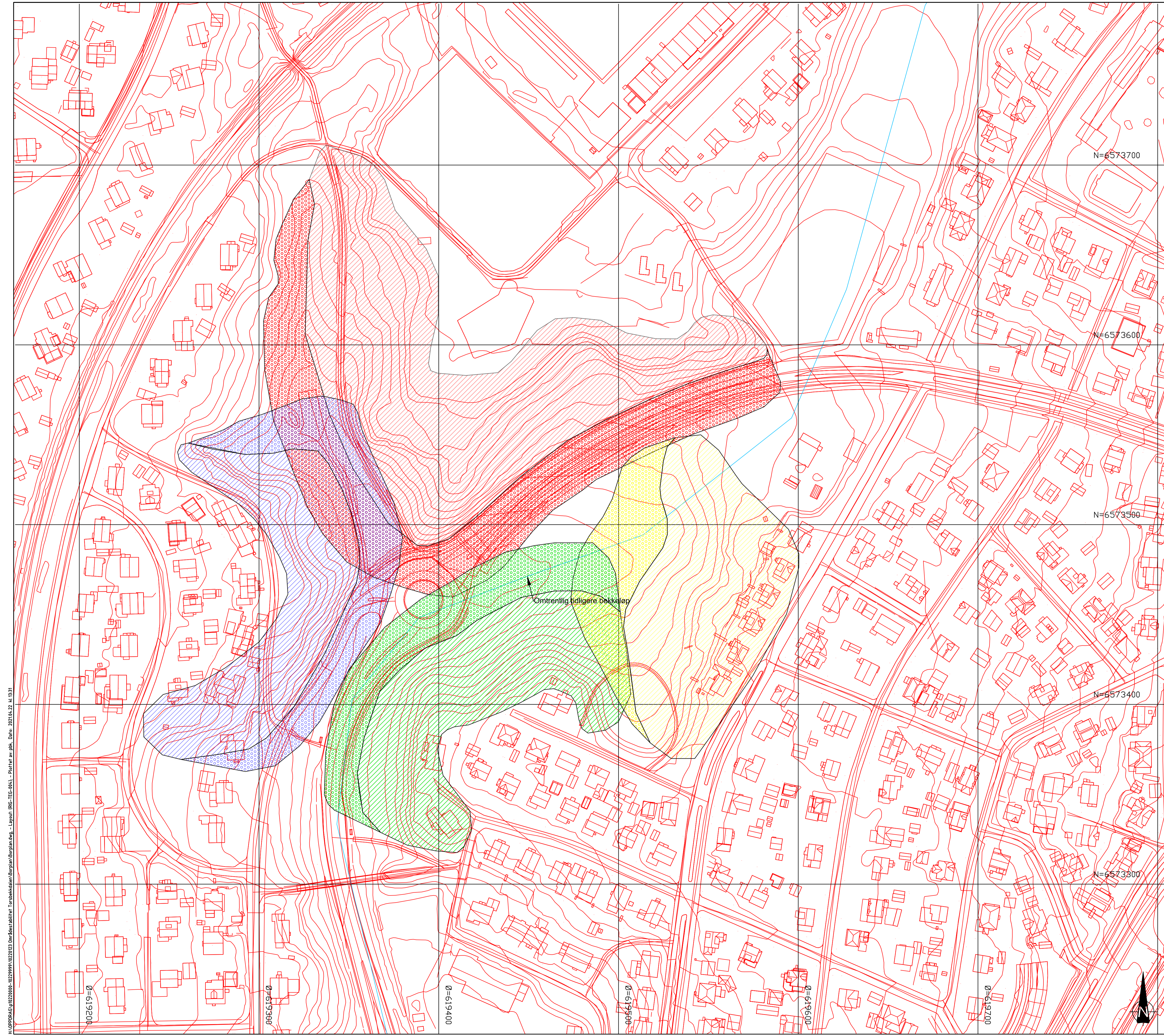
I neste planfase må tilstanden på kulverten som Torsbekken er lagt i vurderes. Vurderingen må omfatte hvorvidt den tåler etableringen av den nye innfartsparkeringen, samt om kulverten er hel og holder på bekken eller om denne siger ut av kulverten og dermed eroderer massene i grunnen. Erosjon av denne typen vil ikke nødvendigvis være mulig å observere kun ved en vanlig befarings av området.

Videre må fyllingen for parkeringsplassen og etablering av byggene i Korsgata detaljprosjekteres. Det må utarbeides faseplaner som sikrer tilstrekkelig sikkerhet mot områdeskred i alle anleggsfaser for både innfartsparkeringen og nærings- og boligbygget.

12 Referanser

- [1] Sarpsborg kommune, «Sarpsborgkart-avansert,» Sarpsborg kommune, [Internett]. Available: <https://kommunekart.com/klient/sarpsborg/avansert>.
- [2] NVE, «Veileder nr. 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred,» Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 2020.
- [3] NVE, «Retningslinjer nr. 2/2011: Flaum- og skredfare i arealplanar,» Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 2014.
- [4] Kartverket, «Norgeskart,» [Internett]. Available: <https://www.norgeskart.no/#!?project=norgeskart&layers=1003&zoom=15&lat=6572688.84&lon=271110.88>.
- [5] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» NGU, [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/.
- [6] NVE, «NVE Atlas,» NVE, [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>.
- [7] Noteby AS, «1648 Idrettens hus,» 1948.
- [8] Noteby AS, «4212 Prosjektert servicestasjon på hjørnetomten Ringgaten-Korsgaten,» 1959.
- [9] Noteby AS, «4399 Sarpsborg stadion lysmaster,» 1960.
- [10] Noteby AS, «4434 Vesteng industriområde».
- [11] Noteby AS, «4501 Planlagt skole i Torsbekkdalen,» 1960.
- [12] Multiconsult Norge AS, «511360-1 Planlagt skole i sentrum,» 2009.
- [13] NGI, «20110452-00-9-R Skred Torsbekkdalen,» 2011.
- [14] Multiconsult Norge AS, «511738-1a Henry Fyhns vei 9,» 2012.
- [15] ÅF Engineering AS, «16518-GEO-R-001 Områderegeringsplan Vingulmorkveien og Torsbekkdalen,» 2017.
- [16] Norconsult, «5200825-RIG01 VA Separering Brevik-Hjersingvei».
- [17] Romerike Grunnboring , «1087 Datarapport Sarpsborg kommune Torsbekkdalen,» 2021.
- [18] NVE, «Ekstern rapport nr. 9/2020 Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred,» Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 2020.
- [19] Norsk Geoteknisk Forening (NGF), *NGF-Melding nr. 1-11*.
- [20] Statens vegvesen, «Håndbok N200,» 2018.





FORKLARING:

-  Løsneområde faresone 1
-  Løsneområde faresone 2
-  Løsneområde faresone 3
-  Løsneområde faresone 4
-  Utløpsområde faresone 1
-  Utløpsområde faresone 2
-  Utløpsområde faresone 3
-  Utløpsområde faresone 4

Omtrentlig tidligere bekkeløp

N=6573700

N=6573600

N=6573500

N=6573400

N=6573300

K:\PROSJEKT\102220123\102220123_001\plan\teg-004_1\plan\teg-004_1.dwg - 2021.04.22 kl 13:31

Ø=619200

Ø=619300

Ø=619400

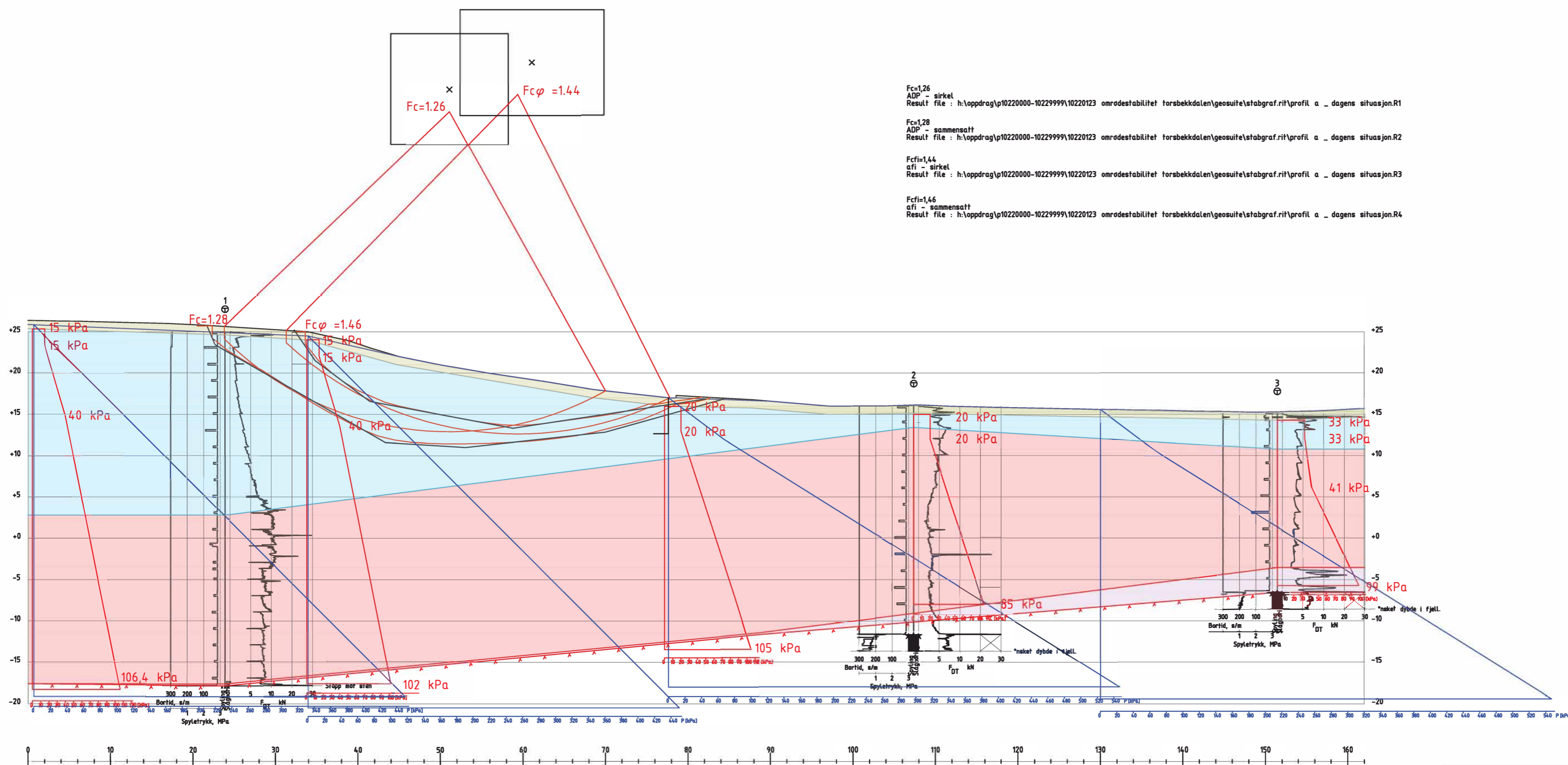
Ø=619500

Ø=619600

Ø=619700

10 Utløpsområde		2021-04-22	PBK	ESF	ESF
Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontroll	Code
	SARPSBORG KOMMUNE		RIG		A1
	OMRÅDESTABILITET TORSBEKKDALEN	Dato			
	Faresoner	Målestokk			
		1:1000			
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Oppdragsnr.	PBK	ESF	ESF
		102220123			
			Tegningsnr.		Rev
			RIG-TEG-004		00

H:\OPPDRAAG\10220000-10229999\10220123 Områdestabilitet Torsbekkdalen\AUTOGRAF\RIT\Presentasjon\10220123-RIG-TEG-600 Profil A Dagens Terreng.dwg - Layout: (600 (Profiler - A3L)), - Plottet av: pbk, Dato: 2021.05.12 kl 14:51



Fc=1,26
ADP - sirkel
Result file : h:\opdrag\10220000-10229999\10220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rtf\profil a _ dagens situasjon.R1

Fc=1,28
ADP - sammensatt
Result file : h:\opdrag\10220000-10229999\10220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rtf\profil a _ dagens situasjon.R2

Fcφ=1,44
afi - sirkel
Result file : h:\opdrag\10220000-10229999\10220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rtf\profil a _ dagens situasjon.R3

Fcφ=1,46
afi - sammensatt
Result file : h:\opdrag\10220000-10229999\10220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rtf\profil a _ dagens situasjon.R4

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	φ	Aa	Ad	Ap	Farge
Tørreskorpe fyllmasser	19.00	9.00	30.0	0.0					□
Leire	17.20	7.20	29.0	3.8	C-prof	1.00	0.67	0.38	□
Språbrudd	17.60	7.60	29.0	5.0	C-prof	1.00	0.63	0.35	□
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0					□

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
01	Lagt til lengdeskala		2021-05-12	PBK	ESF	ESF
00	Utført stabilitetsberegning		2021-26-03	PBK	ESF	ESF

Multiconsult
www.multiconsult.no

Sarpsborg kommune
OMRÅDESTABILITET TORSBEKKDALEN
Profil A-A
Dagens situasjon

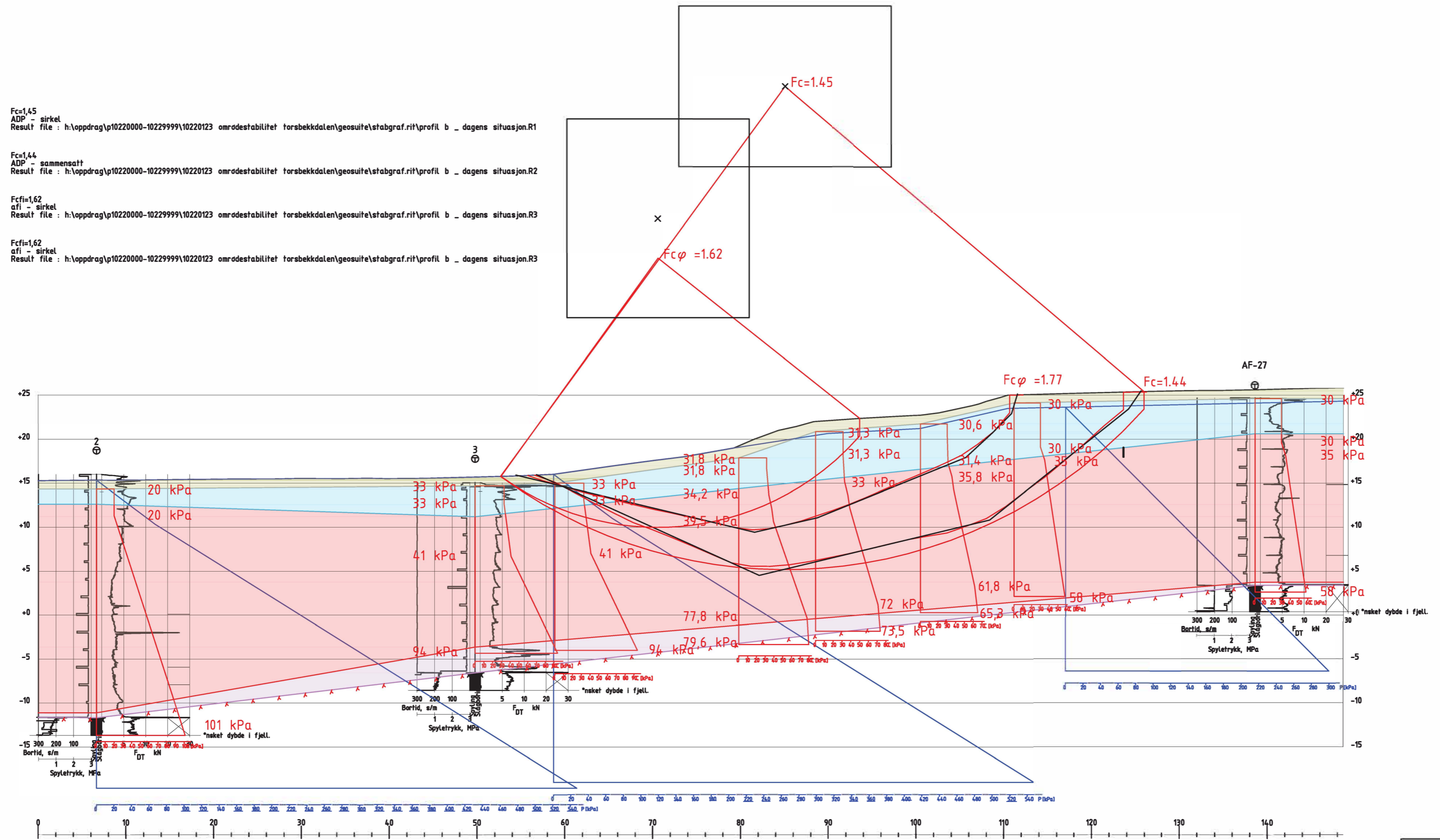
KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA Sarpsborg kommune		KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32		HØYDEREFERANSE: NN2000	
Status: Godkjent	Fag: RIG	Originalt format: A3L	Dato: 2021-03-26		
Konstr./Tegnet: PBK	Kontrollert: ESF	Godkjent: ESF	Målestokk: 1:400		
Oppdragsnr.: 10220123	Tegningsnr.: RIG-TEG-600	Rev.: 01			

Fc=1,45
ADP - sirkel
Result file : h:\oppdrag\p10220000-10229999\10220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rit\profil b _ dagens situasjon.R1

Fc=1,44
ADP - sammensatt
Result file : h:\oppdrag\p10220000-10229999\10220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rit\profil b _ dagens situasjon.R2

Fc=1,62
afi - sirkel
Result file : h:\oppdrag\p10220000-10229999\10220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rit\profil b _ dagens situasjon.R3

Fc=1,62
afi - sirkel
Result file : h:\oppdrag\p10220000-10229999\10220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rit\profil b _ dagens situasjon.R3



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	Aa	Ad	Ap	Farge
Terrskorpe fyllmasser	19.00	9.00	30.0	0.0				□
Leire	17.20	7.20	29.0	3.8	C-prof 100	0.64	0.36	□
Sprøbrudd	17.60	7.60	29.0	5.0	C-prof 100	0.63	0.35	□
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0				□

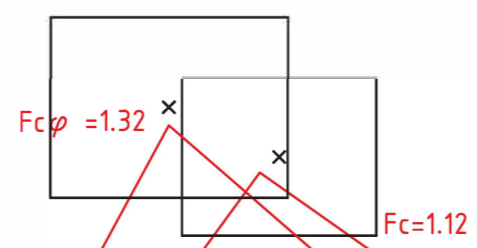
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
01	Lagt til lengdeskala		2021-05-12	PBK	ESF	ESF
00	Utarbeidet tegning		2021-04-08	PBK	ESF	ESF

Multiconsult
www.multiconsult.no

Sarpsborg kommune
OMRÅDESTABILITET TORSBEKKDALEN
Profil B-B
Dagens situasjon

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA Sarpsborg kommune		KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32		HØYDEREFERANSE: NN2000	
Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3L
Konstr./Tegnet	PBK	Kontrollert	ESF	Godkjent	ESF
Oppdragsnr.	10220123	Tegningsnr.	RIG-TEG-601	Dato	2021-04-08
Rev.				Målestokk	1:400
					01

H:\OPPDRAAG\102220123-Områdestabilitet Torsbekkdalen\GEOSUITE\AUTOGRAF.RIT\Presentasjon\102220123-RIG-TEG-602-Profil C Dagens Situasjon.dwg. - Layout: (600 (Profilier - A3)); - Plottet av: pbk, Dato: 2021.05.12 kl 16:44

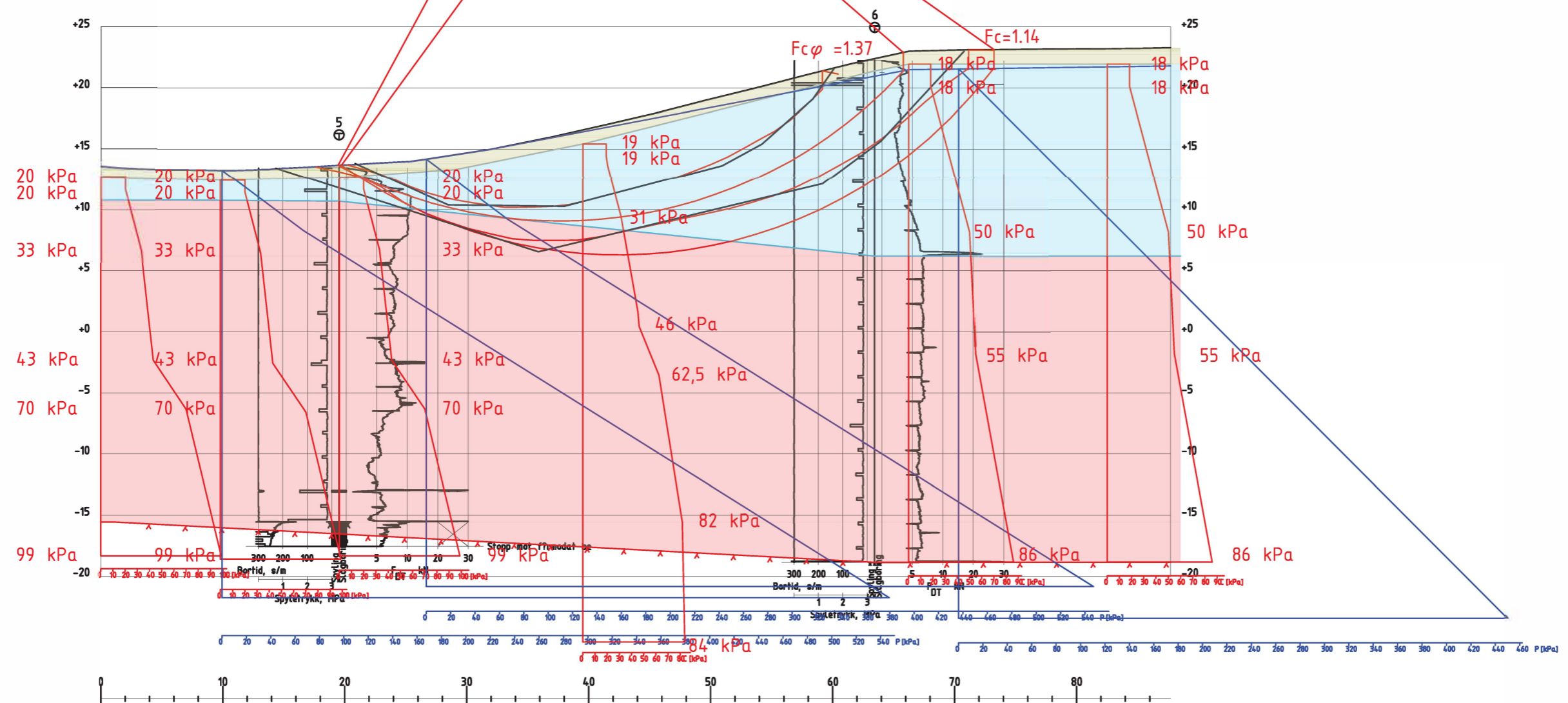


Fc=1,12
ADP - sirkel
Result file : h:\oppdrag\p10220000-10229999\102220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rit\profil c _ dagens situasjon.R1

Fc=1,14
ADP - sammensatt
Result file : h:\oppdrag\p10220000-10229999\102220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rit\profil c _ dagens situasjon.R2

Fcfi=1,32
afi - sirkel
Result file : h:\oppdrag\p10220000-10229999\102220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rit\profil c _ dagens situasjon.R3

Fcfi=1,37
afi - sammensatt
Result file : h:\oppdrag\p10220000-10229999\102220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rit\profil c _ dagens situasjon.R4



Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	Farge
Tørreskorpe fyllmasser	19.00	9.00	30.0	0.0					□
Leire	17.20	7.20	29.0	3.8	C-prof.1.00	0.67	0.38		□
Sprøbrudd	17.60	7.60	29.0	5.0	C-prof.1.00	0.63	0.35		□

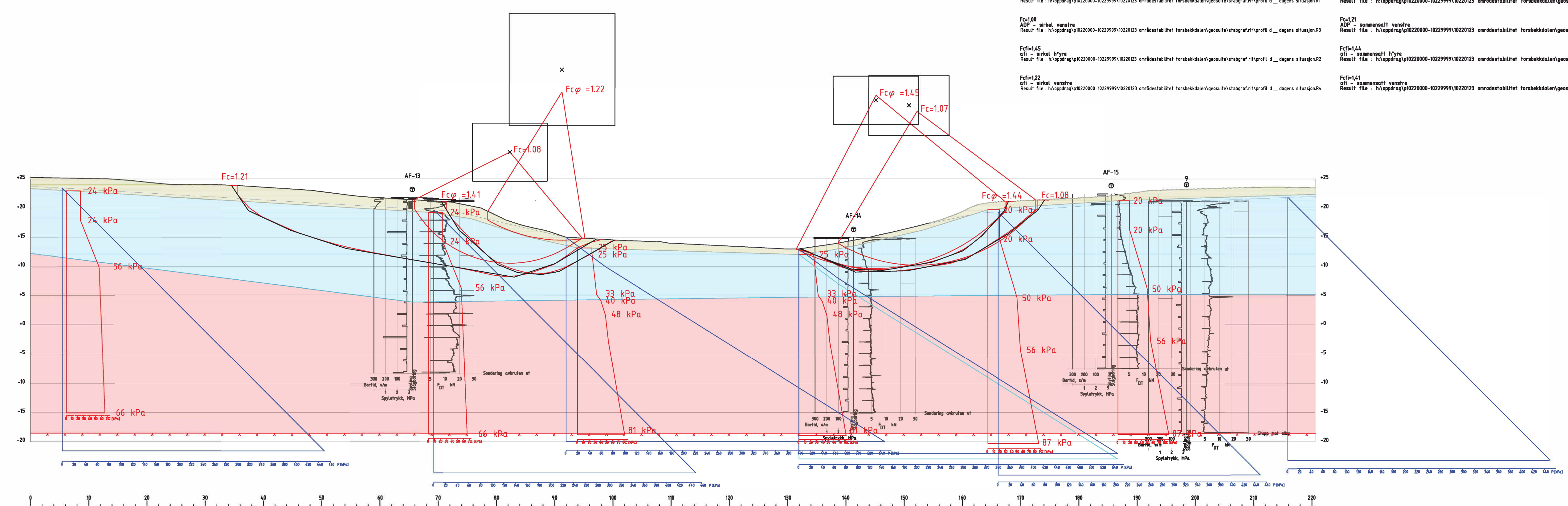
KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA Sarpsborg kommune		KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32		HØYDEREFERANSE: NN2000	
Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3
Oppdragsnr.	102220123	Tegningsnr.	RIG-TEG-602	Dato	2021-04-08
Oppdragsnr.	102220123	Tegningsnr.	RIG-TEG-602	Målestokk	1:400
Rev.	01	Rev.	01		

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
01	Lagt til lengdeskala		2021-05-12	PBK	ESF	ESF
00	Utarbeidet tegning		2021-04-08	PBK	ESF	ESF

Sarpsborg kommune
OMRÅDESTABILITET TORSBEKKDALEN
Profil C-C
Dagens situasjon

Multiconsult
 www.multiconsult.no

H:\OPPDRAAG\10220000-10229999\10220123\OMRÅDESTABILITET TORSBEKKDALEN\GEOsuite\AUTOGRAF\RTI\Presentasjon\10220123-RIG-TEG-603 Profil D Dagens Situasjon.dwg - Layout: (600 (Profil) - A3LL) - Plotter av.pbk, Dato: 2021.05.12 kl. 16:44



Fc=1,07
 ADP - sirkel h*yre
 Result file : h:\oppdrag\10220000-10229999\10220123\områdestabilitet_torsbekkdaalen\geosuite\stabgraf.rti\profil d _dagens situasjon.R1

Fc=1,08
 ADP - sirkel venstre
 Result file : h:\oppdrag\10220000-10229999\10220123\områdestabilitet_torsbekkdaalen\geosuite\stabgraf.rti\profil d _dagens situasjon.R3

Fcfi=1,45
 afi - sirkel h*yre
 Result file : h:\oppdrag\10220000-10229999\10220123\områdestabilitet_torsbekkdaalen\geosuite\stabgraf.rti\profil d _dagens situasjon.R2

Fcfi=1,22
 afi - sirkel venstre
 Result file : h:\oppdrag\10220000-10229999\10220123\områdestabilitet_torsbekkdaalen\geosuite\stabgraf.rti\profil d _dagens situasjon.R4

Fc=1,08
 ADP - sammensatt h*yre
 Result file : h:\oppdrag\10220000-10229999\10220123\områdestabilitet_torsbekkdaalen\geosuite\stabgraf.rti\profil d _dagens situasjon.R5

Fc=1,21
 ADP - sammensatt venstre
 Result file : h:\oppdrag\10220000-10229999\10220123\områdestabilitet_torsbekkdaalen\geosuite\stabgraf.rti\profil d _dagens situasjon.R7

Fcfi=1,44
 afi - sammensatt h*yre
 Result file : h:\oppdrag\10220000-10229999\10220123\områdestabilitet_torsbekkdaalen\geosuite\stabgraf.rti\profil d _dagens situasjon.R6

Fcfi=1,41
 afi - sammensatt venstre
 Result file : h:\oppdrag\10220000-10229999\10220123\områdestabilitet_torsbekkdaalen\geosuite\stabgraf.rti\profil d _dagens situasjon.R8

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	Farge
Tærnskorpe fyllmasser	19.00	9.00	30.0	0.0					
Leire	17.20	7.20	29.0	3.8	C=prof	1.00	0.68	0.39	
Språbrudd	17.60	7.60	29.0	5.0	C=prof	1.00	0.64	0.36	

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA Sarpsborg kommune	
KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32	
HØYDEREFERANSE: NN2000	
Status: Godkjent	Fag: RIG
Originalt format: A3LL	Dato: 2021-04-09
Konstr./Tegnet: PBK	Kontrollert: ESF
Godkjent: ESF	Målestokk: 1:400
Oppdragsnr.: 10220123	Tegningsnr.: RIG-TEG-603
	Rev.: 01

01	Lagt til lengdeskala	2021-05-12	PBK	ESF	ESF	
00	Utarbeidet tegning	2021-04-09	PBK	ESF	ESF	
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
 www.multiconsult.no

Sarpsborg kommune
 OMRÅDESTABILITET TORSBEKKDALEN
 Profil D-D
 Dagens situasjon

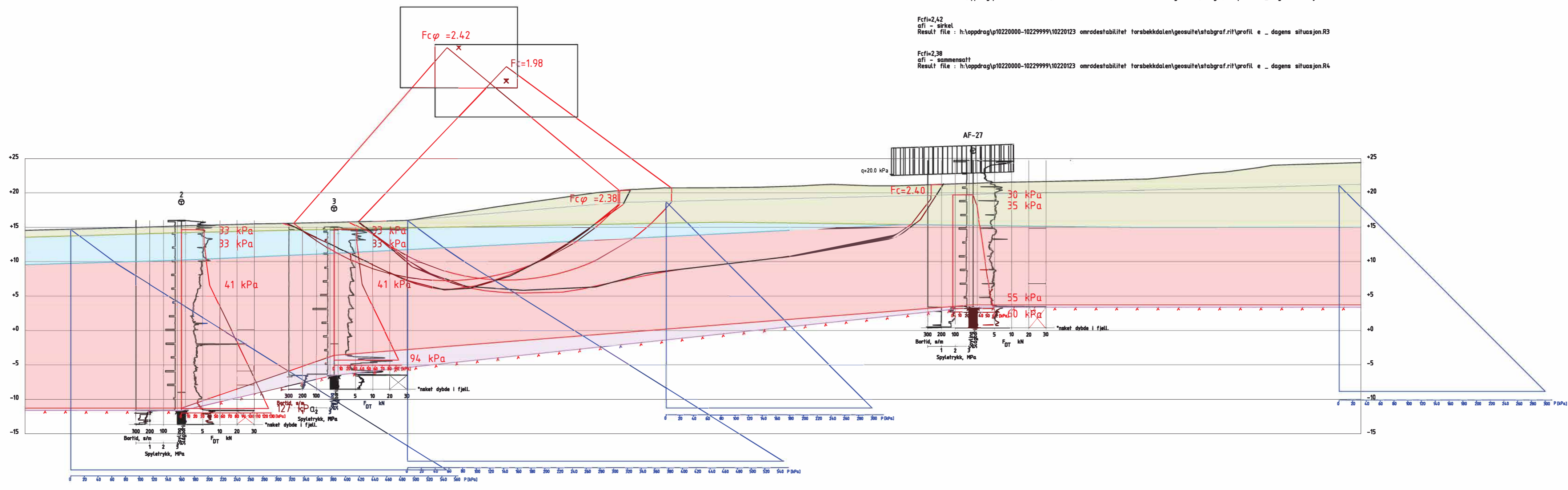
H:\OPPDRAG\p10220000-10229999\10220123 Områdestabilitet Torsbekkdalen\GEOsuite\AUTOGRAF.RIT\Presentasjon\10220123-RIG-TEG-604 Profil E Dagens situasjon.dwg, - Layout: (600 (Profil - A3L)); - Plottet av: pbk, Dato: 2021.05.12 kl 16:46

Fc=1.98
ADP - sirkel
Result file : h:\opppdrag\p10220000-10229999\10220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rit\profil e _ dagens situasjon.R1

Fc=2.40
ADP - sammensatt
Result file : h:\opppdrag\p10220000-10229999\10220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rit\profil e _ dagens situasjon.R2

Fcfi=2.42
afi - sirkel
Result file : h:\opppdrag\p10220000-10229999\10220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rit\profil e _ dagens situasjon.R3

Fcfi=2.38
afi - sammensatt
Result file : h:\opppdrag\p10220000-10229999\10220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rit\profil e _ dagens situasjon.R4



Material	Un. Weigth	Sub. Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	Farge
Tarrskorpe fyllmasser	19.00	9.00	30.0	0.0					
Leire	17.20	7.20	29.0	3.8	C-prof	1.00	0.64	0.36	
Sprøbrudd	17.60	7.60	29.0	5.0	C-prof	1.00	0.63	0.35	
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0					

Rev.	Beskrivelse	Endr. liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
01	Lagt til lengdeskala		2021-05-12	PBK	ESF	ESF
00	Utarbeidet tegning		2021-04-09	PBK	ESF	ESF

Multiconsult
www.multiconsult.no

Sarpsborg kommune
OMRÅDESTABILITET TORSBEKKDALEN
Profil E-E
Dagens situasjon

KARTGRUNNLAG: KOORDINATSYSTEM: HØYDEREFERANSE:		DIGITALT KART FRA Sarpsborg kommune EUREF89, sone 32 NN2000			
Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3L
Konstr./Tegnet	PBK	Kontrollert	ESF	Godkjent	ESF
Oppdragsnr.	10220123	Tegningsnr.	RIG-TEG-604	Dato	2021-04-09
Rev.				Målestokk	1:400
				Rev.	01

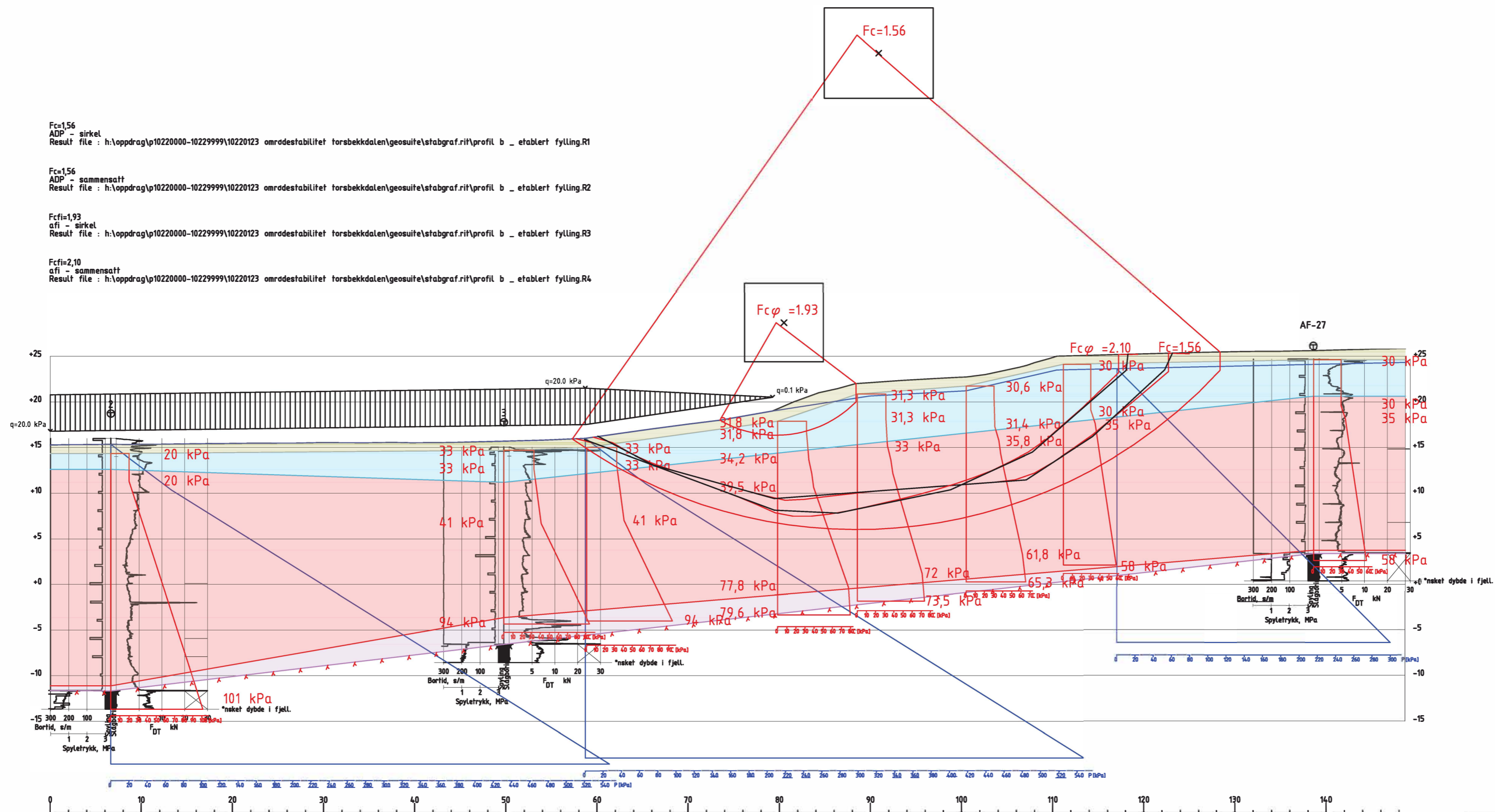
H:\OPPDRAAG\p10220000-10229999\10220123 Områdestabilitet Torsbekkdalen\GEOSUITE\AUTOGRAF.RIT\Presentasjon\10220123-RIG-TEG-605 Profil B Etablert Fylling.dwg, - Layout: (600 (Profiler - A3L)), - Plottet av: pbk, Dato: 2021.05.12 kl 15:02

Fc=1,56
ADP - sirkel
Result file : h:\opdrag\p10220000-10229999\10220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rit\profil b _ etablert fylling.R1

Fc=1,56
ADP - sammensatt
Result file : h:\opdrag\p10220000-10229999\10220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rit\profil b _ etablert fylling.R2

Fcfi=1,93
afi - sirkel
Result file : h:\opdrag\p10220000-10229999\10220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rit\profil b _ etablert fylling.R3

Fcfi=2,10
afi - sammensatt
Result file : h:\opdrag\p10220000-10229999\10220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rit\profil b _ etablert fylling.R4



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	Farge
Tarrskorpe fyllmasser	19.00	9.00	30.0	0.0					□
Leire	17.60	7.20	29.0	3.8	C-prof 100	0.64	0.36		□
Sprøbrudd	17.60	7.60	29.0	5.0	C-prof 100	0.63	0.35		□
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0					□

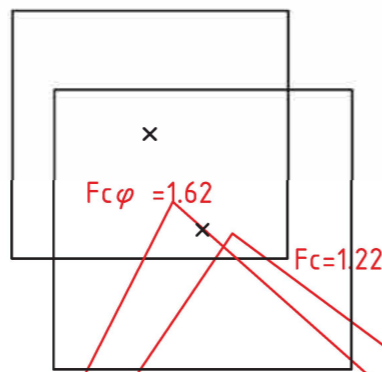
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
01	Lagt til lengdeskala		2021-05-12	PBK	ESF	ESF
00	Utarbeidet tegning		2021-04-09	PBK	ESF	ESF

Multiconsult
www.multiconsult.no

Sarpsborg kommune
OMRÅDESTABILITET TORSBEKKDALEN
Profil B-B
Etablert fylling

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA Sarpsborg kommune		KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32		HØYDEREFERANSE: NN2000	
Status: Godkjent	Fag: RIG	Originalt format: A3L	Dato: 2021-04-09		
Konstr./Tegnet: PBK	Kontrollert: ESF	Godkjent: ESF	Målestokk: 1:400		
Oppdragsnr.: 10220123	Tegningsnr.: RIG-TEG-605	Rev.: 01			

H:\OPPDRAAG\102220123-Områdestabilitet Torsbekkdalen\GEOSUITE\AUTOGRAF.RIT\Presentasjon\102220123-RIG-TEG-606 Profil C-Etablert Fylling.dwg. - Layout: {600 (Profiler - A3)}; - Plottet av: pbk, Dato: 2021.05.12 kl 16:48

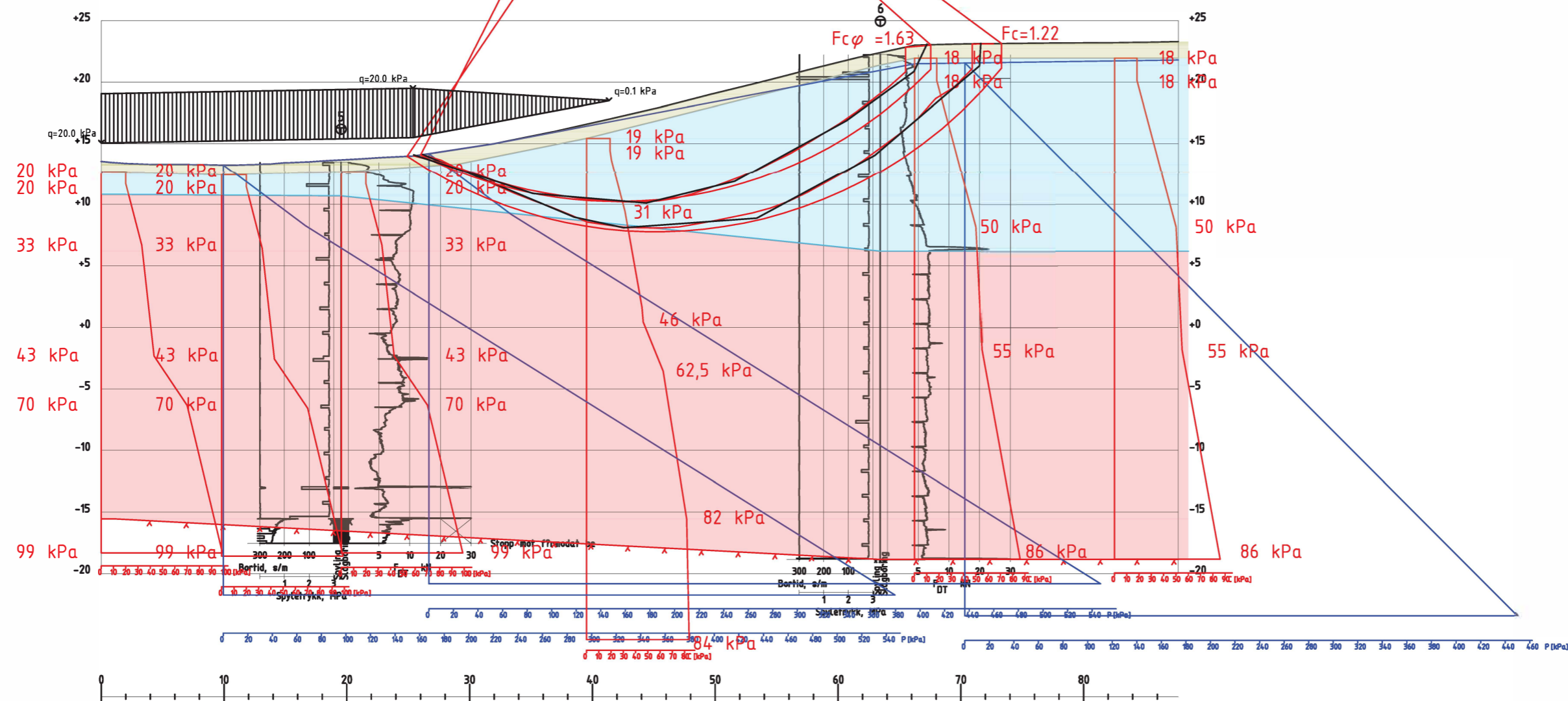


Fc=1,22
ADP - sirkel
Result file : h:\opdrag\102220000-10229999\102220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rif\profil c _ etablert fylling.R1

Fc=1,22
ADP - sammensatt
Result file : h:\opdrag\102220000-10229999\102220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rif\profil c _ etablert fylling.R2

Fcfi=1,62
afi - sirkel
Result file : h:\opdrag\102220000-10229999\102220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rif\profil c _ etablert fylling.R3

Fcfi=1,63
afi - sammensatt
Result file : h:\opdrag\102220000-10229999\102220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rif\profil c _ etablert fylling.R4



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	Farge
Tørrskorpe fyllmasser	19.00	9.00	30.0	0.0					□
Leire	17.20	7.20	29.0	3.8	C-prof 1.00	0.67	0.38		□
Sprøbrudd	17.60	7.60	29.0	5.0	C-prof 1.00	0.63	0.35		□

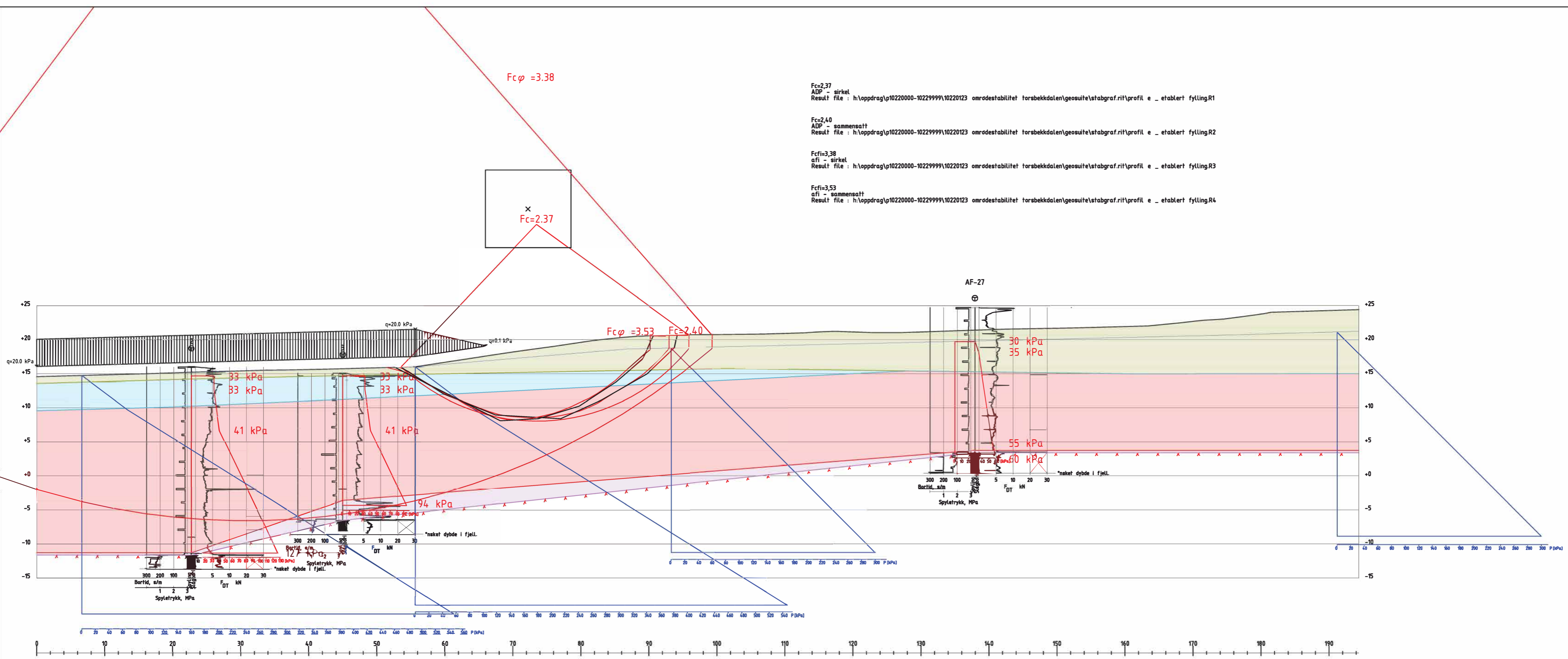
KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA Sarpsborg kommune		KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32		HØYDEREFERANSE: NN2000	
Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3
Konstr./Tegnet		Kontrollert		Dato	2021-04-09
PBK		ESF		Godkjent	ESF
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Målestokk	1:400
102220123		RIG-TEG-606		Rev.	01

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
01	Lagt inn lengdeskala		2021-05-12	PBK	ESF	ESF
00	Utarbeidet tegning		2021-04-09	PBK	ESF	ESF

Multiconsult
www.multiconsult.no

Sarpsborg kommune
OMRÅDESTABILITET TORSBEKKDALEN
Profil C-C
Etablert fylling

H:\OPPDRA G\p10220000-10229999\10220123 Områdestabilitet Torsbekkdalen\GEO SUITE\AUTOGRAF.RIT\Presentasjon\10220123-RIG-TEG-607 Profil E Etablert Fylling.dwg, - Layout: 600 (Profiler - A3L); - Plottet av: pbk, Dato: 2021.05.12 kl 16:36



Fc=2.37
ADP - sirkel
Result file : h:\opdrag\p10220000-10229999\10220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rif\profil e _ etablert fylling.R1

Fc=2.40
ADP - sammensatt
Result file : h:\opdrag\p10220000-10229999\10220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rif\profil e _ etablert fylling.R2

Fcφ=3.38
afi - sirkel
Result file : h:\opdrag\p10220000-10229999\10220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rif\profil e _ etablert fylling.R3

Fcφ=3.53
afi - sammensatt
Result file : h:\opdrag\p10220000-10229999\10220123 områdestabilitet torsbekkdalen\geosuite\stabgraf.rif\profil e _ etablert fylling.R4

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	Farge
Tærnskorpe fyllmasser	19.00	9.00	30.0	0.0					□
Leire	17.20	7.20	29.0	3.8	C-prof	1.00	0.64	0.36	□
Sprøbrudd	17.60	7.60	29.0	5.0	C-prof	1.00	0.63	0.35	□
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0					□

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA Sarpsborg kommune		KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32		HØYDEREFERANSE: NN2000	
Status: Godkjent	Fag: RIG	Originalt format: A3L	Dato: 2021-04-09		
Konstr./Tegnet: PBK	Kontrollert: ESF	Godkjent: ESF	Målestokk: 1:400		
Oppdragsnr.: 10220123	Tegningsnr.: RIG-TEG-607	Rev.: 01			

01	Lagt til lengdeskala	2021-05-12	PBK	ESF	ESF
00	Utarbeidet tegning	2021-04-09	PBK	ESF	ESF
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.

Multiconsult
www.multiconsult.no

Sarpsborg kommune
OMRÅDESTABILITET TORSBEKKDALEN
Profil E-E
Etablert fylling