

# RAPPORT

FON Anlegg AS

Sandefjord. Dverdalsåsen  
Områdestabilitet

Geoteknisk rapport  
113880r1

9. april 2019

Prosjekt: Sandefjord. Dverdalsåsen  
Dokumentnavn: Områdestabilitet  
Dokumentnr: 113880r1  
Dato: 9. april 2019  
Kunde: FON Anlegg AS  
Kontaktperson: Carl Christian Fon  
Kopi:

Rapport utarbeidet av: Anders Bentsen  
Rapport kontrollert av: Geir Solheim  
Prosjektleder: Geir Solheim

---

### Sammendrag:

Utførte grunnundersøkelser viser et sammenhengende område rundt Dverdalsåsen og langs med Unnebergbekken med forekomst av sprøbruddmateriale/kvikkleire i grunnen. Foreliggende rapport inneholder derfor utredning av en faresone langs Dverdalsåsen og mot Unnebergbekken. Foreløpig faresone for mulig kvikkleireskred er basert på utførte grunnundersøkelser, kvartærgeologisk kart og topografien i området.

Faresonen har

Faregradsklasse: Middels  
Konsekvensklasse: Liten  
Risikoklasse: 3

Stabilitetsberegninger i for dagens situasjon rundt åsen, viser stedvis ikke tilfredsstillende sikkerhet. Utbygging til bolig medfører derfor at sikkerheten må forbedres i deler av området.

Det er usikkerhet vedr. dybder til fjell, grunnvannstand og poretrykk. For sikrere vurdering av stabilitetsforholdene langs foten av åsen kreves derfor supplerende grunnundersøkelser i en senere detaljfase. Dette medfører behov for rydding av skog.

Stabilitetsforholdene for dagens situasjon vurderes som tilfredsstillende langs med Unnebergbekken og områdene rundt Dverdalsveien, Svibelveien, Krokusveien og deler av Bekkåsveien.

NVE's retningslinjer krever at det utføres måling av poretrykk i grunnen ved minst 2 stk installerte poretrykksmålere. Dette er ikke gjort ved innledende grunnundersøkelse, og må utføres ved senere supplerende undersøkelser.

Våre vurderinger må kvalitetssikres av uavhengig foretak.

## INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	4
2	Gjeldende planer.....	4
3	Utførte grunnundersøkelser.....	5
4	Terreng og grunnforhold.....	5
4.1	Terreng.....	6
4.2	Grunnforhold.....	6
5	Stabilitetsforhold, områdestabilitet.....	8
5.1	Tiltakskategori.....	9
5.2	Marin grense.....	9
5.3	Marine avsetninger.....	9
5.4	Eksisterende, kartlagte faresoner.....	9
5.5	Avgrensning av aktsomhetsområde etter marine avsetninger og topografi.....	10
5.6	Grunnundersøkelser.....	11
5.7	Avgrens løsneområdet mer nøyaktig.....	12
5.8	Vurder og avgrens sannsynlig utløpsområder.....	13
6	Faregrad-, skadekonsekvens og risikoevaluering.....	16
6.1	Faregrad.....	16
6.2	Skadekonsekvens.....	17
6.3	Risikoklasse.....	18
6.4	Konklusjon.....	18
6.5	Krav til sikkerhet.....	19
7	Stabilitetsforhold, dagens situasjon.....	19
8	Oppsummering.....	21

## TEGNINGER

<i>Tegn nr.</i>	<i>Tittel</i>	<i>Målestokk/format</i>
0	Oversiktskart	1:30 000 /A4
1 - 2	Borplaner	1:2000 /A3
100 - 105	Terrengprofiler A, B, C, D og E	1:200 /A4
500	Områder med sensitive masser/sprøbruddmateriale	1:3000 /A3
501	Aktsomhetssone	1:3000 /A3
502	Faresone for kvikkleireskred	1:3000 /A3
503	Løsne- og utløpsområder	1:3000 /A3

## VEDLEGG

1	Stabilitetsberegning D, antatt dypt til fjell.	113980 -205
2	Stabilitetsberegning E, dagens situasjon.	113980 -207

## REFERANSER

- [1] 111369n1 Befaringsnotat Sandefjord. Dverdalsåsen, GrunnTeknikk, 10.02.15
- [2] 811301-1 Rapport av Multiconsult AS, 8.11.2011
- [3] 113880r1 Geoteknisk datarapport. Sandefjord. Dverdalsåsen. GrunnTeknikk, 18.02.19
- [4] NVEs veileder 7/2014. Sikkerhet mot kvikkleireskred. Utgitt 2014
- [5] Plan og bygningsloven (PBL), Byggteknisk forskrift TEK17 kap 7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger
- [6] NGI-rapport 20001008-2, rev. 3 datert 08.10.2008. "Vurdering av risiko for skred. Metode for klassifisering av faresoner, kvikkleire".
- [7] NGU rapport 2012.040 21.11.2012. "Utstrekning og utløpsdistanse for kvikkleireskred".
- [8] NIFS rapport 14/2016. Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for "områdeskred. NVE, 2016.
- [9] 113980tb1 Teknisk beregningshefte. Sandefjord. Dverdalsåsen. GrunnTeknikk, 31.03.19
- [10] Boringer fra NGI, BaneNor InterCity, mottatt pr e-post fra Kristoffer Kåsin i NGI.





### 3 Utførte grunnundersøkelser

Grunnundersøkelsene er utført av GeoStrøm AS med beltegående borerigg. Det er utført undersøkelser i to faser;

- Innledende grunnundersøkelser i desember 2018
- Supplerende grunnundersøkelser i januar 2019.

Detaljert beskrivelse av felt og laboratorieundersøkelser fremgår av datarapport ref. [3].

I tillegg til utførte grunnundersøkelser for prosjektet har vi fått tilgang til grunnundersøkelser for InterCity gjennom Vestfold, utført av NGI for Bane Nor. Aktuelle undersøkelser utført av NGI er vist på borplan -2.

### 4 Terreng og grunnforhold

Borplan med plassering av utførte boreriger er vist på tegning 113980-1. Det undersøkte området ligger rundt Dverdalsåsen, sydvest for Unnebergbekken i Sandefjord kommune.

Reguleringsområdet ligger mellom Hemsbakken/Drakeåsen i vest og Unnebergbekken i nord og øst (fig.1). Øst for Dverdalsåsen er det et eksisterende boligfelt.



Figur 2: Flyfoto hentet fra norgebilder.no. Undersøkt område er omtrentlig markert med gult. Sorte trekanter markerer omtrentlig fjell i dagen registrert ved befaring.



## 4.1 Terreng

Tomten strekker seg fra Bekkåsveien og Matgloveåsen i vest, mot Dverdalsveien i sør og Unnebergbekken i øst/nordøst. Deler av området vest for Dverdalsåsen er dyrket mark. Terrenget faller av fra kote + 50 på åsen ned mot kote + 22 ved Bekkåsveien i sør og vest. Terrenget stiger fra Bekkåsveien i sør, nordover til ca. kote 34 ved Unnebergveien 56 lengst mot bekken i nord.

Dverdalsåsen er bevokst med skog mens terrenget i foten av åsen i syd og vest er dyrket mark. Flyfoto med angivelse av undersøkt område er vist på fig.1.



Figur 1: Skråfoto fra google.maps sett mot Dverdalsåsen i NØ.

## 4.2 Grunnforhold

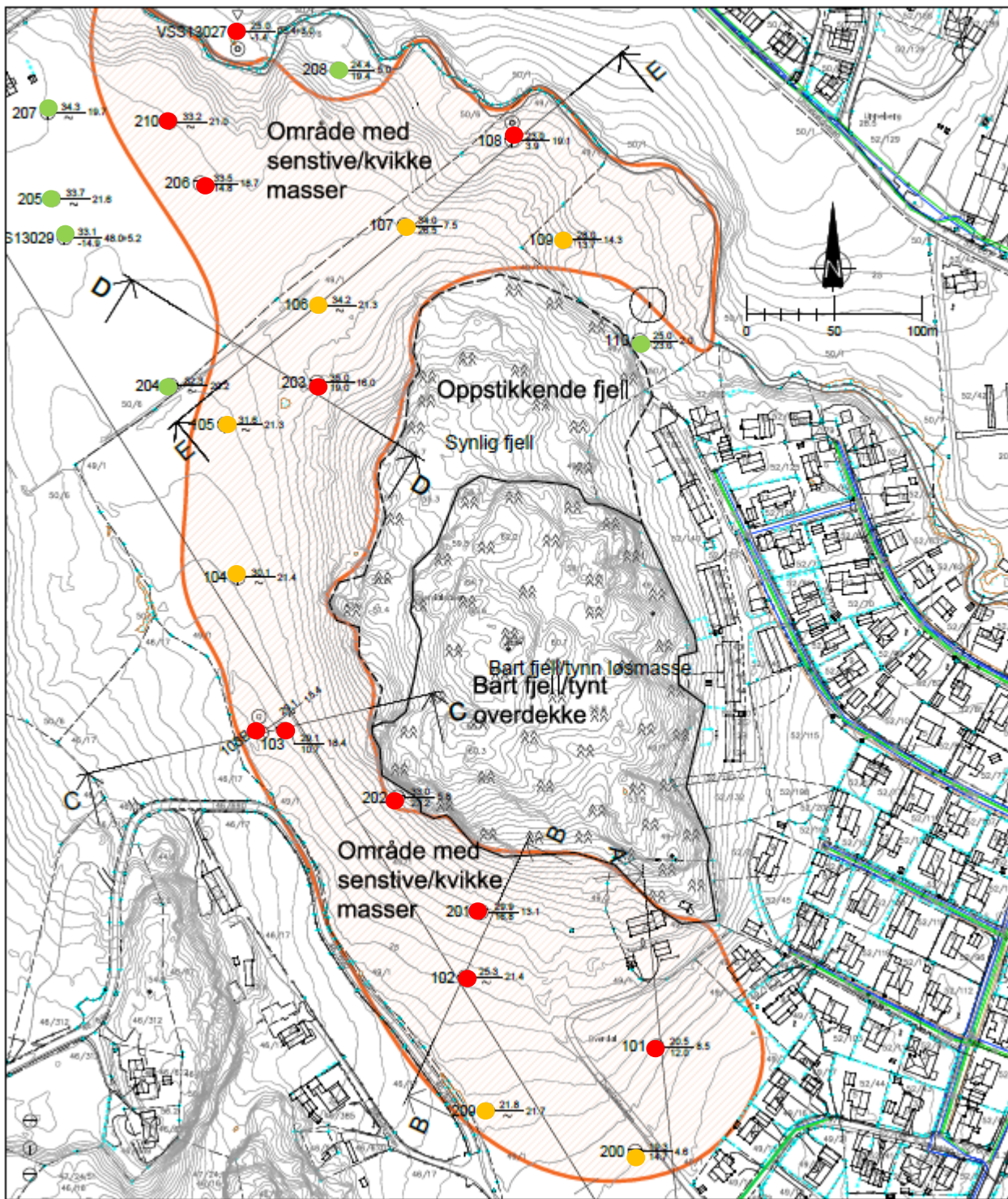
NGUs løsmassekart er vist på figur 5. Løsmassekartet gir en indikasjon på forventede grunnforhold i området. Kartet viser masser av «Tynn hav-/strandavsetning» (lys blå farge) og «Marin strandavsetning» (mørk blå farge). Selve Dverdalsåsen består av «Bart fjell, stedvis tynt dekke» (rosa farge). Erfaringsmessig består marine avsetninger i området av finkornige masser av leire/silt.

Grunnundersøkelsene har vist at grunnen rundt Dverdalsåsen i syd, vest og nord består av bløt og siltig leire under et tynt topplag med tørrskorpeleire. Leira er sensitiv, og det er påvist kvikkleire ved prøvetaking i flere punkter. Løsmassemektigheten øker fra åsen i øst mot vest. Leira har stedvis mektighet større enn 20 m.

Figur 4 viser boringer hvor det er påvist leire med sprøbruddegenskaper/kvikkleire.

Grunnvannstanden er målt til å stå kun 0,3 m under terreng i prøvehullet ved totalsondering 108. Registreringen er usikker og vi kan ikke utelukke at målingen kan ha vært påvirket av overvann. Grunnvannstanden må derfor kontrolleres nærmere ved et senere detaljprosjekt. Grunnvannsnivået vil generelt kunne variere noe med årstid og nedbørsforhold.

For en mer detaljert beskrivelse av grunnforholdene vises til datarapport ref. [3].



Figur 4 Områder med sprøbruddmaterialer/kvikkleire rundt Dverdalsåsen er omtrentlig markert med oransje skravur. Utsnitt fra tegning 113880-500 Ref. [3] Røde markeringer viser totalsonderinger med avtakende bormotstand med dybden. Oransje markeringer indikerer konstant bormotstand med dybden. Grønne markeringer indikerer borer med økende bormotstand med dybden.



## 5 Stabilitetsforhold, områdestabilitet

Gjeldende regelverk stiller krav til trygghet mot naturpåkjenninger (skred, flom, etc), og vi har derfor vurdert områdestabiliteten for reguleringsområdet. For våre vurderinger ligger NVEs retningslinjer og veileder ref. [1] og [2] til grunn. Disse oppfyller krav om sikker byggegrunn i forhold til PBL og Teknisk forskrift, TEK17., ref. [3].

Tabell 1: oppsummerer gjennomgang av prosedyren i henhold til avsnitt 4.5 i NVEs veileder 7/2014 [1].

Pkt.	Arbeidsoverskrift	Kommentar
1	Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være	Områderegulering. Ny utbygging med tilflytting av mennesker og tiltakskategori K4. <b>Utført</b>
2	Undersøk om hele eller deler av områder ligger under marin grense.	Hele området ligger under marin grense. <b>Utført</b>
3	Avgrens områder med marine avsetninger	Sammenhengende marine avsetninger ant. på hele området Registrert fjell i dagen på østre del i reguleringsområdet, Dverdalsåsen. <b>Utført</b>
4	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området	Det er flere tidligere kartlagte faresoner i nærheten av reguleringsområdet. Nærmeste sone 2270 Tulipanveien (faregrad lav, konsekvens alvorlig, risikoklasse 2) grenser helt inntil reg.området i øst. <b>Utført</b>
5	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred	Terrenget i området tilsier mulighet for skred iht angitte kriterier. Basert på terrengkriterier strekker aktsomhetsområdet seg 100-200 m fra sør, langs vestsiden av åsen, til Unnebergveien 56 i nord, ned mot Unnebergbekken øst for Dverdalsåsen. Se figur 7. <b>Utført</b>
6	Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/vurdering av grunnlag	Befaring, grunnundersøkelser, supplerende grunnundersøkelser <b>Utført</b>
7	Avgrens løsneområder mer nøyaktig	Skråning ned Bekkåsveien. Avgrenset av terrengkriterier og totalsondering som avviser kvikkleire. <b>Utført</b>
8	Vurder og avgrens sannsynlig utløpsområder for skredmasser	Utløpsområdet begrenser seg mot stigende terreng på andre siden av Bekkåsveien. For området langs bekken er selve bekkeløpet utløpsområdet <b>Utført.</b>
9	Avgrens og faregradklassifiser faresoner	Faregrad middels. <b>Utført</b>
10	Stabilitetsvurderinger. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet	Utbygging i området krever tiltak som forbedrer dagens situasjon. <b>Utført</b>

## 5.1 Tiltakskategori

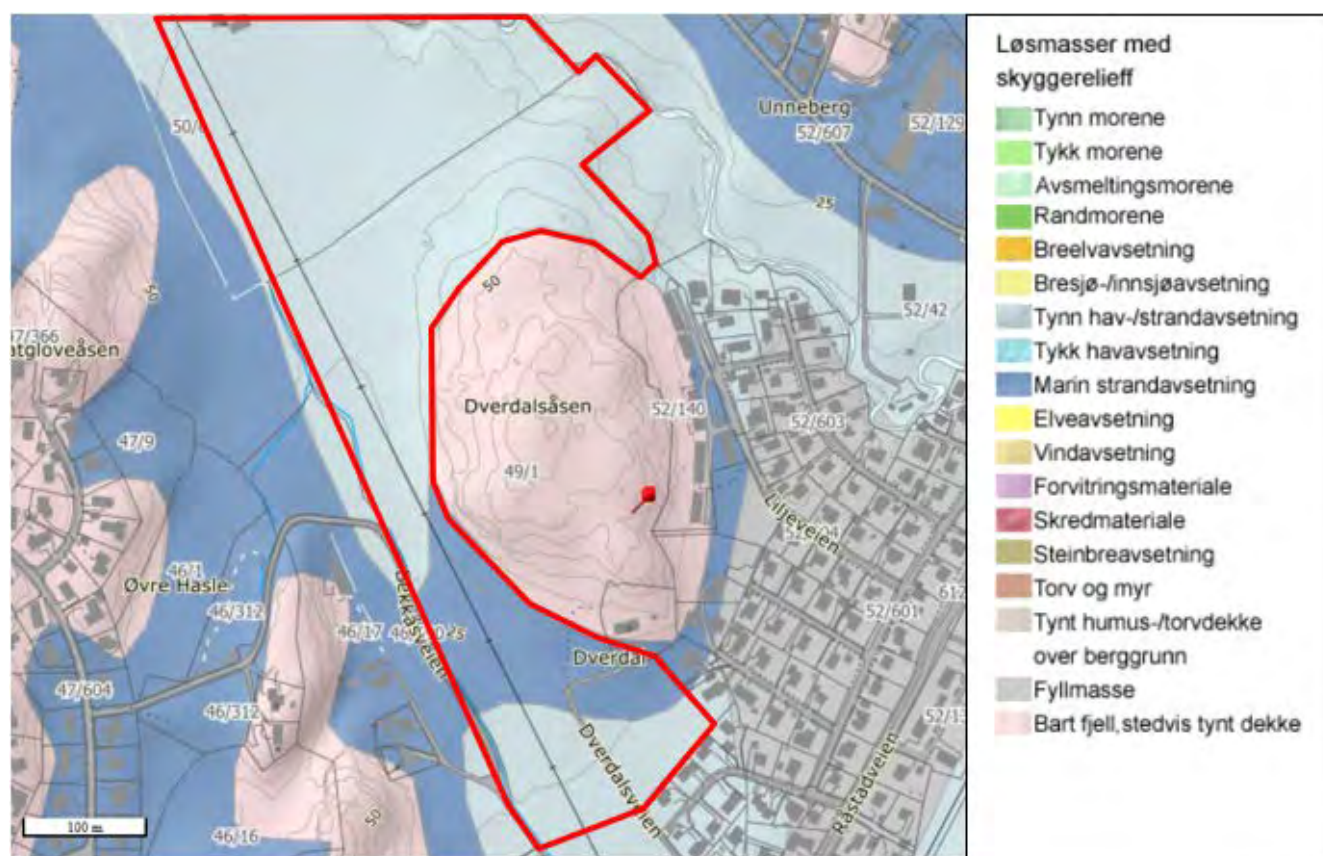
Utredningen utføres i forbindelse med reguleringsplan og skal avklare eventuell fare for områdestabilitetsproblemer. Iht. Tabell 5.1 i NVEs veileder [4] plasseres prosjektet i tiltakskategori K4 og utredningen gjøres for dette.

## 5.2 Marin grense

Hele området ligger under marin grense, [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no)

## 5.3 Marine avsetninger

Det er sammenhengende marine avsetninger ant. på hele området. Videre er det registrert fjell i dagen i åsen i øst.



Figur 5: Løsmassekart fra NGU sine nettsider, viser antatte grunnforhold i området. Undersøkt område er omtrentlig avmerket med rødt.

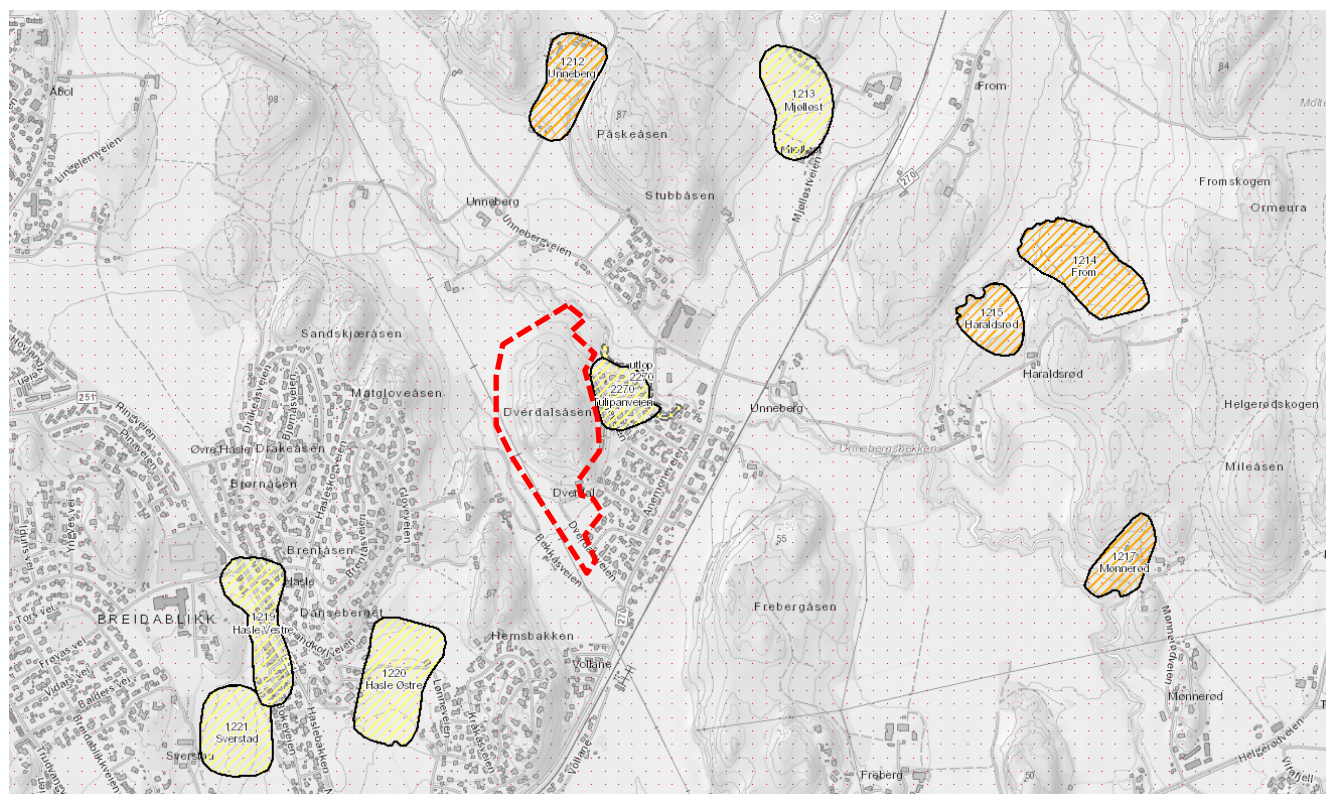
## 5.4 Eksisterende, kartlagte faresoner

Det er registrert flere faresoner i området Unneberg/Hasle. Nærmeste sone er 2270 Tulipanveien. Denne sonen ligger helt inntil reguleringsområdet mot øst. Vi er kjent med at NVE tidligere har gjort stabilitetsforbedrende tiltak mot bekken i boligområdet innenfor sonen.

De sonene som ligger nærmest reguleringsområdet er;

- 2270 Tulipanveien (faregrad lav, konsekvens alvorlig, risikoklasse 2)
- 1212 Unneberg (faregrad middels, konsekvens mindre alvorlig, risikoklasse 2)
- 1213 Mjølløst (faregrad lav, konsekvens mindre alvorlig, risikoklasse 2)
- 1220 Hasle Østre (faregrad lav, konsekvens mindre alvorlig, risikoklasse 2)

Tidligere registrerte faresoner er vist på figur 6, nedenfor.



Figur 6: Kartlagte kvikkleirefaresoner, [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no)

## 5.5 Avgrensning av aktsomhetsområde etter marine avsetninger og topografi

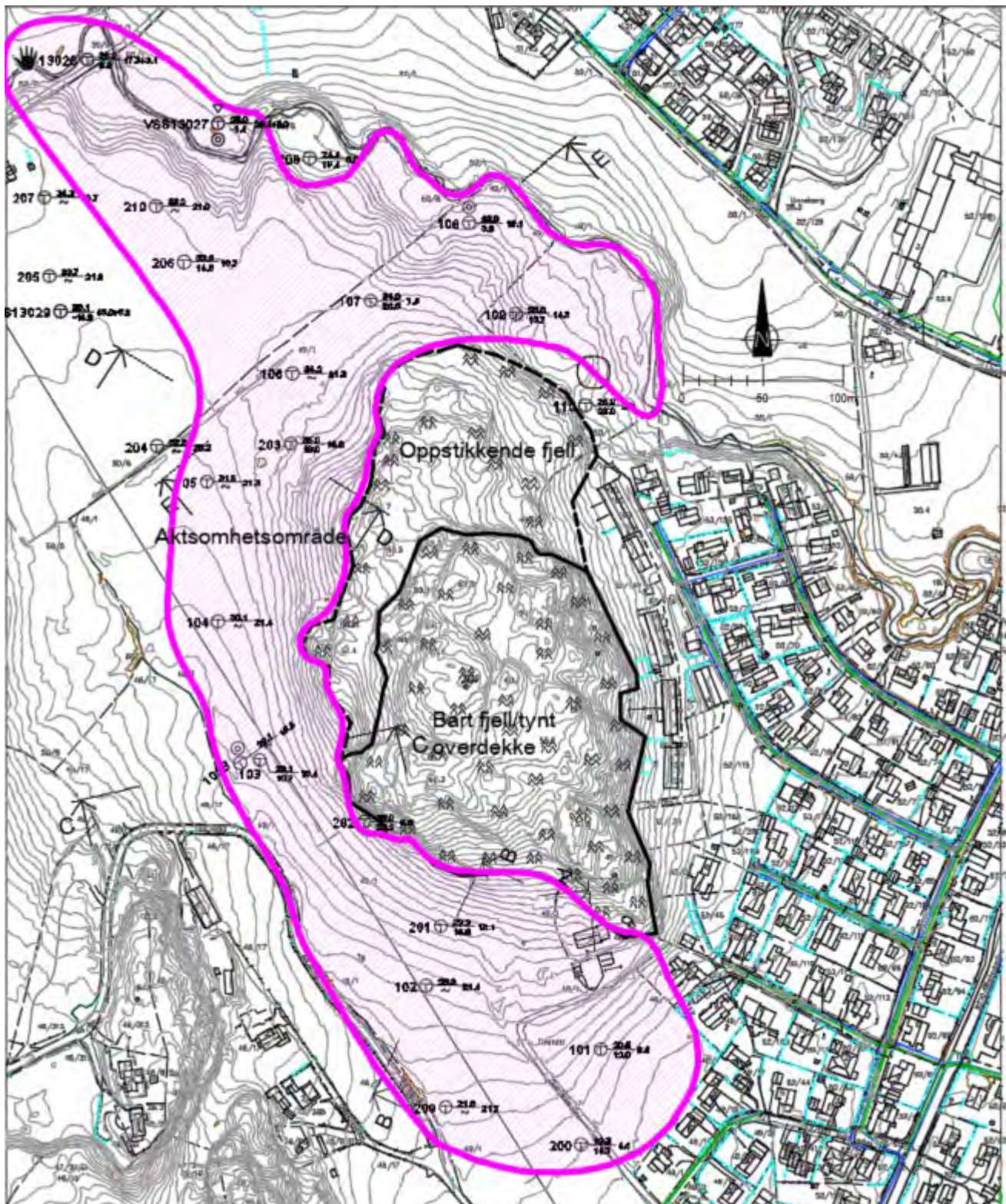
Empiriske data viser at de fleste løснеområder for kvikkleireskred begrenser seg til en helning større enn 1:15, ref. [1]. For at det skal kunne oppstå et områdeskred i sprøbruddmasser må det også være tilnærmet sammenhengende lag av sprøbruddmateriale/kvikkleire i grunnen.

Følgende kriterier er lagt til grunn for vurdering av områder der det kan gå områdeskred.

- Jevnt hellende terreng brattere enn 1:15 og total skråningshøyde > 5m.
- I platåterreng: Høydeforskjell på 5 m og mer, inkl. dybde til elvebunn/for marbakke
- Maksimal bakovergrepene skredutbredelse = 15 x skråningshøyde, målt fra foten av skråning/marbakke/bunn lavine.

Aktsomhetsområde, basert på terrengkriterier, er vist på fig. 7.





Figur 7: Aksomhetsområde basert på terrengkriteriet Aksomhetsområdene er omtrentlig avmerket med magenta. Utsnitt fra tegning 113980-501

## 5.6 Grunnundersøkelser

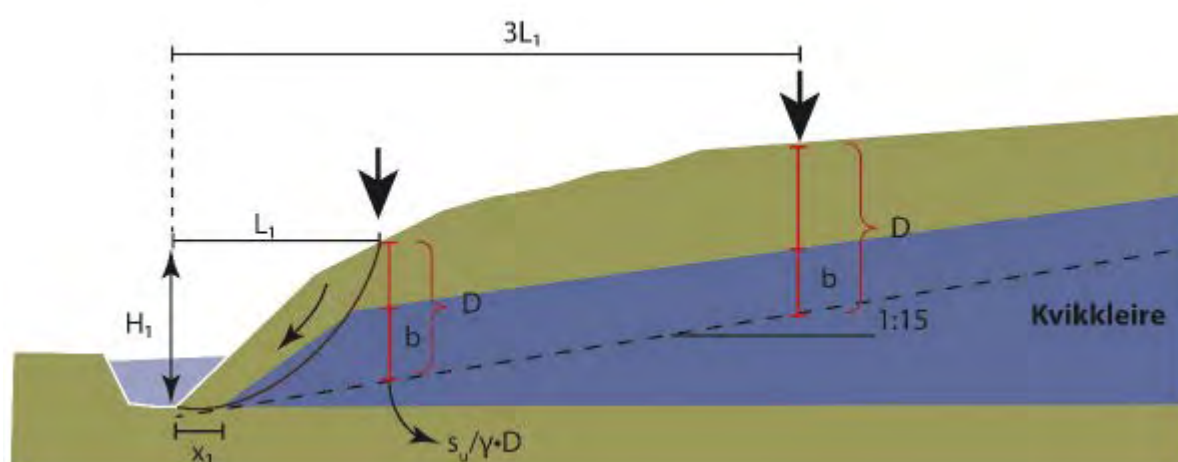
Det er utført grunnundersøkelser beskrevet i ref. [3].



## 5.7 Avgrens løsneområdet mer nøyaktig

Løsneområdet rundt Dverdalsåsen er avgrenset ut i fra terreng med helning brattere enn 1:15, registrert fjell i dagen på Dverdalsåsen og resultater fra innledende og supplerende grunnundersøkelser som viser tilstedeværelse av sprøbruddmateriale/kvikkleire.

For løsneområdet ned mot Unnebergbekken er det benyttet en metode for avgrensning av løsneområde for kvikkleireskred presentert i NIFS-rapport 14/2016 [8]. I denne metoden gis det poeng basert på kritisk glideflate, lagdeling og jordparametre. Oppnådd poengsum angir forhold mellom retroregresjonsdistanse fra foten av initialscredet til bakkant av endelig skredgrop (L), og total høydeforskjell mellom foten av initialscredet og toppen av endelig skredkant (H). For en detaljert beskrivelse av metode henvises det til [8].



Figur 8: Figur som viser ulike parametere som inngår i evalueringen av L/H. Hentet fra [8].

Metoden kan benyttes dersom:

- Det finnes resultater fra grunnundersøkelser langs det mest kritiske profilet i den aktuelle sonen,
- Det er gjort en innledende vurdering av stabilitet (dvs. funnet mest kritiske skjærflate – sirkulærsylindrisk eller sammensatt flate).
- Det ikke er mulig å avgrense løsneområdet basert på observert fjell eller topografiske kriterier

Disse forutsetningene er oppfylt for snitt E, som representerer området fra Unnebergbekken og vestover. Se figur 4 for plassering.

Stabilitetsberegningene presentert i kapittel 6 danner grunnlaget for beregning av poengsum i evaluering av L/H. Det deles inn i tre klasser etter poengsum:

- 5 – 9 poeng: Lav, maks L/H = 5.
- 10 – 15 poeng: Middels, maks L/H = 10.
- 16 – 24 poeng: Høy, maks L/H = 15.

Poengsum og begrunnelse for snitt E er gitt i tabell 2. Resultatet for utbredelse langs Unnebergbekken er «middels» med L/H = 10.

Tabell 2: Evaluering av L/H [8] for sone 2 ned mot Unnebergbekken med utgangspunkt i snitt E.

Faktor	Vekttall	Score	Produkt	Kommentar
b/D ved L <sub>1</sub>	1	2	2	b/D = 0,48.
b/D ved 2L <sub>1</sub> eller 3L <sub>1</sub>	2	0	0	0 for begge.
Avstand fra foten av initialscred til kvikkleirelomme	1	3	3	X <sub>1</sub> <L <sub>1</sub>
Forhold ved skredporten	2	1	2	Trangt bekkeløp
Tidligere skredhendelser	1	2	2	Ingen kjente hendelser, valgt anbefalt verdi.
S <sub>u</sub> /γ*D	1	2	3	<0,22.
<b>Sum:</b>			<b>12</b>	<b>Forhold L/H = 10</b>

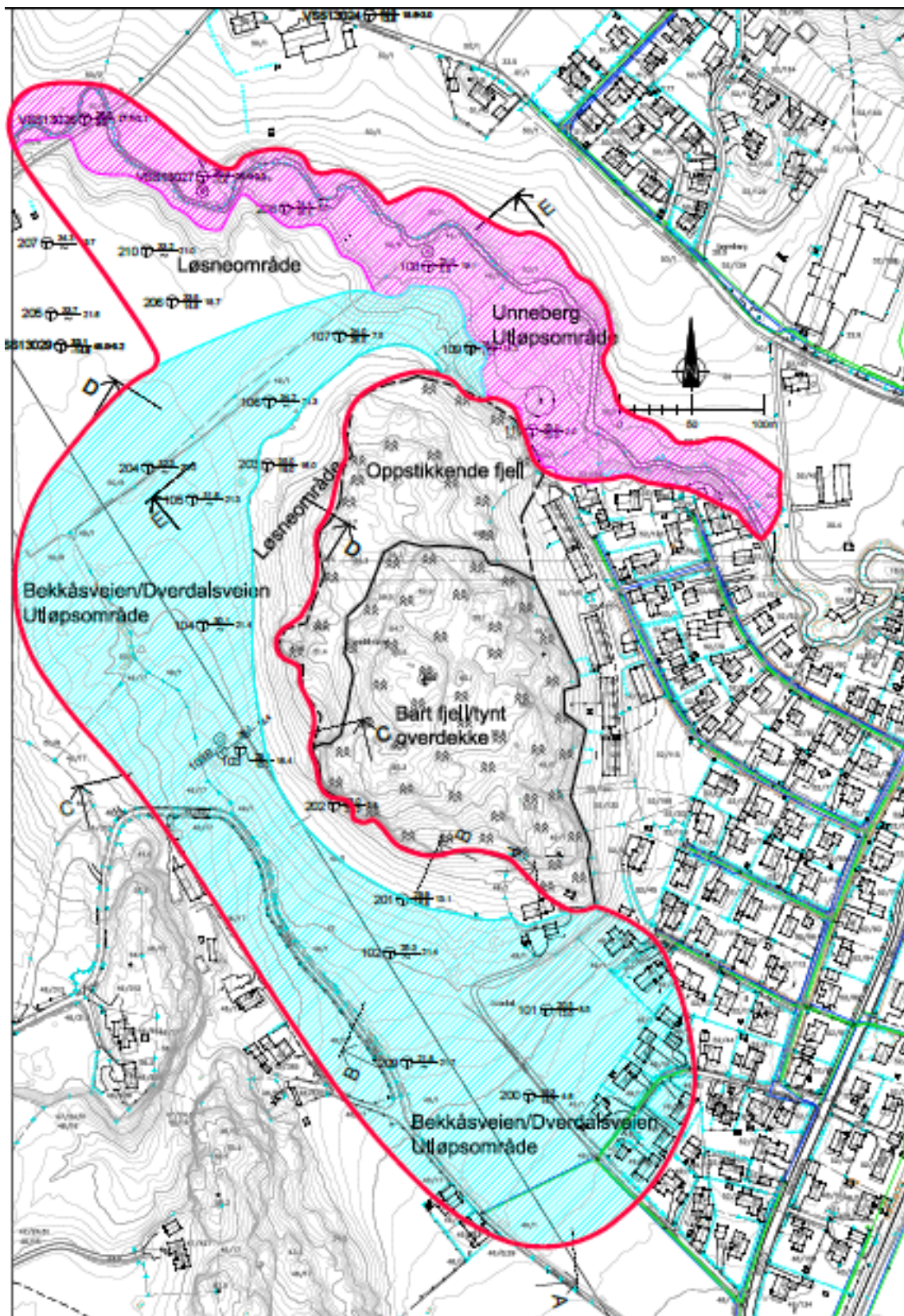
Med en antatt høydeforskjell på H = 15 m for snitt E, gir det at løsneområdet utstrekning vil være ca. 150 m fra Unnebergbekken mot vest.

Se tegning nummer 502 og 503 for oversikt over faresone og løsne/utløpsområder.

## 5.8 Vurder og avgrens sannsynlig utløpsområder

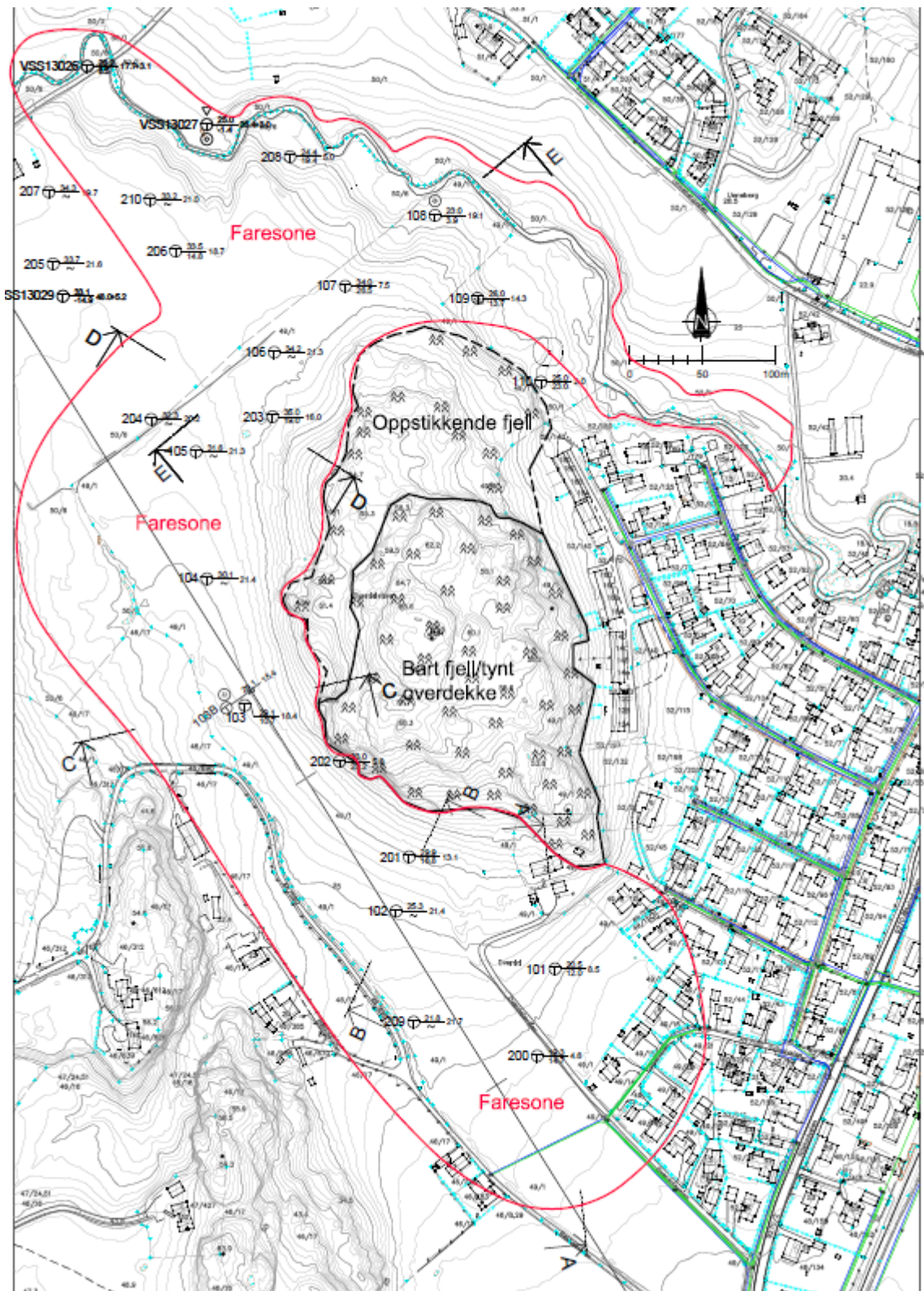
Et eventuelt utløpsområde vil kunne gå inntil 3 x løsnedistanse i åpent terreng. Utløpsområdet er avgrenset mot stigende terreng vest for Bekkåsveien, tegnet i lyseblå farge på figur 9.

Et eventuelt skred utløst langs Unnebergbekken vil bevege seg 3 x løsnedistansen nedover bekken, markert i magenta på figur 9.



Figur 9: Utsnitt fra tegning 113980-503. Løsne og utløpsområde for faresone rundt Dverdalsåsen, utløpsområder markert i lyseblå og magenta. Løsneområde 1 rundt Dverdalsåsen og løsneområde 2 fra Unnebergbekken mot vest.





Figur 10: Faresone rundt Dverdalsåsen, omtrentlig markert i rødt. Utsnitt fra tegning 113980-502

## 6 Faregrad-, skadekonsekvens og risikoevaluering

### 6.1 Faregrad

Tabell 1 viser klassifiseringssystemet med score poeng og vektall, tabell 2 viser tildelte score poeng for det aktuelle område og tabell 3 viser inndeling i tre ulike faregradsklasser etter samlet score poeng.

Tabell 3 Grunnlag for evaluering av faregrad

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidl. 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
Undertrykk, kPa	-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	Aktiv/ glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep	+3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Forverring	-3	Stor	Noe	Liten	
Forbedring					
<b>Sum poeng</b>		<b>51</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>0</b>
<b>% av maksimal poengsum</b>		<b>100 %</b>	<b>67 %</b>	<b>33 %</b>	<b>0 %</b>

Tabell 4 Faregradevaluering for kvikkleirefaresone Dverdalsåsen.

Faktorer	Vektall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	1	1	Det er tidligere registret skred i Tulipanveien lenger øst langs med Unnebergbekken. Valgt score 1.
Skråningshøyde	2	1	2	Høydeforskjellen fra Bekkåsveien til topp skråning > 15 m. Høydeforskjell fra bunn Unnebergbekken til topp dyrket mark > 15 m.
OCR	2	3	6	Antar normalkonsolidert (konservativt).
Poretrykk	3/-3	0	0	Ingen måling utført. Ikke registrert oppadrettet vannstrøm i borehull. Antar hydrostatisk gradient
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Kvikkleiremektighet er > 14 m i borpunkt 103 og NGI boring VSS13027 øst for bekken. Dette gir > H/2

Sensitivitet	1	3	3	Sensitiviteten er målt til $S_t > 100$ i kvikkleira ved 103 og VSS13027.
Erosjon	3	1	3	Lite aktiv erosjon i Unnebergbekken.
Inngrep	3/-3	0	0	Deler av Unnebergbekken ved Tulipanveien har utført sikringstiltak i form av motfylling.
<b>Poengverdi (F<sub>i</sub>)</b>			<b>21</b>	<b>Gir faregradsklasse "Middels"</b>

Faregradsklasse	Lav	Middels	Høy
Faregradsindikator, F <sub>i</sub>	0 - 17	18 - 25	26 - 51
Relativ sannsynlighet for skred	Lav	Middels	Høy
Erosjon	Ingen/lite	Noe	Aktiv
Terrenginngrep	Ingen/forbedring	Noe stabilitetsforverring	Stabilitetsforverring

Evalueringen gir samlet poengverdi på 21 for kvikkleirefaresonen, hvilket medfører faregradsklasse «middels» jf. Tabell 4.

## 6.2 Skadekonsekvens

Tabell 5 viser klassifiseringssystemet med score poeng og vekt-tall, tabell 6 viser tildelte score poeng for det aktuelle området og tabell 7 viser inndeling i tre ulike konsekvensklasser etter samlet score poeng.

Tabell 5 Grunnlag for skadekonsekvens evaluering

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Boligheter, 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, baneprioritet	2	1 - 2	3 - 4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentralt	Regionalt	Distribusjon	Lokal
Oppdemming/floam	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
<b>Sum poeng</b>		<b>45</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>0</b>
<b>% av maksimal poengsum</b>		<b>100 %</b>	<b>67 %</b>	<b>33 %</b>	<b>0 %</b>

Tabell 6 Skadekonsekvensevaluering for aktuelt område

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Boligheter, antall	4	3	12	10 stk. boliger i Dverdalsveien, Svibelveien og Krokusveien. 1 Bolig i Bekkåsveien
Næringsbygg, personer	3	0	0	ingen.
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Ingen
Vei, ÅDT	2	0	0	ÅDT < 100, antatt ut i fra antall boliger
Toglinje	2	0	0	Ingen
Kraftnett	1	2	2	Regionalt
Oppdemming/flom	2	0	0	Forholdsvis lite vannføring i Unnebergbekken. En oppdemming vil medføre ubetydelig fare for flomskader på området.
<b>Poengverdi</b>			<b>14</b>	<b>Skadekonsekvensklasse "Liten"</b>

Den utførte evalueringen gir samlet poengverdi på 14, hvilket klassifiserer sonen i konsekvensklasse «Liten».

### 6.3 Risikoklasse

Risikoklasse er definert som produktet mellom samlet poengverdi for hhv. faregradsevaluering og konsekvensevaluering.

For den aktuelle faresonen gir dette poengverdi 1281. Tabell 7 viser inndeling i 5 ulike risikoklasser etter samlet poengverdi. Faresonene klassifiseres etter tabellen til risikoklasse 3.

Tabell 7 Risikoklasse

Risikoklasse	1	2	3	4	5
Risikoindikator, $R_i$	< 170	171- 630	631 - 1900	1901 – 3200	>3200
Videre aktiviteter	ingen	ingen	Vurdere grunnundersøkelse og stabilitet	Grunnundersøkelse, stabilitetsanalyser og evt. tiltak	Grunnundersøkelse, stabilitetsanalyser og tiltak

### 6.4 Konklusjon

Den delen av kvikkleiresonen/faresonen som omfatter Dverdalsåsen boligområde får følgende klassifisering;

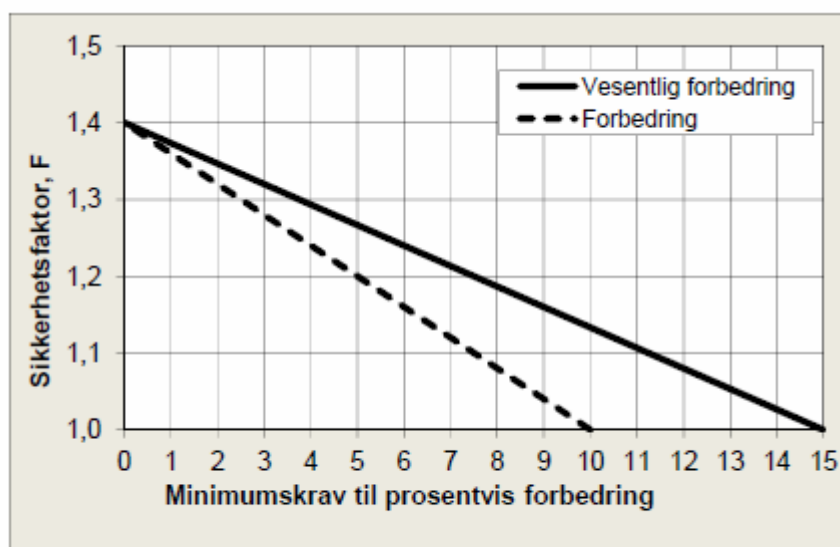
Faregradsklasse: Middels (21 poeng, 41 %)  
 Konsekvensklasse: Liten (14 poeng, 31 %)  
 Risikoklasse: 3 ( $R_f = 1281$ )

## 6.5 Krav til sikkerhet

Krav til sikkerhetsnivå, beregninger og kontroll er avhengig av tiltakskategori og faregradsklasse. Prosjektet inndeles i tiltakskategori etter retningslinjer vist i utsnitt av tabell 5.2 fra ref. [3].

For det aktuelle prosjektet velges tiltaksklasse K4. Faregradsklasse middels medfører krav til sikkerhetsfaktor på  $F = 1,4$  eller prosentvist forbedring etter kurven «forbedring» i figur 11. Kravet til sikkerhet må legges til grunn ved senere prosjektering av tiltak for boligbebyggelsen.

<p><b>K4:</b> Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold enn tiltak i K3 samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner.</p> <p>Eksempler er mer enn to eneboliger /fritidsboliger, rekkehus/boligblokk, bolig- og hyttefelt, skole og barnehage, sykehjem, større næringsbygg, kontorbygg, idretts- og industrianlegg, større utendørs publikumsanlegg, lokale beredskapsinstitusjoner.</p>	<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet <math>F \geq 1,4</math> eller</p> <p>b) Forbedring hvis <math>F &lt; 1,4</math>, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>	<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet <math>F \geq 1,4</math> eller</p> <p>b) Vesentlig forbedring hvis <math>F &lt; 1,4</math>, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>
--	---	---



Figur 5.1 Krav til prosentvis forbedring ved topografiske endringer eller bruk av lette masser.

Figur 11 Krav til sikkerhet, NVE's veileder, ref. [4].

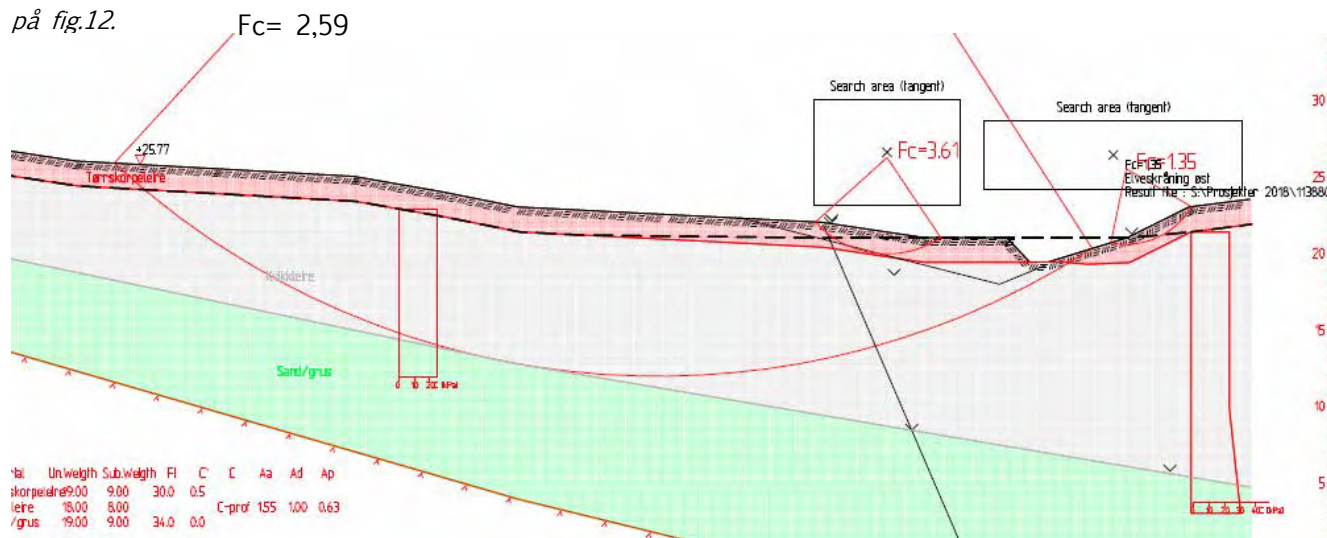
## 7 Stabilitetsforhold, dagens situasjon

Vi har utført innledende stabilitetsberegninger i kritiske snitt for å vurdere dagens situasjon. Beregningen er utført som udrenert analyse med beregningsprogrammet Geosuite stabilitet.

Overordnet viser beregningen tilfredsstillende sikkerhet for store, dype glidesirkler langs Unnebergbekken. Det kan imidlertid være lokalt bratte partier i skråningene helt inntil bekken hvor skråningene står bratt og hvor lokalstabilitet for grunne overflateglidninger kan være lav. Typisk beregningsprofil for området langs bekken er vist

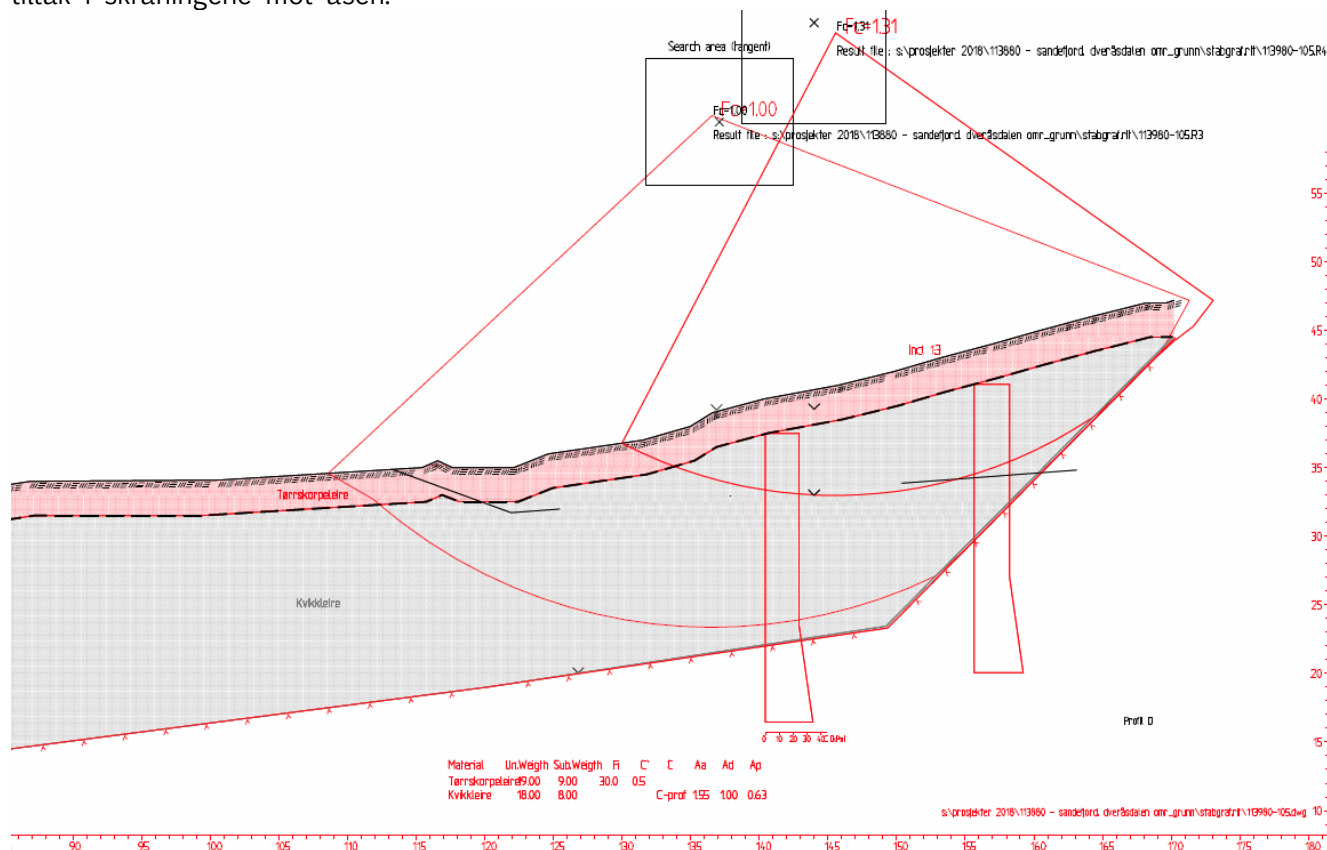


på fig.12.



Figur 12 Stabilitetsberegning mot Unnebergbekken

I det vestvendte og skrånende terrenget fra Dverdalsåsen, viser stabilitetsberegningene at dybden til fjell er helt avgjørende for sikkerheten. Det er ikke utført detaljert boring inn mot fjellåsen pga tilgjengelighet, og endelig vurdering av sikkerhet i skråningene må derfor baseres på senere supplerende boringer. Dersom fjellet faller bratt av som vist på fig.13, er stabiliteten i skråningene lav. Selv med mindre fjelldybder oppnås ikke tilstrekkelig sikkerhet. Det må derfor påregnes stabiliserende tiltak i skråningene mot åsen.



Figur 13 Stabilitetsberegning mot Dverdalsåsen

## 8 Oppsummering

Utførte grunnundersøkelser viser et sammenhengende område rundt Dverdalsåsen og langs med Unnebergbekken med forekomst av sprøbruddmateriale/kvikkleire i grunnen. Foreløpige faresone for mulig kvikkleireskred er basert på utførte grunnundersøkelser, kvartærgeologisk kart og topografien i området.

Stabilitetsberegninger i for dagens situasjon rundt åsen, viser stedvis ikke tilfredsstillende sikkerhet. Utbygging til bolig medfører derfor at sikkerheten må forbedres i deler av området.

Det er usikkerhet vedr. dybder til fjell, grunnvannstand og poretrykk. For sikrere vurdering av stabilitetsforholdene langs foten av åsen kreves derfor supplerende grunnundersøkelser i en senere detaljfase. Dette medfører behov for rydding av skog.

Stabilitetsforholdene for dagens situasjon vurderes som tilfredsstillende langs med Unnebergbekken og områdene rundt Dverdalsveien, Svibelveien, Krokusveien og deler av Bekkåsveien.

NVE's retningslinjer krever at det utføres måling av poretrykk i grunnen ved minst 2 stk installerte poretrykksmålere. Dette er ikke gjort ved innledende grunnundersøkelse, og må utføres ved senere supplerende undersøkelser.


Våre vurderinger må kvalitetssikres av uavhengig foretak.

Kontrollside

Dokument	
Dokumenttittel: Sandefjord. Dverdalsåsen, Områdestabilitet	Dokument nr: 113880r1
Oppdragsgiver: FON Anlegg AS	Dato: 9. april 2019
Emne/Tema: Områdestabilitet	

Sted		
Land og fylke: Norge og Vestfold	Kommune: Sandefjord	
Sted: Dverdalsåsen		
UTM sone: 32	Nord:	Øst:

Kvalitetssikring/dokumentkontroll					
Rev	Kontroll	Egenkontroll av		Sidemannskontrav	
		dato	sign	dato	sign
	Oppsett av dokument/maler	29.03.19	AB	9.4.19	ges
	Korrekt oppdragsnavn og emne	29.03.19	AB	9.4.19	ges
	Korrekt oppdragsinformasjon	29.03.19	AB	9.4.19	ges
	Distribusjon av dokument	29.03.19	AB	9.4.19	ges
	Laget av, kontrollert av og dato	29.03.19	AB	9.4.19	ges
	Faglig innhold	29.03.19	AB	9.4.19	ges

Godkjenning for utsendelse	
Dato: 9.4.2019	Sign.: 

Målestokk  
1:30000

# SANDEFJORD KOMMUNE



Det tas forbehold om feil i kartgrunnlaget.



11.01.19

6557463N 571292Ø

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	<b>FON Anlegg AS</b> <b>Sandefjord. Dverdalsåsen</b>	Dato	Tegn.	Kontr.
		11.02.19	AB	GES
	<b>Oversiktskart</b>	Målestokk	Originalformat	
		M = 1:30000	A4	
		Status	Tegning i rapport	
		Tegningsnummer	Rev.	
<b>GRUNNTEKNIKK AS</b>		www.grunnteknikk.no		
		Tlf.:45904500		
		<b>113980-0</b>		





100 GT innledende grunnund.  
 200 GT supp. grunnund.  
 VSS13000 BaneNord grunnund.

**TEGNFORKLARING :**

- Dreiesonering
- Enkel sonering
- ▽ CPT sonering
- ⊖ Poretrykksmåling
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksonering
- ⊕ Totalsonering
- ⋈ Fjell i dagen
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊙ Prøveserie
- Naverbooring

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt bergkote}}$  Boret dybde + (boret i berg)

Kartgrunnlag: Fon Anlegg AS  
 Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	<b>Fon Anlegg AS</b> <b>Sandefjord. Dverdalsåsen</b>	18.03.19	AB	GES
		Målestokk 1 : 2000	Originalformat A3	
	<b>Borplan m. innmålt fjell og profiler</b>	Status Tegning i rapport		
		Tegningsnummer <b>113980-1</b>	Rev.	





**TEGNFORKLARING :**

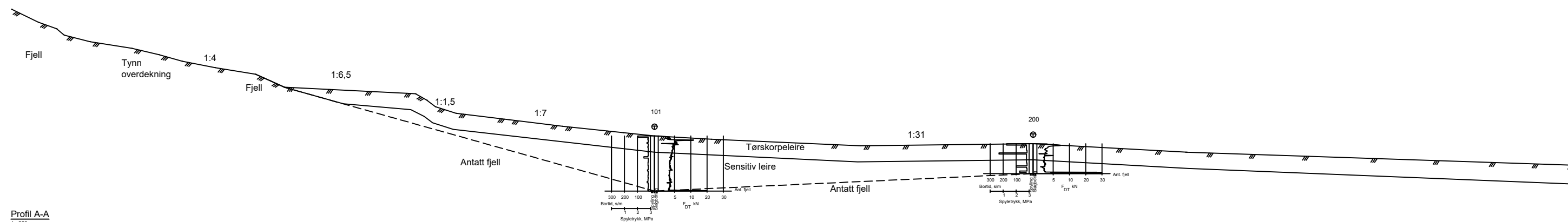
- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ CPT sondering
- ⊖ Poretrykksmåling
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ^^ Fjell i dagen
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊙ Prøveserie
- Naverboring

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt bergkote}}$  Boret dybde + (boret i berg)

Kartgrunnlag: høydedata.no  
 Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	<b>BaneNord</b>	Dato	Tegn.	Kontr.
	<b>InterCity Tønsberg-Larvik</b>	28.01.18	AB	GES
	<b>Borplan NGI</b>	Målestokk	Originalformat	
		1 : 2000	A3	
		Status	Skisse	
		Tegningsnummer	Rev.	
	 <b>GRUNNTEKNIKK AS</b>	www.grunnteknikk.no	113980-2	
		Tlf.:45904500	.	

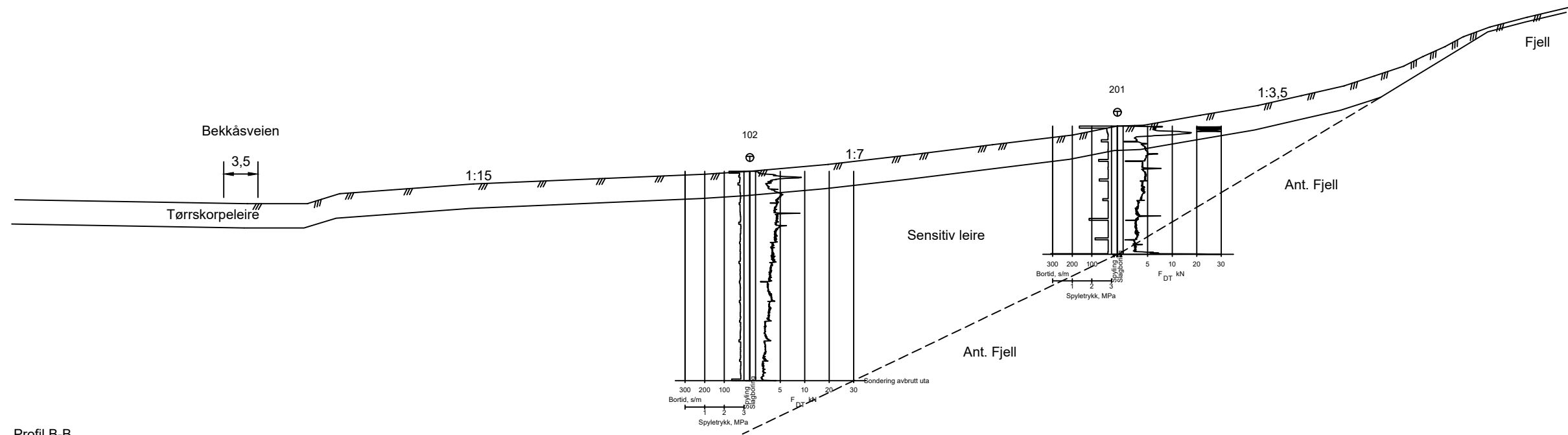




Profil A-A  
1:200

Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	<b>FON Anlegg AS</b>	Dato <b>28.03.19</b>	Tegn. <b>AB</b>	Kontr. <b>GES</b>
	<b>Sandefjord. Dverdalsåsen</b>	Målestokk <b>1:200</b>	Originalformat <b>A3</b>	
	<b>Profil A-A</b>	Status <b>Tegning i rapport</b>		
	 <b>GRUNNTEKNIKK AS</b> www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500	Tegningsnummer <b>113980-100</b>		Rev. <b>.</b>



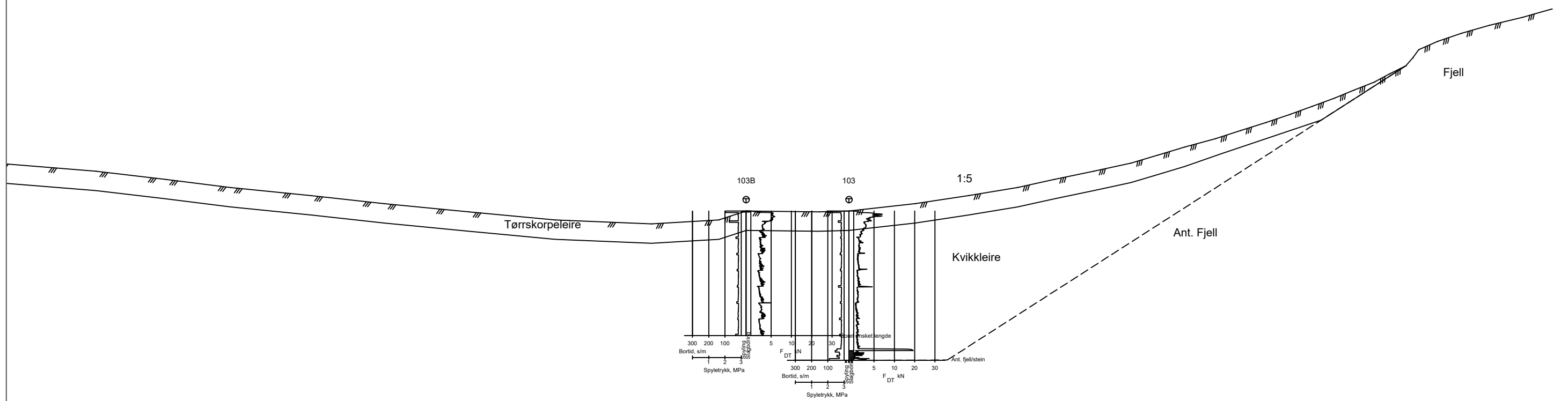
Profil B-B  
1:200

Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	<b>FON Anlegg AS</b> <b>Sandefjord. Dverdalsåsen</b>	Dato 28.03.19	Tegn. AB	Kontr. GES
	<b>Profil B-B</b>	Målestokk 1 : 200	Originalformat A3	
		Status Tegning i rapport		
		Tegningsnummer <b>113980-101</b>		Rev. .

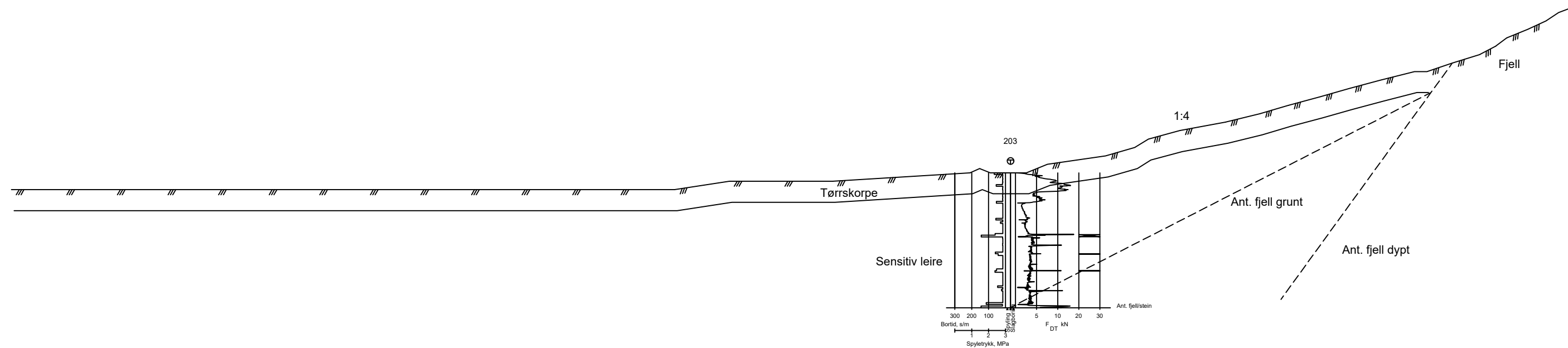
GRUNNTEKNIKK AS  www.grunnteknikk.no  
Tlf.:45904500





Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

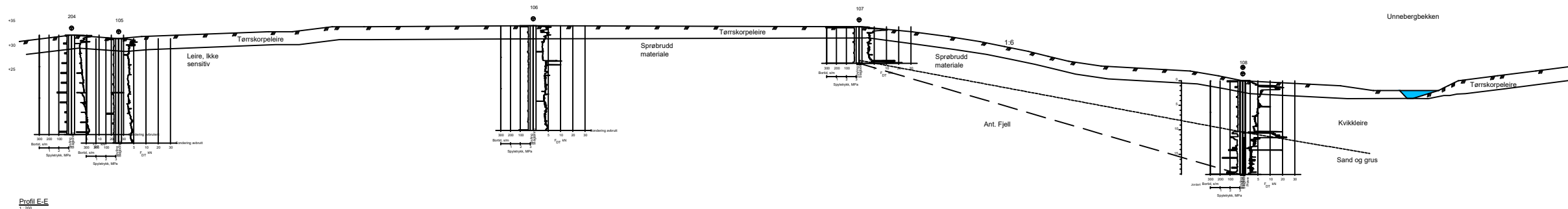
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	<b>FON Anlegg AS</b>	Dato 28.03.19	Tegn. AB	Kontr. GES
	<b>Sandefjord. Dverdalsåsen</b>	Målestokk 1 : 200	Originalformat A3	
	<b>Profil C-C</b>	Status Tegning i rapport		
	 www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500	Tegningsnummer <b>113980-102</b>		Rev. .



Profil D-D  
1 : 200

Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

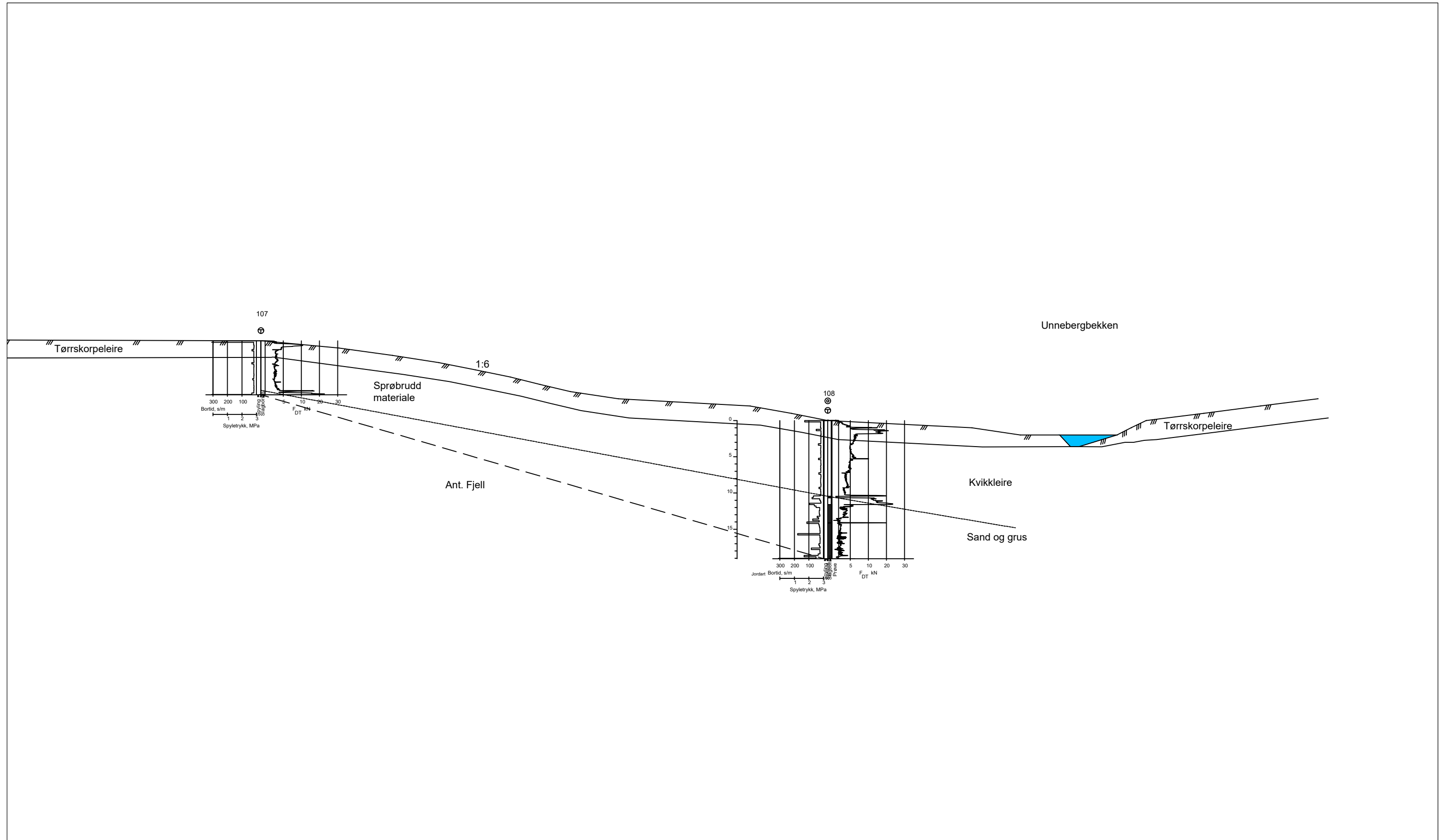
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	<b>FON Anlegg AS</b>	Dato 28.03.19	Tegn. AB	Kontr. GES
	<b>Sandefjord. Dverdalsåsen</b>	Målestokk 1 : 200	Originalformat A3	
	<b>Profil D-D</b>	Status Tegning i rapport		
 www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500		Tegningsnummer <b>113980-103</b>	Rev. .	



Profil E-E  
1:200

Kartgrunnlag: FON Anlegg AS  
 Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

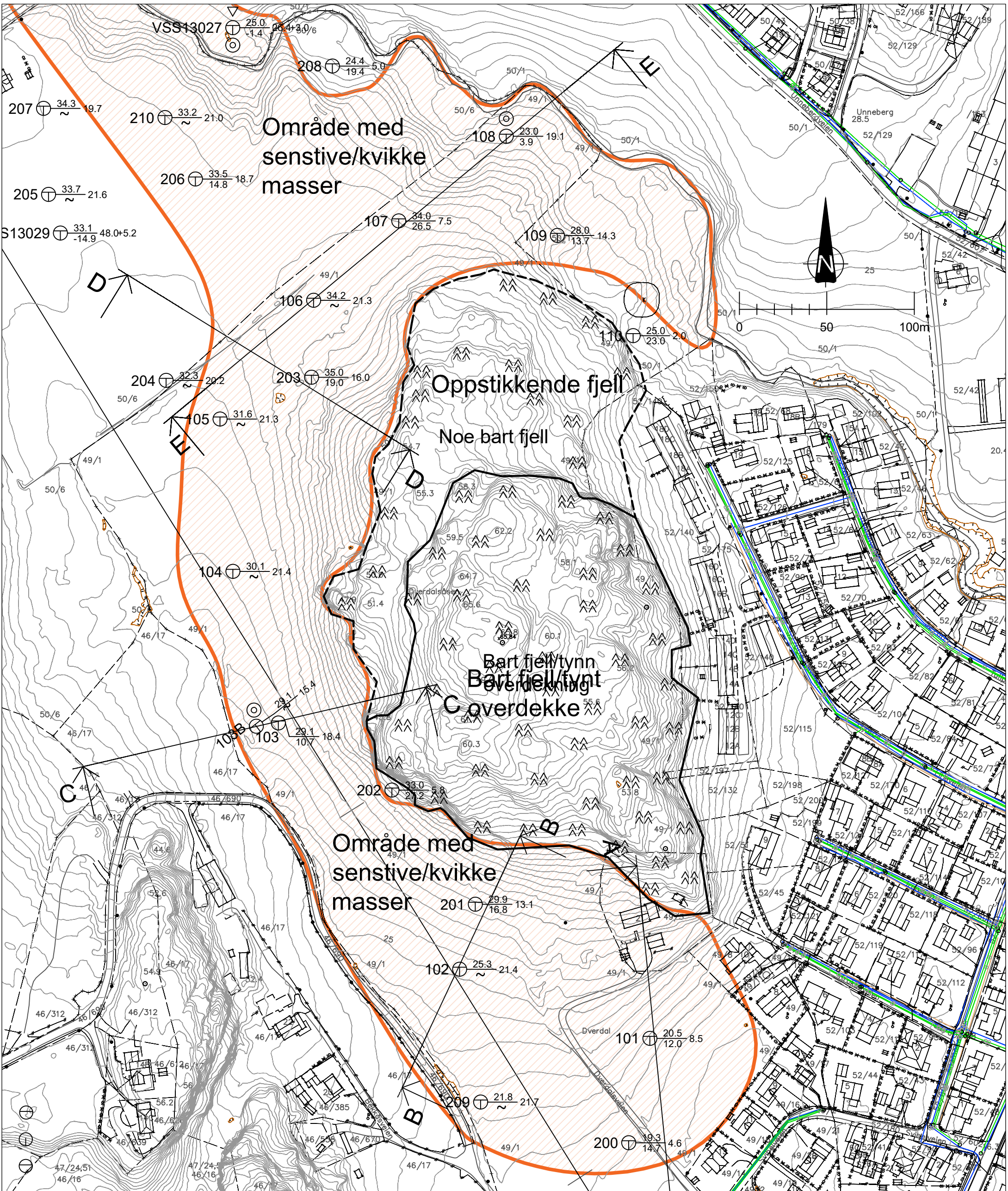
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	<b>FON Anlegg AS</b>	Dato <b>28.03.19</b>	Tegn. <b>AB</b>	Kontr. <b>GES</b>
	<b>Sandefjord. Dverdalsåsen</b>	Målestokk <b>1:200</b>	Originalformat <b>A3</b>	
	<b>Profil E-E</b>	Status <b>Tegning i rapport</b>		
	 <b>GRUNNTEKNIKK AS</b> <a href="http://www.grunnteknikk.no">www.grunnteknikk.no</a> Tlf.:45904500	Tegningsnummer <b>113980-104</b>		Rev. <b>.</b>



Kartgrunnlag: FON Anlegg AS  
 Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	<b>FON Anlegg AS</b>	28.03.19	AB	GES
	<b>Sandefjord. Dverdalsåsen</b>	Målestokk 1:200	Originalformat A3	
	<b>Profil E-E</b>	Status Tegning i rapport		
	 www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500	Tegningsnummer		Rev.
		113980-105		.





**TEGNFORKLARING :**

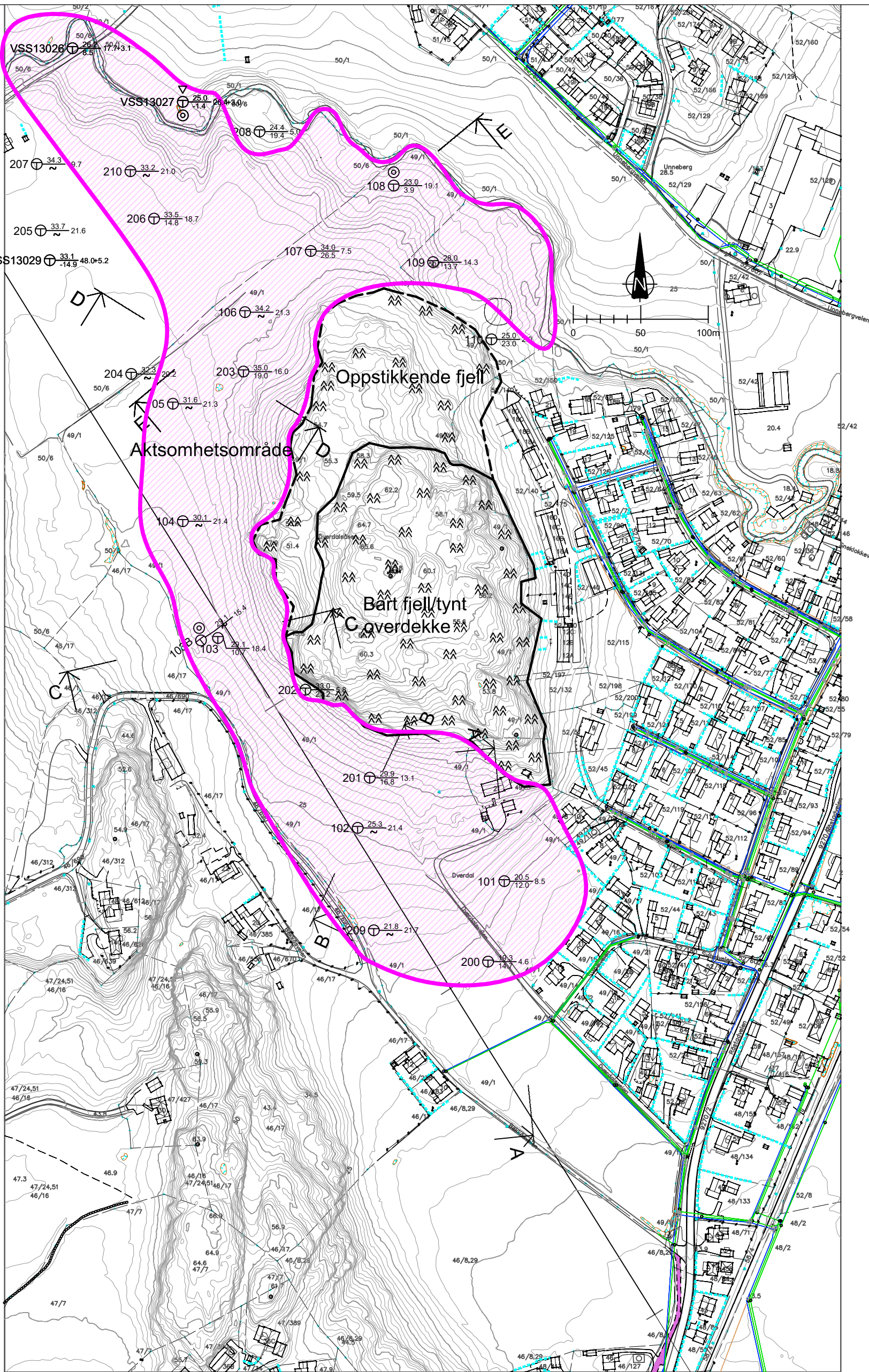
- Dreiesondring
- Enkel sondering
- ▽ CPT sondering
- ⊖ Poretrykksmåling
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondering
- ⋈ Fjell i dagen
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊙ Prøveserie
- Naverboring

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt bergkote}}$  Boret dybde + (boret i berg)

Kartgrunnlag: FON Anlegg AS  
Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	<b>Fon Anlegg AS</b>	29.03.19	AB	GES
	<b>Sandefjord. Dverdalsåsen</b>	Målestokk 1 : 2000	Originalformat A3	
	<b>Områder med sensitive materialer</b>	Status Tegning i rapport		
		Tegningsnummer <b>113980-500</b>		Rev.





- ⊕ 100 GT innlende grunnund.
- ⊕ 200 GT supplerende grunnund.
- ⊕ VSS-13000 BaneNord grunnund.

**TEGNFORKLARING :**

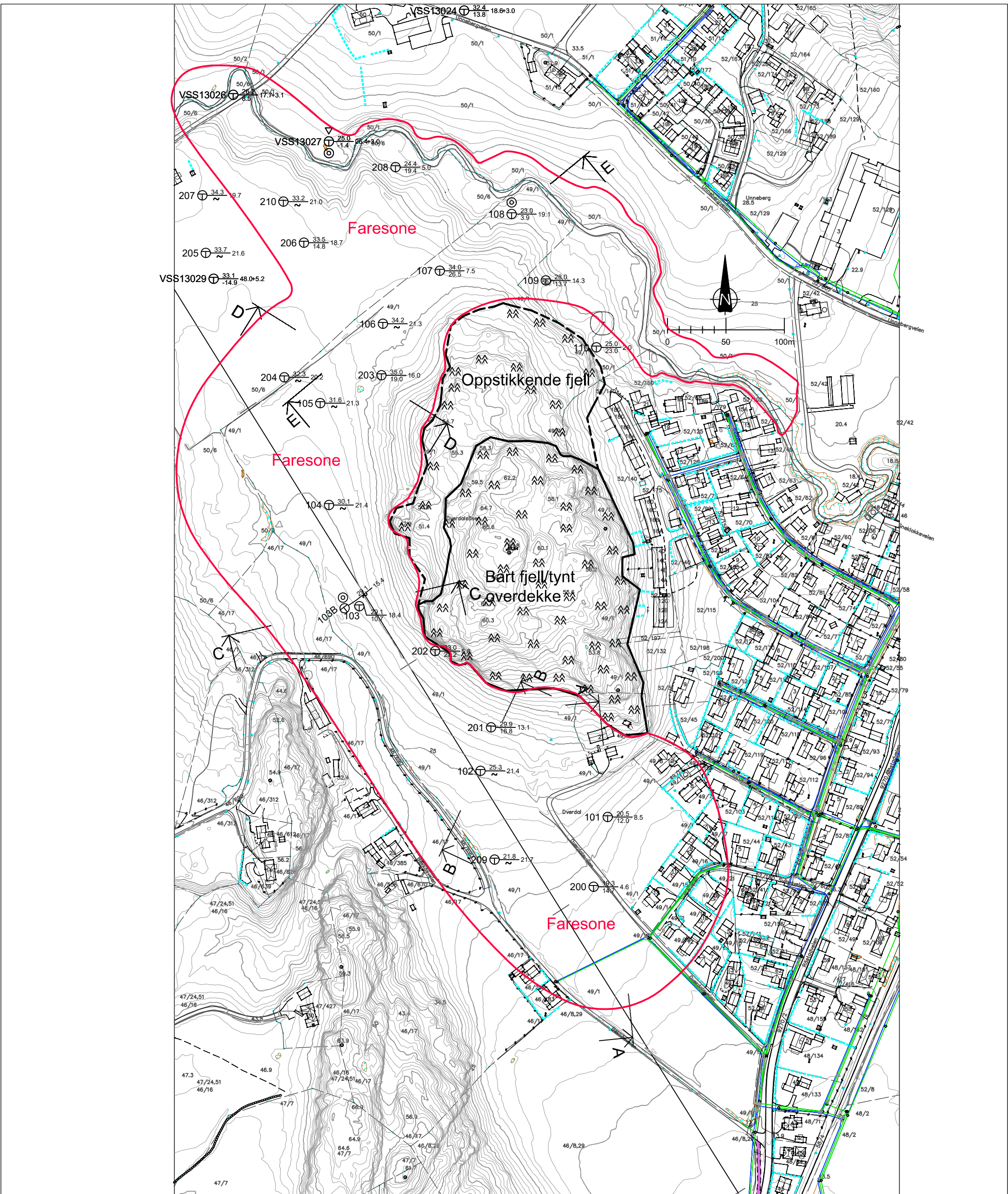
- Dreiesondring
- ☆ Fjellkontrollboring
- Prøvegrop
- Enkel sondering
- ◆ Dreietrykksondring
- + Vingeboring
- ▽ CPT sondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen
- Naverboring

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt bergkote}}$  Boret dybde + (boret i berg)

Kartgrunnlag: FON Anlegg AS  
 Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	<b>Fon Anlegg AS</b>	29.03.19	AB	GES
	<b>Sandefjord. Dverdalsåsen Område</b>	Målestokk 1 : 3000	Originalformat A3	
	<b>Aktksomhetsområde</b>	Status Tegning i rapport		
	<b>GRUNNTEKNIKK AS</b>	Tegningsnummer		Rev.
	www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500	<b>113980-501</b>		





**TEGNFORKLARING :**

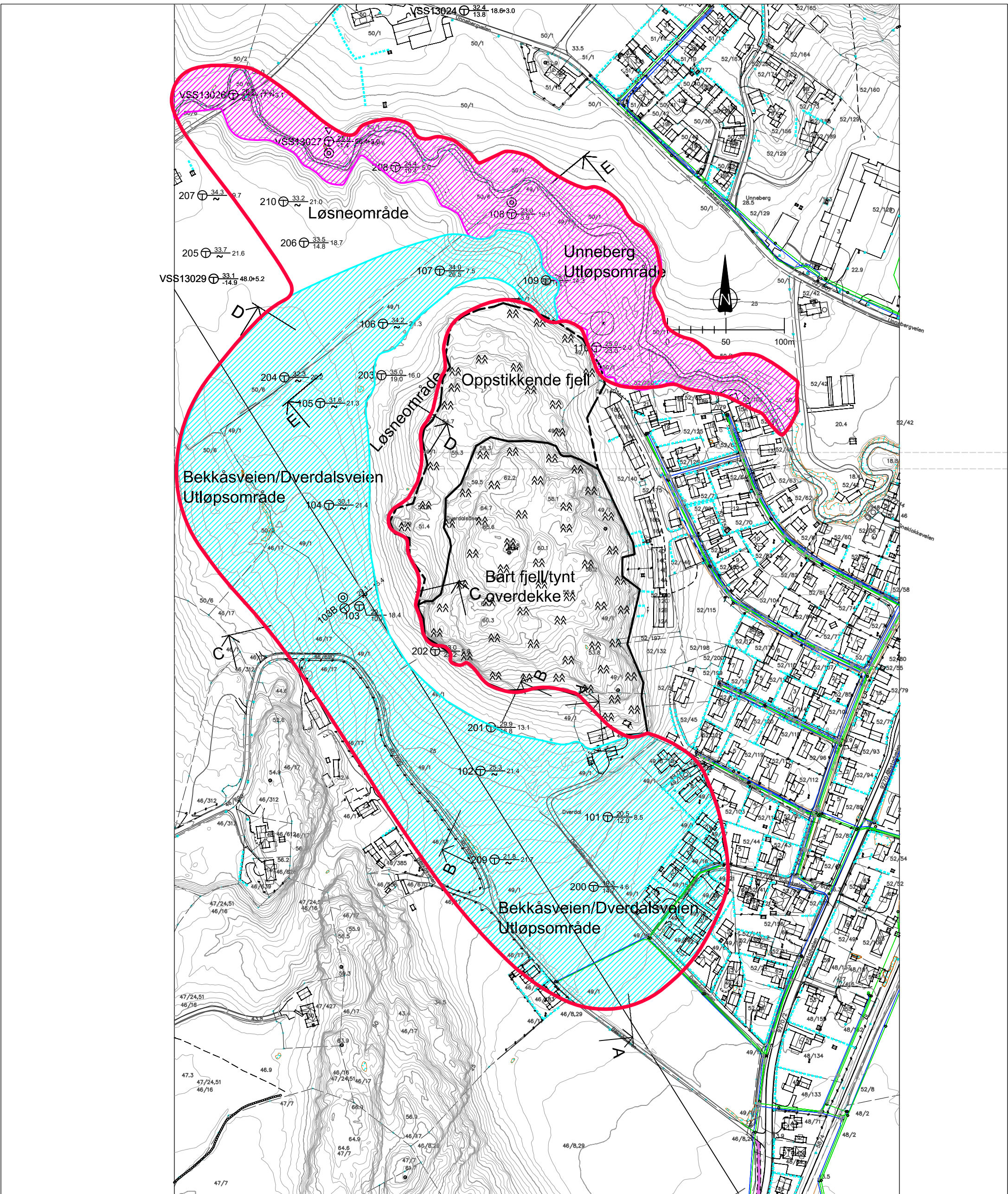
- Dreiesondring
- Enkel sondering
- ▽ CPT sondering
- ⊖ Poretrykksmåling
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondering
- ⋈ Fjell i dagen
- Prøvegrop
- + Vingeoring
- ⊙ Prøveserie
- Naverboring

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt bergkote}}$  Boret dybde + (boret i berg)

Kartgrunnlag: FON Anlegg AS  
Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	<b>Fon Anlegg AS</b>	29.03.19	AB	GES
	<b>Sandefjord. Dverdalsåsen Område</b>	Målestokk 1 : 3000	Originalformat A3	
	<b>Kvikkleirefaresone</b>	Status Tegning i rapport		
	 <b>GRUNNTEKNIKK AS</b>	Tegningsnummer <b>113980-502</b>		Rev.
	www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500			





**TEGNFORKLARING :**

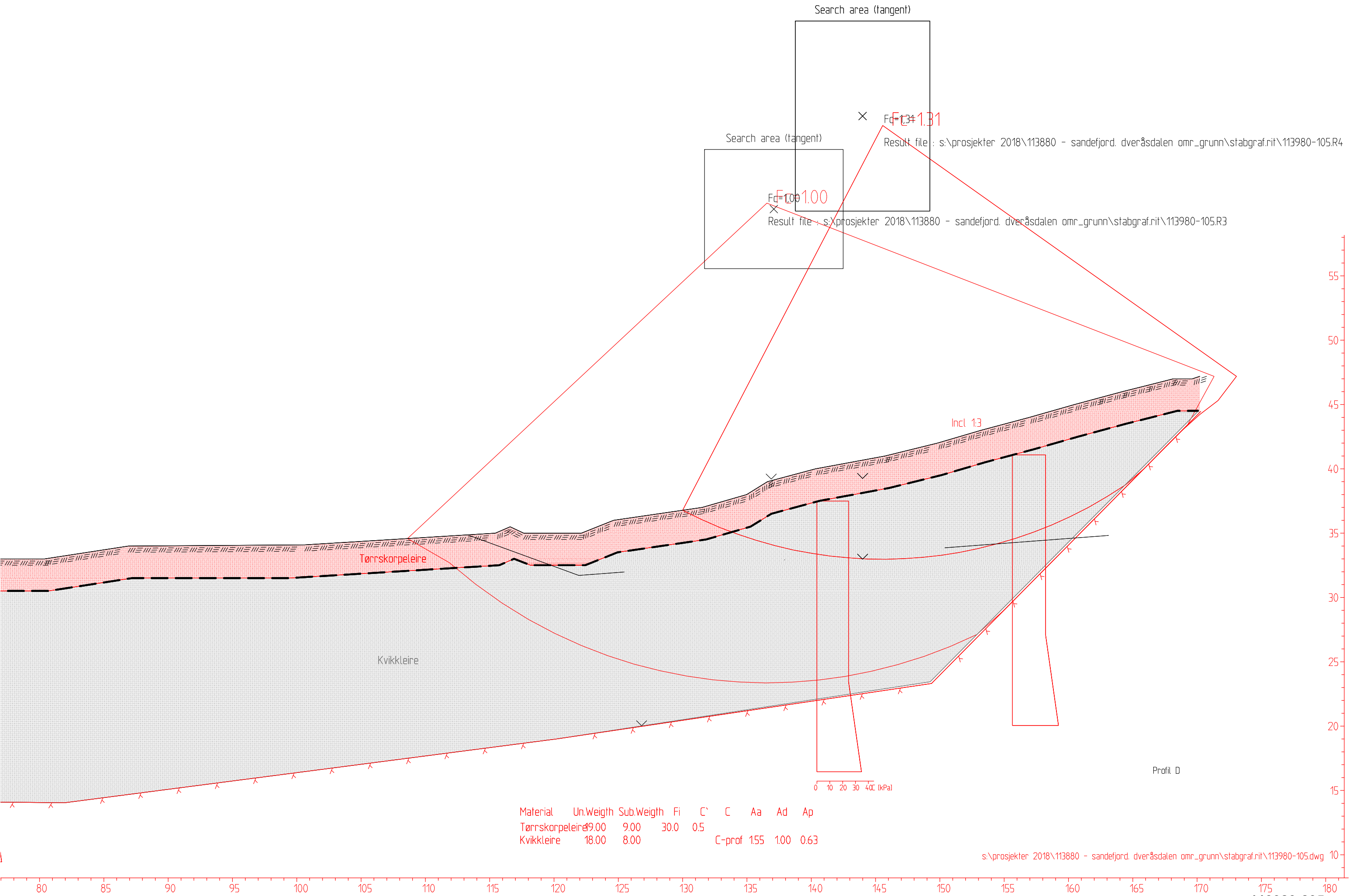
- Dreiesondring
- Enkel sondering
- ▽ CPT sondering
- ⊖ Poretrykksmåling
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondering
- ⋈ Fjell i dagen
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊙ Prøveserie
- Naverboring

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt bergkote}}$  Boret dybde + (boret i berg)

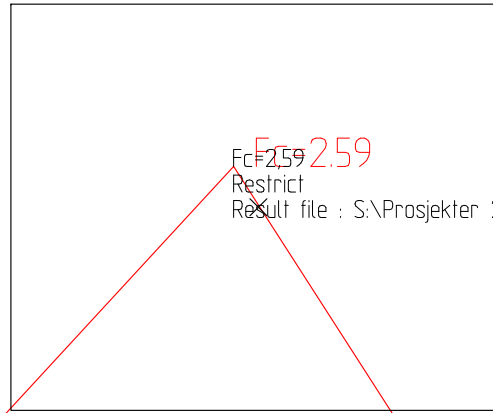
Kartgrunnlag: FON Anlegg AS  
Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	<b>Fon Anlegg AS</b>	29.03.19	AB	GES
	<b>Sandefjord. Dverdalsåsen Område</b>	Målestokk 1 : 3000	Originalformat A3	
	<b>Løsne og utløpsområder</b>	Status Tegning i rapport		
	 <b>GRUNNTEKNIKK AS</b>	Tegningsnummer <b>113980-503</b>		Rev.
	www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500			





Search area (tangent)

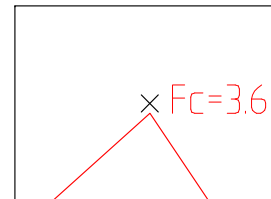


Fc=2.59

Restrict

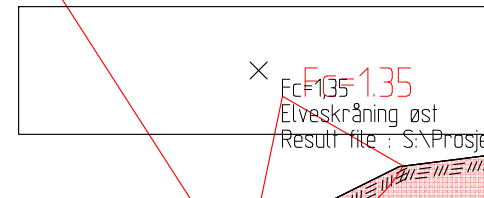
Result file : S:\Prosjekter 2018\113880 - Sandefjord. Dveråsaldalen omr\_grunn\STABGRAF.RIT\113980-107.R7

Search area (tangent)



Fc=3.61

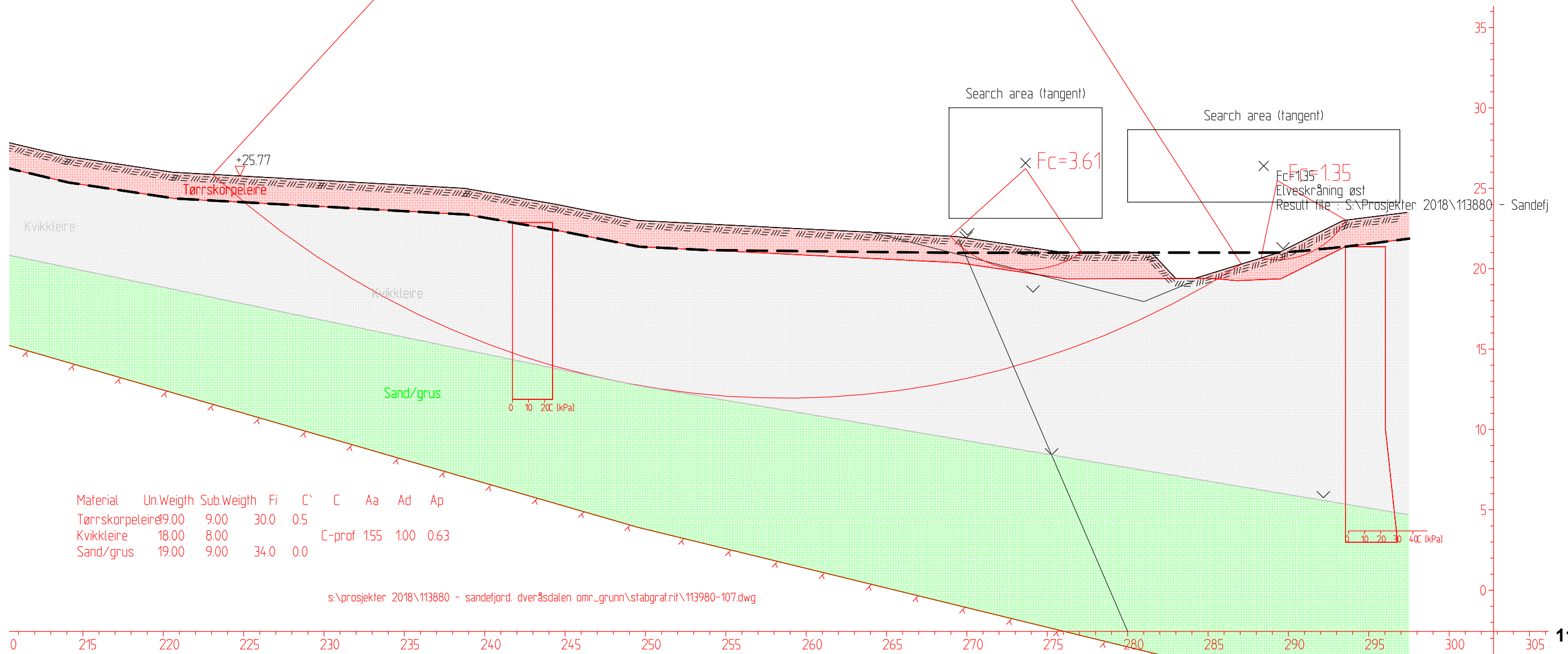
Search area (tangent)



Fc=1.35

Elveskråning øst

Result file : S:\Prosjekter 2018\113880 - Sandefj



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpelære	9.00	9.00	30.0	0.5				
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof	155	1.00	0.63
Sand/grus	19.00	9.00	34.0	0.0				

s:\prosjekter 2018\113880 - sandefjord. dveråsaldalen omr\_grunn\stabgraf.rif\113980-107.dwg