
RAPPORT

Vennaområdet, Inderøy

OPPDRAGSGIVER

Inderøy kommune

EMNE

Områdevurdering

DATO / REVISJON: 25. mars 2015 / 00

DOKUMENTKODE: 413853-RIG-RAP-004



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

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	Vennaområdet, Inderøy			DOKUMENTKODE	413853-RIG-RAP-004
EMNE	Områdevurdering			TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Inderøy kommune			OPPDRAGSLEDER	Emilie Bjarghov
KONTAKTPERSON	Erlend Rotmo Slaggård			UTARBEIDET AV	Emilie Bjarghov
KOORDINATER	SONE: 32	ØST: 6124	NORD: 70853	ANSVARLIG ENHET	3012 Midt Geoteknikk
KOMMUNE	Inderøy				

SAMMENDRAG

I forbindelse med brukstillatelse for Inderøy kultur- og oppvekstsenter, har Inderøy kommune kontaktet Multiconsult for å utføre stabilitetsvurderinger. Arbeidene ble påbegynt i 2011, men må nå utredes etter NVEs veileder 7/2014.

Foreliggende rapport inneholder en vurdering av stabilitetsforholdene i området med hensyn på følgende forhold:

- Avgrensning og faregradsklassifisering av to nye faresoner
- Avgrensning av løsnedområdet for kvikkleiresonene
- Vurdering og avgrensning av sannsynlig utløpsområde for skredmasser
- Stabilitetsvurderinger og dokumentasjon av sikkerhet

Grunnundersøkelser viser at løsmassene i området består av marine sedimenter av leire, med innslag av sand- og gruskorn, samt sand- og siltlag. Det er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i deler av det undersøkte området.

Utførte stabilitetsberegninger viser tilfredsstillende stabilitet for glideflater som kan tenkes å berøre skoleområdet. Krav til årlig sikkerhet mot skred vurderes derfor å være tilfredsstillt.

Våre vurderinger av skredfare gitt i denne rapporten skal kvalitetssikres av uavhengig foretak.

			EMB	AV	OF
00	25.3.15	Områdevurdering	Emilie Bjarghov	Arne Vik	Olav Årbogen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn.....	5
1.2	Myndighetskrav	6
1.3	Vennaområdet.....	6
2	Arbeidsgrunnlag	7
3	Terreng og grunnforhold.....	7
3.1	Terrengforhold.....	7
3.2	Grunnforhold	7
3.3	Lagdelling.....	7
3.4	Grunnvann og poretrykksforhold	8
4	Soneavgrensning og klassifisering	9
4.1	Generelt	9
4.2	Avgrensning av løseområdet for kvikkleiresonen	9
4.3	Faregradsklassifisering av faresonen	10
5	Vurdering og avgrensning av sannsynlige utløpsområder for skredmasser.....	10
5.1	Generelt	10
5.2	Skred i del nord (Profil A).....	10
5.3	Skred i del sør (Profil B).....	10
6	Stabilitetsvurderinger	11
6.1	Krav til sikkerhet	11
6.1.1	Generelt	11
6.1.2	Bestemmelse av tiltakskategori	11
6.1.3	Krav til sikkerhetsnivå	11
6.2	Skredteknisk vurdering	11
6.3	Stabilitetskritiske profiler.....	11
6.4	Beregningsparametere	12
6.5	Beregningsverktøy og -metode.....	12
6.6	Stabilitetsberegninger.....	12
6.6.1	Generelt	12
6.6.2	Beregningsresultater.....	13
6.7	Vurdering av skredfare	13
7	Konklusjon.....	14
8	Referanser	14

TEGNINGER

413853-RIG-TEG-005	Borplan del sør: profiler og kvikkleiresone «Venna sør»
413853-RIG-TEG-006	Borplan del nord: profiler og kvikkleiresone «Venna nord»
413853-RIG-TEG-300	Profil A, lagdeling og stabilitetsberegninger
413853-RIG-TEG-301	Profil B, lagdeling med leire (1) og stabilitetsberegninger
413853-RIG-TEG-302	Profil B, lagdeling med sprøbrudd (2) og stabilitetsberegninger

VEDLEGG

Vedlegg A - Faregradsevaluering

Vedlegg B - Erosjon: bilder og beskrivelse fra befaring

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med brukstillatelse for Inderøy kultur- og oppvekstsenter, har Inderøy kommune kontaktet Multiconsult for å fullføre stabilitetsvurderingene påbegynt i 2011.

I henhold til TEK10 skal sikkerheten mot skred vurderes for nye tiltak. Ved tiltak i områder med fare for kvikkleireskred skal vurderingene utføres i henhold til NVEs retningslinjer. Aktuell tomt ligger i nærheten av to soner med sprøbruddmateriale som ikke er utredet og klassifisert. I henhold til NVEs retningslinjer 2/2011 [1] med tilhørende veileder 7/2014 [2] er det krav om at reell skredfare, områdestabilitet, skal utredes i forbindelse med reguleringsplan. Dette innebærer en vurdering om tiltaket kan bli berørt av et skred utløst utenfor planområdet.

Multiconsult ble i 2009 engasjert av Inderøy kommune til å utføre grunnundersøkelser i forbindelse med utredning av kvikkleiresoner og beregning av stabilitet i områdene. Det ble utført grunnundersøkelser i to omganger, og det ble utarbeidet en parameterrapport som er kontrollert av uavhengig foretak.

Det vises til Multiconsults parameterrapport 413853-3 rev. 1 [3] for tolkning av CPTU-sonderinger, valg av dimensjonerende parametere, samt valg av profil for stabilitetsberegninger.

Foreliggende rapport inneholder en vurdering av stabilitetsforholdene i området med hensyn på følgende forhold:

- Avgrensning og faregradsklassifisering av to nye faresoner
- Avgrensning av løsneområdet for kvikkleiresonene
- Vurdering og avgrensning av sannsynlig utløpsområde for skredmasser
- Stabilitetsvurderinger og dokumentasjon av sikkerhet, herunder:
 - Krav til sikkerhet
 - Vurdering av skredmekanismer og beregningsmetodikk for stabilitetsberegninger
 - Stabilitetsberegninger
 - Vurdering av skredfare

Vurderingene baserer seg på resultater fra tidligere grunnundersøkelser i det aktuelle området, og inkluderer tilgjengelig data for skjærfasthet, konsolideringsparametere og poretrykk som grunnlag for stabilitetsberegninger.

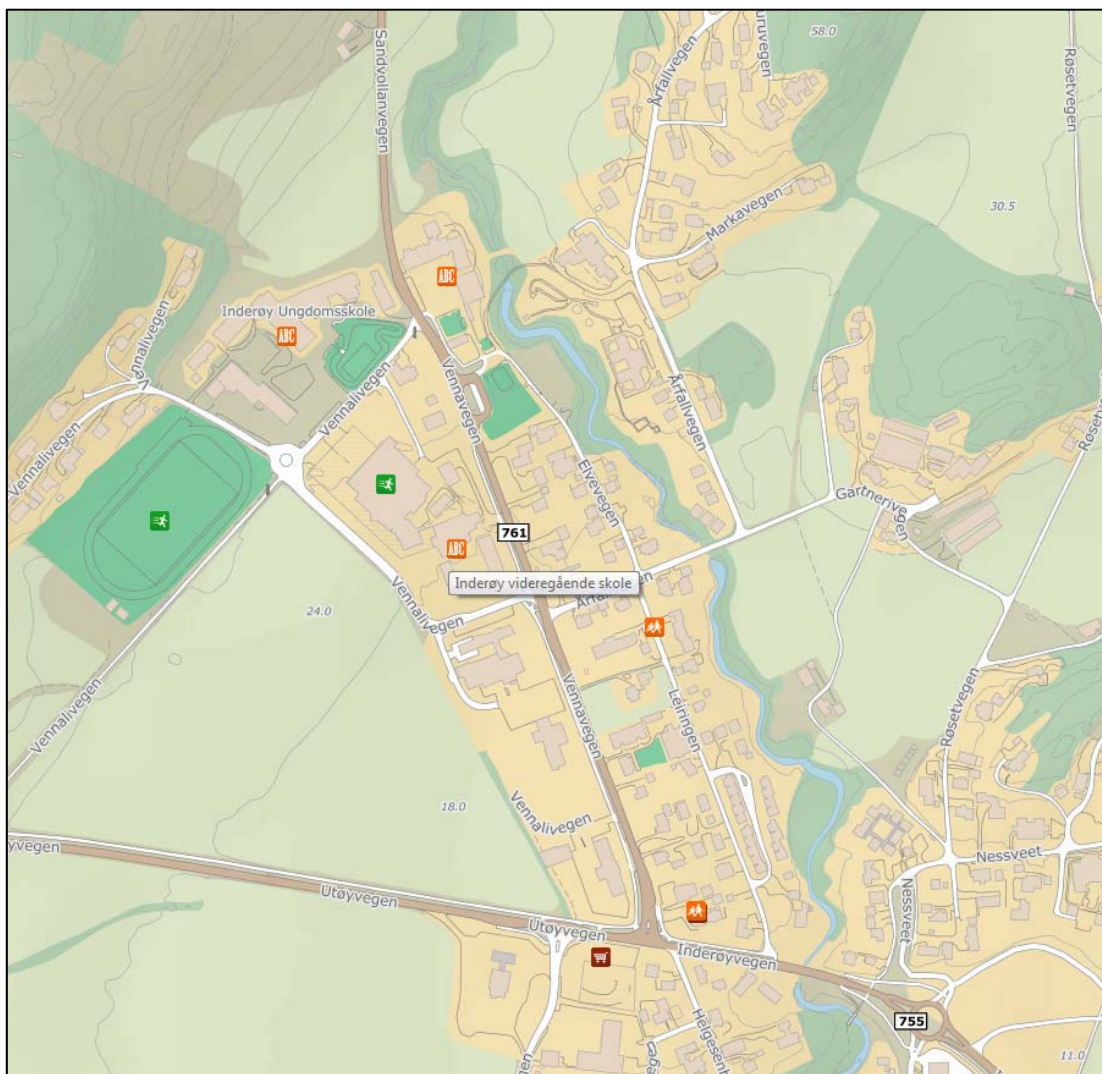
1.2 Myndighetskrav

Oppdraget er underlagt følgende standarder og retningslinjer:

- TEK10 kap 7 [4]
- NVEs Retningslinjer 2/2011, "Flaum- og skredfare i arealplanar" [1]
- NVEs veileder 7/2017, "Sikkerhet mot kvikkleireskred" [2]
- Eurokode 0, Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner [5]
- Eurokode 7, Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler [6]

1.3 Vennaområdet

Figur 1 viser et kartutsnitt over Vennaområdet, rett nord for Straumen.



Figur 1 – Vennaområdet med Inderøy ungdomsskole og videregående skole

2 Arbeidsgrunnlag

Relevante grunnundersøkelser i området er beskrevet i Multiconsults datarapport 413853-2 rev. 1 [7].

En oversikt over plassering av de aktuelle tidligere grunnundersøkelsene i området er vist i tegning 413853-RIG-TEG-005 og -006.

3 Terreng og grunnforhold

3.1 Terrengforhold

I tidligere rapporter er det valgt å dele området i 2: del sør og del nord, se Vedlegg 1 i rapport -2 [7]. Markerte områder viser antatte kvikkleiresoner i sør og nord.

Del sør omfatter området rundt skole-, kultur- og administrasjonsbyggene på Venna. Det er små høydeforskjeller i det aktuelle området, terrenget stiger slakt fra ca kote +18 nærmest Fv 755 i sør til ca kote +26 på flata ved skolene og kommunehuset. Området sør for Inderøy VGS er tilnærmet flatt. Området øst for Fv 761 er også flatt, men Granaelva ligger i ei ca 5 meter dyp ravine gjennom området.

Del nord er området ved krysset Vudduveien og Fv 761. Her skrår terrenget slakt nedover mot øst fra ca kote +47 til ca kote +31 ved Granaelva.

3.2 Grunnforhold

Grunnundersøkelsene i rapport 413853-2 [7] viser at løsmassene i området består av marine sedimenter av leire, med innslag av sand- og gruskorn, samt sand- og siltlag. Det er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i deler av det undersøkte området.

I område sør er det betydelige forekomster med kvikkleire. Kvikkleireforekomsten er i hovedsak lokalisert ved kulturhuset og den videregående skolen og langs fylkesvegen ved barneskolen. Kvikkleirelaget har mektighet inntil ca 15 meter. I utkanten av området med kvikkleire er det påvist leire med sprøbruddegenskaper, det vil si omrørt skjærstyrke < 2 kPa og sensitivitet > 15.

I område nord er grunnforholdene noe mer varierte. Vest for Fv 761 er det generelt faste masser og liten dybde til fjell. I vegkrysset sørøst for prestegården er det påvist et tynt leirelag med sprøbruddegenskaper. Lenger nede i skråninga kan det også være sprøbruddmateriale. Utenfor sonen med kvikkleire/sprøbruddmateriale er det moderate dybder til fast grunn eller fjell. Løsmassene er i hovedsak middels faste og faste, men bløt leire forekommer også.

3.3 Lagdeling

Lagdelingen er noe endret i forhold til vår rapport nr 413853-3 [3].

I profil A er laget med sprøbruddmateriale endret til å kile ut før ravinedalen. Profilet ligger midt mellom borpunkt 206 og 212. I punkt 206 er det i følge sonderingsresultatene faste friksjonsmasser. Punkt 212 er trukket inn i profilet med det mest kritiske sonderingsresultatet av de to boringene. Prøveserien i borpunkt 212 viser at det ikke er leire med sprøbruddegenskaper i dette punktet. Vi vurderer på bakgrunn av dette at laget med sprøbruddmateriale ikke strekker seg bort til ravinedalen.

Profil B: Vi vurderer ut fra CPTU-sonderingen i borpunkt 107 at det ikke er sprøbruddmateriale i borpunkt 107. Dette på bakgrunn av at leira er tilnærmet normalkonsolidert i dybden, og at erfaring tilsier at Bq-verdiene stemmer godt i NC-leire. Bq har verdier under 1,0 i hele sonderingsprofilen. Det er nevnt i rapport -2 [7] at det kan være sprøbruddmateriale i borpunkt 110. Vi har derfor valgt å gjøre beregninger for to ulike lagdelinger i profil B, ett med «vanlig» leire (lagdeling 1) og ett med sprøbruddmateriale (lagdeling 2) som et eksempel på verste tilfelle.

3.4 Grunnvann og poretrykksforhold

Det er til sammen satt ned 4 poretrykksmålere, se tabell 1.

Målingene i borpunkt 107 indikerer at grunnvannstanden ligger ca 3 m under terreng. Målingene i borpunkt 204 indikerer at grunnvannstanden ligger ca 1,5 m under terreng.

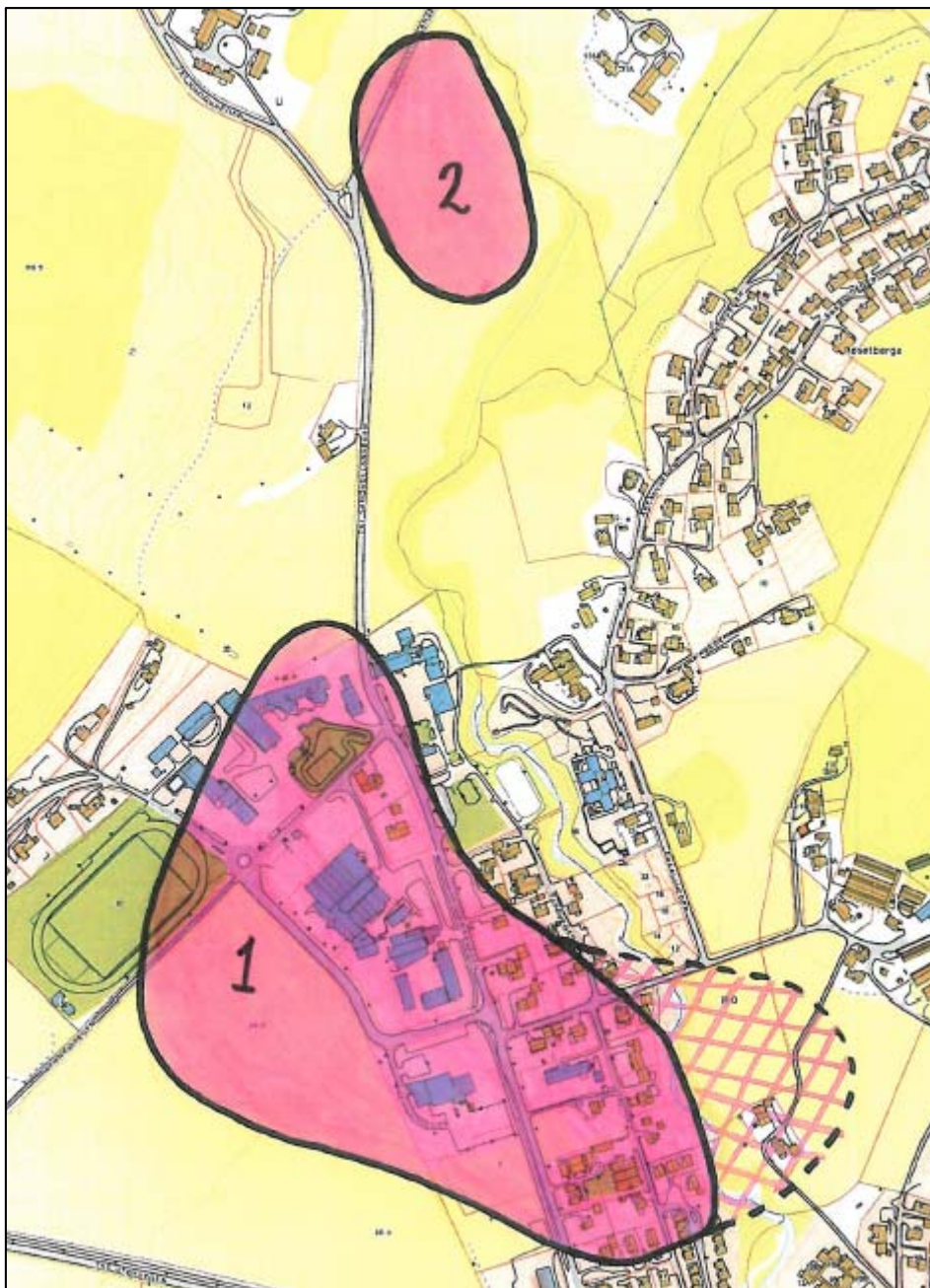
Borpunkt	Dybde til filterspiss	Vandybde fra terreng [m]				Antatt GV [m] under terreng
		7.7.2010	25.9.2010	21.12.2010	21.2.2011	
107 A	4,0 m	3,02	3,12	-	-	3,0
B	8,0 m	3,1	2,96	-	-	
204 A	4,0 m	-	-	1,07	1,3	1,5
B	8,0 m	-	-	1,2	1,7	

Tabell 1 – Grunnvannstand målt med piezometer

4 Soneavgrensing og klassifisering

4.1 Generelt

Skoleområdet ligger i en sone med sprøbruddmateriale (1), og i nærheten av en annen sone med sprøbruddmateriale (2), se Figur 2 under. I henhold til NVEs Veileder nr. 7/2014 [2] skal blant annet sannsynlig løsne- og utløpsområdet for kvikkleiresoner avgrenses.



Figur 2 – Utdrag fra Vedlegg 1, rapport -2 [7].

4.2 Avgrensing av løsneområdet for kvikkleiresonen

Sprøbruddmateriale omfatter materiale med sprøbruddsoppførsel, det vil si kvikkleire og sensitive masser. NVEs definisjoner er benyttet. Grunnundersøkelsene i området gir grunnlag for å vurdere utbredelse av sprøbruddmateriale. Basert på tidligere og utførte grunnundersøkelser, samt topografiske forhold er det utarbeidet et forslag til avgrensing av to nye kvikkleiresoner, «Venna

sør» og «Venna nord». Sonene foreslås avgrenset som vist henholdsvis i tegning 413853-RIG-TEG-005 og -006.

Følgende vurdering ligger til grunn for grenselinjen:

- Alle kjente grunnundersøkelser i området er tatt med i vurderingen. Plassering av borpunkt er vist på tegning 413853-RIG-TEG-005 og -006.
- Sonen er trukket ut i fra de registrerte boringene med kvikkleire/leire med sprøbruddsegenskaper.
- Sonen er noe avgrenset av topografien i området.

4.3 Faregradsklassifisering av faresonen

Grunnlag for faregradsevaluering av utvidet kvikkleiresone er området topografi, data fra foreliggende grunnundersøkelser i området, beregningsresultater, samt generell metode for klassifisering av faresoner.

I denne rapporten er det utført faregradsevaluering for to nye kvikkleiresoner: «Venna sør» og «Venna nord».

Vurdering av dagens situasjon gir faregradsklasse lav, se vedlegg A. Sonen vurderes å ikke endre faregradsklasse etter tiltaket.

5 Vurdering og avgrensning av sannsynlige utløpsområder for skredmasser

5.1 Generelt

Formålet med å vurdere skredtype og utbredelse av skred er å belyse hvilken utstrekning et eventuelt skred utløst i de ulike sonene kan få, og hvilken følgerisiko for skader på bebyggelse i nærheten av sonene et skred kan medføre. I denne rapporten er det fokusert på utløpsområder som kan påvirke skoleområdet og spesielt Inderøy kultur- og oppvekstsenter. Løsneområder med utløpsretning for eventuelle skred i kvikkleiresonen er vist på tegning 413853-RIG-TEG-005 og -006.

5.2 Skred i del nord (Profil A)

På bakgrunn av topografi og grunnforhold vurderer vi at mest sannsynlig skredtype er et rotasjonsskred i skråningen ned mot ravinedalen. Et slikt skred kan utløses av erosjon fra elva, poreovertrykk og/eller grunnvannstrømning ved økt nedbør.

En annen mindre reell skredtype er en overflateutglidning ved Granaelva med retrogressiv (bakoverrettet) bruddutvikling. Løsmassene nærmest skråningen er ikke sensitive, og vil ikke bli flytende. Eventuelle skredmasser fra initialskredet vil derfor bli liggende og virke stabiliserende på skredgropa, se tegning 413853-RIG-TEG-006.

5.3 Skred i del sør (Profil B)

Også her er det vurdert at mest sannsynlig skredtype er et rotasjonsskred ved Granaelva for lagdeling 1.

For lagdeling 2 (sprøbruddmateriale) er et initialskred med retrogressiv bruddutvikling vurdert som mest sannsynlig skredtype. I følge NVEs veileder [2] vil maksimal bakovergripende skredutbredelse av et slikt skred være 15 ganger skråningshøyden målt fra bunnen av ravinedalen. I Profil B er høydeforskjellen fra bunnen i ravinedalen til skoleområdet 7 m. Maksimal bakovergripende

skredutbredelse er da 105 meter. Skoleområdet befinner seg godt over 105 m unna ravedalen i Profil B, og også langs resten av dalen.

Utløpsområdet er vurdert for verste tilfelle, altså lagdeling 2 med sprøbruddmateriale. Utløpssonen er vurdert å ramme ravedalen helt ned til utløpet i Straumen. Se tegning 413853-RIG-TEG-005 for vurdering av utløpsområde.

6 Stabilitetsvurderinger

6.1 Krav til sikkerhet

6.1.1 Generelt

Veilederen stiller ulike krav til sikkerhetsmessig vurdering på byggesaksnivå, avhengig av sonens faregradklasse og hvilken tiltakskategori planlagt tiltak faller inn under. Kravet til sikkerhetsnivå er gitt av matrisen presentert i tabell 5.1 i NVEs veileder 7/2014 [2].

6.1.2 Bestemmelse av tiltakskategori

Planlagt utbygging for Inderøy kultur- og oppvekstsenter plasseres i Tiltakskategori K4 (tiltak som medfører større personopphold samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner) i henhold til tabell 5.1 i NVEs veileder [2].

NVEs retningslinjer krever at det må utføres kvalitetssikring av uavhengig foretak på tiltak i tiltakskategori K4.

6.1.3 Krav til sikkerhetsnivå

Eurokode 7 [6] stiller krav om en absolutt sikkerhet $F \geq 1,25$ for effektivspenningsanalyser og $F \geq 1,4$ for totalspenningsanalyser.

NVEs veileder 7/2014 stiller krav om en absolutt sikkerhet $F \geq 1,4$ for både effektivspenningsanalyser og totalspenningsanalyser eller en prosentvis forbedring av den sikkerheten.

For områdestabiliteten følger kravene til sikkerhetsnivå i NVEs veileder.

For lokal stabilitet for konkrete utbygginger i kvikkleireområder følger kravene til sikkerhetsnivå i Eurokoden dersom kravene i Eurokoden er strengere enn kravene i NVEs retningslinjer.

6.2 Skredteknisk vurdering

Den mest sannsynlige skredmekanismen vurderes å være en overflateutglidning eller et rotasjonsskred som utløses av erosjon fra Granaelva.

Det er utført stabilitetsanalyser for både sirkulærsylindriske og sammensatte glideflater.

Løsmassene i området består stor sett av leire. Noe av leira er sensitiv og definert som sprøbruddmateriale. Basert på en totalvurdering legges det til grunn at bruddmekanismen vil være «sprø».

6.3 Stabilitetskritiske profiler

Basert på topografi og grunnforhold har profil A og B blitt vurdert som kritiske med tanke på skråningsstabilitet. Disse profilene vil i det videre bli benyttet som beregningsprofil for henholdsvis område nord og sør. Se for øvrig rapport -3 [3].

6.4 Beregningsparametere

Bestemmelse av parametere er gjennomgått i detalj i rapport -3 [3].

Tabell 2 - Materialparametere, drenerte analyser

Lag	Tyngdetetthet γ [kN/m ³]	Friksjonsvinkel ϕ	$\tan \phi$	Attraksjon a [kPa]	Kohesjon c
Grus	18	36	0,73	0	0
Tørrskorpeleire	19	33	0,65	0	0
Leire	19	26	0,49	10	4,9
Sprøbruddmateriale	19	26	0,49	10	4,9
Leire	19	26	0,49	10	4,9

6.5 Beregningsverktøy og -metode

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet GeoSuite Stability v. 14.1.0 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet. I tillegg kan programmet automatisk justere valgte kritiske sirkulærsylindrisk glideflater til optimaliserte sammensatte glideflater.

Det er utført stabilitetsberegninger i profil A og B, som er antatt å være de mest kritiske i henholdsvis område nord og sør.

Det er ikke regnet med vannfylte sprekker.

Følgende fremgangsmåte benyttes for å identifisere kritiske sirkulære glideflater:

1. Det utføres først ett eller flere grovsøk i profilet med tangent søkemotode med stort søkeområde og få lameller.
2. Deretter utføres det finsøk med tangent søkemotode med noe mindre søkeområde og mange lameller.

Følgende fremgangsmåte benyttes for å identifisere kritiske sammensatte glideflater:

1. Det plasseres en gitt «plan glideflate», hvor funksjonen «optimize» brukes for å finne optimal glideflate.
2. Deretter justeres søkeområdet etter den optimaliserte glideflaten med funksjonen «plane».

6.6 Stabilitetsberegninger

6.6.1 Generelt

I foreliggende rapport er stabilitetsberegninger for profil A og B presentert. Beregningene er utført for eksisterende situasjon.

Stabilitetsanalysene er beregnet både ved udrenert totalspenningsanalyse (ADP-analyse) og ved drenert effektivspenningsanalyse ($a\phi$ -analyse).

En detaljert gjennomgang av forutsetninger i stabilitetsberegninger er gitt i rapport -3 [3].

6.6.2 Beregningsresultater

I Tabell 3 er sikkerhetsfaktor γ_m for vurderte skjærflater presentert for beregninger med både ADP- og $a\phi$ -analyse.

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetskoeffisient γ_m
413853-RIG-TEG-300	Profil A, overflateutglidning	$a\phi$	1,02
413853-RIG-TEG-300	Profil A, rotasjonsskred	$a\phi$	1,34
413853-RIG-TEG-300	Profil A, sirkulærsylindrisk glideflate	ADP	1,84
413853-RIG-TEG-300	Profil A, sammensatt glideflate	ADP	1,94
413853-RIG-TEG-300	Profil A, optimalisert glideflate	ADP	1,84
413853-RIG-TEG-301	Profil B, overflateutglidning	$a\phi$	1,56
413853-RIG-TEG-301	Profil B, sirkulærsylindrisk glideflate	ADP	1,83
413853-RIG-TEG-301	Profil B, sammensatt, optimalisert glideflate	ADP	2,75
413853-RIG-TEG-302	Profil B, sprøbrudd, overflateutglidning	$a\phi$	1,40
413853-RIG-TEG-302	Profil B, sprøbrudd, sirkulærsylindrisk glideflate	ADP	1,45
413853-RIG-TEG-302	Profil B, sprøbrudd, optimalisert/sammensatt glideflate	ADP	1,74/2,82

Tabell 3 - Oppsummering av beregningsresultater

6.7 Vurdering av skredfare

Beregningsresultatene viser at stabiliteten i dagens situasjon er tilfredsstillende, med unntak av overflatestabiliteten i profil A som viser beregningsmessig sikkerhet nær 1,0. En slik ravinedal vil typisk ha overflatestabilitet nær 1,0, da den er naturlig formet av små utglidninger som følge av erosjon i bunnen av dalen. En slik utglidning vil som nevnt ha begrenset utvikling, da det ikke er sprøbruddmateriale i nærheten av elveskråningen. Det anbefales på generelt grunnlag plastring av Granaelva for å hindre erosjon og overflateutglidninger.

Beregningene viser tilstrekkelig områdestabilitet i henhold til NVEs retningslinjer og kvikkleireveileder, og tilstrekkelig sikkerhet mot skred.

7 Konklusjon

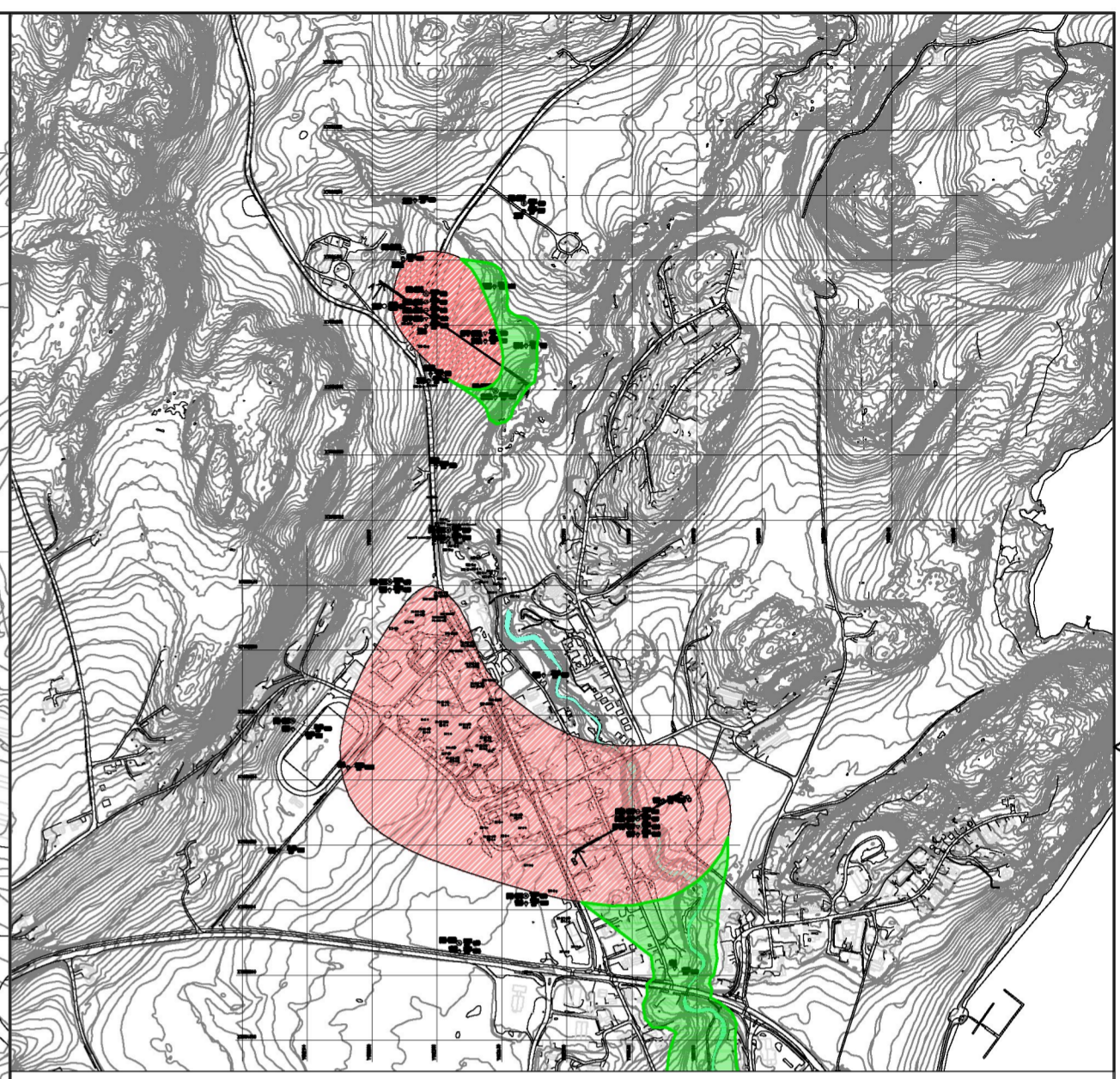
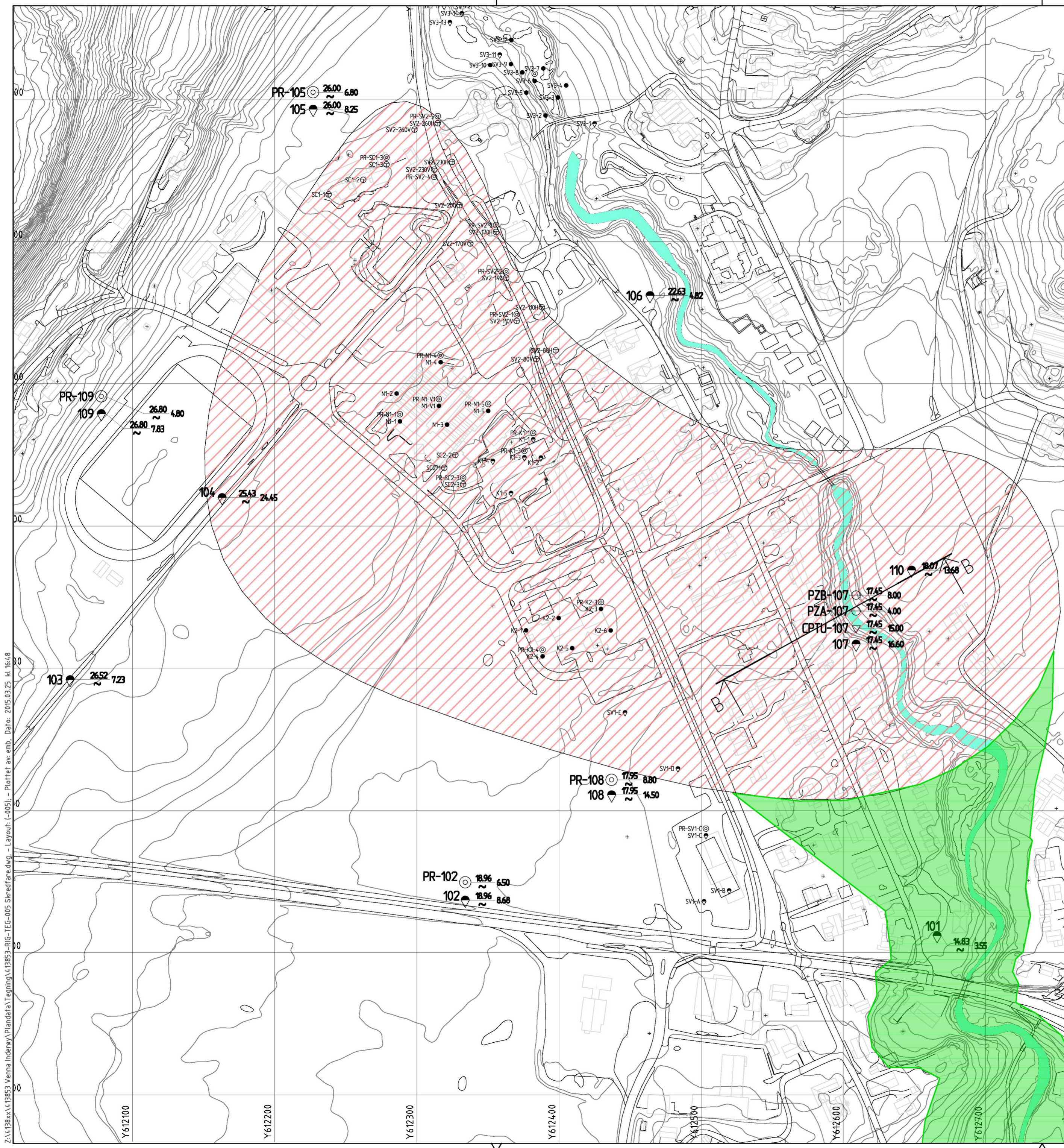
Utførte stabilitetsberegninger viser tilfredsstillende stabilitet for glideflater som kan tenkes å berøre skoleområdet.

Krav til årlig sikkerhet mot skred vurderes derfor å være tilfredsstillt.

Våre vurderinger av skredfare gitt i denne rapporten skal kvalitetssikres av uavhengig foretak.

8 Referanser

- [1] (NVE) Norges vassdrags- og energidirektorat, "Flaum- og skredfare i arealplanar," NVE, Oslo, NVE retningslinjer Retningslinjer nr. 2-2011, Apr. 2011.
- [2] Norges vassdrags- og energidirektorat, "Sikkerhet mot kvikkleireskred : vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper," NVE, Oslo, Veileder 7-2014, Apr. 2014.
- [3] Multiconsult AS, "Vennaområdet, Inderøy," Inderøy, Geoteknisk parameterrapport 413853-3_rev1, Jul. 2011.
- [4] Direktoratet for byggkvalitet, *Veiledning om tekniske krav til byggverk*. .
- [5] Standard Norge, "Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner," Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1990:2002+NA:2008, Apr. 2002.
- [6] Standard Norge, "Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler," Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-1:2004+NA:2008, Nov. 2004.
- [7] Multiconsult AS, "Vennaområdet, Inderøy," Inderøy, Datarapport geotekniske grunnundersøkelser 413853-2_rev1, Mar. 2011.
- [8] NGI, "Vurdering av risiko for skred. Metodefor klassifisering av faresoner, kvikkleire. Revisjon 3," Veiledning 20001008-2, Aug. 2008.



TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ⊖ DREI TRYKSONDERING
- ⊗ SKRUPLATEFORSØK
- +
- ⊖ PORETRYKTMÅLING
- ⊕ KJERNEBORING
- ⊗ FJELLKONTROLLBORING
- ⊗ BERG I DAGEN

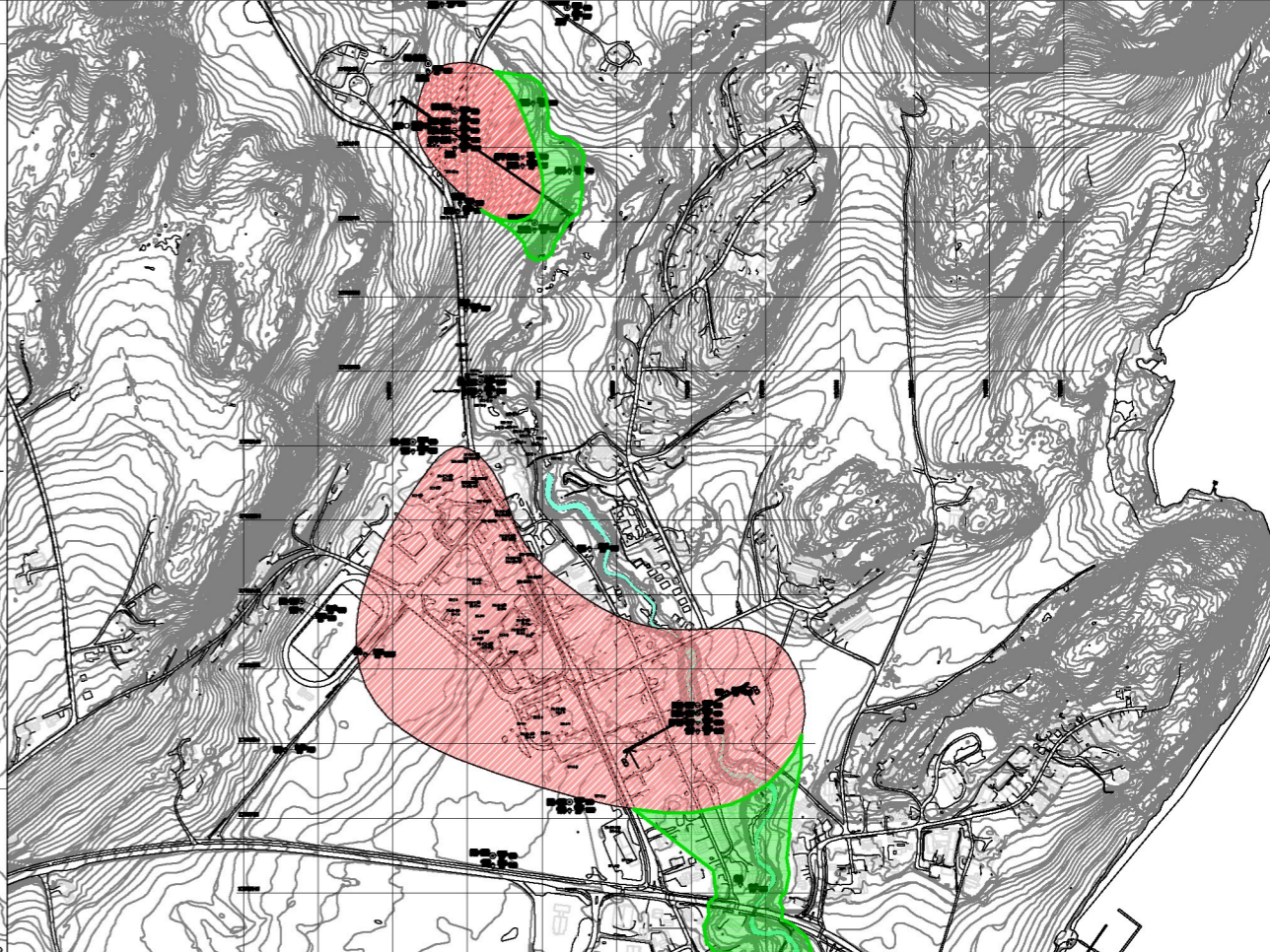
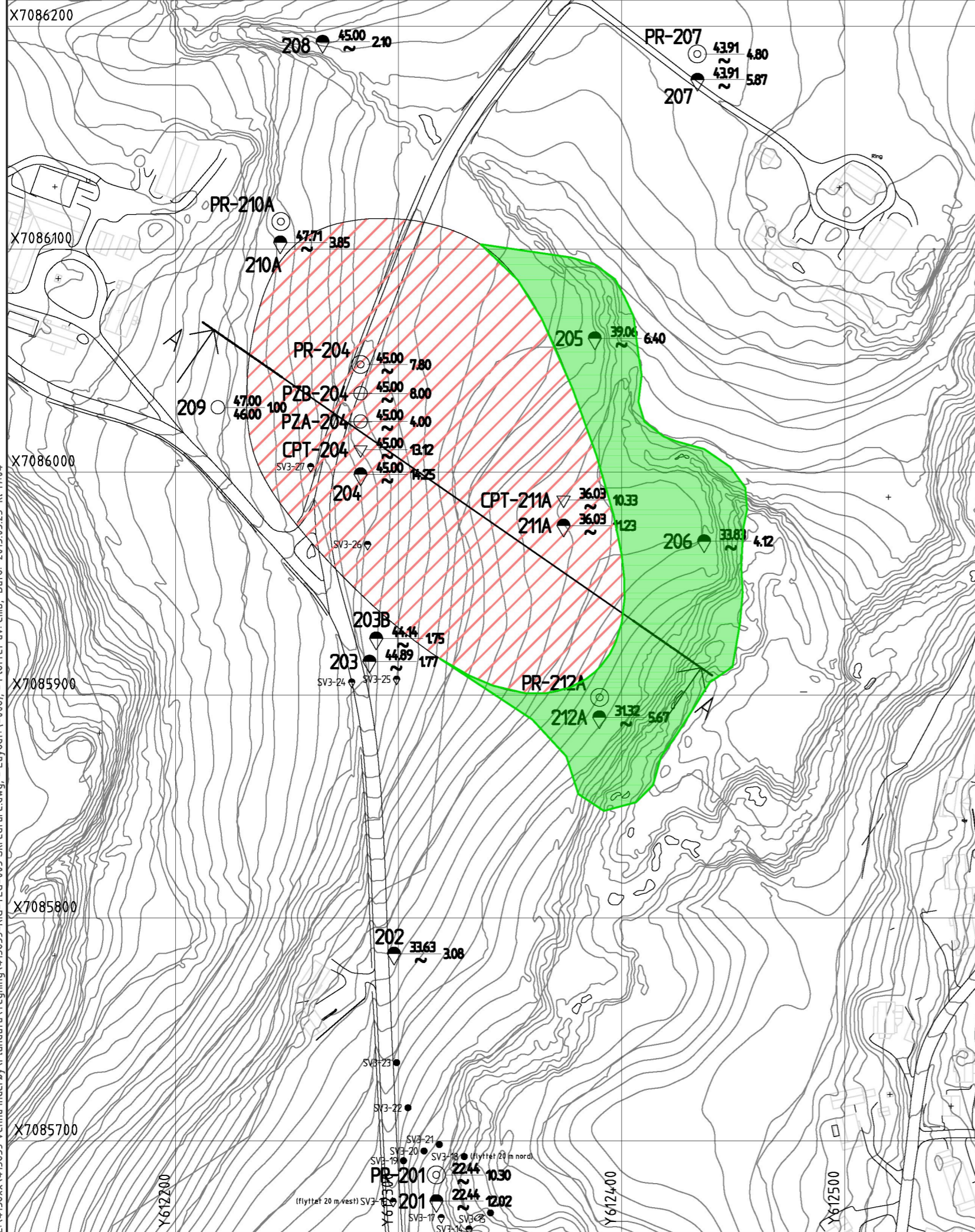
EKSEMPEL TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
 BP 1 ⊕ $\frac{4.30}{28.2}$ 14.8 + 2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE

TIDLIGERE BORINGER:

- Tidligere boringer er opptegnet fra scannet kopi og kan ha noe avvik.
 Tidligere boringer er angitt med indeksen foran borhullsnr:
- K1-X: BORINGER FRA KUMMENEJE RAPPORT NR. 12797-1 (1999)-INDERØY VIDEREGAENDE SKOLE
 - K2-X: BORINGER FRA KUMMENEJE RAPPORT NR. 0.5853 (1986)-INDERØY HELSEHUSET
 - N1-X: BORINGER FRA NOTEBY RAPPORT NR. 37442-1 (1988)-INDERØYHALLEN
 - SC1-X: BORINGER FRA SCANDIACONSULT RAPPORT NR. 620398A-1 (2002)-INDERØY UNGDOMSSKOLE
 - SC2-X: BORINGER FRA SCANDIACONSULT RAPPORT NR. 630003A-1 (2003)-INDERØY KULTURHUS
 - SV1-X: BORINGER FRA STATENS VEGVESEN RAPPORT NR. G-355A-1 (1975)-NEDRE VENNA
 - SV2-X: BORINGER FRA STATENS VEGVESEN, JFR KUMMENEJES RAPPORT NR. 10918-1 (1996)-RV. 761
 - SV3-X: BORINGER FRA STATENS VEGVESEN RAPPORT NR. G-339A
 - MC1-X: BORINGER FRA MULTICONSULT RAPPORT NR. 413704-1 (2009)-ÅRFALLVEIEN

00	Kart med boringer, profiler, løsne- og utløpsområde	25.3.2015	EMB	ARV	OAA
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Inderøy kommune		Fag	Format	
	Vennaområdet, Inderøy		Geoteknikk	A2	
	Områdevurdering		Dato	25.3.2015	
	Kvikkleiresone "Venna sør"		Format/Målestokk:	1:2000	
	Profil B			1:10000	
	Multiconsult	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	www.multiconsult.no	Utsendt	EMB	ARV	OAA
		Oppdragsnr.	413853	Tegningsnr.	RIG-TEG-005
		Rev.			00

Z:\413853\413853 Venna Inderøy\Plandata\Tegning\413853_RIG-TEG-005_Skissefarge.dwg - Layout: L-005J - Plottet av: emb. Dato: 2015.03.25 kl. 16:48



TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ◊ DREIETRYKKSONDERING
- ⊠ SKRUPLATEFORSØK
- + VINGEBORING
- ⊖ PORETRYKKMÅLING
- ⊗ KJERNEBORING
- ⊠ FJELLKONTROLLBORING
- ⋈ BERG I DAGEN

EKSEMPEL
 BP 1 ⊕ $\frac{43.0}{28.2}$ 14.8 + 2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE

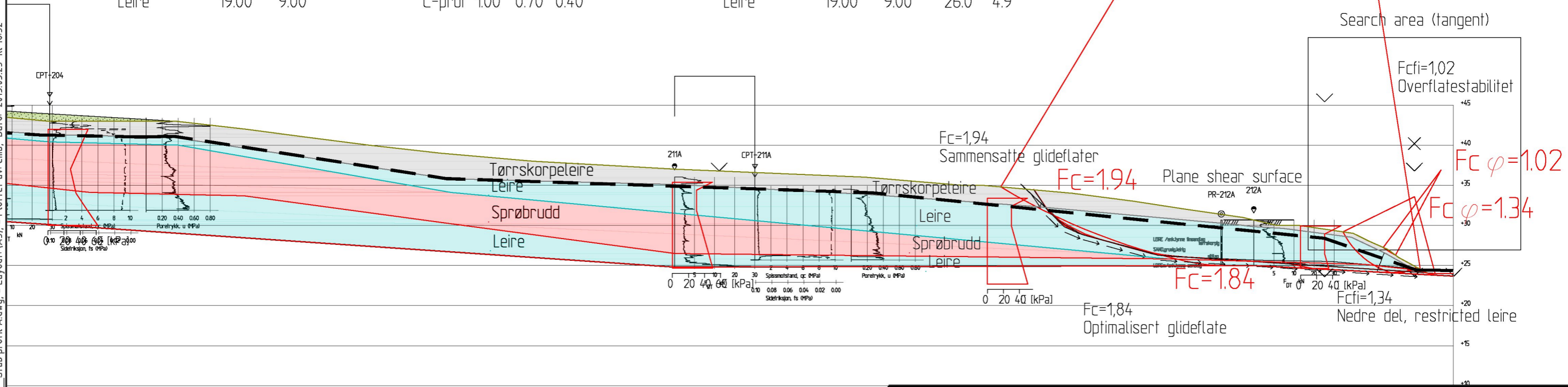
00	Kart med boringer, profiler, løsne- og utløpsområde	25.3.2015	EMB	ARV	OAA
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Inderøy kommune Vennaområdet, Inderøy			Fag Geoteknikk	Format A3	
Områdevurdering Kvikkleiresone "Venna nord" Profil A			Dato 25.3.2015		
			Format/Målestokk: 1:2000 1:10000		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status Utsendt	Konstr./Tegnet EMB	Kontrollert ARV	Godkjent OAA
Oppdragsnr. 413853		Tegningsnr. RIG-TEG-006		Rev. 00	

Z:\413853\413853 Venna Inderøy\Plandata\Tegning\413853-RIG-TEG-005 Skredfare.dwg. - Layout: (-006). - Plottet av: emb, Dato: 2015.03.25 kl 17:04

Z:\4138xx\413853 Venna Inderøy\Plandata\Tegning\413853-RIG-TEG-300_Stab profil A.dwg. - Layout: (A3). - Plottet av: emb. Dato: 2015.03.25 kl 16:32

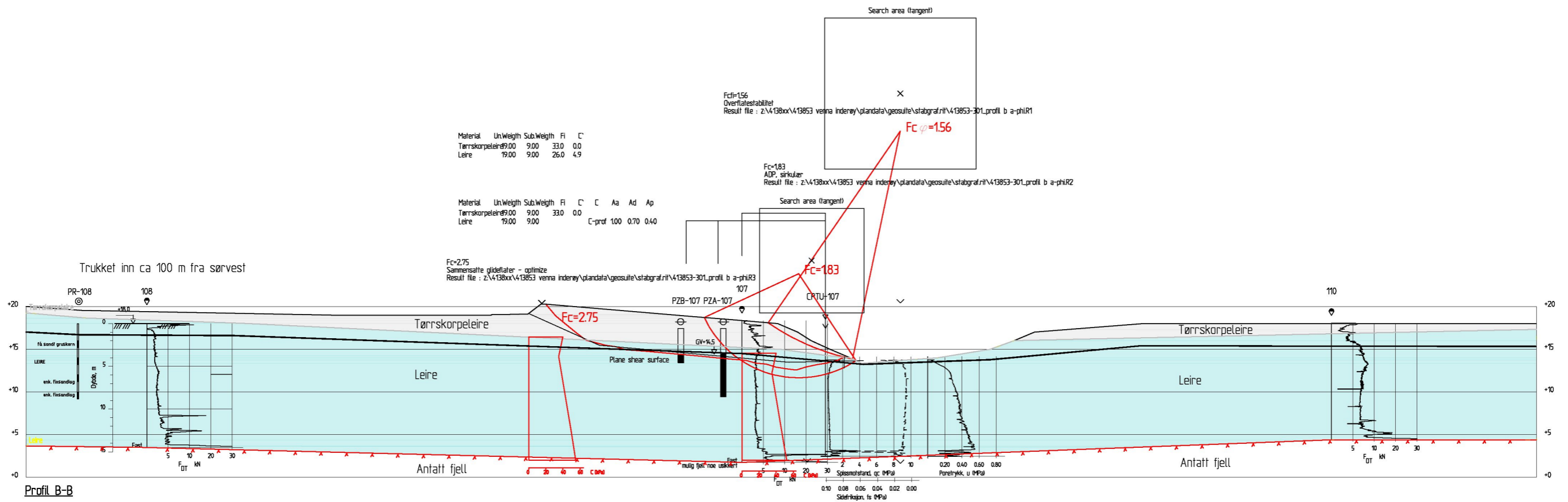
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Grus	18.00	8.00	36.0	0.0				
Tørrskorpeleire	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Sprøbrudd	19.00	9.00			C-prof	0.85	0.60	0.30
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.70	0.40

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'
Grus	18.00	8.00	36.0	0.0
Tørrskorpeleire	19.00	9.00	33.0	0.0
Leire	19.00	9.00	26.0	4.9
Sprøbrudd	19.00	9.00	26.0	4.9
Leire	19.00	9.00	26.0	4.9



00	Stabilitetsberegninger	26.2.2015	EMB	ARV	OAA
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Inderøy kommune		Fag	Format	
	Vennaområdet, Inderøy		Geoteknikk	A3	
	Stabilitetsberegninger		Dato	26.2.2015	
	Profil A		Format/Målestokk:	1:500	
	Effektivspenningsanalyse og totalspenningsanalyse		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert
	Multiconsult		Utsendt	EMB	ARV
			Oppdragsnr.	413853	Tegningsnr.
				RIG-TEG-300	Godkjent
					OAA
					Rev.
					00

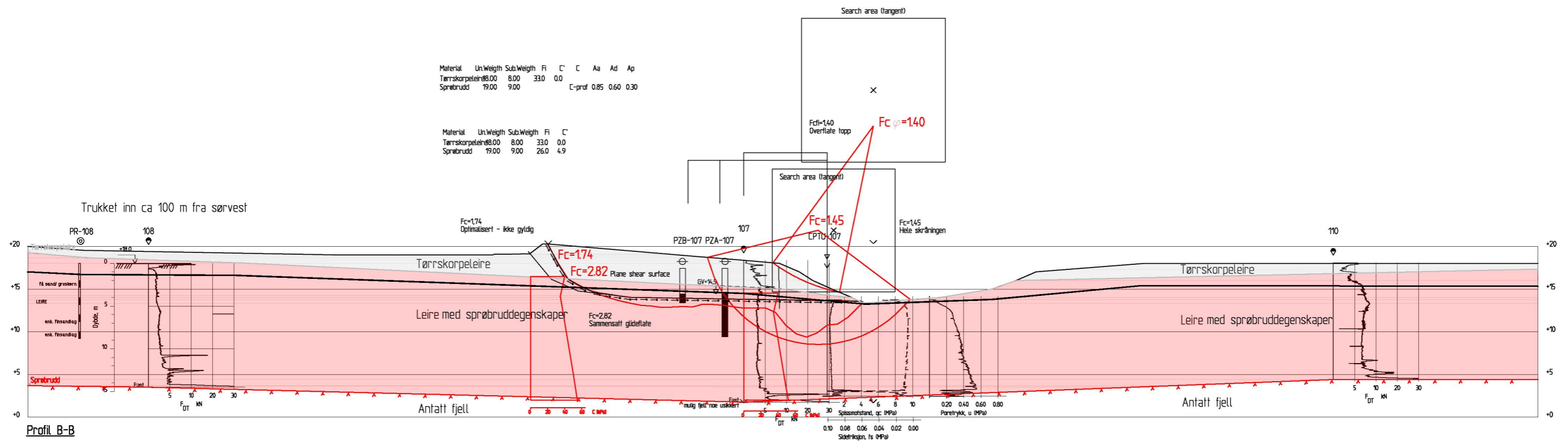
Z:\4138xx\413853 Venna Inderøy\Plandata\Tegning\413853-RIG-TEG-301_Profil B_1.dwg, - Layout: (A3); - Plottet av: emb, Dato: 2015.03.25 kl 16:35



Profil B-B

00	Stabilitetsberegninger	26.2.2015	EMB	ARV	OAA
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Inderøy kommune Vennaområdet, Inderøy			Fag Geoteknikk	Format A3	
			Dato 26.2.2015		
Stabilitetsberegninger Profil B, lagdeling 1 - leire Effektivspenningsanalyse og totalspenningsanalyse			Format/Målestokk: 1:500		
Multiconsult		Status Utsendt	Konstr./Tegnet EMB	Kontrollert ARV	Godkjent OAA
		Oppdragsnr. 413853	Tegningsnr. RIG-TEG-301		Rev. 00

Z:\413853\413853 Venna Inderøy\Plandata\Tegning\413853-RIG-TEG-302_Profil B_2.dwg, - Layout: (A3), - Plottet av: emb, Dato: 2015.03.25 kl. 16:36



00	Stabilitetsberegninger	26.2.2015	EMB	ARV	OAA
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Inderøy kommune Vennaområdet, Inderøy			Fag Geoteknikk	Format A3	
Stabilitetsberegninger Profil B, lagdeling 2 - sprøbruddmateriale Effektivspenningsanalyse og totalspenningsanalyse			Dato 26.2.2015		
			Format/Målestokk: 1:500		
Multiconsult		Status Utsendt	Konstr./Tegnet EMB	Kontrollert ARV	Godkjent OAA
		Oppdragsnr. 413853	Tegningsnr. RIG-TEG-302		Rev. 00

Vedlegg A

1 Faregradsklassifisering

Faregradsevalueringen er utført i henhold til retningslinjer i NGI-rapport 20001008-2, rev. 3 datert 08.10.2008 "Vurdering av risiko for skred. Metode for klassifisering av faresoner, kvikkleire" [8].

Evalueringene for sone «Venna sør» og «Venna nord», se Tabell 2 og Tabell 3, er utført i henhold til Tabell 1 under:

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					
Forverring	+3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	
Sum poeng		51	34	16	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Tabell 1: Grunnlag for evaluering av faregrad, hentet fra [8].

Faregradsklassene er inndelt tre faresoner iht. [8]:

- Faregradklasse lav: Poengverdi fra 0 til 17
- Faregradklasse middels: Poengverdi 18 til 25
- Faregradklasse høy: Poengverdi 26 til 51

1.1 Venna sør

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Det er ingen tydelige spor etter større eller mindre ras i nyere tid innenfor sonen.
Skråningshøyde	2	0	0	Største høydeforskjell fra skoleområdet til bunnen av ravedalen er rundt 8 m.
OCR	2	2	4	Ut fra utførte undersøkelser antar vi at leira er svakt overkonsolidert med en OCR på mellom 1,2 og 1,6. Ødometerforsøk fra Statens vegvesens rapport nr G-355A i hull C støtter denne antagelsen.
Poretrykk	+3/-3	0	0	Det antas hydrostatisk poretrykksfordeling i grunnen.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Mektigheten av kvikke/sensitive masser vurderes å være maks 15 meter, altså > H/2.
Sensitivitet	1	2	2	Undersøkelser i laboratorium viser at påvist sprøbruddmateriale har en sensitivitet, S_t , fra 15 til 80.
Erosjon	3	1	3	Det er utført befarings, og påvist noe erosjon fra Grønaelva, se Vedlegg B. Erosjonen foregår ikke i kvikkeleire, og er derfor redusert til «lite», score 2.
Inngrep	+3/-3	0	0	Vi har ikke kjennskap til terrenginngrep i sonen.
Poengverdi			15	Gir faregradsklasse "Lav"

Tabell 2: Faregradsevaluering av faresone "Venna sør", utført i henhold til Tabell 1.

1.2 Venna nord

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Det er ingen tydelige spor etter større eller mindre ras i nyere tid innenfor sonen.
Skråningshøyde	2	1	2	Største høydeforskjell innad i sonen er 16 m.
OCR	2	3	6	Basert på tolking av CPTU-sonderingene og ødometerforsøk vurderes leira å være tilnærmet normalkonsolidert, muligens noe overkonsolidert.
Poretrykk	+3/-3	0	0	De antas hydrostatisk poretrykksfordeling i grunnen.
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Mektigheten av kvikke/sensitive masser er i området vurdert å være mellom H/4 og H/2.
Sensitivitet	1	1	1	Undersøkelser i laboratorium viser at påvist kvikkeleire har en sensitivitet, S_t , på 15 (max målt). Det antas en sensitivitet på maks 30.
Erosjon	3	0	0	Det er ikke aktiv erosjon i sonen i dag. Det foregår litt erosjon i elva øst og nordøst for sonen (se Vedlegg B), men det er ikke påvist kvikkeleire her.
Inngrep	+3/-3	0	0	Vi har ikke kjennskap til terrenginngrep i sonen.
Poengverdi			13	Gir faregradsklasse "Lav"

Tabell 3: Faregradsevaluering av faresone "Venna nord", utført i henhold til Tabell 1.

Vedlegg B

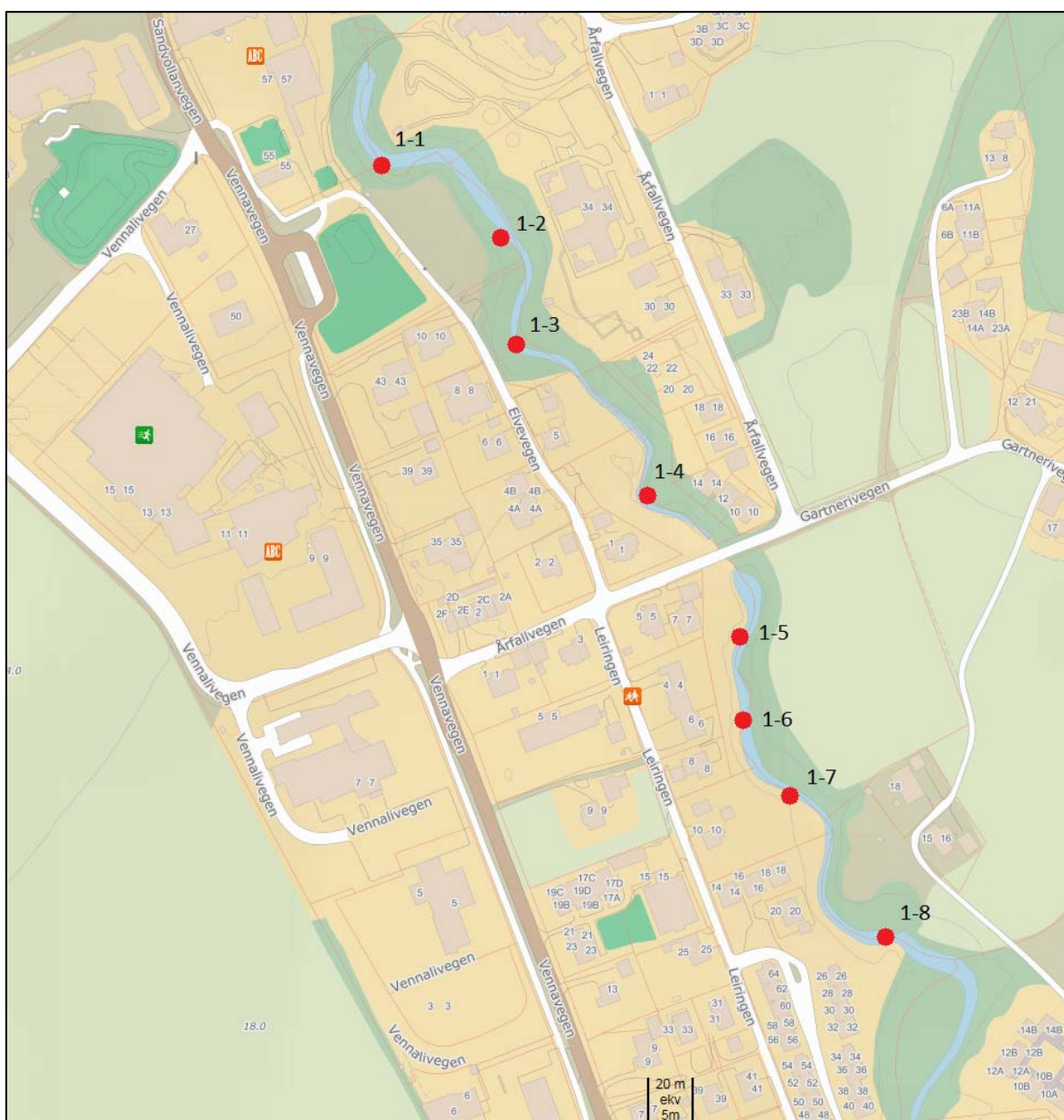
1 Erosjon

Geotekniker Emilie Bjarghov var på befaring 9. mars 2015 for å sjekke erosjonsforholdene i Grønaelva.

1.1 Venna sør

Generelt sett ble det påvist lite erosjon i del sør (kun ved punkt 1-1 av betydning). Ravinedalen er relativt ryddig, med plastring flere steder. Figur 1 viser et oversiktskart med registreringene for Venna sør.

Figur 1 viser de ulike merknadene for hvert punkt, og hvilke bilder som ble tatt der.



Figur 1 – Omtrentlig plassering av registreringspunkter

Det hadde kommet en del nedbør dagene før befaringen. Grønaelva bar med seg en del finsedimenter (derav den grumsete fargen), og det ble observert avsetninger av fine sedimenter langs store deler av elvebredden.

Tabell 1 – Registreringer

Punkt	Bilde	Merknad
1-1	1 og 2	Bratt skråning, erosjon i skråningsfoten langs hele yttersvingen. Bør plastres.
1-2	3	Berg i dagen
1-3	4	Yttersving plastret, ok.
1-4	5	Sig i skråning, bøye trær. Ingen pågående erosjon av betydning, ser ok ut.
1-5	6	Elva er ryddig plastret, ser bra ut.
1-6	7	Erosjonskanal fra privat parkeringsplass til elv. Kanalen er smal med dyp. Ser ikke ut til å ha betydning for stabiliteten.
1-7	8	Rolig, liten høydeforskjell. Ikke plastret her. Ingen tegn til pågående erosjon.
1-8	9	Liten oppdemming her. Roer vannmassene og fungerer som sedimenteringsbasseng. Nedstrøms for bassenget er breddene plastret og det ser fint ut.

1.1.1 Bilder



Bilde 1 - Bratt skråning



Bilde 2 - Erosjon i skråningsfot



Bilde 3 – Berg i dagen



Bilde 4 – Plastring yttersving



Bilde 5 – Sig i elveskråning (til høyre på bildet), se bøyde trær.



Bilde 6 – Plastret, ryddig



Bilde 7 – Erosjonskanal fra privat parkeringsplass til elv



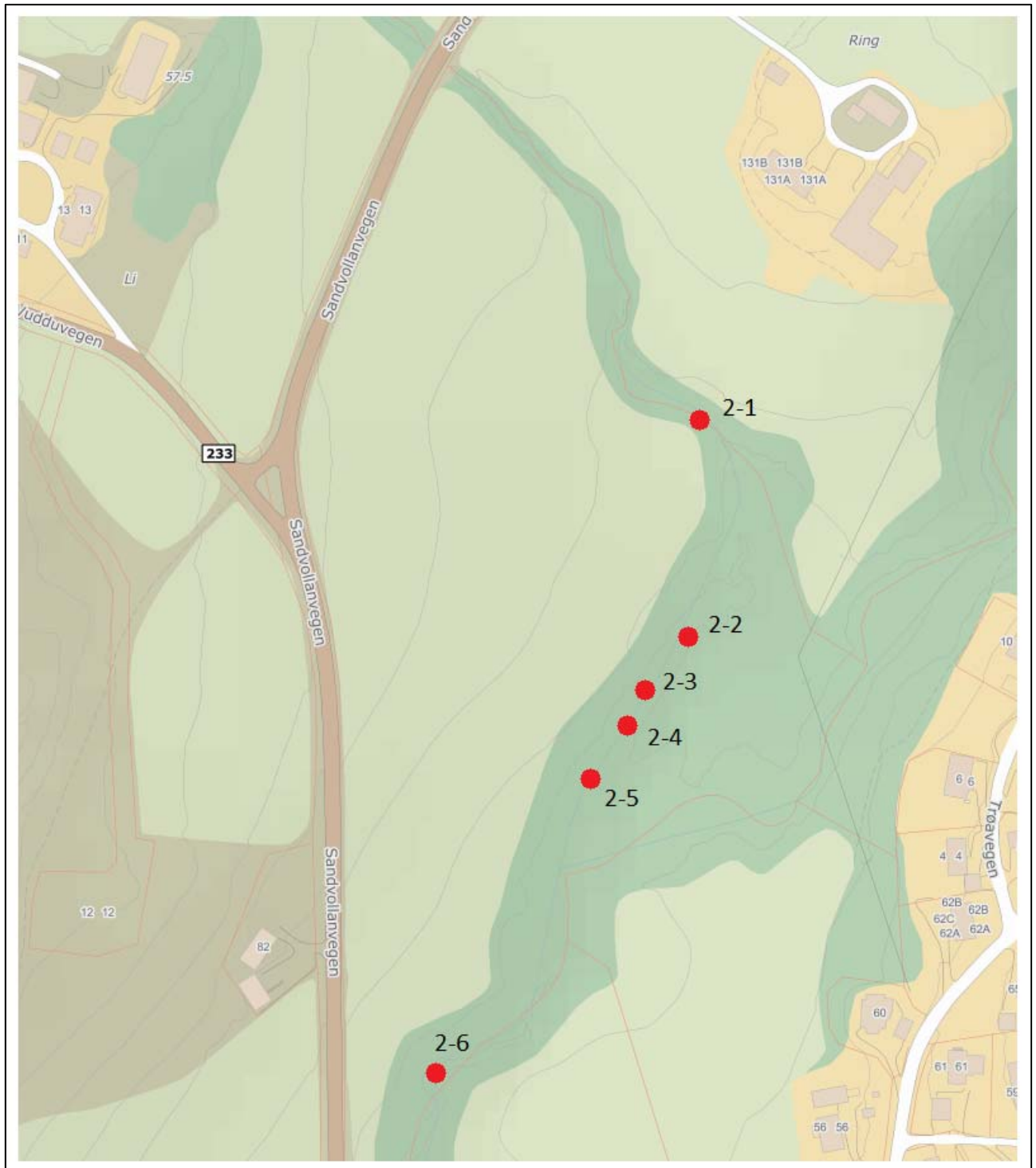
Bilde 8 – Bilde tatt oppover, ser ok ut



Bilde 9 – Liten oppdemming til masselagringsbasseng

1.2 Venna nord

Ravinedalen ved Venna nord bærer preg av en del erosjon gjennom tidene, og lite vedlikehold. Dalen er svært gjengrodd, med mange mosegrodde og veltede trær. I årenes løp har elva erodert i skråningsfoten flere steder, noe som har ført til overflateutglidninger. Det er også pågående erosjon som har ført til overflateutglidninger og små utglidninger nærmest elva. Elveskråningen i del nord bør holdes under oppsikt og eventuelt utbedres. Figur 2 viser et oversiktskart med registreringene for Venna nord. Tabell 2 viser de ulike merknadene for hvert punkt, og hvilke bilder som ble tatt i de ulike punktene.



Figur 2 - Omtrentlig plassering av registreringspunkter

Tabell 2 – Registreringer

Punkt	Bilder	Merknad
2-1	10	Berg i dagen, bekk oppstrøms ser fin ut opp mot veggen (Sandvollarvegen).
2-2	11	Sannsynligvis gammel plastring her. En del veltede trær, tyder på bevegelse i skråningen.
2-3	12 og 13	Aktiv erosjon i skråningsfot, bratt kant mot elva.
2-4	14	Samme som litt lenger opp, litt aktiv erosjon
2-5	15	2-3 meter høy skredkant. Utglidning må ha funnet sted i løpet av de siste årene, for det er ingen vegetasjon på overflaten enda.
2-6	16	Yttersving plastret, ser fint ut.

1.2.1 Bilder



Bilde 10 – Berg i dagen



Bilde 11 – Gammel plastring? En del veltede trær, tyder på bevegelse i skrånningen.



Bilde 12 – Bratt kant mot elva, erosjon i skråningsfot



Bilde 13 – Denne lille utglidningen har funnet sted ganske nylig



Bilde 14 – Samme som litt lenger opp, noe aktiv erosjon.



Bilde 15 – 2-3 meter høy skredkant. Denne er heller ikke gammel.



Bilde 16 – Yttersving plastret, ser fint ut.