

TIL: Dverdal AS
v/Carl C. Fon

Kopi:

Fra: GrunnTeknikk AS

Dato: 07.02.2023
Dokumentnr: 117055n1 rev. 01
Prosjekt: 111102
Utarbeidet av: Eirik Hegland
Kontrollert av: Geir Solheim

Sandefjord. Dverdalsåsen Områdestabilitet

Sammendrag:

GrunnTeknikk AS er engasjert av Dverdal AS i forbindelse med utbyggingen av et nytt boligområde på Unneberg i Sandefjord. GrunnTeknikk har tidligere utredet områdestabilitet for prosjektet og vurdert nødvendige sikringstiltak. Områdestabilitet ble utredet etter NVEs veileder 7/2014. Senere vurderinger av sikringstiltak ble utført iht. ny veileder 1/2019 [1], som ble utgitt i desember 2020.

Løvlien Georåd AS har nylig utført uavhengig kvalitetssikring av utredning av områdestabilitet og sikringstiltak. Kontrollen har flere åpne kommentarer som må svares ut. Flere av disse går på at utredningen må oppdateres iht. ny veileder.

Foreliggende notat inneholder en oppdatert utredning av områdestabilitet for prosjektet. Notatet erstatter tidligere rapport 113880r1.

Det er revidert en eksisterende sone og utredet en nye faresone. Eksisterende sone «VSS13-10A» er utvidet sørover, delvis inn på planområdet. Det er lav sikkerhet i skråningen ned mot Unnebergbekken, og det vil kreves sikringstiltak. Sonen har faregrad *høy*. Resten av planområdet er omfattet av den nye faresonen «Dverdalsåsen». Det er for lav sikkerhet i flere profiler, og det vil kreves sikringstiltak på deler av området. Sonen har faregrad *middels*.

Vurderingen skal kvalitetssikres av et uavhengig foretak iht. NVE veileder 1/2019. Oppdragsgiver har engasjert Løvlien Georåd AS til uavhengig kontroll. I rev. 01 er kommentarer fra uavhengig kontroll innarbeidet. Det er ingen åpne avvik.

Sikringstiltak må detaljprosjekteres.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	4
2	Planer.....	4
3	Terreng og grunnforhold.....	5
3.1	Terreng.....	6
3.2	Grunnforhold	7
4	Vurdering av områdestabilitet.....	8
4.1	Åpne kommentarer etter uavhengig kontroll.....	8
4.2	Eksisterende faresone «VSS13-10A»	9
4.2.1	Punkt 4: Tiltakskategori	11
4.2.2	Punkt 5: Mulige løsneområder og utløpsområder.....	11
4.2.3	Punkt 8: Aktuelle skredmekanismer og løsne- og utløpsområder.....	12
4.2.4	Punkt 9: Klassifiser faresoner.....	16
4.2.5	Punkt 10: Stabilitetsberegninger.....	16
4.3	Ny faresone «Dverdalsåsen».....	17
4.3.1	Punkt 8: Aktuelle skredmekanismer og løsne- og utløpsområder.....	19
4.3.2	Punkt 9: Klassifiser faresoner.....	19
4.3.3	Punkt 10: Stabilitetsberegninger.....	19
4.4	Krav til uavhengig kontroll.....	21

TEGNINGER

<i>Tegningsnr.</i>	<i>Beskrivelse</i>	<i>Målestokk</i>
117055-1	Borplan med snitt	1:2000
117055-2	Borplan med avgrensning av løsne- og utløpsområder	1:2000
117055-100	Profil E'	1:500
117055-101	Profil G	1:500

VEDLEGG

1	Faregradsklassifisering av revidert faresone «VSS13-10A»
2	Faregradsklassifisering av ny faresone «Dverdalsåsen»

REFERANSER

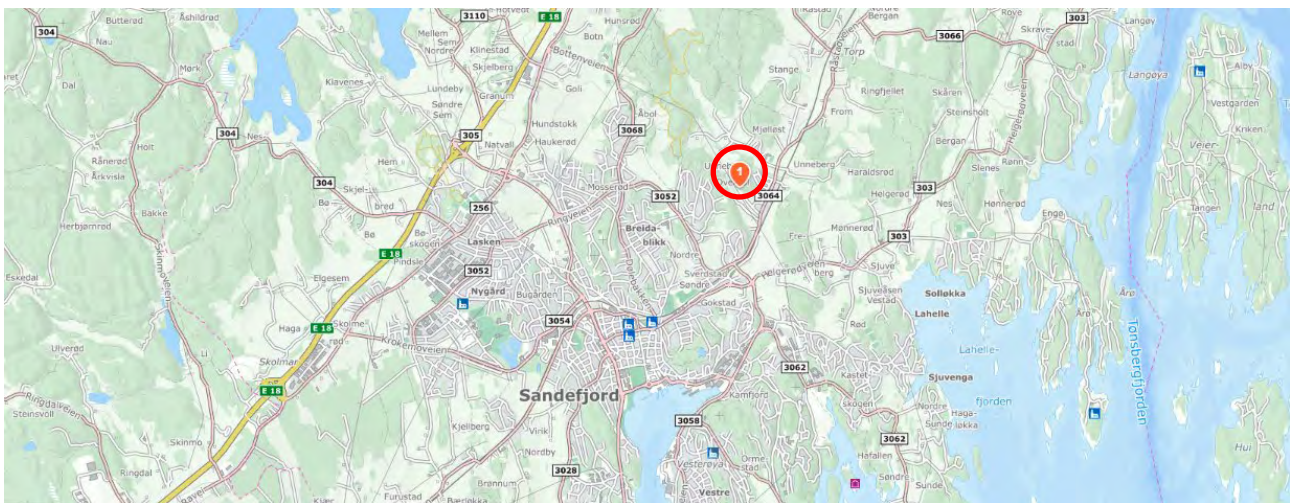
- [1] NVE (2020). *Veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred».*
- [2] GrunnTeknikk AS (2019). *Geoteknisk rapport 113880r1 «Sandefjord. Dverdalsåsen - Områdestabilitet».*
- [3] GrunnTeknikk AS (2019). *Geoteknisk datarapport 113880r1 «Sandefjord. Dverdalsåsen - Grunnundersøkelser».*
- [4] GrunnTeknikk AS (2021). *Geoteknisk datarapport 115197r1 «Sandefjord. Dverdalsåsen - Supplerende grunnundersøkelser».*
- [5] GrunnTeknikk AS (2021). *Geoteknisk notat 115197n1 «Sandefjord. Dverdalsåsen - Tiltak for å sikre stabilitet».*
- [6] Løvlien Georåd AS (2022). *UAK Dverdalsåsen, Sandefjord – 22530 Kontrollskjema Områdestabilitet – Kvalitetssikring iht. NVE.*
- [7] BaneNOR (2018). *InterCity-prosjektet – Vestfoldbanen – Tønsberg-Larvik – Fagrapport områdestabilitet. Versjon 05A.*
- [8] Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven).
- [9] TEK 17 – Forskrift om tekniske krav til byggverk (byggteknisk forskrift).
- [10] NVE (2014). *Retningslinjer 2/2011 «Flaum- og skredfare i arealplanar».*
- [11] GrunnTeknikk AS (2015). *Geoteknisk notat 111369n1 «Sandefjord. Dverdalsåsen - Befaringsnotat».*
- [12] NVE (2020). *Ekstern rapport 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred».*
- [13] GrunnTeknikk AS (2021). *Teknisk beregning 115197tb1 rev. A «Sandefjord. Dverdalsåsen boligområde - Tiltak for å sikre stabilitet».*
- [14] GrunnTeknikk AS (2023). *Teknisk beregning 117055tb1 «Sandefjord. Dverdalsåsen - Stabilitetsberegninger».*
- [15] Løvlien Georåd AS (2023). *UAK Dverdalsåsen, Sandefjord – 22530 Kontrollskjema Områdestabilitet – Kvalitetssikring iht. NVE. Rev. 01.*

1 Innledning

GrunnTeknikk AS er engasjert av Dverdal AS i forbindelse med utbyggingen av et nytt boligområde på Unneberg i Sandefjord, se Figur 1.1. GrunnTeknikk har tidligere utredet områdestabilitet for prosjektet og vurdert nødvendige sikringstiltak. Områdestabilitet ble utredet etter NVEs veileder 7/2014. Senere vurderinger av sikringstiltak ble utført iht. ny veileder 1/2019 [1], som ble utgitt i desember 2020.

Løvlien Georåd AS har nylig utført uavhengig kvalitetssikring av utredning av områdestabilitet og sikringstiltak. Kontrollen har flere åpne kommentarer som må svares ut. Flere av disse går på at utredningen må oppdateres iht. ny veileder.

Foreliggende notat inneholder en oppdatert utredning av områdestabilitet for prosjektet. Notatet erstatter tidligere rapport 113880r1 [2].



Figur 1.1 Plassering av prosjektet, nordøst for Sandefjord sentrum.

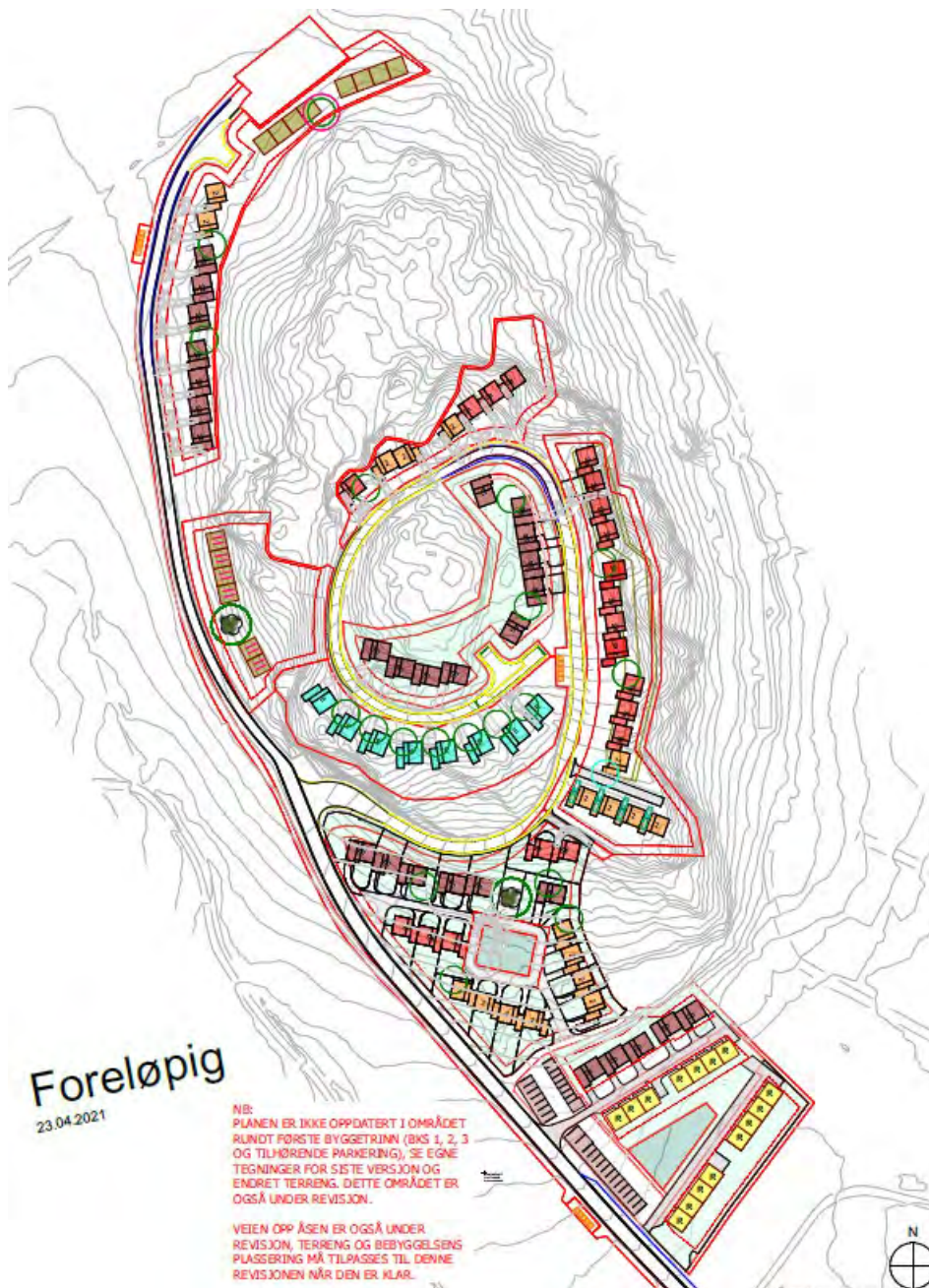
En kort oppsummering av historikken i prosjektet:

- **Des 2018/jan 2019:** GrunnTeknikk utfører grunnundersøkelser på planområdet [3]
- **Apr 2019:** GrunnTeknikk leverer vurdering av områdestabilitet [2]
- **Nov 2020:** GrunnTeknikk utfører supplerende grunnundersøkelser [4]
- **Mar 2021:** GrunnTeknikk leverer vurdering av sikringstiltak [5]
- **Jan 2022:** GrunnTeknikk leverer KC-plan
- **Nov 2022:** Løvlien Georåd leverer kontrollnotat [6]

2 Planer

Planene for området omfatter oppføringen av nye eneboliger og rekkehus, samt nye adkomstveier og VA-anlegg. Siste mottatte utgave av plantegning for området er vist i Figur 2.1.

Adkomst til området er via Dverdalsveien, som skal utvides. VA-ledninger til området legges langs Dverdalsveien og kobles på eksisterende nett. Veien forlenges mot nord, langs jordekanten rundt Dverdalsåsen, og det lages en stikkvei opp til åsen. Veien opp til åsen og boligene på åsen kommer på fjell. Veien og boligene nede langs jordekanten og boligene på jordet sør for åsen kommer på løsmasser.



Figur 2.1 Plantegning for området, mottatt på e-post 14.12.22.

3 Terreng og grunnforhold

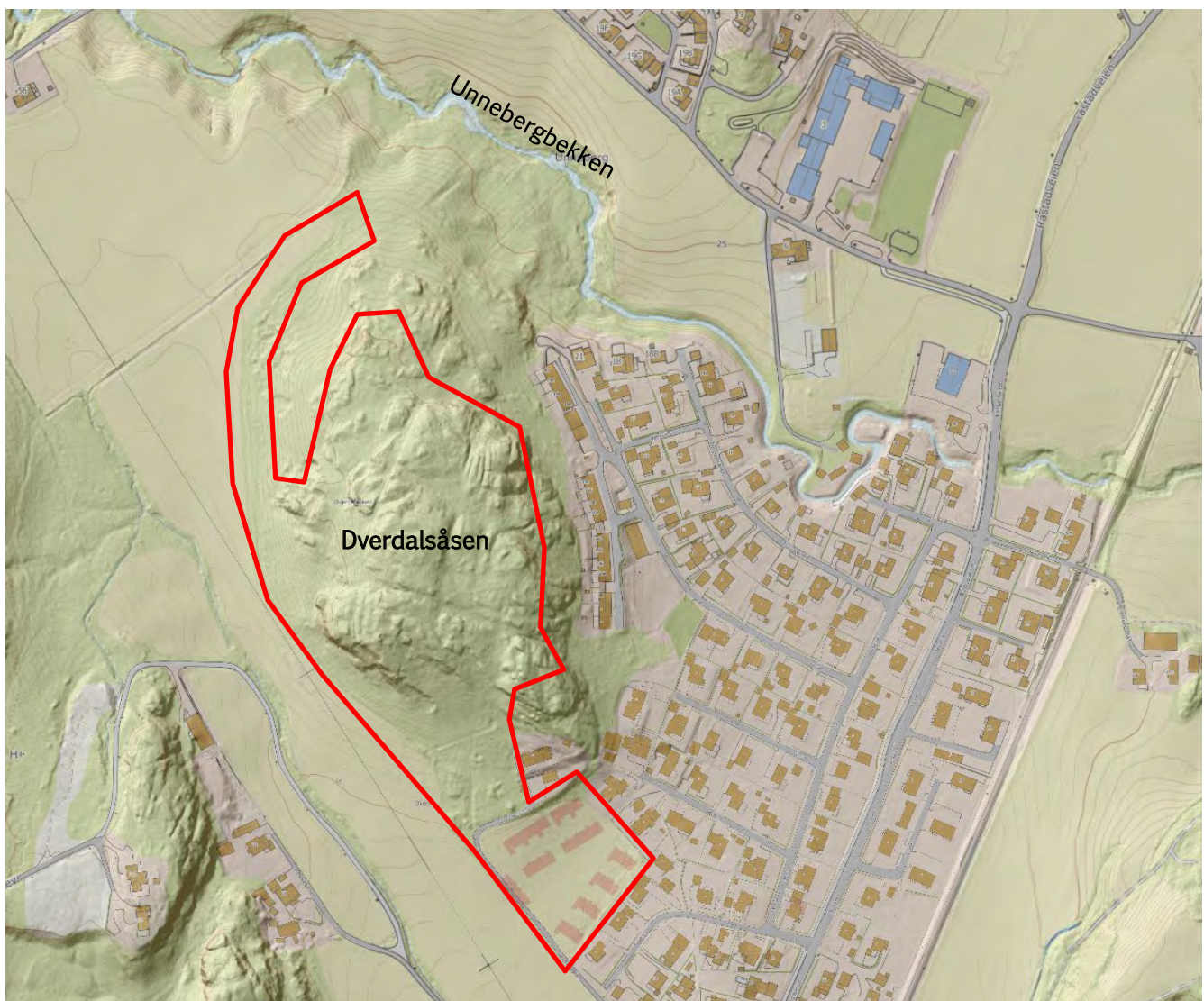
Planområdet ligger på og rundt Dverdalsåsen, som vist på Figur 3.1. På selve åsen er det stort sett fjell i dagen, stedvis tynt dekke. Sør, vest og nord for åsen er det dyrket mark, med noe skog inn mot fjellet. Flyfoto fra området er vist i Figur 3.2.

Terreng og grunnforhold er detaljert beskrevet i rapport 115197r1 [4]. En kort oppsummering er gitt i de følgende delkapitlene.

3.1 Terreng

I sør stiger terrenget svakt fra ca. kote +18 ved eksisterende boligfelt, nordover mot åsen. I vest ligger dagens jordekant på ca. kote +31. Østover fra jordkanten stiger terrenget mot åsen, og blir gradvis brattere, mens terrenget flater ut vestover på jordet. Jordet ender i en liten bekk, og terrenget stiger slakt på andre siden. Nord og nordøst for åsen faller terrenget av relativt bratt ned mot Unnebergbekken.

Det er ikke foretatt målinger av vanddybder i Unnebergbekken og bekken i vest. Sannsynligvis er dybdene små, antatt inntil 0,5 m.



Figur 3.1 Utsnitt fra Høydedata. Planområdet er markert med rød linje.



Figur 3.2 Flyfoto fra planområdet.

3.2 Grunnforhold

Grunnforholdene på og rundt planområdet er dokumentert ved grunnundersøkelser i 2018/19 [3] og supplerende grunnundersøkelser i 2020 [4]. Vi har også fått tilgang til relevante sonderinger og prøveserier utført av BaneNOR/NGI i forbindelse med InterCity/Vestfoldbanen.

Generelt viser grunnundersøkelsene et topplag av noe matjord eller torv over tørrskorpeleire, ned til ca. 1-2 m under terreng. Videre i dybden viser sonderingene bløt/mulig sensitiv leire til fjell. Bormotstanden er konstant eller avtakende, og det er påvist kvikkleire i flere borpunkter. Sonderingene lengst ut fra åsen viser generelt økende bormotstand med dybden. Stedvis er det et antatt morenelag over fjell.

Dybder til antatt fjell varierer mye over planområdet. Generelt er det små dybder nærmest åsen, med økende mektighet av leire utover på jordene. Det er store lokale variasjoner. Det er ikke gjort innboring i fjell, så målte fjelldybder er noe usikre.

Grunnvannstanden på området er målt med hydrauliske poretrykksmålere i to borpunkter (312 og 316). Avlesning viser stighøyde tilsvarende grunnvannstand mellom 0 og 1 m under terreng. Det er rapportert om artesisk trykk i ett borpunkt ute på jordet nordvest for åsen [7]. Det er antatt noe poreovertrykk i leira som følge av grunnvannstrømning fra åsen. Poretrykksmålere er forsøkt avlest i desember 2022, men dette lot seg ikke gjøre grunnet frost.

Ødometerforsøk fra nordsiden av Unnebergbekken indikerer at leira er tilnærmet normalkonsolidert [7].

4 Vurdering av områdestabilitet

Plan- og bygningsloven (PBL) §28-1 angir at «Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, *«dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold»* [8].

Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17) §7-1 angir at «Byggverk skal plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger» [9]. Krav til sikkerhet mot skred er videre beskrevet i TEK17 §7-3.

I foreliggende notat er sikkerhet mot områdeskred vurdert. Områdeskred brukes som samlebegrep for skred i kvikkleire (kvikkleireskred) og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Områdestabiliteten er vurdert i henhold til NVE retningslinjer 2/2011 [10], og NVE veileder 1/2019 [1]. Vår vurdering følger dermed krav for utredning av sikkerhet mot områdeskred (kvikkleireskred) iht. TEK17 og PBL.

Vår tidligere vurdering [2] iht. NVE veileder 7/2014 (nå utdatert) er nylig gjennomgått uavhengig kontroll. Kontrollen har åpne kommentarer som krever svar eller revisjon. Neste delkapittel oppsummerer disse kommentarene, og beskriver hvilke endringer som må gjøres/er gjort.

Påfølgende delkapitler gjennomgår en revisjon av en eksisterende faresone i nordre del av planområdet, samt en revisjon av vår tidligere utredning av en ny faresone på planområdet.

4.1 Åpne kommentarer etter uavhengig kontroll

Løvlien Georåd utførte en uavhengig kvalitetssikring etter veileder 1/2019 i november 2022 [6]. Kontrollen har flere åpne kommentarer som må svares ut. En oppsummering av punkter som krever tiltak er gitt under:

- Vurdering må oppdateres iht. prosedyre og retningslinjer i ny veileder, 1/2019 [1].
- Vurdering av løsne- og utløpsområder må tydeliggjøres (metodikk i NIFS rapport 14/2016).
- Sideveis utbredelse av et evt. skred må vurderes.
- Avgrensing av løsne- og utløpsområder må vises tydeligere på plantegninger.
- Det bør vurderes om det skal registreres to separate faresoner, og om disse har ulik faregradsklassifisering. Faregradsklassifisering bør referere til NVE ekstern rapport 9/2020.
- Antakelse om hydrostatisk poretrykk bør revurderes. Poretrykksmålere bør avleses på nytt, og dersom resultatene vises samme grunnvannstand som ved siste avlesning, bør grunnvannstanden legges høyere i stabilitetsberegningene. Da det ikke er installert poretrykksmålere i to nivåer (i samme borhull), bør det antas noe poreovertrykk i drenerte beregninger.
- Lagdelingen med 2 m tørrskorpe over bløt leire i samtlige profiler bør revurderes, spesielt i profil E, der det er modellert tørrskorpe under grunnvannstand i Unnebergbekken.
- Det må vurderes om trafikklaster kan virke ugunstig i enkelte profiler.
- Det må gjøres beregninger for en drenert situasjon (beregninger med effektivspenningsparametere).

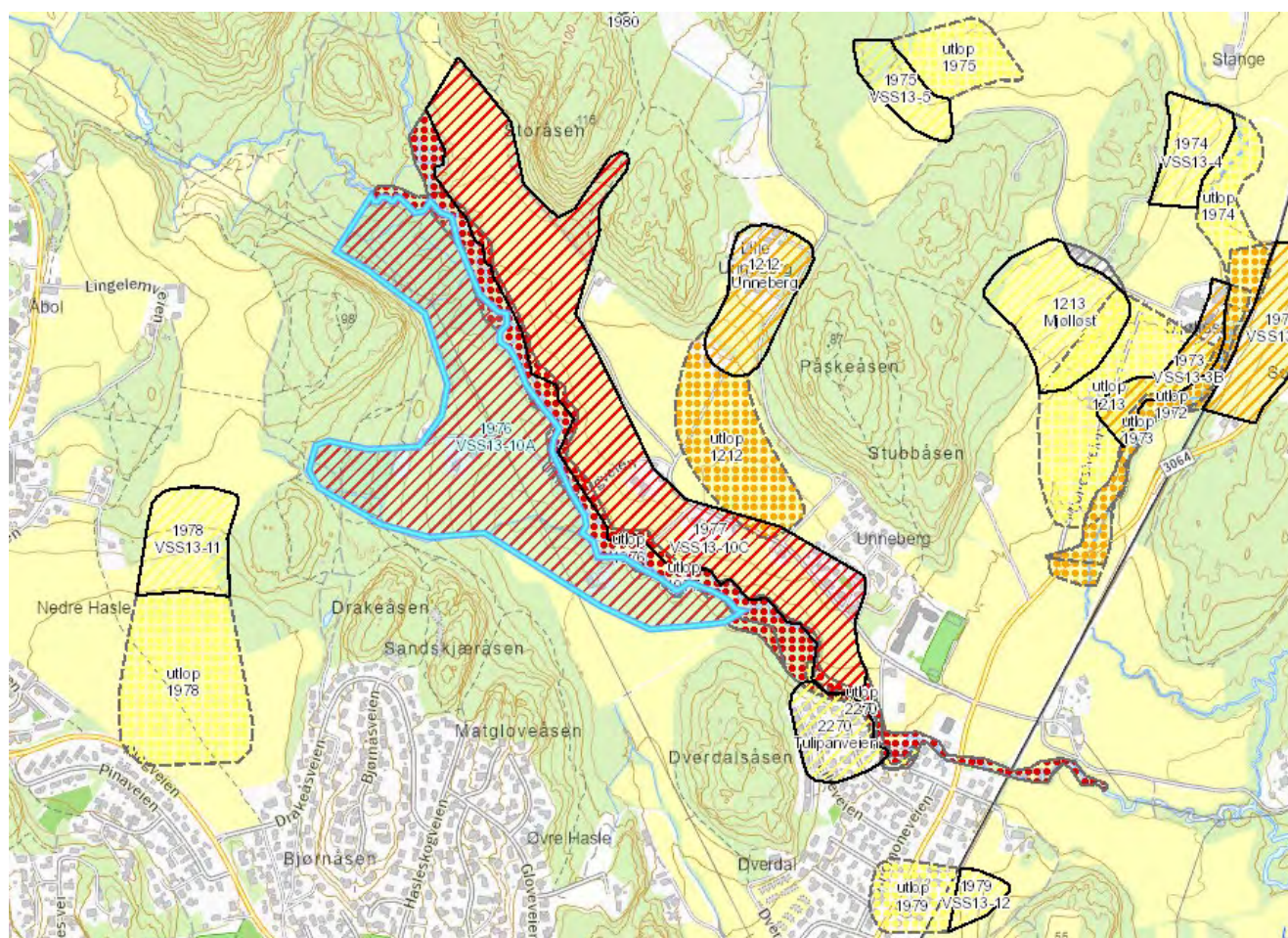
I tillegg til de overnevnte punktene er det siden vår avgrensing av faresone «Dverdalsåsen» kommet en ny faresone i NVEs database, som strekker seg delvis inn på nordlige del av planområdet. Denne må vurderes i sammenheng med vår tidligere utredning.

4.2 Eksisterende faresone «VSS13-10A»

Siden GrunnTeknikks utredning begynte i 2018 har det kommet en faresone langs Unnebergbekken, i nordlige del av planområdet. Denne er utredet av Norconsult på oppdrag fra BaneNOR, ref. [7]. Sonen er utredet iht. NVE veileder 7/2014 på bakgrunn av grunnundersøkelser utført av NGI, samt innledende stabilitetsberegninger. Undersøkelsesområdet for sonen overlapper med undersøkelsesområdet for vår tidligere utredning. Løsneområdet er relativt stort, ca. 0,19 km², og strekker seg oppover langs vestsiden av Unnebergbekken, fra like nord for planområdet. Utløpsområdet begrenser seg til bekkedalen, med lang mulig utløpsdistanse nedover bekken. Faresonen er vist i Figur 4.1.

Faresonen er nå revurdert i forhold til våre grunnundersøkelser, som gir et mer detaljert bilde av grunnforholdene i den sørlige delen av sonen og videre opp mot Dverdalsåsen og ned langs bekken. Videre har vi utført en vurdering om et initialskred i Unnebergbekken potensielt kan spre seg videre rundt vestsiden av Dverdalsåsen, slik at hele vår tidligere avgrensede faresone inngår i den eksisterende sonen. Det er ikke grunnlag for å revidere øvrige deler av den eksisterende sonen.

En gjennomgang av prosedyren for utredning av områdeskredfare i NVE veileder 1/2019 er oppsummert i Tabell 4.1. Relevante punkter er beskrevet i detalj i påfølgende delkapitler.



Figur 4.1 Eksisterende faresone VSS13-10A. Utsnitt fra NVE Atlas.

Tabell 4.1 Oppsummering av prosedyre for utredning av områdeskredfare, sone «VSS13-10A».

	Punkt	Overskrift i NVE veileder 1/2019	Vurdering	Status
Del 1: Aktsomhetsområder	1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Eksisterende faresone «VSS13-10A» overlapper det undersøkte området, og det må vurderes til hvilken grad denne sonen skal utvides videre mot sør, inn på planområdet. Det er flere andre faresoner i området, som vist i Figur 4.1, men disse har ikke direkte påvirkning på planområdet.	Utført
	2	Avgrens områder med mulig marin leire	Hele planområdet og tilstøtende områder ligger under marin grense. Kwartærgeologisk kart viser «tykk havavsetning» og «marin strandavsetning» rundt Dverdalsåsen, og det er påvist marin leire ved grunnundersøkelser [4]. På selve åsen er det «bart fjell, stedvis tynt løsmassedekke». Videre nordover viser kvartærgeologisk kart generelt marine avsetninger, med enkelte mindre felter markert som «bart fjell».	Utført
	3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred: - terrenghelning brattere enn 1:20, og; - mer enn 5 m høydeforskjell	Aktsomhetsområdet omfatter den eksisterende sonen, samt områdene nord, vest og sør for Dverdalsåsen. Områdene på åsen med fjell i dagen eller tynt dekke er ikke omfattet av aktsomhetsområdet. Hvilke deler av planområdet som skal inngå i den eksisterende sonen vurderes mer detaljert i punkt 5 og 8.	Utført
Del 2: Utredning av faresoner	4	Bestem tiltakskategori	Gjeldende planunderlag viser flere nye eneboliger og rekkehus med mer enn 2 boenheter. Tiltaket faller dermed innenfor tiltakskategori K4.	Utført
	5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområder og utløpsområder	Kritisk skråning er ned mot Unnebergbekken. Grunnundersøkelser viser at det er kvikkleire rundt hele Dverdalsåsen, slik at eksisterende sone bør utvides mot sør. 1:15-linje fra bunn av bekkedal viser at mulig løśnieområde strekker seg et stykke forbi nordenden av åsen på vestsiden. Mulig utløpsområde begrenser seg til bekkeløpet.	Utført
	6	Befaring	Befaring med kartlegging av fjell i dagen ble utført i 2015 [11].	Utført
	7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Grunnundersøkelser og supplerende grunnundersøkelser utført i forbindelse med denne utredningen.	Utført
	8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løсне- og utløpsområder	Terreng og grunnforhold tilsier fare for retrogressivt skred, med initialskred i Unnebergbekken. Mulig løøgneområde strekker seg inn på planområdet. Sonegrensen justeres.	Utført

Punkt	Overskrift i NVE veileder 1/2019	Vurdering	Status
9	Klassifiser faresoner	Eksisterende faresone «VSS13-10A» er klassifisert på nytt, på bakgrunn av utvidede undersøkelser og vurderinger. Sonen har; <ul style="list-style-type: none"> Faregradsklasse <i>høy</i> Konsekvensklasse <i>meget alvorlig</i> Risikoklasse 5 	Utført
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	Det er utført stabilitetsberegninger i to kritiske snitt. I begge snittene er beregnet sikkerhetsfaktor lavere enn gjeldende krav. Det må gjøres tiltak for å sikre planlagt bebyggelse.	Utført
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	GrunnTeknikk reviderer faresonen i NVEs database når kvalitetssikring er gjennomført. Det anbefales at tiltakshaver melder inn grunnundersøkelser til NADAG.	Skal utføres

4.2.1 Punkt 4: Tiltakskategori

Foreliggende planer omfatter bygging av et nytt boligfelt med flere eneboliger og rekkehus. Dermed gjelder tiltakskategori K4. Et utsnitt fra gjeldende tabell i veileder 1/2019 er vist i Figur 4.2.

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedepotier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

Figur 4.2 Tiltakskategori K2-K4 iht. NVE veileder 1/2019, ref. [1].

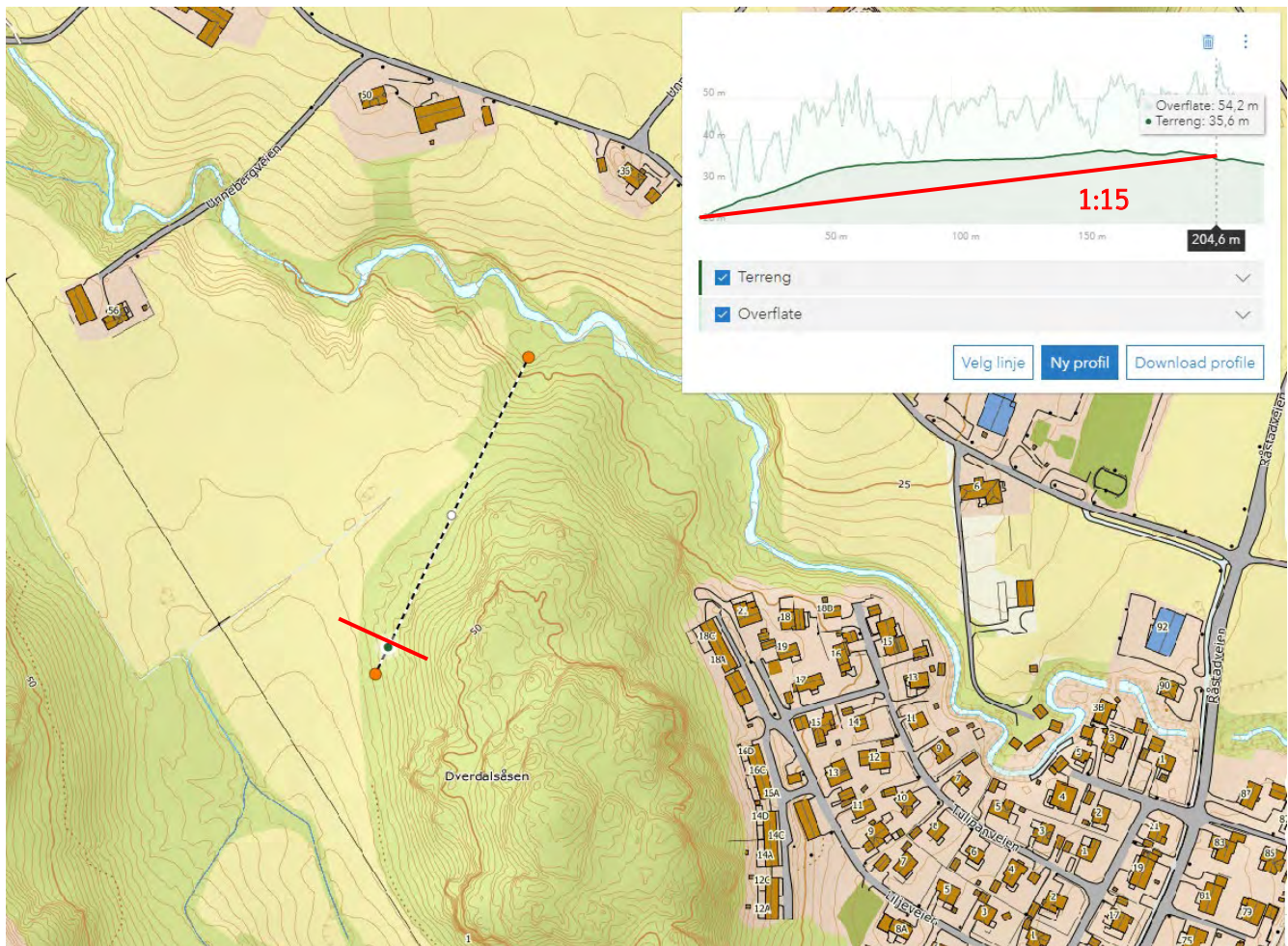
4.2.2 Punkt 5: Mulige løsneområder og utløpsområder

Eksisterende faresone har kritiske skråninger ned mot Unnebergbekken i øst, og bekkedalen fortsetter videre sørøstover utenfor faresonen. Grunnundersøkelser viser at det høyst sannsynlig er kvikkleire rundt hele Dverdalsåsen.

Potensielt løsneområde vurderes innledningsvis med en 1:15-linje fra bunn av bekkedalen i retning mot planområdet, som vist på Figur 4.3. Det er antatt små vanndybder i Unnebergbekken. 1:15-linjen treffer terrenget like vest for den nordlige tuppen av åsen. Her går det en bred rygg, hvor terrenget videre sørvestover faller slakt av. Opp mot åsen blir høydeforskjellen ned til Unnebergbekken større, og det

er mulig at et evt. skred kan forplante seg noe lenger sørover rundt åsen. Det anses imidlertid som lite sannsynlig at et initialskred i Unnebergbekken kan spre seg langs hele vestsiden og rundt til sørsiden av Dverdalsåsen.

Potensielt utløpsområde vil begrense seg til bekkedalen, som tegnet inn for eksisterende faresone, men med noe lenger mulig utløpsdistanse.



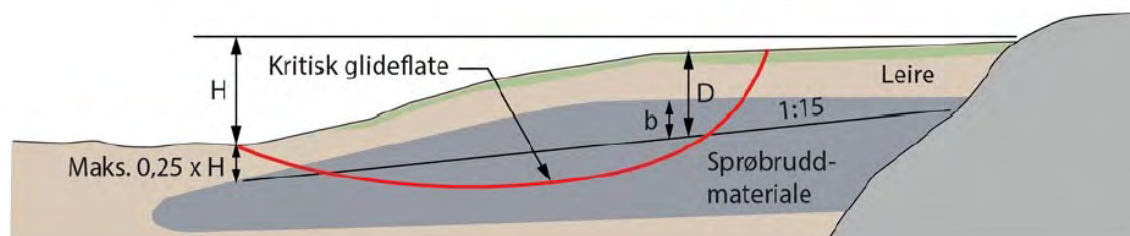
Figur 4.3 1:15-linje fra bekkedal mot planområdet.

4.2.3 Punkt 8: Aktuelle skredmekanismer og løsne- og utløpsområder

Mulige skredmekanismer vurderes ut ifra terreng, lagdeling og omrørt fasthet på leira, iht. flytskjemaet i Figur 4.4. Prøveseriene som viser kvikkleire/sprøbruddmateriale viser omrørt skjærstyrke $\leq 0,69$ kPa, hvilket tilsvarer mulig retrogresjon. Mulighet for retrogresjon bestemmes videre ut ifra forholdet b/D , som vist på Figur 4.5.



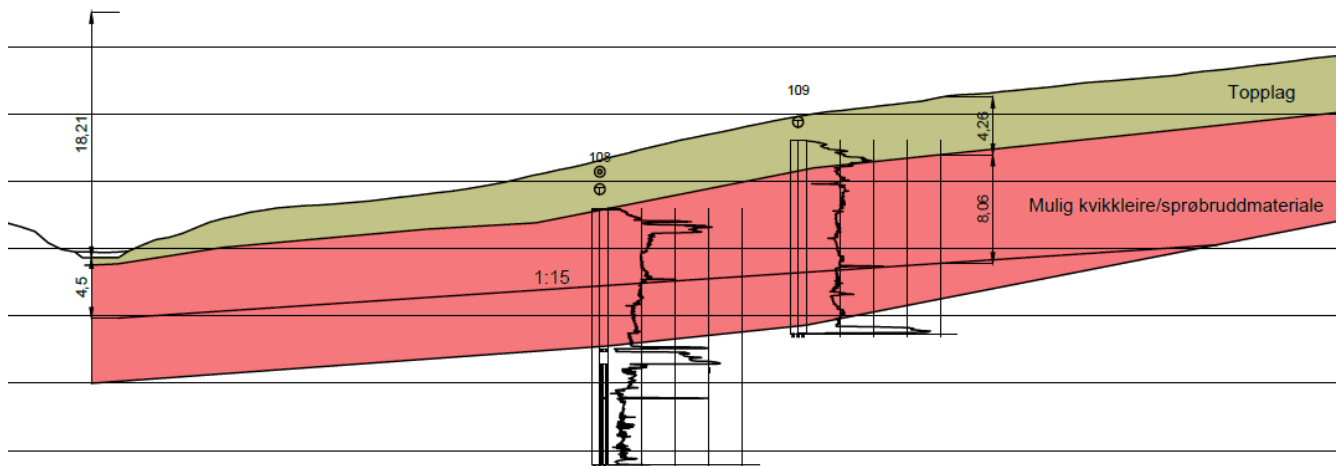
Figur 4.4 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme [1].



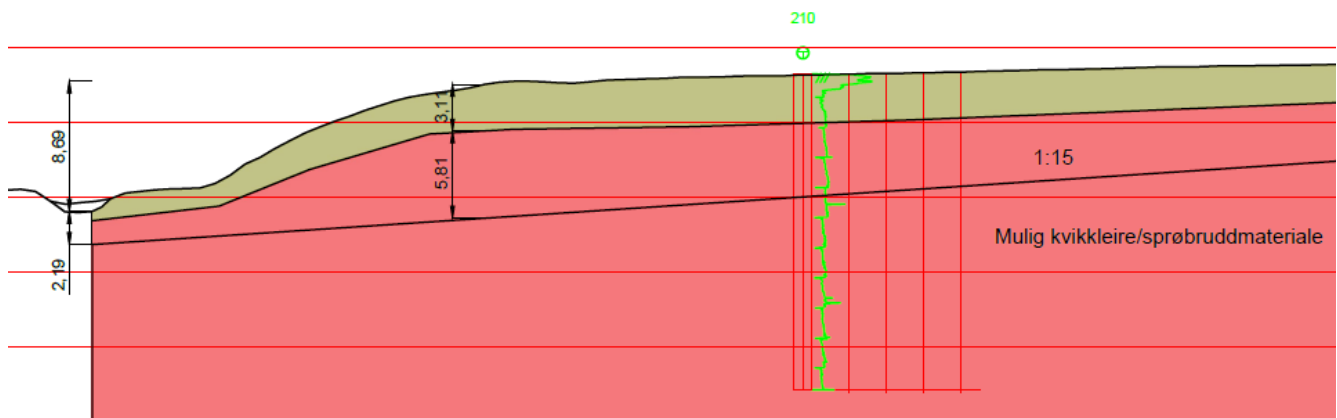
Figur 4.5 Prinsipp for vurdering av b/D-forhold i jevnt hellende terreng [1].

Til tross for en del usikkerhet vedrørende tykkelsen på topplaget, tyder utførte sonderinger og prøveserier på at det generelt er stor mektighet av kvikkleire/sprøbruddmateriale. Prøveserier 103, 108 og VSS13027, samt CPT312 antyder mulig kvikkleire/sprøbruddmateriale fra mellom 3 og 6 m under terreng. Det må påregnes lokale variasjoner mellom prøvepunktene, og det regnes derfor konservativt med at det er kvikkleire fra 3-4 m under terreng.

B/d-forholdet er vurdert for ett snitt fra planområdet og ned mot Unnebergbekken (snitt E') og ett snitt lenger nordvest (snitt G). For plassering av snittene, se vedlagt tegning 117055-1. En 1:15-linje er trukket fra 0,25 H under skråningsfot. b/D-forholdet i de to profilene er vist på Figur 4.6 og 4.7. I profil E' er dette forholdet større enn 75 %, og i profil G er det større enn 60 %. Dette tilsier mulighet for retrogressivt skred.



Figur 4.6 Lagdeling og b/D -forhold i profil E'



Figur 4.7 Lagdeling og b/D -forhold i Profil G.

Lengden på mulig løsneområde er vurdert etter NGI-metoden, vist på Figur 4.8. NIFS-metoden er ikke benyttet, pga. variasjon/usikkerhet i forhold til bergdybde og lagdeling, spesielt opp mot Dverdalsåsen. Det er generelt antatt stor kvikkleiremektighet og homogen lagdeling, og derfor benyttes NGI-metoden, som gir et løsneområde med lengde $15 H$ (som er maks. løsneområde som kan oppnås med NIFS-metoden).

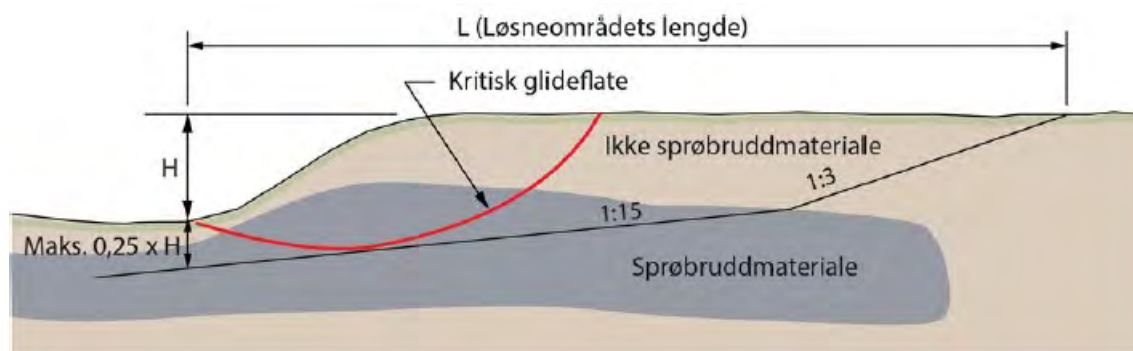
I profil E' går kritisk glidesirkel dypere enn $0,25 H$, se kapittel 4.2.5. Det trekkes derfor en 1:15-linje bakover fra $0,25 H$ under skråningsfot. Denne linjen begrenses av antatt fjell oppover mot Dverdalsåsen, og linjen fortsettes videre bakover i kvikkleire fra antatt fjelloverflate. Når linjen treffer topplaget, trekkes en 1:3-linje videre til terrenget. Dette punktet markerer lengste mulige utstrekning på løsneområdet. Løsneområdet strekker seg dermed et lite stykke sørvest for borpunkt 106, som vist på tegning 117055-100. Løsneområdet begrenses mot fjell i dagen mot Dverdalsåsen i sør.

I profil G går kritisk glidesirkel også dypere enn $0,25 H$. 1:15-linjen trekkes bakover i kvikkleirelaget, og går over til en 1:3-linje i topplaget. Løsneområdet strekker seg her ca. 25 m sørvest for borpunkt 205. Totalsonderingen i borpunkt 205 viser svakt økende bormotstand i dybden, som indikerer ikke sprøbruddmateriale. Erfaringsvis stemmer det godt at massene blir mindre sensitive ut på flate områder ut fra forhøyninger/åser. Dette antas å ha sammenheng med at det er mindre

grunnvannsstrømning i disse områdene. Det kan imidlertid ikke utelukkes at det er sprøbruddmateriale her, spesielt øvre del av soneringsdiagrammet viser tilnærmet konstant bormotstand. Derfor er det valgt å forskyve grensen på løснеområdet noe sørvestover i dette området.

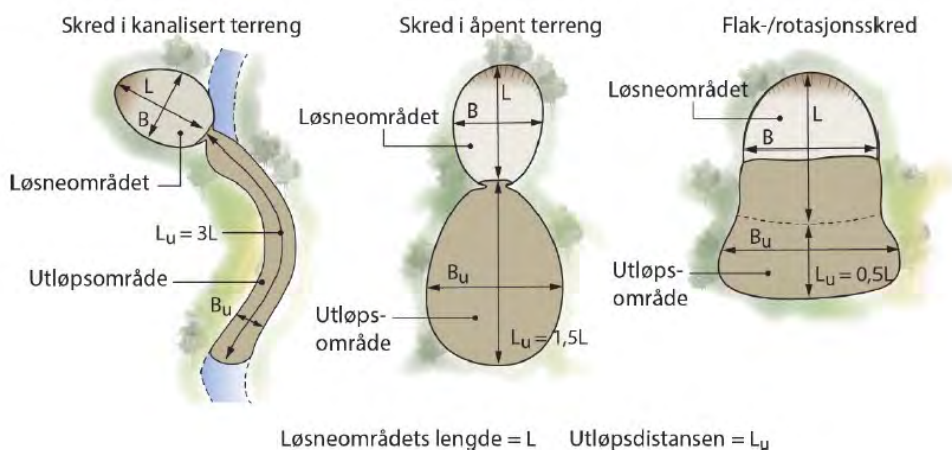
Sonegrensen videre nordvestover er ikke vurdert, fordi det ikke er gjort supplerende undersøkelser her, og denne delen av sonen er ikke relevant for planområdet. Avgrensingen av løснеområde for sonen er vist på tegning 117055-2.

Mot sørøst utvides sonen langs bekken, ned til den eksisterende sonen «Tulipanveien». Terrenghelningen mot bekken er slakere her enn lenger nord, men brattere enn 1:15. Totalsonering 109 indikerer mulig kvikkleire/sprøbruddmateriale.



Figur 4.8 NGI-metoden for avgrensing av løśnieområde [1].

Lengden på mulig utløpsområde vurderes ut ifra Figur 4.9. Utløpsområdet for eksisterende sone er tegnet inn i ravedalen/bekkeløpet til Unnebergbekken. Vår vurdering er også at evt. skredmasser vil begrense seg til bekkedalen. I kanalisert terreng anslås det at lengden på utløpsområdet vil være maksimalt 3 ganger lengden av løśnieområdet. Løśnieområdet er noe utvidet på bakgrunn av våre grunnundersøkelser, og dermed forlenges også utløpsområdet et stykke nedover bekkeløpet. Avgrensing av utløpsområde er vist på tegning 117055-2.



Figur 4.9 Avgrensing av utløpsområde [1].

4.2.4 Punkt 9: Klassifiser faresoner

Faresonen er klassifisert iht. tabeller i NVE ekstern rapport 9/2020 [12]. Faregradsevalueringen er gjort i et separat regneark, vist i vedlegg 1. Oppsummert har sonen;

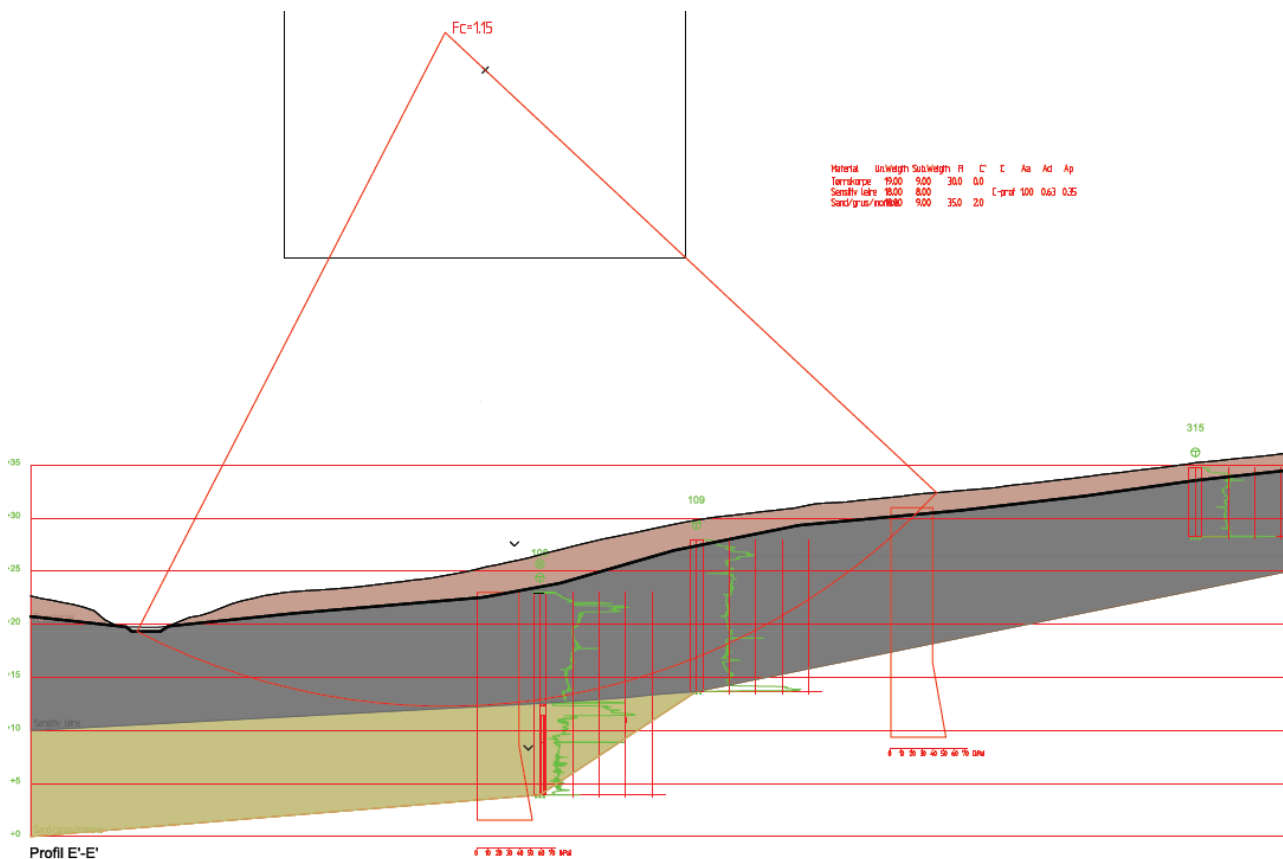
- Faregradsklasse «høy»
- Konsekvensklasse «alvorlig»
- Risikoklasse 4

4.2.5 Punkt 10: Stabilitetsberegninger

Norconsult har utført innledende stabilitetsberegninger i to snitt [7]; ett i den lange, slake skråningen ca. midt i faresonen (ved borpunkt VSS13052 og -54), og ett som går ned mot bekken ca. ved borpunkt VSS13027. Sikkerhet i den lange skråningen er beregnet til 1,43-1,49. I den bratte skråningen mot bekken er beregningsmessig sikkerhet 1,21.

Vi har gjort supplerende beregninger i to kritiske snitt, profil E' og G. Profil E' går fra de to rekkehusene lengst nord på planområdet og ned til Unnebergbekken. Profil G går ned mot bekken ca. 200 m lenger nordvest, antatt i nærheten av Norconsults beregningsprofil. Se tegning 117055-1.

Begge beregningene viser lav sikkerhet i skråningen ned mot bekken, hhv. 1,15 og 1,13, på totalspenningsbasis. En drenert beregning i profil E' viser sikkerhet 1,31. Kritiske glideflater går i nedre del av skråningen i profil E', og går ikke inn på planområdet. Beregning i profil E' er vist i Figur 4.10.



Figur 4.10 Stabilitetsberegning i Profil E'. Udrenert.

For kritiske glideflater utenfor influensområdet til tiltaket gjelder krav til sikkerhet $F_c \geq 1,2$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ [1]. Sikkerheten er lavere enn kravet på totalspenningsbasis, og dermed stilles det krav til stabiliserende tiltak for å sikre rekkehusene i nord. Avlastning av skråningen, motfylling og/eller erosjonssikring i Unnebergbekken må være veldig omfattende for å forbedre sikkerheten over et såpass stort område, og vil medføre meget store naturmessige inngrep.

Kalksement-stabilisering til fjell under rekkehus (og litt utenfor) anses som mest fornuftige løsning. KC-stabilisering på planområdet vil ikke forbedre sikkerheten i skråningen, men vil skape en barriere mot kvikkleira. Ved et evt. skred vil suksessive bakovergripende skred stanses når de når det stabiliserte området, og skredet vil ikke kunne ramme boligene.

Løsningen må detaljprosjekteres.

Erosjonsforholdene i Unnebergbekken må vurderes i detaljprosjekteringen, og evt. behov for erosjonssikring må vurderes.

4.3 Ny faresone «Dverdalsåsen»

Den eksisterende faresonen VSS13-10A er revidert til å omfatte den nordlige delen av planområdet, inkl. to rekkehus. En ny faresone utredes for de resterende delene av planområdet. En gjennomgang av prosedyren for utredning av områdeskredfare i NVE veileder 1/2019 er oppsummert i Tabell 4.2. Relevante punkter er beskrevet i detalj i påfølgende delkapitler.

Tabell 4.2 Oppsummering av prosedyre for utredning av områdeskredfare, sone «Dverdalsåsen».

	<i>Punkt</i>	<i>Overskrift i NVE veileder 1/2019</i>	<i>Vurdering</i>	<i>Status</i>
Del 1: Aktsomhetsområder	1	<i>Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området</i>	Faresone «VSS13-10A» går delvis inn på planområdet i nord. Det er flere andre faresoner i området, som vist i Figur 4.1, men disse har ikke direkte påvirkning på planområdet.	Utført
	2	<i>Avgrens områder med mulig marin leire</i>	Hele planområdet og tilstøtende områder ligger under marin grense. Kvantærgeologisk kart viser «tykk havavsetning» og «marin strandavsetning» rundt Dverdalsåsen, og det er påvist marin leire ved grunnundersøkelser [4]. På selve åsen er det «bart fjell, stedvis tynt løsmassedekke».	Utført
	3	<i>Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred: - terrenghelning brattere enn 1:20, og; - mer enn 5 m høydeforskjell</i>	Aktsomhetsområdet omfatter områdene vest og sør for planområdet. Det er forholdsvis bratt inn mot åsen, men terrenghelningen blir gradvis slakere utover på jordene og blir mindre enn 1:20. Mulige løsneområder vurderes mer detaljert i punkt 5 og 8.	Utført

	<i>Punkt</i>	<i>Overskrift i NVE veileder 1/2019</i>	<i>Vurdering</i>	<i>Status</i>
Del 2: Utredning av faresoner	4	<i>Bestem tiltakskategori</i>	Gjeldende planunderlag viser flere nye eneboliger og rekkehus med mer enn 2 boenheter. Tiltaket faller dermed innenfor tiltakskategori K4.	Utført
	5	<i>Gjennomgang av grunnlag - identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområder og utløpsområder</i>	Mulige løснеområder er skråningene opp mot Dverdalsåsen. Et evt. skred vil stoppe i fjell i dagen eller ikke-sensitive masser ved foten av åsen. På sørsiden av åsen vil evt. sideveis utbredelse mot øst stoppe ved Krokusveien. Her er det synlig fjell i dagen og terrenget er slakere enn 1:15. Mulige utløpsområder er de flate områdene (jordene) sør og vest for åsen.	Utført
	6	<i>Befaring</i>	Befaring med kartlegging av fjell i dagen ble utført i 2015 [11].	Utført
	7	<i>Gjennomfør grunnundersøkelser</i>	Grunnundersøkelser og supplerende grunnundersøkelser utført i forbindelse med denne utredningen.	Utført
	8	<i>Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løсне- og utløpsområder</i>	Forholdene er til stede for retrogresjon, men skred vil begrenses av fjell i dagen opp mot Dverdalsåsen. Løснеområde bestemmes ut ifra tå på kritisk glideflate i stabilitetsberegninger. Lengde på utløpsområde i åpent terreng er antatt 1,5 ganger lengden på løśnieområdet.	Utført
	9	<i>Klassifiser faresoner</i>	Det er utredet en ny faresone. Oppsummert har sonen; <ul style="list-style-type: none"> • Faregradsklasse «<i>middels</i>» • Konsekvensklasse «<i>alvorlig</i>» • Risikoklasse 3 	Utført
	10	<i>Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet (stabilitetsberegninger)</i>	Det er utført stabilitetsberegninger i 5 profiler innenfor antatt løśnieområde. Det er for lav sikkerhet (og dermed krav til sikringstiltak) i flere av profilene. Tilfredsstillende sikkerhet kan oppnås ved kalksement-stabilisering eller bruk av lette masser i veifylling, evt. kombinert med avlastning der dette tillates.	Utført
	11	<i>Meld inn faresoner og grunnundersøkelser</i>	GrunnTeknikk melder inn faresonen til NVE når kvalitetssikring er gjennomført. Det anbefales at tiltakshaver melder inn grunnundersøkelser til NADAG.	Skal utføres

4.3.1 Punkt 8: Aktuelle skredmekanismer og løsne- og utløpsområder

Mulige skredmekanismer vurderes ut ifra terreng, lagdeling og omrørt fasthet på leira, iht. flytskjemaet i Figur 4.4. Prøveseriene som viser kvikkleire/sprøbruddmateriale viser omrørt skjærstyrke $\leq 0,69$ kPa, hvilket tilsvarer mulig retrogresjon. Mulighet for retrogresjon bestemmes videre ut ifra forholdet b/D , som vist på Figur 4.5.

I jevnt hellende/gravs brattere terreng er det ingen tydelig skråningsfot som er et naturlig sted for et initialskred. Det renner en liten bekk vest for Dverdalsåsen (langs Bekkåsveien), men terrenget her er meget slakt. Det er mer sannsynlig at et evt. skred vil gå i det brattere terrenget lengst opp mot åsen. Det er utført stabilitetsberegninger for å bestemme kritiske glidesirkler, og dermed hvor løsneområdet begynner. Sonderinger og prøveserier indikerer stor mektighet av kvikkleire, så det er stor sannsynlighet for at b/D -forholdet er større enn 40 %.

Et skred i terrenget opp mot åsen vil stoppe ved fjell i dagen eller ikke-sensitive masser. Det er trolig at et skred vil kunne bre seg sideveis langs åsen, men det er vanskelig å anslå hvor langt. Det avgrenses derfor ett sammenhengende løsneområde rundt åsen, inntil eksisterende faresone i nord.

Mulige utløpsområder er ut på jordene nedenfor åsen. Terrenget er åpent, og det legges dermed til grunn en lengde på utløpsområdet tilsvarende 1,5 ganger lengde på løsneområdet, se Figur 4.9.

4.3.2 Punkt 9: Klassifiser faresoner

Faresonen er klassifisert iht. tabeller i NVE ekstern rapport 9/2020 [12]. Faregradsevalueringen er gjort i et separat regneark, vist i vedlegg 2. Oppsummert har sonen;

- Faregradsklasse «*middels*»
- Konsekvensklasse «*alvorlig*»
- Risikoklasse 3

Faregradsklassen kan muligens nedjusteres til «lav» ved en nøyere vurdering av poretrykk og erosjon.

4.3.3 Punkt 10: Stabilitetsberegninger

Det er utført stabilitetsberegninger i 5 profiler innenfor antatt løsneområde. Utførte beregninger er basert på snitt og parametertolkning fra tidligere beregningshefte 115197tb1 rev. A [13]. Det er gjort enkelte modifikasjoner på bakgrunn av nye krav/retningslinjer i NVE veileder 1/2019 og kommentarer fra uavhengig kontroll.

Lagdelingen er justert i enkelte profiler, det er gjort drenerte beregninger (med antatt 20 kPa poreovertrykk), og det er regnet med trafikklaste der disse virker ugunstig. Det er gjort en ny tolkning av CPTu-sonderingen i borpunkt 312, med gjeldende versjon av GrunnTeknikks tolkningsprogram (kun mindre justering), og ADP-faktorer er valgt i samsvar med gjeldene anbefalinger (også kun mindre justering).

Krav til sikkerhetsfaktor i stabilitetsberegninger er gitt i NVE veileder 1/2019. På totalspenningsbasis (udrenert spenningstilstand) kreves det $F_{cu} \geq 1,6$ dersom tiltaket forverrer sikkerheten. Dersom tiltaket ikke forverrer sikkerheten, kreves $F_{cu} \geq 1,4$, og ved lavere sikkerhet må sikkerhetsfaktoren økes iht. krav om prosentvis forbedring. På effektivspenningsbasis (drenert spenningstilstand) kreves det $F_{cu} \geq 1,25$ uavhengig av om tiltaket forverrer sikkerheten.

Beregningsresultatene og krav til tiltak oppsummeres i Tabell 4.3. Plassering av profilene er vist på tegning 117055-1. Valg av sikringstiltak (KC-stabilisering, lette masser, evt. avlasting) må detaljprosjekteres.

Tabell 4.3 Beregningsresultater og krav til tiltak.

Profil	Plassering	Sikkerhet/krav til tiltak
A	Sørsiden av Dverdalsåsen, fra åsen ned på jordet mot sør.	OK sikkerhet i dagens situasjon. Ingen krav til tiltak, forutsatt at bygg fundamenteres kompensert.
B	Sørsiden Dverdalsåsen, fra åsen ned på jordet mot sørvest.	For lav sikkerhet udrenert, OK sikkerhet drenert i dagens situasjon. Krav til stabiliserende tiltak. Kalksement-stabilisering i øvre del gir OK sikkerhet med oppfylling for vei og trafikklast. Der vei i øvre del av skråningen kommer på fylling og ikke på fjell, kan dette trolig løses med lette masser og noe avlasting.
C	Vestsiden av Dverdalsåsen, ut på jordet mot vest.	OK sikkerhet i dagens situasjon. Med oppfylling til vei (med trafikklast) oppnås krav til sikkerhet med noe lette masser i veifyllinga (ca. 1,3 m).
D	Vestsiden av Dverdalsåsen, ut på jordet mot nordvest.	OK sikkerhet drenert. Udrenert får man 1,36 med antatt dyp fjelloverflate og 1,43 med grunnere fjelloverflate (dybder til fjell er mer usikre her enn i andre profiler, fordi man ikke fikk lov å bore i øvre del av skråningen pga. fortidsminner). Dybder til fjell varierer sannsynligvis noe, og det er vurdert at gjennomsnittlig sikkerhet ligger over 1,4. Ved ikke forverring er dette tilfredsstillende. Hus kan fundamenteres kompensert dersom man påser at det ikke medfører en permanent avlasting i nedre del av skråningen. Sikkerheten kan oppnås i midlertidig fase ved å grave og fylle tilbake seksjonsvis. Alternativt viser beregninger at sikkerhetsfaktor 1,6 kan oppnås ved kalksement-stabilisering. Hus kan da direktefundamenteres på stabilisert område.
F	Vestsiden av Dverdalsåsen, ut på jordet mot vest.	OK sikkerhet i dagens situasjon. Ingen krav til tiltak. Bygg bør fundamenteres kompensert pga. setningsforhold.

For detaljer rundt beregningene vises det til beregningshefte 117055tb1 [14].

Løsneområde trekkes fra tå av kritiske glideflate og opp til fjell i dagen, eller bakkant av glideflate. Utløpsområde er antatt 1,5 ganger løsneområde iht. Figur 4.9 (skred i åpent terreng). Hvis kritisk glideflate går opp til fjell i dagen/ikke-sensitive masser, kan det betraktes som et rotasjonskred (utløpsområde 0,5 ganger løsneområde). Det er likevel mulighet for noe sideveis retrogresjon, så det er valgt å avgrense utløpsområdet til lengden av løsneområdet ($L_u = L$). Vest for Bekkåsveien, der terrenget stiger bratt opp mot et par mindre fjellkoller, er mulig utløpsområdet mindre enn L.

Avgrensing av løsne- og utløpsområde er vist på tegning 117055-2.

4.4 Krav til uavhengig kontroll

Det er revidert en eksisterende sone og utredet en nye faresone. Vurderingen skal kvalitetssikres av et uavhengig foretak iht. NVE veileder 1/2019. Oppdragsgiver har engasjert Løvlien Georåd AS til uavhengig kontroll.


I rev. 01 er kommentarer fra uavhengig kontroll innarbeidet [15]. Det er ingen åpne avvik.

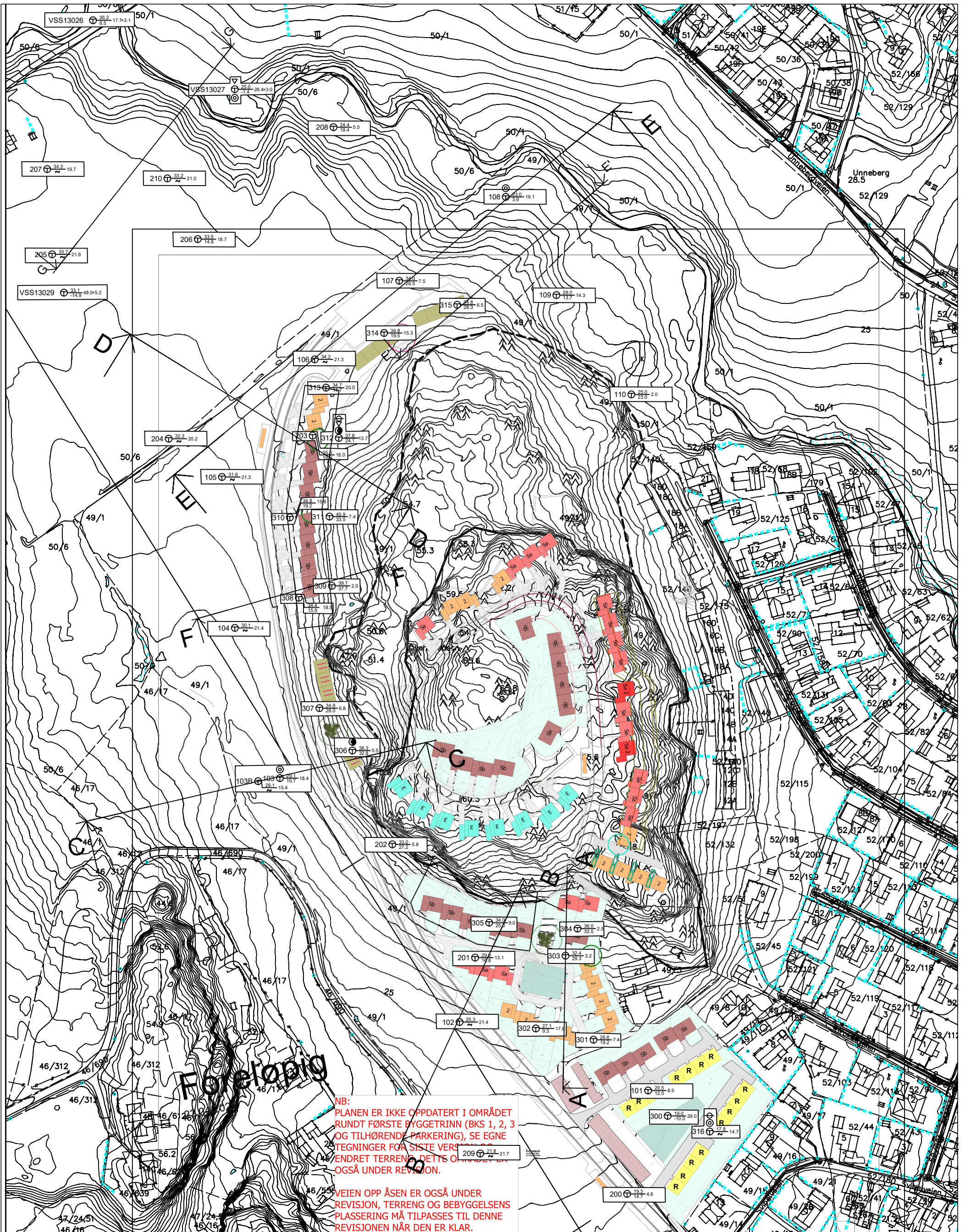
Kontrollside

Dokument	
Dokumenttittel: Sandefjord. Dverdalsåsen, Områdestabilitet	Dokument nr: 117055n1 rev. 01
Oppdragsgiver: Dverdal AS	Dato: 07.02.2023
Emne/Tema: Områdestabilitet, kvikkleirefaresone	

Sted		
Land og fylke: Norge, Vestfold og Telemark	Kommune: Sandefjord	
Sted: Unneberg		
UTM sone:	Nord:	Øst:

Kvalitetssikring/dokumentkontroll					
Rev	Kontroll	Egenkontroll av		Sidemannskontrav	
		dato	sign.	dato	sign.
01	Oppsett av dokument/maler	01.02.23	EH	07.02.23	ges
01	Korrekt oppdragsnavn og emne	01.02.23	EH	07.02.23	ges
01	Korrekt oppdragsinformasjon	01.02.23	EH	07.02.23	ges
01	Distribusjon av dokument	01.02.23	EH	07.02.23	ges
01	Laget av, kontrollert av og dato	01.02.23	EH	07.02.23	ges
01	Faglig innhold	01.02.23	EH	07.02.23	ges

Godkjenning for utsendelse	
Dato: 07.02.23	Sign.: 



NB: PLANEN ER IKKE OPPDATERT I OMRÅDET RUNDT FØRSTE BYGGETRINN (BKS 1, 2, 3 OG TILHØRENDE PARKERING), SE EGNE TEGNINGER FOR SISTE VERSJON AV ENDRET TERRENG. DETTE OG ANDRE TING ER OGSÅ UNDER REVISJON.

VEIEN OPP ÅSEN ER OGSÅ UNDER REVISJON, TERRENG OG BEBYGGELSENS PLASSERING MÅ TILPASSES TIL DENNE REVISJONEN NÅR DEN ER KLAR.

TEGNFORKLARING :

- Dreiesondering ⚙ Fjellkontrollboring □ Prøvegrop
- Enkel sondering ⚙ Dreietrykkssondering ⊕ Poretrykksmåling
- ▽ CPT sondering ⊕ Totalsondering ⚙ Fjell i dagen
- ⊙ Prøveserie ⚙ Naverboring + Vingebooring

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

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

Rev. Beskrivelse

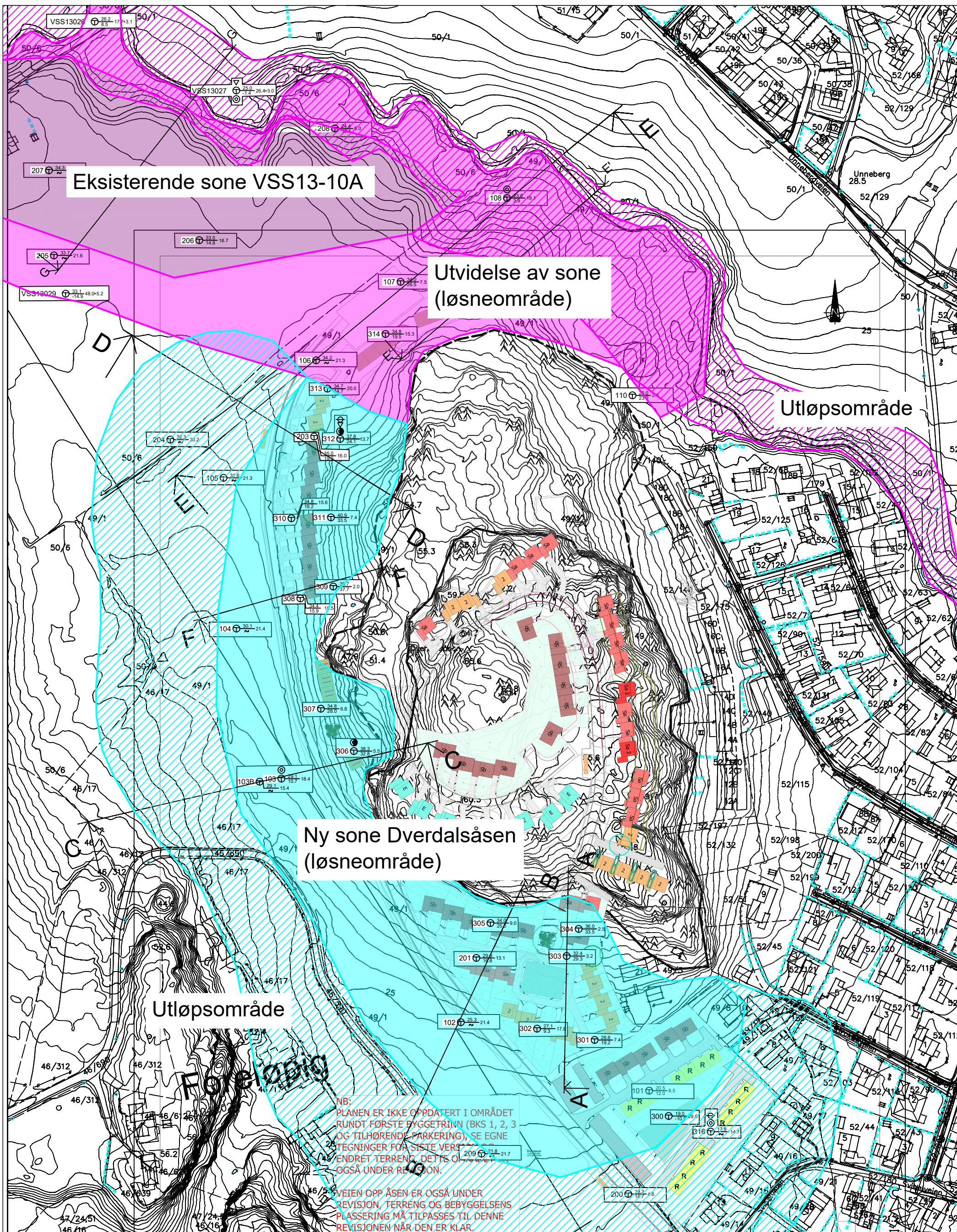
Dverdal AS
Sandefjord. Dverdalsåsen

Borplan med beregningsprofiler



www.grunnteknikk.no
 Tlf.:45904500

Dato	11.01.23	Tegn.	EH	Kontr.	GES
Målestokk	1 : 2000	Originalformat	A3		
Status	Tegning i notat				
Tegningsnummer	117055-1			Rev.	



Eksisterende sone VSS13-10A

Utvidelse av sone (løsneområde)

Utløpsområde

Ny sone Dverdalsåsen (løsneområde)

Utløpsområde

NB: PLANEN ER IKKE OPPDATERT I OMRÅDET RUNDT FØRSTE BYGGETRINN (BKS 1, 2, 3 OG TILHØRENDE PARKERING), SE EGNE TEGNINGER FOR SISTE VERSJON AV ENDRET TERRENG. DETTE OLIGT OG SÅ UNDER REVISJON.
 2. ETASJE OPP ÅSEN ER OGSÅ UNDER REVISJON, TERRENG OG BEBYGGELSENS Plassering MÅ TILPASSES TIL DENNE REVISJONEN NÅR DEN ER KLAR.

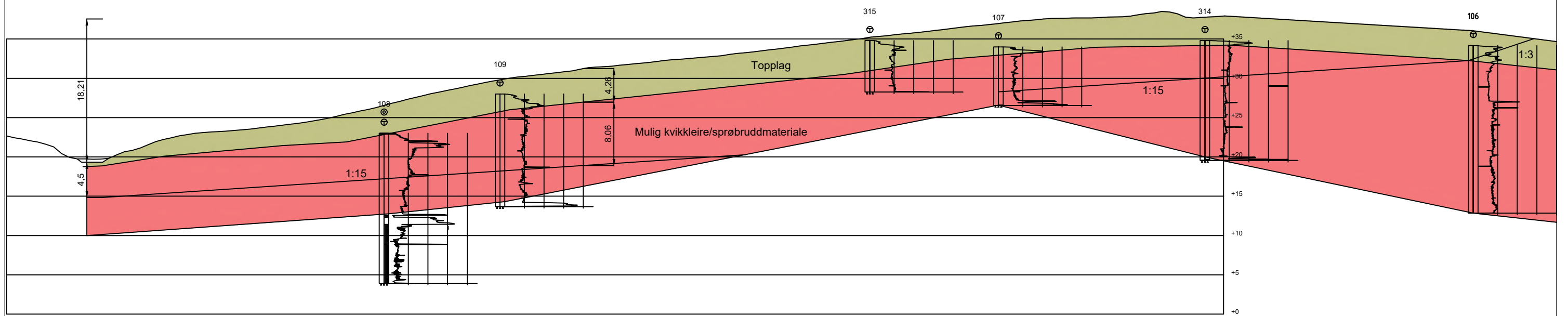
TEGNFORKLARING :

- Dreiesonering ⚙ Fjellkontrollboring □ Prøvegrop
- Enkel sonering ⚙ Dreietrykksonering ⊕ Poretrykksmåling
- ▽ CPT sonering ⊕ Totalsonering ⚙ Fjell i dagen
- ⊙ Prøveserie ⚙ Naverboring + Vingeboering

Terreng (bunn) kote
 Borhull nr. Antatt fjellkote Boret dybde + (boret i fjell)

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

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Dverdal AS	11.01.23	EH	GES
	Sandefjord. Dverdalsåsen	Målestokk 1 : 2000	Originalformat A3	
	Løsne- og utløpsområder	Status Tegning i notat	Tegningsnummer	Rev.
		www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500		117055-2



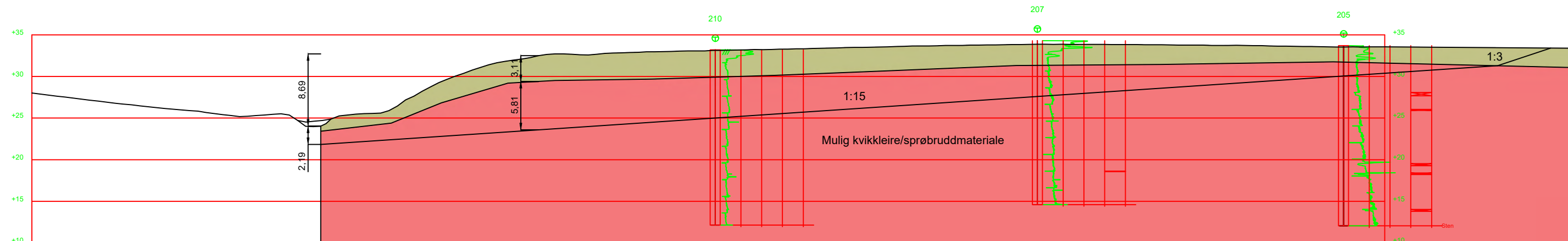
Profil E-E'
1:200

TEGNFORKLARING :

- | | | | |
|-------------------|-----------------------|---------------|--------------------|
| ● Dreiesondering | ☆ Fjellkontrollboring | □ Prøvegrop | ⊖ Poretrykksmåling |
| ○ Enkel sondering | ◊ Dreietrykksondering | + Vingeboring | ^^ Fjell i dagen |
| ▽ CPT sondering | ⊕ Totalsondering | ⊙ Prøveserie | ● Naverboring |

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

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Dverdal AS	09.01.23	EH	GS
	Sandefjord. Dverdalsåsen	Målestokk 1 : 500	Originalformat A3	
	Profil E'	Status Tegning i notat		
	 www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500	Tegningsnummer	Rev.	
		117055-100	0	



Profil G-G
1:200

TEGNFORKLARING :

- | | | | |
|-------------------|------------------------|----------------|--------------------|
| ● Dreiesondering | ☆ Fjellkontrollboring | □ Prøvegrop | ⊖ Poretrykksmåling |
| ○ Enkel sondering | ⦿ Dreietrykkssondering | + Vingebooring | ^^ Fjell i dagen |
| ▽ CPT sondering | ⊕ Totalsondering | ⊙ Prøveserie | ● Naverbooring |

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

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Dverdal AS	09.01.23	EH	GS
	Sandefjord. Dverdalsåsen	Målestokk 1 : 500	Originalformat A3	
	Profil G	Status Tegning i notat		
	 www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500	Tegningsnummer	Rev.	
		117055-101	0	



Klassifisering av kvikkleiresoner

Versjon 1.35 revidert 16.12.2022

Kommentarer

Iht. NVE ekstern rapport 9/2020 "Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred" rev. 4 utarbeidet av NGI, datert 27.11.2020.

Ref. [1]: NVE (2011). Saksnr. 200803461-36. Tiltak i vassdrag - Skred- og erosjonssikring mot Unnebergbekken ved Tulipanveien, Sandefjord.

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.
EH	01.02.2023	Sandefjord. Dverdalsåsen	117055
Ktr.	Dato		
GS	01.02.2023		

Ref. [2]: BaneNOR (2018). InterCity-prosjektet – Vestfoldbanen – Tønsberg-Larvik – Fagrapport områdestabilitet. Versjon 05A.

Ref. [3]: GrunnTeknikk AS (2021). Geoteknisk datarapport 115197r1 «Sandefjord. Dverdalsåsen - Supplerende grunnundersøkelser».

Fargekoder:

Fylles ut

Beregnes

Evaluering av faregrad (ref. tabell 1)

Faktorer	Klassifisering	Faregrad score (F)	Vekttall (V)	Produkt V x F	Kommentar	
Tidligere skredaktivitet	Høy	3	1	3	Større skredkant markert på NGUs løsmassekart, ca. 1,3 km nordvest for Dverdalsåsen. Sannsynlig tidligere kvikkleireskred. Kjennskap til relativt nylig ras i Unnebergbekken, nedstrøms for planområdet, ref. [1].	
Skråningshøyde [m]	15 til 20	1	2	2	Det er anslått en maksimal høydeforskjell på 20 m fra Unnebergbekken, opp til fjell i dagen på Dverdalsåsen.	
Tidligere/nåværende terrengnivå, OCR [-]	1,0 til 1,2	3	2	6	Ødometerforsøk på prøver fra borpunkt VSS13027 viser at leira er tilnærmet normalkonsolidert, ref. [2]. Tolkning av CPTu-sondering i borpunkt 312 viser noe høyere OCR (ca 1,2-2,0) [3].	
Poretrykk	Overtrykk [kPa]	10 til 30	2	3	6	Hydrauliske piezometere viser stighøyde mellom 0 og 1 m under terreng, ref. [3]. Artesisk trykk i borpunkt VSS13029, ref. [2]. Det antas dermed noe overtrykk, anslagsvis mellom 10 og 30 kPa.
Kvikkleiremektighet	> H/2	3	2	6	Generelt stor kvikkleiremektighet registrert.	
Sensitivitet [-]	> 100	3	1	3	Sensitivitet >100 basert på utførte prøveserier, ref. [3].	
Erosjon	Noe	2	3	6	Erosjonsforholdene i Unnebergbekken er ikke vurdert ved befaring. Antas "noe" basert på grunnforhold og tidligere skredaktivitet.	
Inngrep	Forbedring	Ingen	0	-3	0	Ingen tiltak foreløpig gjennomført innenfor sonen.

Evaluering av skadekonsekvens (ref. tabell 2)

Faktorer	Klassifisering	Konsekvens score (K)	Vekttall (V)	Produkt V x K	Kommentar
Boligheter, antall	Tett > 5	3	4	12	Det planlegges 2 rekkehus med (antatt) totalt 8 boenheter innenfor sonen.
Næringsbygg, personer	Ingen	0	3	0	Det planlegges ingen næringsbygg innenfor sonen.
Annen bebyggelse, verdi	Ingen	0	1	0	Ingen.
Vei, ÅDT	< 100	0	2	0	Kun lokal adkomstvei til nye boliger.
Toglinje, bruk	Ingen	0	2	0	Ingen toglinje innenfor sonen (utredes).
Kraftnett	Regional	2	1	2	Høyspenttrasé gjennom sonen.
Oppdemning og flodbølge	Alvorlig	3	2	6	Ravinedalen er generelt ikke veldig trang, men nedstrøms for boligfeltet går bekken i rør under Råstadveien. Vannføring i Unnebergbekken er ikke kartlagt. Antatt "alvorlig" fare for oppdemning/flodbølge.

Poengsum, faregrad: 32
 Prosent av maks. poengsum (F_pct): 63 %
 Faregradsklasse: Høy

Poengsum, skadekonsekvens: 20
 Prosent av maks. poengsum (K_pct): 44 %
 Konsekvensklasse: Alvorlig

Poengverdi, risiko (K_pct x F_pct): 2789
 Risikoklasse: 4



Klassifisering av kvikkleiresoner

Versjon 1.35 revidert 16.12.2022

Kommentarer

Iht. NVE ekstern rapport 9/2020 "Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred" rev. 4 utarbeidet av NGI, datert 27.11.2020.

Ref. [1]: NVE (2011). Saksnr. 200803461-36. Tiltak i vassdrag - Skred- og erosjonssikring mot Unnebergbekken ved Tulipanveien, Sandefjord.

Ref. [2]:

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.
EH	09.01.2023	Sandefjord. Dverdalsåsen	117055
Ktr.	Dato		
GS	20.01.2023		

GrunnTeknikk AS (2021). Geoteknisk datarapport 115197r1 «Sandefjord. Dverdalsåsen - Supplerende grunnundersøkelser».

Ref. [3]: BaneNOR (2018). InterCity-prosjektet – Vestfoldbanen – Tønsberg-Larvik – Fagrapport områdestabilitet. Versjon 05A.

Fargekoder:

Fylles ut

Beregnes

Evaluering av faregrad (ref. tabell 1)

Faktorer	Klassifisering	Faregrad score (F)	Vekttall (V)	Produkt V x F	Kommentar	
Tidligere skredaktivitet	Ingen	0	1	0	Ingen kjennskap til skred i nærheten. Nylig ras i Unnebergbekken [1] anses ikke som relevant for denne sonen.	
Skråningshøyde [m]	< 15	0	2	0	Skråningene opp mot Dverdalsåsen har høyde <15 m i antatt kvikkleiregrunn.	
Tidligere/nåværende terrengnivå, OCR [-]	1,2 til 1,5	2	2	4	Tolkning av CPTu-sondering i borpunkt 312 viser OCR mellom ca. 1,2 og 2,0 [2]	
Poretrykk	Overtrykk [kPa]	10 til 30	2	3	6	Hydrauliske piezometere viser stighøyde mellom 0 og 1 m under terreng, ref. [2]. Artesisk trykk i borpunkt VSS13029, ref. [3]. Det antas dermed noe overtrykk, anslagsvis mellom 10 og 30 kPa.
Kvikkleiremektighet	> H/2	3	2	6	Generelt stor kvikkleiremektighet registrert.	
Sensitivitet [-]	> 100	3	1	3	Sensitivitet >100 basert på utførte prøveserier, ref. [2].	
Erosjon	Litt	1	3	3	Erosjonsforholdene i bekken er ikke vurdert, men antas lite kritisk pga. størrelsen på bekken og det slake terrenget. Antas "litt" erosjon.	
Inngrep	Forbedring	Ingen	0	-3	0	Ingen tiltak foreløpig gjennomført innenfor sonen.

Evaluering av skadekonsekvens (ref. tabell 2)

Faktorer	Klassifisering	Konsekvens score (K)	Vekttall (V)	Produkt V x K	Kommentar
Boligheter, antall	Tett > 5	3	4	12	Tett bebyggelse med mer enn 5 boenheter innenfor sonen.
Næringsbygg, personer	Ingen	0	3	0	Det planlegges ingen næringsbygg innenfor sonen.
Annen bebyggelse, verdi	Ingen	0	1	0	Ingen.
Vei, ÅDT	100 til 1000	1	2	2	Kun lokal adkomstvei til nye boliger, ant. 100-1000 ÅDT.
Toglinje, bruk	Ingen	0	2	0	Ingen toglinje innenfor sonen.
Kraftnett	Regional	2	1	2	Høyspenttrasé gjennom sonen.
Oppdemning og flodbølge	Ingen	0	2	0	Ingen.

Poengsum, faregrad: 22
 Prosent av maks. poengsum (F_pct): 43 %
 Faregradsklasse: Middels

Poengsum, skadekonsekvens: 16
 Prosent av maks. poengsum (K_pct): 36 %
 Konsekvensklasse: Alvorlig

Poengverdi, risiko (K_pct x F_pct): 1534
 Risikoklasse: 3