

Til: Stryn Kommune
v/ Geirmund Dvergsdal
Kopi til:
Dato: 2021-03-05
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /
Dokumentnr.: 20210101-01-TN
Prosjekt: Skred- og flomfarevurdering – g/bnr. 124/3, Innvik, Stryn kommune
Prosjektleder: Katrine Mo
Utarbeidet av: Ingar Haug Steinholt, Katrine Mo
Kontrollert av: Graham Gilbert, Frode Sandersen

Vurdering av skred- og flomfare på deler av eiendommen 124/3, Innvik, Stryn kommune

Innhold

1	Innledning	2
1.1	Forbehold	2
2	Bakgrunn	3
2.1	Tidligere arbeid	3
2.2	Historiske hendelser	4
2.3	Terreng og geologi	4
2.4	Klima og vær	8
3	Feltobservasjoner	8
4	Skredfarevurdering	8
4.1	Snøskred	8
4.2	Sørpeskred	9
4.3	Steinsprang	9
4.4	Jordskred	10
4.5	Flomskred	10
5	Flomfarevurdering	12
5.1	Flomberegning	12
5.2	Flomsonekartlegging	14
6	Konklusjon	18
7	Referanser	18

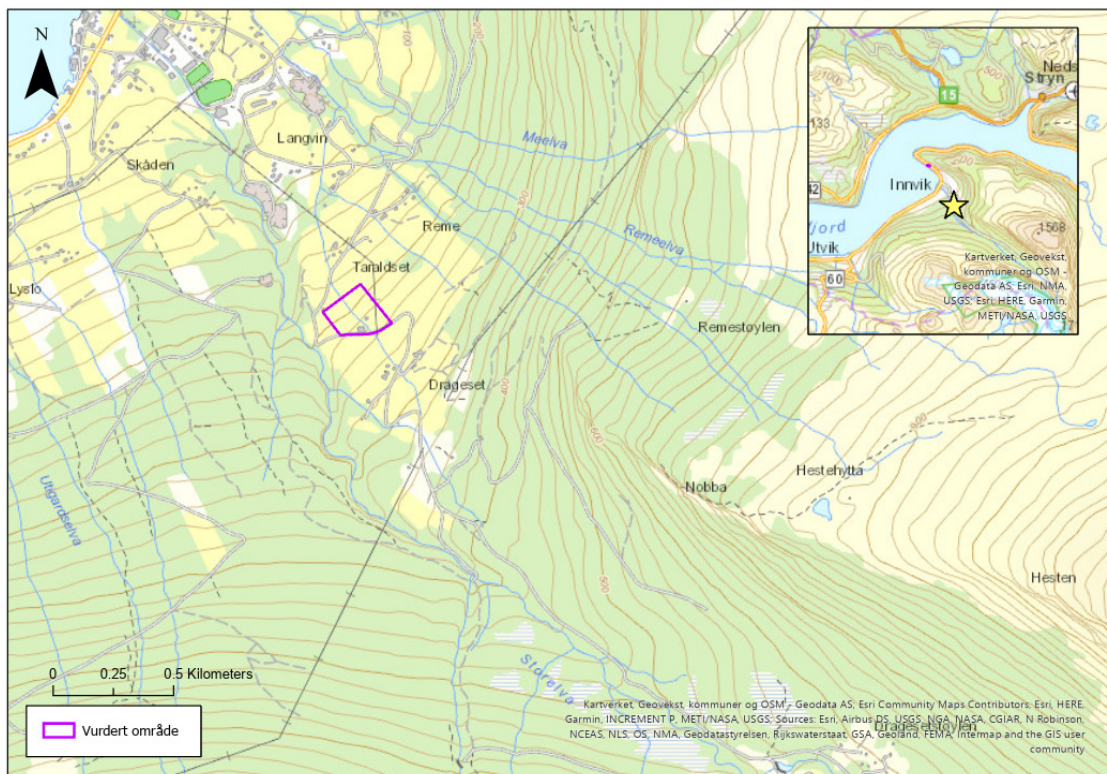
Kontroll- og referanseside

1 Innledning

På oppdrag fra Stryn kommune har NGI gjennomført vurdering og kartlegging av flom- og skredfare, for deler av g/bnr. 124/3 ved Innvik i Stryn kommune. NGI gjennomførte i 2019 en større kartlegging av flom- og skredfare for kommunen, i umiddelbar nærhet til eiendommen 124/3. Delen av tomten som er vurdert i dette notatet er markert med lilla polygon i Figur 1-1.

Tomta ligger rundt 200 moh, mens den tidligere kartleggingen, inkluderte terreng opp til ca. 180 moh. Tomten er krysset av en bekk, som ligger i rør under gårdsvegen.

Kartleggingen omfatter faresone tilsvarende sikkerhetskrav for S1, S2 og S3 for skred beskrevet i TEK 17, dvs. nominell årlig sannsynlighet på henholdsvis 1/100, 1/1000 og 1/5000. I tillegg omfatter kartleggingen flomsone tilsvarende sikkerhetskrav for sikkerhetsklassene F1 – F3 beskrevet i TEK 17.



Figur 1-1. Eiendommen ligger ovenfor Innvik i Stryn kommune. Det vurdert området er indikert med lilla polygon.

1.1 Forbehold

Vurderingen er gjort på bakgrunn av dagens terreng- og vegetasjonsforhold. Klimaendringer og menneskelige inngrep i terreng og vegetasjon i de tilgrensende områder,

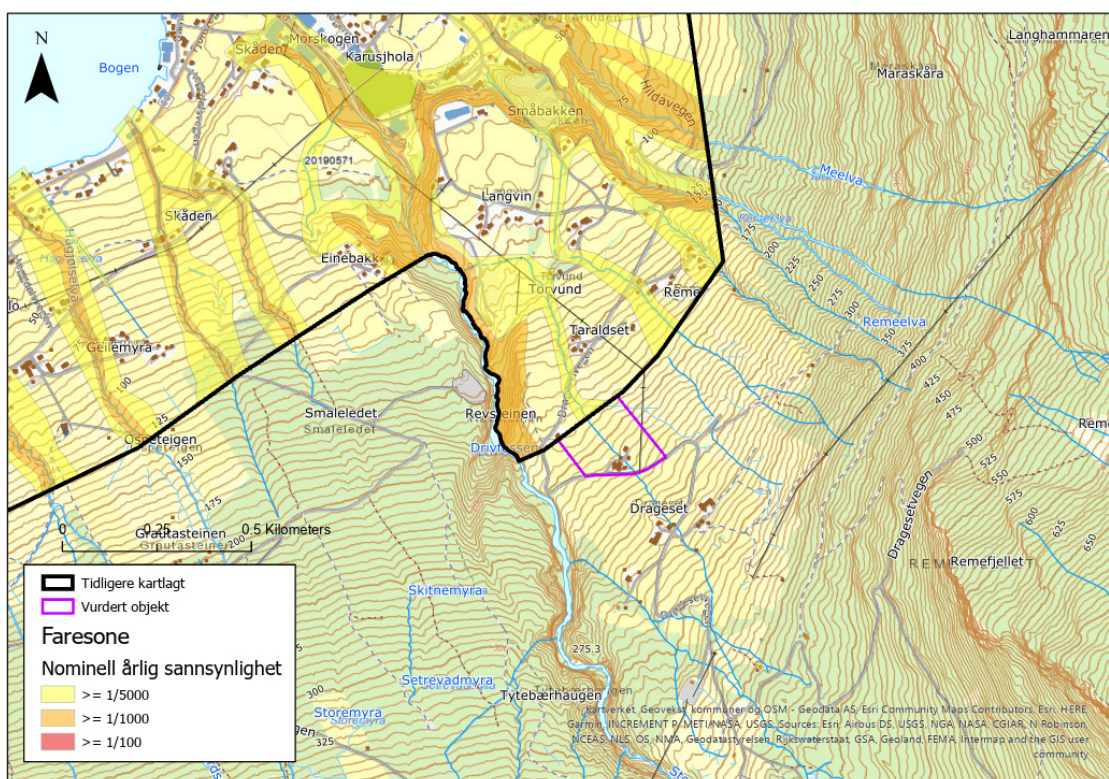
for eksempel etablering av skogsveg, snauhogst og skogplanting, kan endre forutsetningene for vurderingene og kartleggingen. Dette gjelder særlig i områder brattere enn 30°.

Metodikken for å bestemme skredfaresoner omfatter til dels kvalitative vurderinger i tillegg til kvantitative beregningsmetoder og kan generelt ikke oppfattes som endelige, men kan bli endret i lys av nye opplysninger og kunnskap.

2 Bakgrunn

2.1 Tidligere arbeid

Fare for skred var vurdert og kartlagt for deler av Innvik ble kartlagt av NGI i 2019 /1/. Det aktuelle området i dette prosjektet ligger inntil det som ble kartlagt i 2019. Dominerende faretyper i området ble vurdert som jord- og flomskred i umiddelbar nærhet til gnr/bnr. 124/3. Det er fra den tidligere kartleggingen knyttet en 1000 års sone til den bratte skråningen langs Drivfossen. Det er ellers knyttet flere 1/5000 soner til renneformasjonene og bekker i området. Det ble under kartleggingen tatt flere oversiktsbilder i terrenget, inkludert i Figur 2-2



Figur 2-1. Faresoner kartlagt i 2019 /1/.



Figur 2-2. Oversiktsbilde terrenget, fra NGI 2019. Remefjellet er området med den bratte skrenten mot høyre i bildet. Vurdert område indikert med blå sirkel.

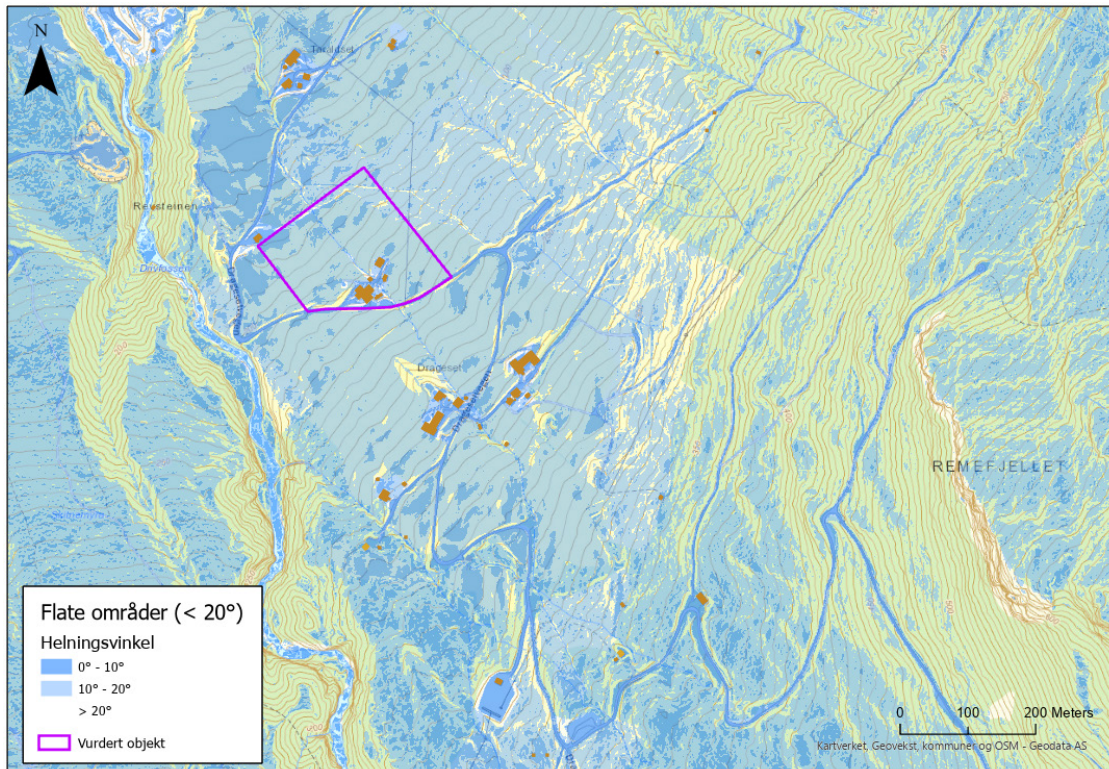
2.2 Historiske hendelser

I forbindelse med NGIs vurdering i 2019, ble det gjennomført en omfattende gjennomgang av historiske hendelser. Ingen av de registrerte skred-hendelsene er i direkte nærhet til den vurderte tomten. Det er heller ikke registrert nyere hendelser etter kartleggingen i NVE skredatlas. Under befaring bisto grunneier med informasjon om tidligere flomhendelser i området.

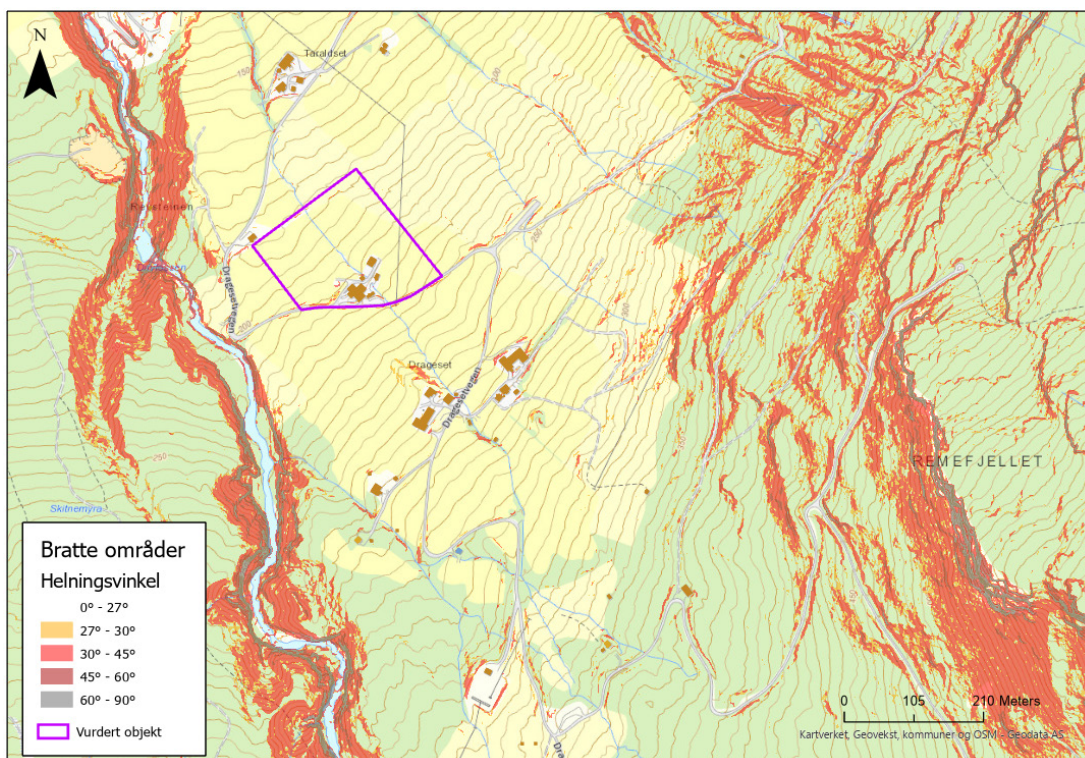
2.3 Terrenget og geologi

Terrenget tomten ligger i, har en helning på under 20 grader og vender mot nordvest (Figur 2-3). Mot toppen av skrentområdet ved Remefjellet, er det brattere områder, men med begrenset utstrekning (Figur 2-4). Terrenget er dekket med løsmasser, og er i stor grad slakere enn 20 grader. Opp til ca. 350 meter over havet domineres terrenget av dyrket mark, mens fra 350 – 550 moh, er det hovedsakelig skogvokst, tidvis av tett gran-skog (Figur 2-5). De siste høydemetrene mot Remefjellet er det skrentområder. Over dette, stiger terrenget med varierende helning opp mot Skarsteinsfjellet (1567 moh). Dreneringsretning og fallretning fra de høyere fjellområdene, er ikke mot den vurderte tomten. Derfor legges det ikke spesielt mye vekt på de høyestliggende områdene videre i vurderingen.

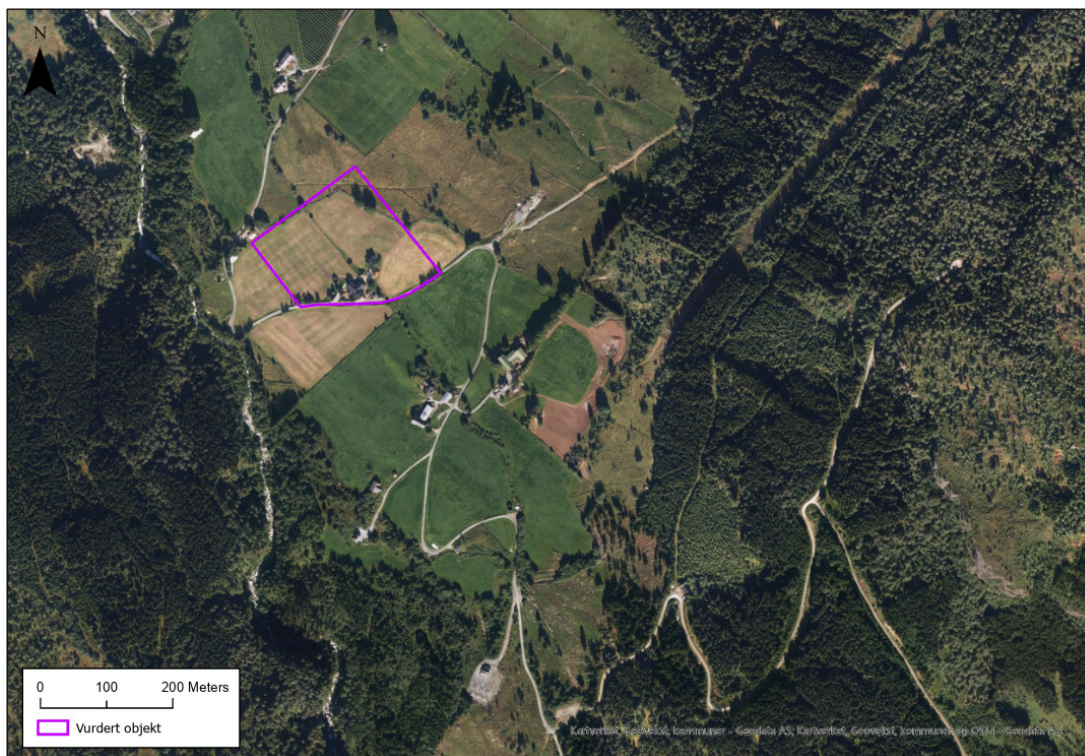
Berggrunnen er kartlagt som monzonitt og kvartsmozonitt i kartleggingsområde Innvik (NGU 2003). Løsmassedekket er kartlagt (NGU 1989) som morene og fluviale og glasi-fluviale avsetninger. Ovenfor tomten, består løsmassedekket av "Morenemateriale usammenhengende" og "Morenemateriale sammenhengende". Det er ikke angitt skredmateriale i umiddelbar nærhet av den aktuelle tomta (Figur 2-7). Ut fra fjellskyggekart kan det identifiseres to renneformasjoner på tomta (Figur 2-6).



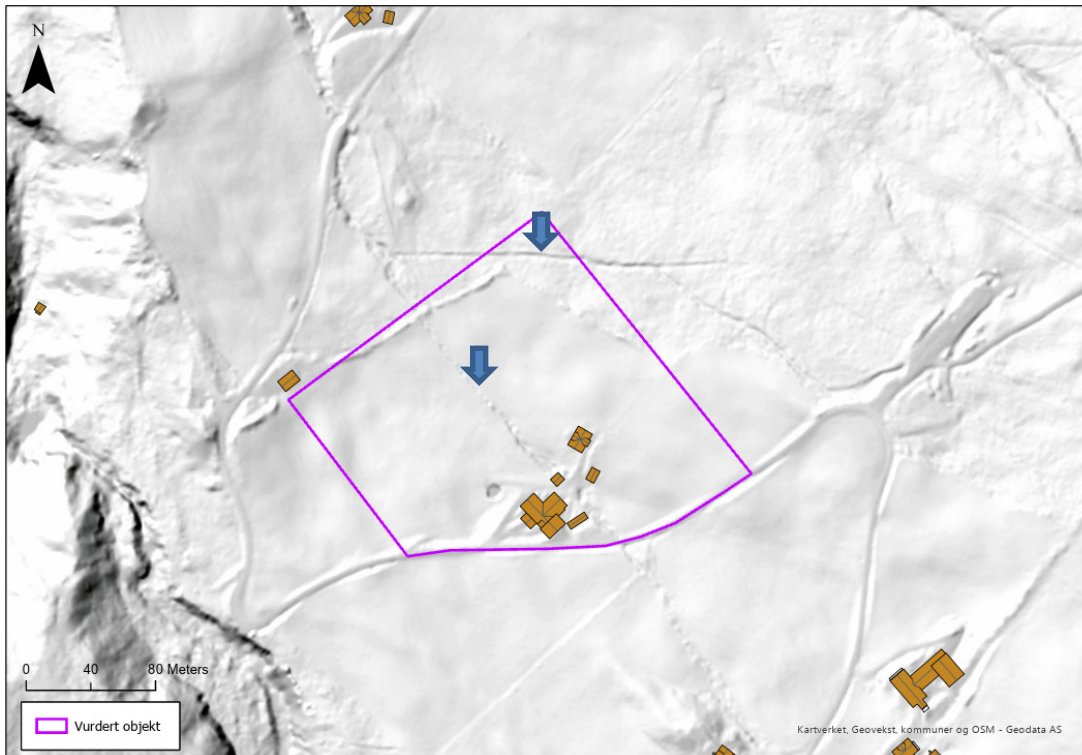
Figur 2-3. Flate områder presentert med blå farge. Generelt er det mye flate områder i nærhet til tomten, og de brattere områdene ligger med god avstand fra tomta.



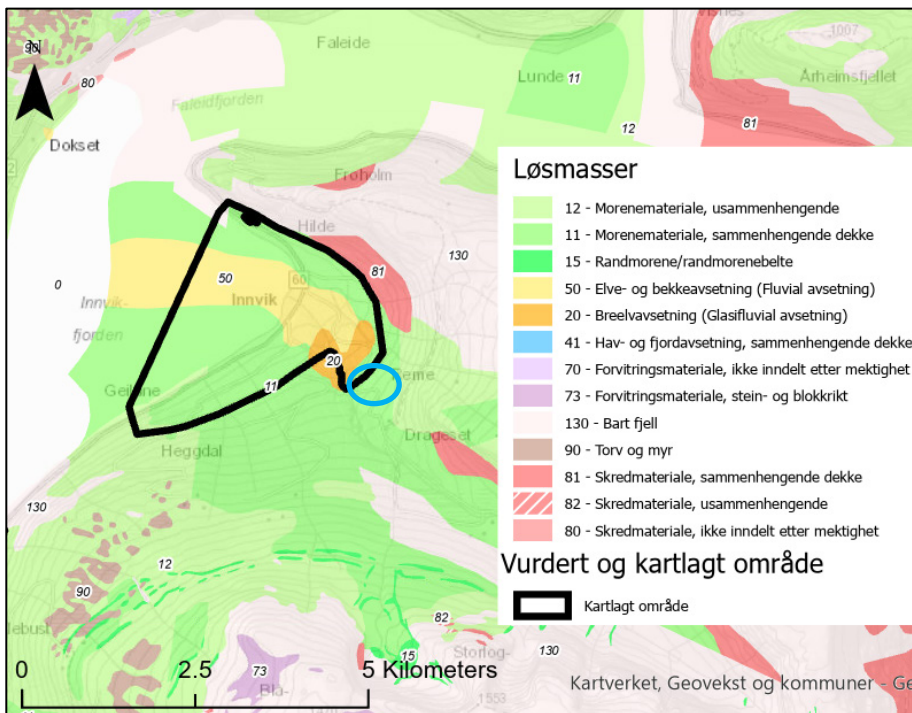
Figur 2-4. Helningskart viser potensielle løснеområder for flere skredtyper mot toppen av Reme fjellet.



Figur 2-5. Flybilder viser tett skogvekst i de brattere partiene.



Figur 2-6. To mindre renneformasjoner (markert med blå piler) synes på fjellskyggekart. Den ene er bekken som renner mellom byggene, og en som passerer igjennom nordlig del av tomta.



Figur 2-7. Figur fra /1/. Den kartlagte tomten (omtrentlig markert med blå ring) ligger rett vest for kartlagt område i tidligere rapport, og er dekket av morene.

2.4 Klima og vær

En omfattende gjennomgang av klima for området, kan finnes i NGI 2019, sentrale punkter vil gjengis her.

"Klimatisk er området preget av Vestlandsklima og forholdsvis rikelig nedbør. Tommelfingerregel er at dersom døgnedbør > 6-8% av årsnedbør, observeres flere flom- og jordskred. Dette svarer til 100-130 mm, og tilsvarer omtrent en 200 -års nedbørhendelse. Påregnelig ekstremnedbør for Utvik (NVE 2017) 200 år er 85 mm for 6 timer og 140 mm for 24 timer.

De siste åra har det vært flere hendelser med intens nedbør i indre Nordfjord. Sommeren 2017 førte en slik episode til stor flom og ødeleggende flomskred i Utvik. Tilsvarende hendelser har skjedd på nordsida ved Tvinnereim og Blakset sommeren 2011 da over 200 år gamle kvernhus ble ødelagt. I desember 2003 var det også en hendelse med mye nedbør og skred ved Tvinnereim.

Skred og masseføring som følger bekkene, er likevel ikke bare avhengig av 24 timers nedbør. Konsentrasjonstid for disse nedbørfeltene er mer i størrelsesorden 1-2 timer, og det er derfor de kortere nedbørhendelsene som er viktige.

Det har inntruffet flere lokale episoder med ekstrem nedbør i løpet av kort tid i denne delen av fjorden. Vi vil derfor anta at området er eksponert for slike hendelser, men det er vanskelig å forutsi nøyaktig hvor de treffer. Også varsling av slike hendelser er krevende. I et fremtidig klima må det forventes en økning på rundt 40% av slike lokale og kortvarige intense nedbørepisoder (Norsk klimaservicesenter, 2019)."

Hovedproblemet i området knyttes til skred med høy andel av vann som kan være følge av intense nedbørshendelser. Klimatisk ligger området også til rette for snøskred.

3 Feltobservasjoner

Befaring ble gjennomført den 03.02.2021 av NGI ved Henrik Langeland. Området er befart av NGI tidligere, og befaringen i februar fokuserte hovedsakelig på utforming av drenering på tomta, samt oppmåling av kapasitet på stikkrenner.

4 Skredfarevurdering

4.1 Snøskred

Det er partier med teoretisk tilstrekkelig helning til å løse ut snøskred. Disse er derimot begrenset i utstrekning, samt skogkledd. De bratte områdene, ligger rett i underkant av skrenten opp mot Remefjellet. De nær vertikale delene av skrenten, er ikke antatt som

gode løsneområder for snøskred, grunnet dårlig potensiale for oppsamling av snø. Mindre utglidninger kan forekomme fra de bratte skrentområdene, men tolkes ikke å kunne nå langt grunnet små volumer og tett skog i underkant. Det er i tillegg god avstand og mye slakt terreng mellom tomt og det potensielle løsneområdet.

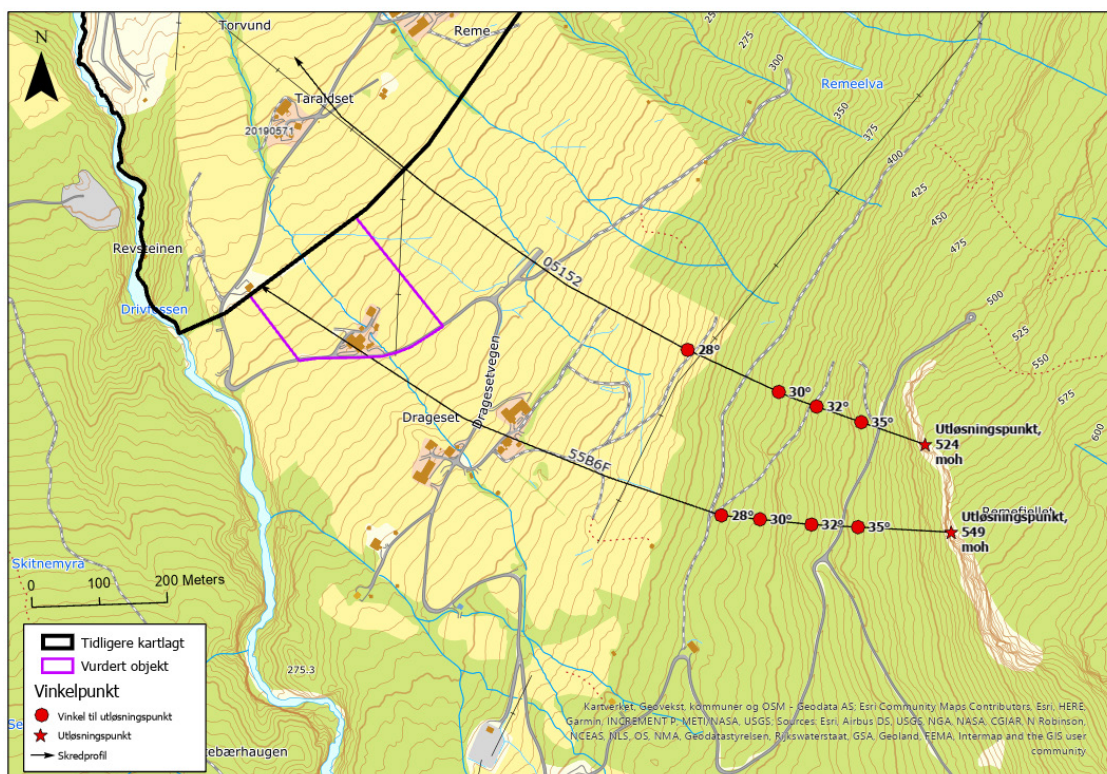
4.2 Sørpeskred

Sørpeskred blir utløst fra relativt flate forsenkninger med ansamling av vann som kan føre til at snødekket blir vannmettet, og følger typisk tydelige bekkeløp nedover fjellsiden. Det er områder i fjellet med mulighet for sørpeskred, men de drenerer ikke i retning av tomta. Terrengforholdene ligger ikke til rette for utløsning av sørpeskred med retning mot tomta.

4.3 Steinsprang

Det er få skrenter med potensiale for utløsning av steinsprang i området. Den bratte skrenten ved Remefjellet, er et potensielt løsneområde, men avstanden fra skrenten og ut til tomta er stor. En enkel beregning av siktevinkel fra løsneområde (Figur 4-1) viser at denne er svært lav (området der siktevinkel i terrenget og opp mot løsneområdet er 28, 30, 32 og 35 grader). Til sammenligning brukes 30 grader som en tommelfingerregel for et estimat på maks utløp hos NGL.

I tillegg til at så lange utløp av stein i slakt terreng er usannsynlig, er det i tillegg betydelige mengder skog i fjellsiden, som ytterligere reduserer sannsynligheten for lange utløp av steinsprang.



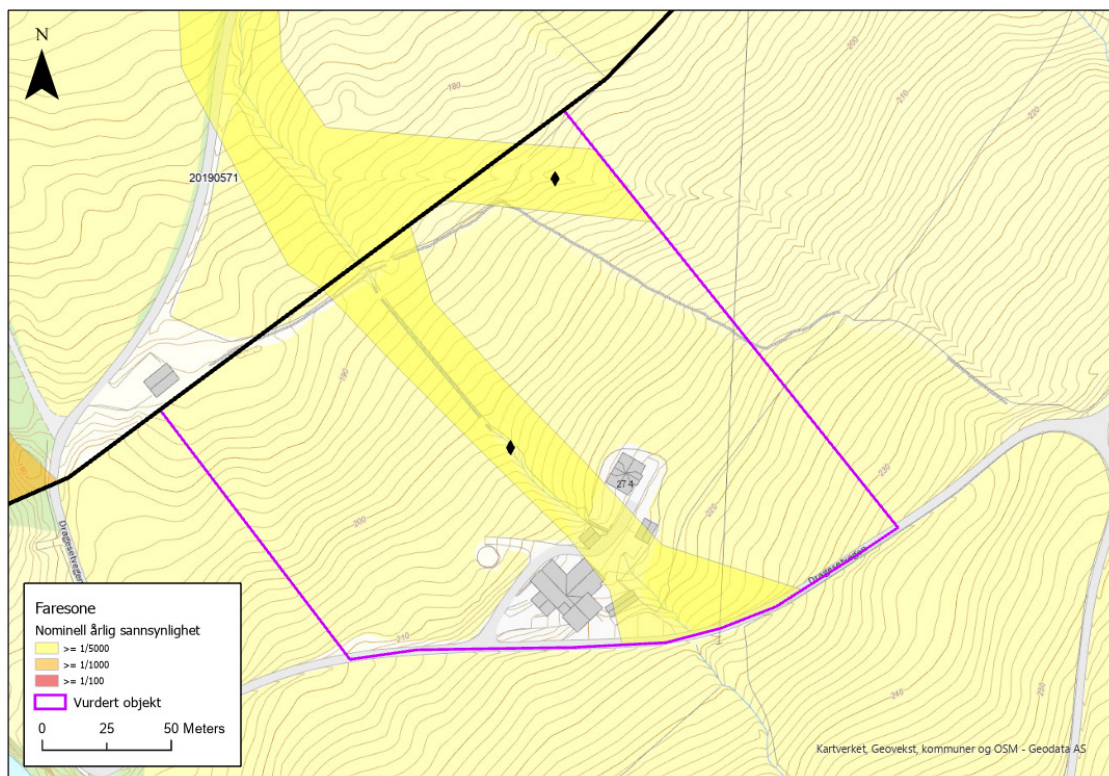
Figur 4-1. 28 graders punkt, ligger flere hundre meter øst for eiendommen.

4.4 Jordskred

Det er ikke observert ferske spor etter større jordskred på flybilder, fjellskyggekart eller feltbilder. Historiske hendelser er ikke registrert, og heller ikke historiske flyfoto viser spor etter større utglidninger. Mindre lokale utglidninger kan forekomme i fjellsiden mot Reme fjellet. Dårlig drenerte skogsveier kan også være en kilde til slike skred. Avstanden mellom potensielle løseområder og tomte er stor, og består av relativt slakt terreng. Lange utløp vil måtte inneholde store mengder vann, og vil følge forsenkninger i terrenget. Slike utløp er inkludert i faresonene, men flomskred er vurdert som dimensjonerende.

4.5 Flomskred

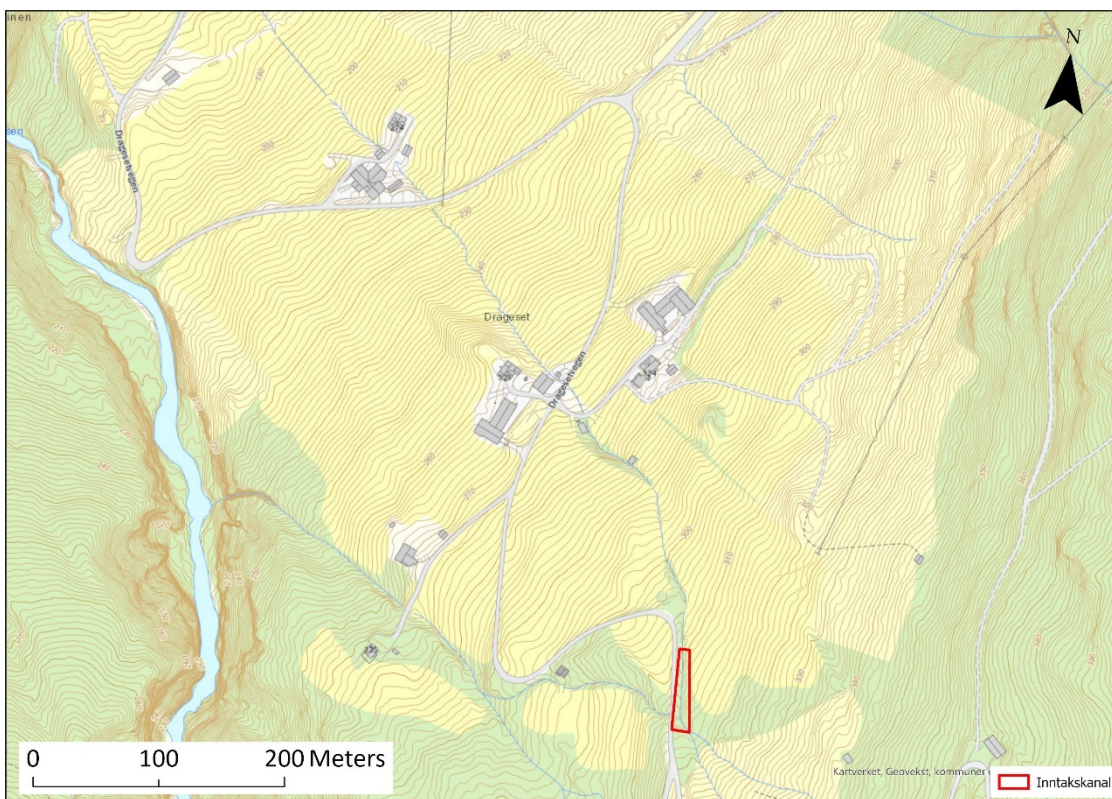
Det er ikke historiske kilder på flomskredhendelser i området. Det er tilgjengelige løsmasser i fjellsiden (morene). Ekstremt sjeldne hendelser tolkes å kunne følge forsenkninger i terrenget ned fra fjellsiden, og det er derfor knyttet en sone for returperiode 1/5000 langs bekkeløpet, samt en forsenkning i nordøstlig del av tomte. Dimensjonerende faretype knyttet til sonene er flomskred som følger forsenkningene i terrenget. Faresonen er presentert i Figur 4-2.



Figur 4-2. Faresone for 1/5000. Dimensjonerende faretype er vurdert til flomskred.

5 Flomfarevurdering

I det aktuelle området renner det en liten bekk som ifølge eier av Dragsetveien 274 er en kunstig kanal som får sitt vann fra Storelva litt lengre opp i nedbørfeltet. Denne kanalen ble opprettet for mange hundre år siden som en ledekanal for vann til bruk til drift av mølle og kvernstein. Det er mulig å stenge av tilførselen fra Storelva på to måter, enten ved hjelp av en lukkemekanisme ved inntaksdammen, eller ved å spa igjen tilførselskanalen (markert i figur 5-1). Da det er vanskelig å estimere tilførselen av vann fra Storelva i en flomsituasjon er det i dette notatet antatt at tilførselen er stengt og at vannet som kommer ned er avrenning ved en nedbørshendelse.



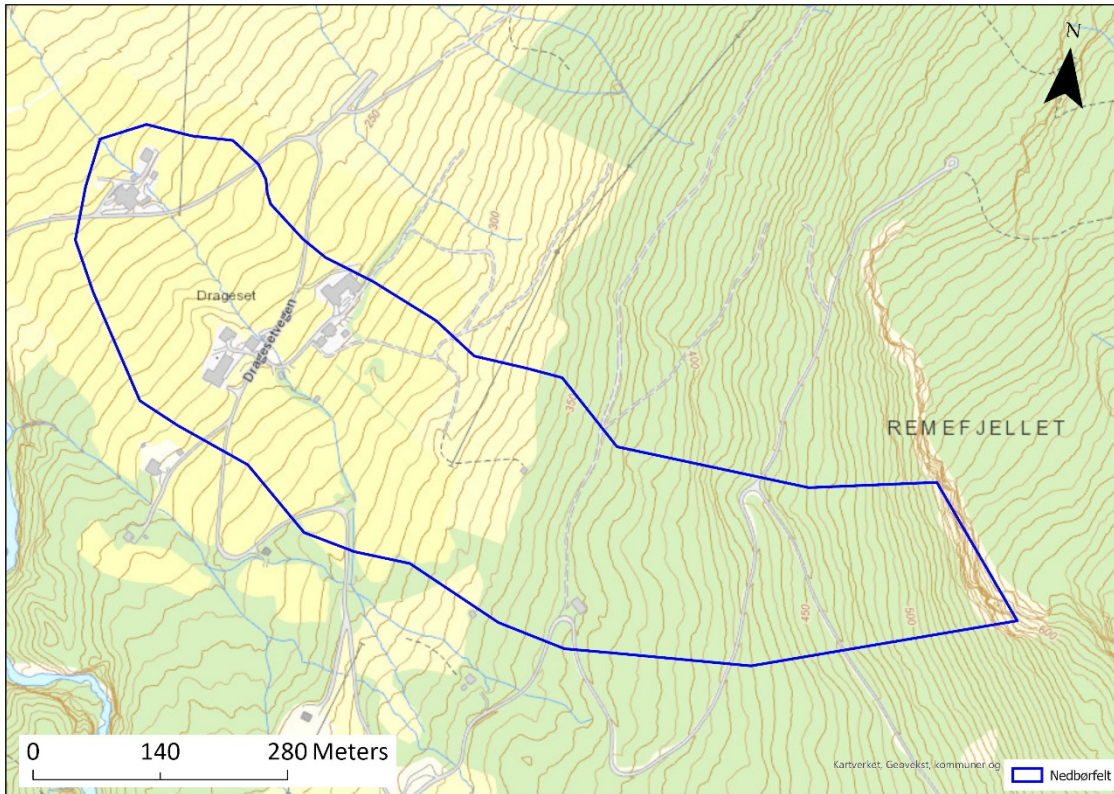
Figur 5-1 Inntakskanal for bekk som renner gjennom det aktuelle området er vist i rødt.

5.1 Flomberegning

Nedbørfeltet kan ikke estimeres av NEVINA, da det er for lite til at bekken er registrert i deres elvenettverksdatabase. Nedbørfeltet er derfor estimert ved hjelp av topografisk analyse og estimeres til være om lag 0,25 km² (figur 5-2). For å beregne en 200-årsflom med klimapåslag er den rasjonelle metoden brukt (Fergus et al., 2010):

$$Q = C * i * A * K$$

Hvor Q er vannføring i m^3/s , C er avrenningsfaktoren, i er nedbørintensitet i $l/(s*ha)$, A er nedbørfeltets areal i hektar og K er klimafaktor.



Figur 5-2 Estimert nedbørfelt basert på topografisk analyse.

Verdier brukt i beregningene av kulminasjonsflom er $C = 0,4$ som er typisk for jordbruksareal, $A = 25 ha$ som er arealet til nedbørfeltet og $K = 1.5$ som er anbefalt klimapåslag for det aktuelle området. Klimafaktoren er kun brukt for å estimere en 200-årsflom i et fremtidig klima. Nedbørintensiteten for gitte gjentaksintervall er hentet fra IVF-kurve utarbeidet av Norsk Klimaservicesenter og er gjengitt i tabell 5-1

Tabell 5-1 Estimert nedbørintensitet for gitte gjentaksintervall for det aktuelle området. Verdiene er estimert av Norsk Klimaservicesenter.

Returperiode (år)	Nedbørintensitet ($l/(s*ha)$)
20	52,3
200	68,3
1000	81,0*

*IVF-kurven gir ikke et estimat for 1000-årsflom, så denne verdien er estimert ved hjelp av interpolering av beregnede verdier.

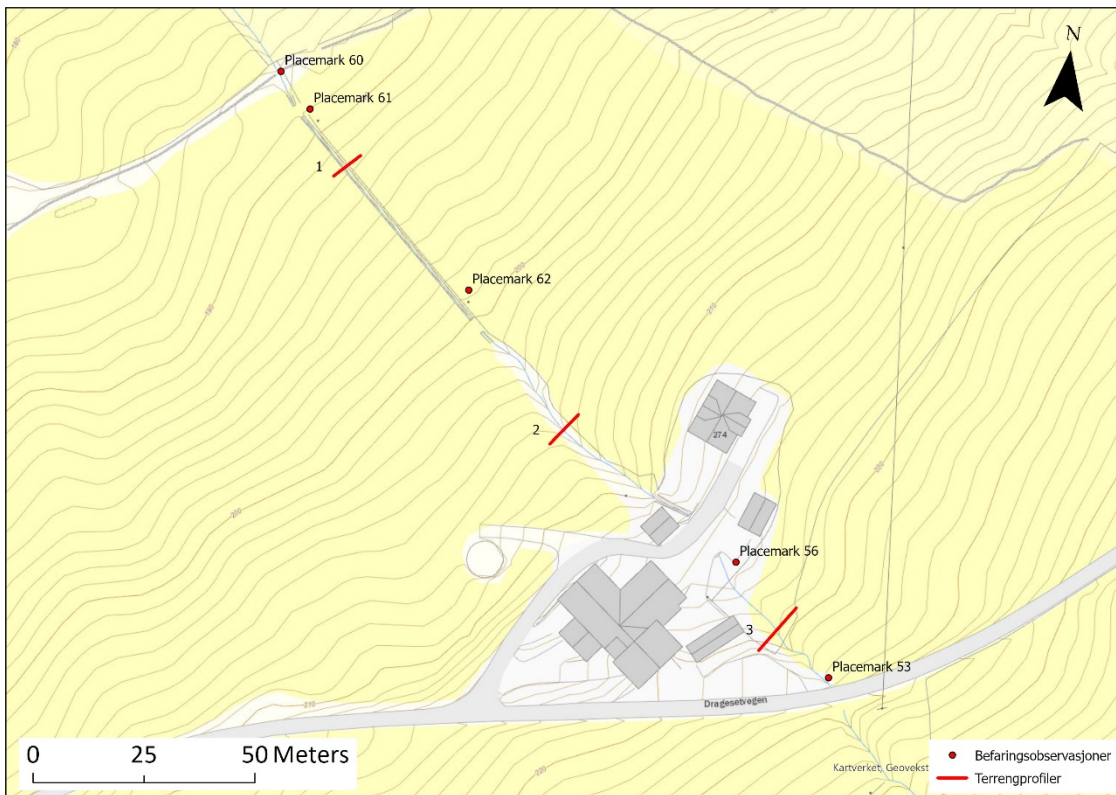
På bakgrunn av disse verdiene får man kulminasjonsvannføringer for de gitte gjentakintervallene gjengitt i tabell 5-2

Tabell 5-2 Beregnede kulminasjonsvannføringer for bekken som renner gjennom det aktuelle området.

Returperiode (år)	Kulminasjonsvannføring (m ³ /s)
20	0,52
200	0,68
1000	0,81
200 med klimapåslag	1,00

5.2 Flomsonekartlegging

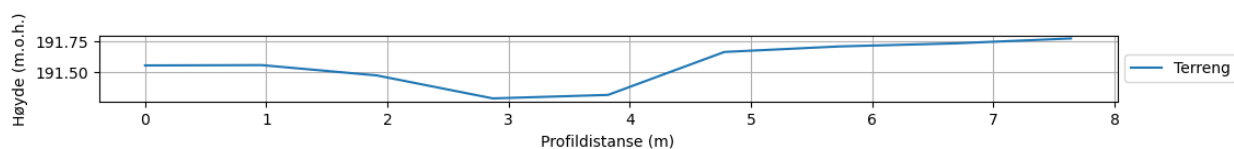
Det er ikke utført en hydraulisk modellering av et flomforløp i det aktuelle området. Flomsone er derfor estimert ved hjelp av terrengeanalyse og informasjon gitt av grunneier. Den aktuelle bekken renner i all hovedsak fritt og åpent i terrenget gjennom etablerte kanaler. Grunneier opplyser om at han har etablert et rør under gårdstunet bestående av et 600 mm plastrør (figur 5-3). Det ble også opplyst om at røret er lagt så å si horisontalt og dermed uten fall. Et slikt rør vil ha en kapasitet på om lag 0,5 m³/s ifølge Mannings formel. Her er det antatt at røret likevel har et fall på 0,3 % da terrenget er bratt og at det derfor har et lite fall. Dette betyr at røret ikke har tilstrekkelig kapasitet til å ta unna selv en 20-årsflom. Dette vil føre til en oppstuvning av vann oppstrøms inntaket med tilhørende overstrømming over gårdstunet. Da det ikke er snakk om store vannmengdene vil utbredelsen av vann bli minimal. Sett bort fra dette røret vil den etablerte elvekanalen ha tilstrekkelig kapasitet til å ta unna vannmengdene for alle de beregnede gjentakintervallene. Dette er beregnet ved å ta ut terrengprofiler vist i figur 5-2 - 5-4. Disse viser et gjennomsnittlig strømningsareal på mellom 1,5 og 2,5 m². Med en vannhastighet på minimum 2 m/s vil dette bety at kanalene har mer enn god nok kapasitet til å ta unna den aktuelle vannføringen i området.



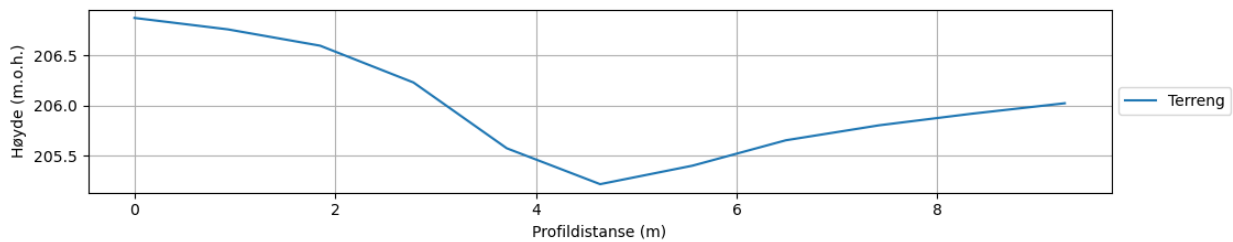
Figur 5-3 Oversiktskart som viser utvalgte observasjonspunkter og terrengprofiler.



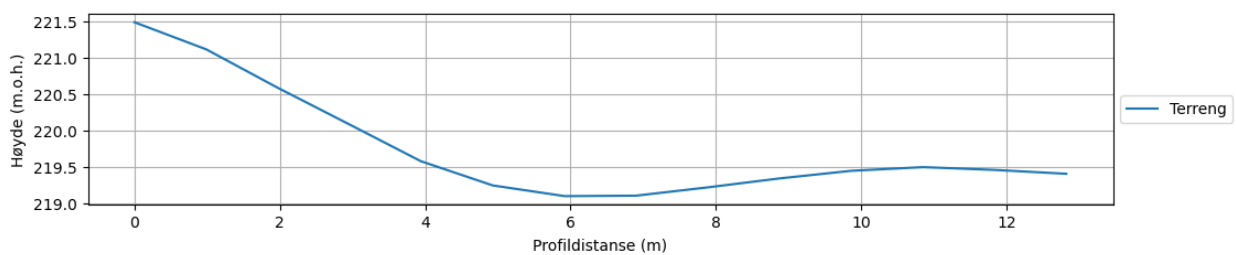
Figur 5-4 Ø600 mm overvannsrør som er lagt under gårdsplassen. Bilde er tatt ved punkt 56 vist i figur 5-2.



Figur 5-5 Terrengprofil hentet fra profil 1 vist i figur 5-1.

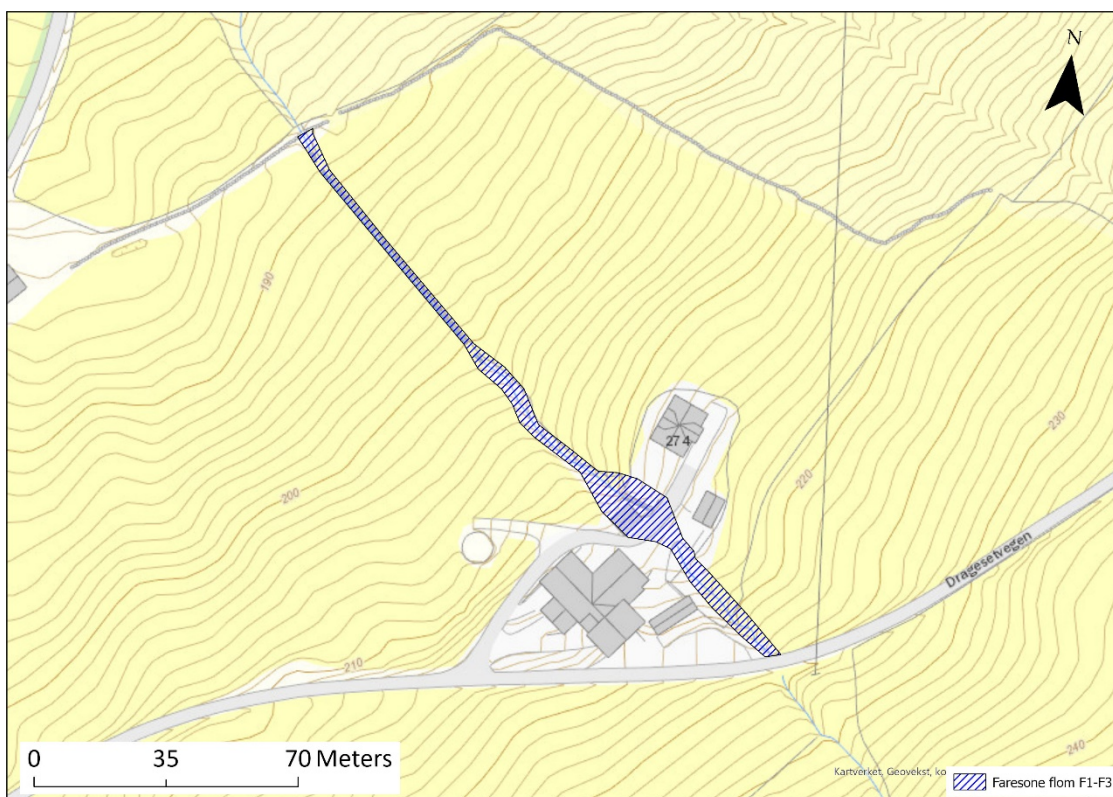


Figur 5-6 Terrengprofil hentet fra profil 2 vist i figur 5 1.



Figur 5-7 Terrengprofil hentet fra profil 3 vist i figur 5 1.

Det er på bakgrunn av disse vurderingene utarbeidet en felles faresone for det aktuelle området. Dette fordi vannføringen i bekken ikke varierer særlig mellom de forskjellige returperiodene, samt at røret som går under gårdstunet ikke er dimensjonert for noen av de angitte gjentakintervallene. Utarbeidet flomfaresone er vist i figur 5-7. Denne faresonen må ses i sammenheng med faresone utarbeidet for jord- og flomskred som er nærmere beskrevet i kapittel 4.



Figur 5-8 Utarbeidet flomfaresone for sikkerhetsklassene F1 til F3 i henhold til TEK17.

6 Konklusjon

Kartlegging av skred for tomten, har resultert i faresone for S3 som dekker deler av tomten, der dominerende skredtype er vurdert til flomskred. Flomsone er inkludert for sikkerhetsklassene F1 til F3.

NGI vurderer store deler av eiendommen (gnr./bnr. 124/3) har tilfredsstillende sikkerhet både i forhold til flom (sikkerhetsklasse F1-F3) og skred (sikkerhetsklasse S1-S3) iht. krav beskrevet i Byggteknisk forskrift TEK17.

7 Referanser

- /1/ NGI (2019) Skred- og flomfarevurdering i deler av Innvik, Utvik og Tistam - Stryn kommune. 20190571-01-R
- /2/ NVE, 94/2017, Flomberegning for Storelva I Utvik. Norges vassdrags- og energidirektorat

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Vurdering av skred- og flomfare på deler av eiendommen 124/3, Innvik, Stryn kommune		Dokumentnr./Document no. 20210101-01-TN
Dokumenttype/Type of document Teknisk notat / Technical note	Oppdragsgiver/Client Stryn Kommune	Dato/Date 2021-03-05
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/Proprietary rights to the document according to contract NGI		Rev.nr. & dato/Rev.no. & date 0 /
Distribusjon/Distribution BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/Keywords Skred, Flom		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Stryn	Felt navn/Field name
Sted/Location Innvik	Sted/Location
Kartblad/Map 075N	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: 33 Øst: 60480 Nord: 6884708	Koordinater/Coordinates Prosjeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/Document control Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns- kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter- disciplinary review by:
0	Originaldokument	2021-03-02 Katrine Mo 2021-03-02 Ingar H. Steinholt	2021-03-03 Graham Gilbert 2021-03-04 Frode Sandersen		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 5. mars 2021	Prosjektleder/Project Manager Katrine Mo
--	----------------------------------	--

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemand uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

