

RAPPORT 644155-02-SKRED-001

Skredfareutredning

Ranten

Reguleringsplan



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Asplan Viak AS
Tittel på rapport:	Skredfareutredning
Oppdragsnavn:	Geofag
Oppdragsnummer:	644155-02
Dokumentnummer:	644155-02-SKRED-001
Utarbeidet av:	Gunhild Viljugrein Stølen
Oppdragsleder:	Magnus Skrindo
Tilgjengelighet:	Åpen

Kort sammendrag

Det er gjennomført en skredfarevurdering for regulering av to tomter til hytter på eiendom med gbnr. 54/16 ved Ranten i Nesbyen kommune iht. NVEs veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng. Det vurderte området ligger innenfor NVE sitt aktsomhetskart for snøskred uten skogeffekt.

Plan- og bygningsloven og TEK17 stiller krav til sikkerhet mot skred for nybygg eller tilbygg på eksisterende bygg og tilhørende uteareal. Asplan Viak har vurdert området opp mot kravene i sikkerhetsklasse S2, der en årlig sannsynlighet for skred eller sekundæreffekter av skred ikke skal overskride 1/1000.

Fare for alle typer skred i bratt terreng er vurdert på bakgrunn av terrenganalyser, kartdata, aktsomhetskart, og tidligere rapporter fra nærliggende områder. Både uten skog, med skog og en delt vurdering med hensyntatt skog innenfor eiendom 54/16, har blitt vurdert. De tre scenarioene påvirker i hovedsak snøskredvurderingene. Det blir vurdert at deler av området ikke tilfredsstiller lovverket sitt krav til sikkerhet mot skred i sikkerhetsklasse S2. Med hensyn til skog er sørpeskred dimensjonerende skredtype. Uten hensyn til skog er snøskred dimensjonerende skredtype.

03	25. okt. 2024	Oppdatert med vurdering av delvis skogeffekt	IG/GVS	SH
02	11. jul. 2024	Oppdatert med vurdering med skogeffekt	GVS	SH
01	3. jul. 2024	Nytt dokument	GVS	HKR, IG, SH
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS

Forord

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggeteknisk forskrift (TEK17) stiller krav til sikkerhet mot naturfare. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikke, må det derfor dokumenteres at tilstrekkelig sikkerhet mot skredfare vil bli oppnådd i henhold til disse sikkerhetskravene.

Denne utredningen er utført av fagkyndig personell og følger NVE sin veileder *Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak*, og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang er vurdert.

Sandvika, 25.10.2024

Magnus Skrindo

Oppdragsleder

Gunhild Viljugrein Stølen

Rapportansvarlig

Håkon Kjøde Rødal, Ingrid
Gulbrandsen, Steinar Hustoft

Kvalitetssikrer

Om oppdraget

Oppdragsgiver	Asplan Viak AS
Oppdragstaker	Asplan Viak AS
Skredfareutredning for	Gårdsnummer 54, bruksnummer 16 (deler av tomten).
Følgende tiltak og sikkerhetsklasse(r) er planlagt på eiendommen/planområdet	Kartleggingsområdet omfatter hytteområder. Oppdraget vurderes etter sikkerhetsklasse S2 og etter S1 for utearealer.
Befaring gjennomført	Ja
Befaring gjennomført av og når	Gunhild Viljugrein Stølen & Ingrid Gulbrandsen var på befaring 03.06.2024

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	6
1.1. Grunnlag for utredning	6
1.2. Forbehold og begrensninger	7
2. Krav til sikkerhet mot skredfare	8
3. Områdebeskrivelse	10
3.1. Befaring	12
3.2. Topografi	13
3.3. Geologi	14
3.4. Drenering og vegetasjon	17
3.5. Klima	19
3.6. Tidligere skredhendelser	22
3.7. Aktsomhetskart	23
3.8. Tidligere kartlegginger	25
3.9. Observasjoner i felt	25
3.10. Eksisterende sikringstiltak	31
4. Modellering	32
4.1. Modellering av snøskred	32
4.2. Modellering av sørpeskred	34
5. Utredning av skredfare	36
5.1. Steinsprang	36
5.2. Steinskred	38
5.3. Jord- og flomskred	39
5.4. Snøskred	41
5.5. Sørpeskred	55
6. Skog	61

7. Samlet skredfare	64
7.1. Samlet skredfare med skog	64
7.2. Samlet skredfare uten skog	65
7.3. Samlet skredfare med delvis båndlagt skog	66
7.4. Stedsspesifikk usikkerhet	68
8. Tiltak	70
9. Konklusjon	71
Kilder	72
10. Vedlegg	74

1. Innledning

Asplan Viak har vært engasjert av Trollsetutstikten AS for å gjennomføre en skredfareutredning for to områder på gbnr 54/16 i Nesbyen kommune. Deler av det vurderte området ligger innenfor NVE sitt aktsomhetskart for snøskred (S2 uten skogeffekt). Oppdragsgiver ønsker derfor en detaljert utredning av faren for skred i bratt terreng med hensyn til kravene gitt i TEK17 §7-3, sikkerhet mot skred i bratt terreng [1]. Skredtypene steinsprang, steinskred, jordskred, flomskred, snøskred og sørpeskred er utredet. For snøskred dekker utredningen 3 scenarioer: Med skog i hele påvirkningsområdet, uten skog i hele påvirkningsområdet, og en delt vurdering med skog innenfor eiendom 54/16 og uten skog ved eiendom 102/1.

Plan- og bygningsloven og TEK17 §7-3 stiller krav til sikkerhet mot skred i sikkerhetsklasse 2 for bruksendring og ombygging over 50 m² BRA. Kravene i sikkerhetsklasse S2 tilsier at en årlig sannsynlighet for skred eller sekundæreffekter av skred ikke skal overskride 1/1000.

Fare for alle typer skred i bratt terreng er vurdert på bakgrunn av følgende arbeid:

- Terrenganalyse
- Befaring i felt
- Klimaanalyse
- Historiske opplysninger og skredhendelser
- Tidligere skredfareutredninger i området
- Modelleringer
- Erfaring

1.1. Grunnlag for utredning

Tabell 1 oppsummerer benyttet bakgrunnsmateriale i skredfareutredningen, hvor det også går frem hvem som eier materialet og hvor materialet er hentet fra.

Tabell 1: Oversikt over benyttet bakgrunnsmateriale, eier og referanse.

Bakgrunnsmateriale	Eier	Kilde
Digital terrengmodell	Statens kartverk	[1]
Historiske skredhendelser	NVE og SVV	[2] [3]
Aktsomhetskart	NVE	[2]

Berggrunnskart	NGU	[4]
Løsmassekart	NGU	[5]
GRANADA - Nasjonal grunnvannsdatabase	NGU	[6]
Flyfoto	Statens kartverk, Geovekst og kommunene	[7]
Klimadata	Meteorologisk institutt, Norges vassdrag- og energidirektorat, Statens vegvesen og Statens kartverk	[8]
Klimaprofil	Meteorologisk institutt, NVE, NORCE, Kartverket og Bjerknessenteret	[9]
Skogressurskart og Markfuktighetskart	NIBIO	[10]

1.1.1. Kartgrunnlag

Det er lastet ned kotegrunnlag fra www.hoydedata.no [1]. Det er benyttet laserdata med punkttetthet 5 punkt per m², datasettet har følgende prosjektnavn: NDH Flå-Nes 5 pkt 2018-dtm. Terrengdata er studert i ArcGIS Pro 3.0.1 og det er laget terrengmodell (raster), skyggerelieffkart, samt kart for avrenningsanalyse og terrenghelning basert på dataene. I tillegg er det benyttet WMS-tjenester for fremstilling av topografisk kart, flyfoto, grunnforholdskart, aktsomhetskart og lignende.

1.2. Forbehold og begrensninger

Vurderingene er basert på terreng og vegetasjon som observert under befaringen. Vurderingene er gjort både med og uten skogeffekt. I tillegg er det etter ønske fra oppdragsgiver gjort en vurdering der kun skogeffekten innenfor eiendom 54/16 er hensyntatt, da det kun er denne skogen tiltakshaver råder over. Ved store endringer i terreng og vegetasjon bør vurderingene utføres på nytt. Det var skog i området under befaringen, og videre vurderinger gjøres både med og uten skog samt en delt vurdering med noe skog.

Det er lagt vekt på historiske skredhendinger i vurderingene. Dersom det kommer frem nye opplysninger om tidligere skredhendelser, bør vurderingene utføres på nytt.

Vurderingen gjelder sikkerhet mot skred i bratt naturlig terreng.

2. Krav til sikkerhet mot skredfare

Plan- og bygningsloven § 28-1 stiller krav om tilstrekkelig sikkerhet mot fare for nybygg og tilbygg:

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. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.

Byggeteknisk forskrift TEK17 § 7-3 definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal (Tabell 1). I veiledningen til TEK17 gis det retningsgivende eksempel på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for skred.

Tabell 2: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Planområdet vurderes opp mot S2 og S1, som markert i tabellen.

Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	Liten	1/100
S2	Middels	1/1000
S3	Stor	1/5000

Sikkerhetsklasse S1 omfatter for eksempel byggverk der det normalt ikke oppholder seg personer og der det er små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er garasje, uthus og båtnaust.

Sikkerhetsklasse S2 omfatter byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer og der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er eksempelvis enebolig, tomannsbolig og eneboliger i kjede/rekkehus/boligblokk/fritidsbolig med maksimum 10 boenheter, parkeringshus og havneanlegg.

På vestre tomt skal det etter planen etableres 4 frittstående hytter, mens på østre tomt skal det etableres 9 hytter. Det legges til grunn normalt personopphold under 25 personer i hyttene. Hyttene vurderes dermed opp mot kravene for sikkerhetsklasse S2, se Tabell 2. Det vil si at årlige nominelle sannsynlighet for skred ikke skal overskride 1/1000. Hyttenes uteområde vurderes opp mot sikkerhetsklasse S1, dvs. at årlig sannsynlighet for skred ikke skal overskride 1/100.

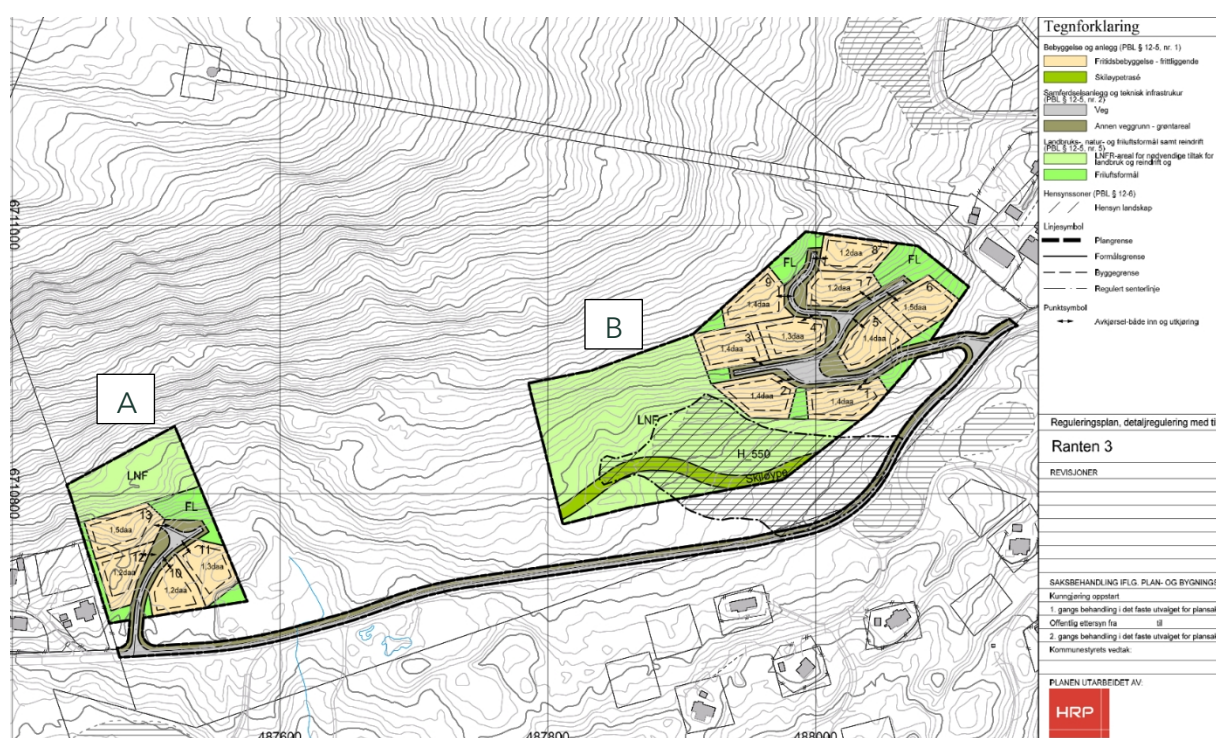
Vurderinger og rapport har blitt utført etter gjeldende retningslinjer og standarder gitt av NVE [11]. I TEK17 er det spesifisert at samlet sannsynlighet for alle skredtyper skal legges til grunn for vurderingen av årlig sannsynlighet. Følgende skredtyper har blitt vurdert:

- Skred i fast fjell
- Skred i løsmasser
- Snøskred, inkludert sørpeskred

Den endelige vurderingen av skredfare er samlet nominell årlig sannsynlighet for skred, som kan sammenliknes direkte med kravene i Tabell 2. Skredfareutredningen er gjennomført med og uten å ta hensyn til skogen.

3. Områdebeskrivelse

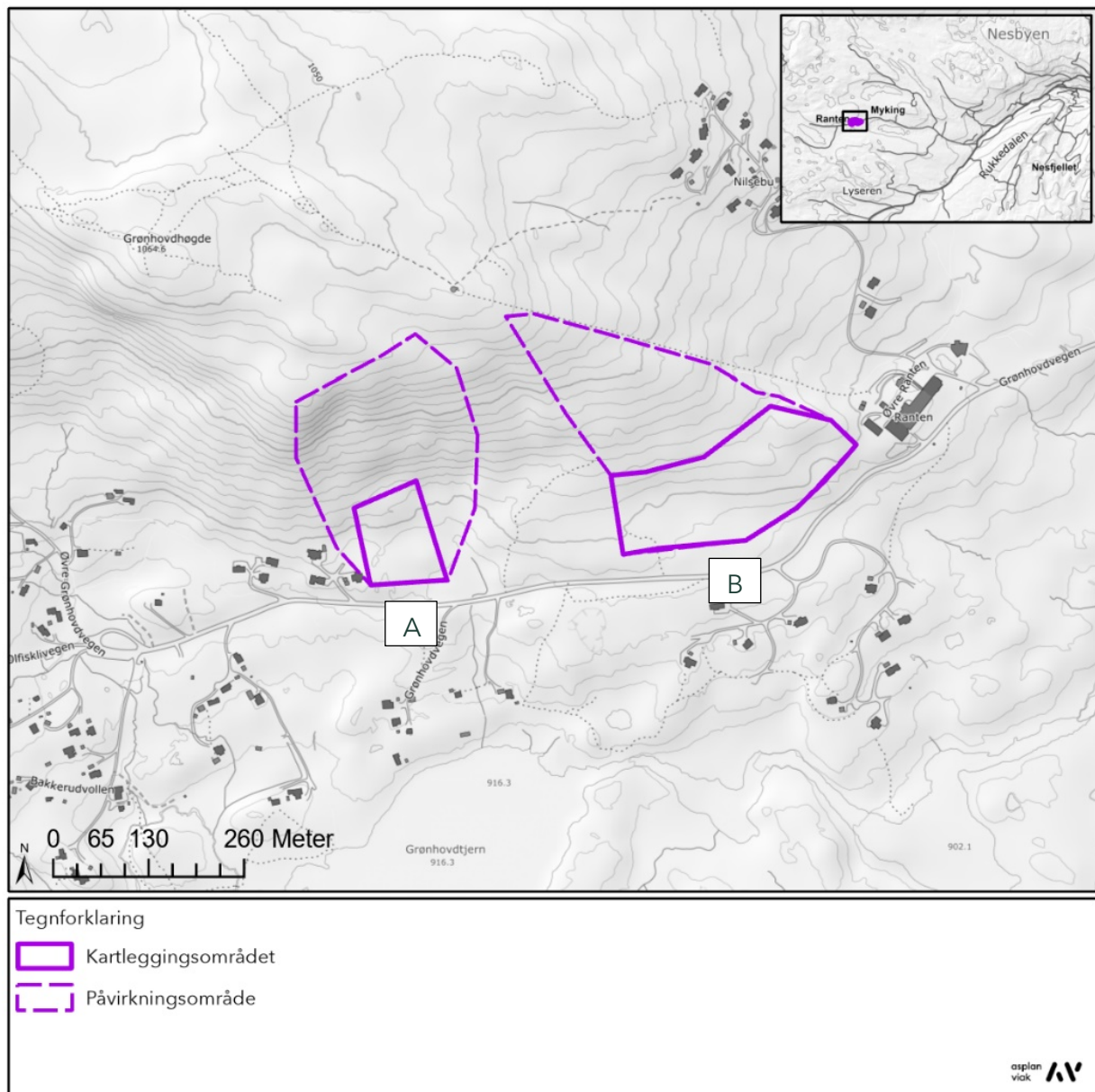
Planområdet omtales heretter som kartleggingsområdet og består av to separate områder ved Ranten, se utsnitt av plankart i Figur 1. Påvirkningsområdet er området som kan generere skred mot kartleggingsområdene. Planområdet mot vest omtales videre som område A, mens planområde mot øst omtales videre som område B. Det er kun vestre kartleggingsområde (område A) som ligger innenfor aktsomhetssone for skred. Østre kartleggingsområde (område B) ligger i et noe slakere terreng.



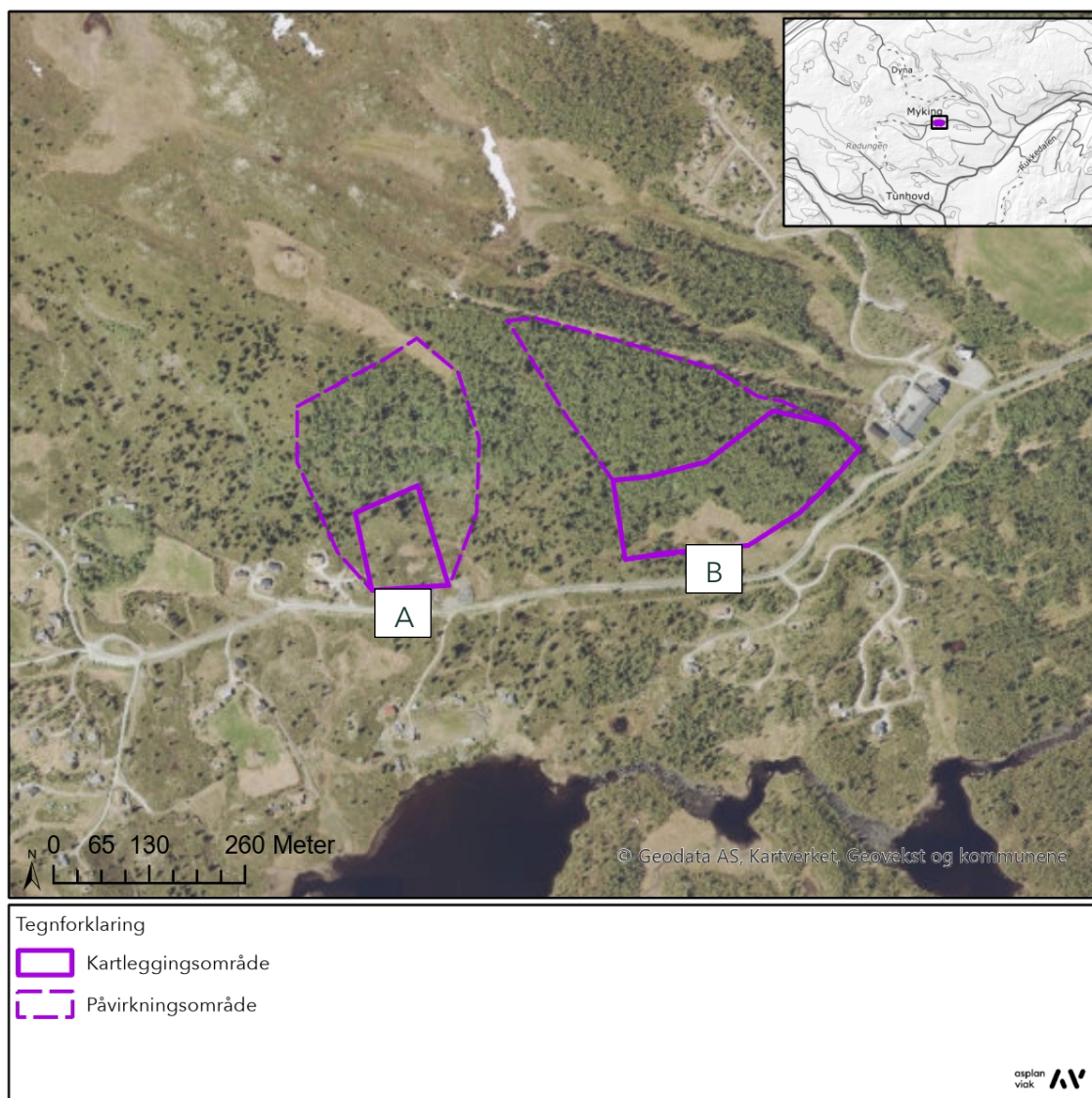
Figur 1: Utsnitt av plankart for området heretter kalt område A (vestre) og område B (østre).

Planområdene ligger ved Ranten, på et høyfjellsplatå som strekker seg opp fra Rukkedalen vest for Nesbyen, se topografisk oversiktskart i Figur 2.

Kartleggingsområdene ligger på omtrent 950 moh. Påvirkningsområdene strekker seg mot nord til Grønhovhøgde på 1065 moh. og toppen utgjør avgrensningen på begge påvirkningsområdet. Nordøst for området ligger Ranten høyfjellshotell og Ranten skitrekk. Påvirkningsområdet er i stor grad dekket av skog, med lavere busker og kratt i nedre del av området mot sør, se flyfoto i Figur 3. Mot nord ved planområde B ligger det en liten myr.



Figur 2: Oversiktskart over planområde A og B ved Ranten, Nesbyen.



Figur 3: Flyfoto over planområde A og B ved Ranten.

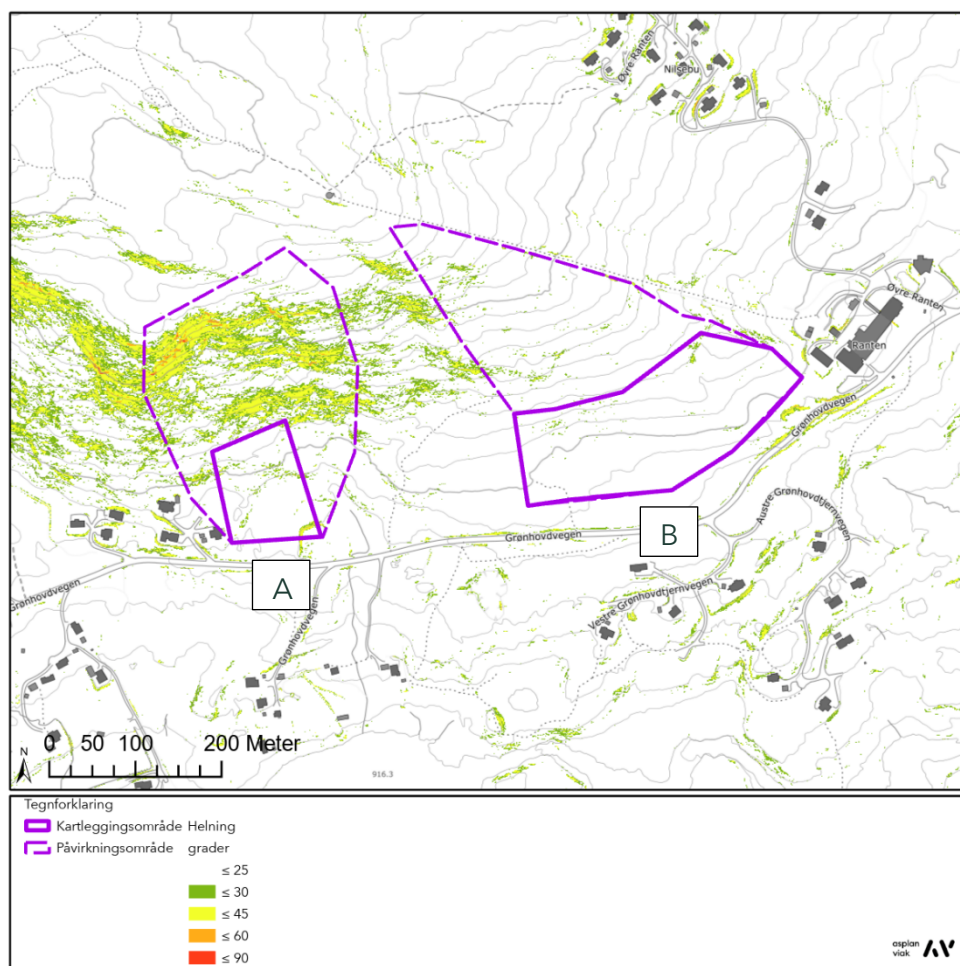
3.1. Befaring

Ingeniørgeologene Ingrid Gulbransen og Gunhild Viljugrein Stølen fra Asplan Viak var på befaring den 03.06.2024. Det var barmark, oppholdsvær og rundt 13°C på befaringsdagen. Før befaringen hadde det vært en lengre periode med varmt og tørt vær. Det var mye vind under befaring som førte til at drone ikke kunne bli benyttet. Kun planområde A mot vest lå innenfor aktsomhetssonen for snøskred. Det var i dette området

det var bratt, og det ble derfor lagt særlig vekt på område A under befaringen. Observasjoner fra befaring er beskrevet i kapittel 3.9.

3.2. Topografi

Kartleggingsområde A mot vest i Figur 4 ligger på et tilnærmet flatt område på 950 moh. Påvirkningsområdet strekker seg oppover mot 1035 moh. ved Grønhovdhøgda. Helningen på påvirkningsområdet varierer, fra $< 25^\circ$ til mellom 30° - 45° og opp mot 60° i enkelte heng. Det er to markerte brattere partier og få markerte søkk. For kartleggingsområde B mot øst i Figur 4 heller terrenget oppover mot nordvest mot den samme høgda, men i hovedsak ligger hele området i en helning $< 25^\circ$.

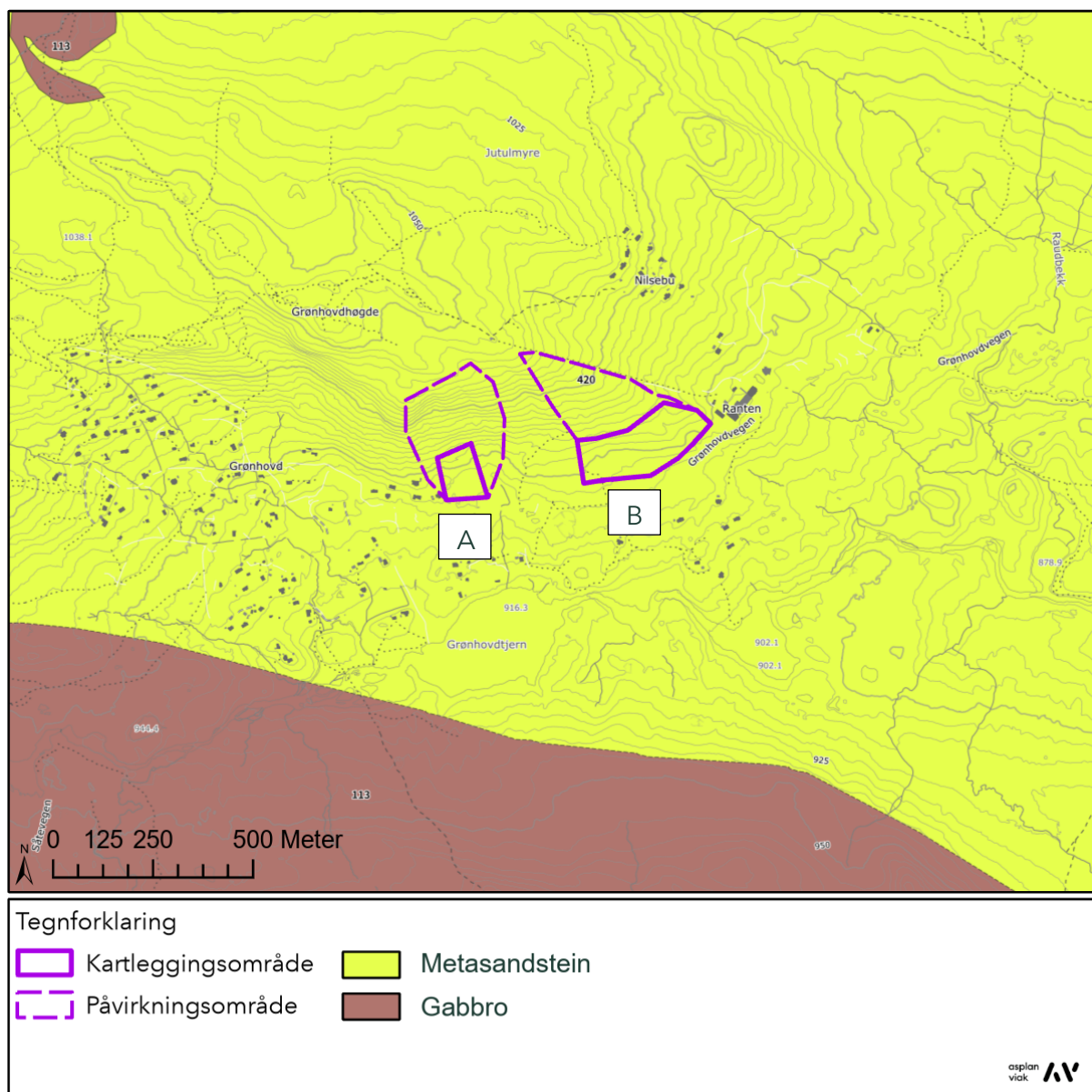


Figur 4: Terrenghelningskart over kartleggings- og påvirkningsområde A og B ved Ranten.

3.3. Geologi

3.3.1. Berggrunn

Ifølge NGUs berggrunnskart (1:50 000) består berggrunnen i området av metasandstein, se Figur 5. Bergarten er beskrevet som metasandstein, stedvis med spredte porfyroblaster av kloritt og biotitt. Nordvest og sør for området viser kartet at berggrunnen består av gabbro. I synlige bergblotninger fremsto bergmassen generelt som massiv.

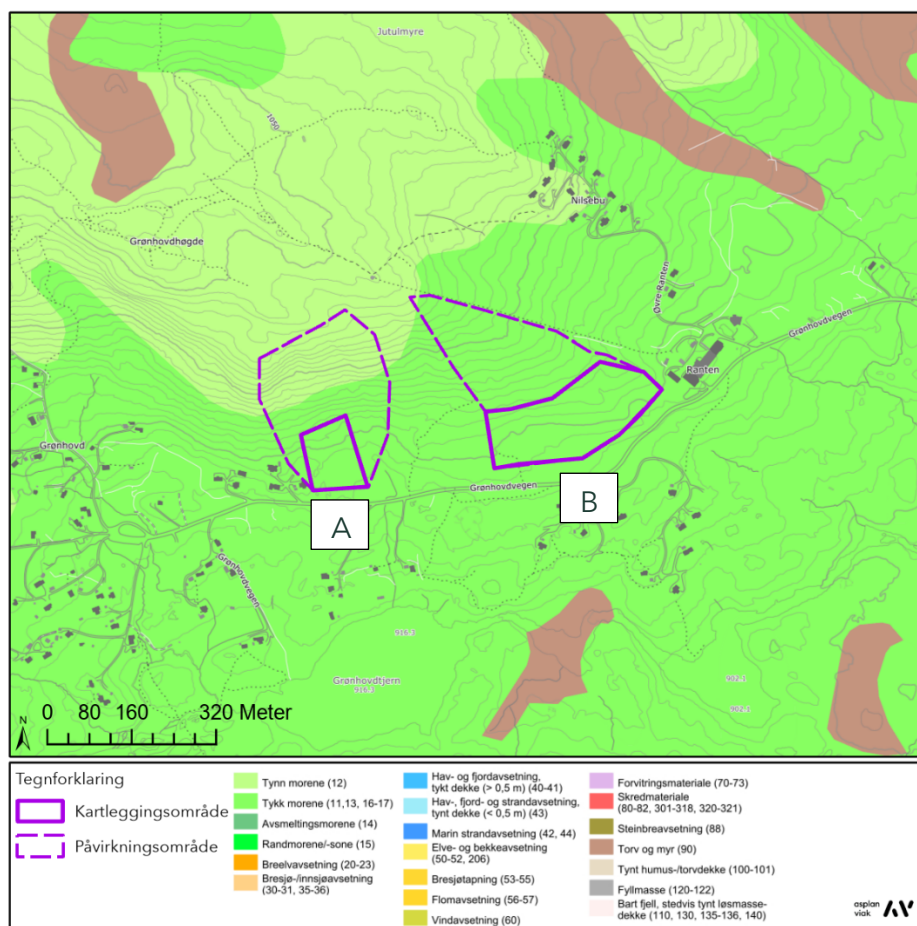


Figur 5: Berggrunnskart (1:50 000) fra NGU [4] over planområde A og B.

3.3.2. Løsmasser

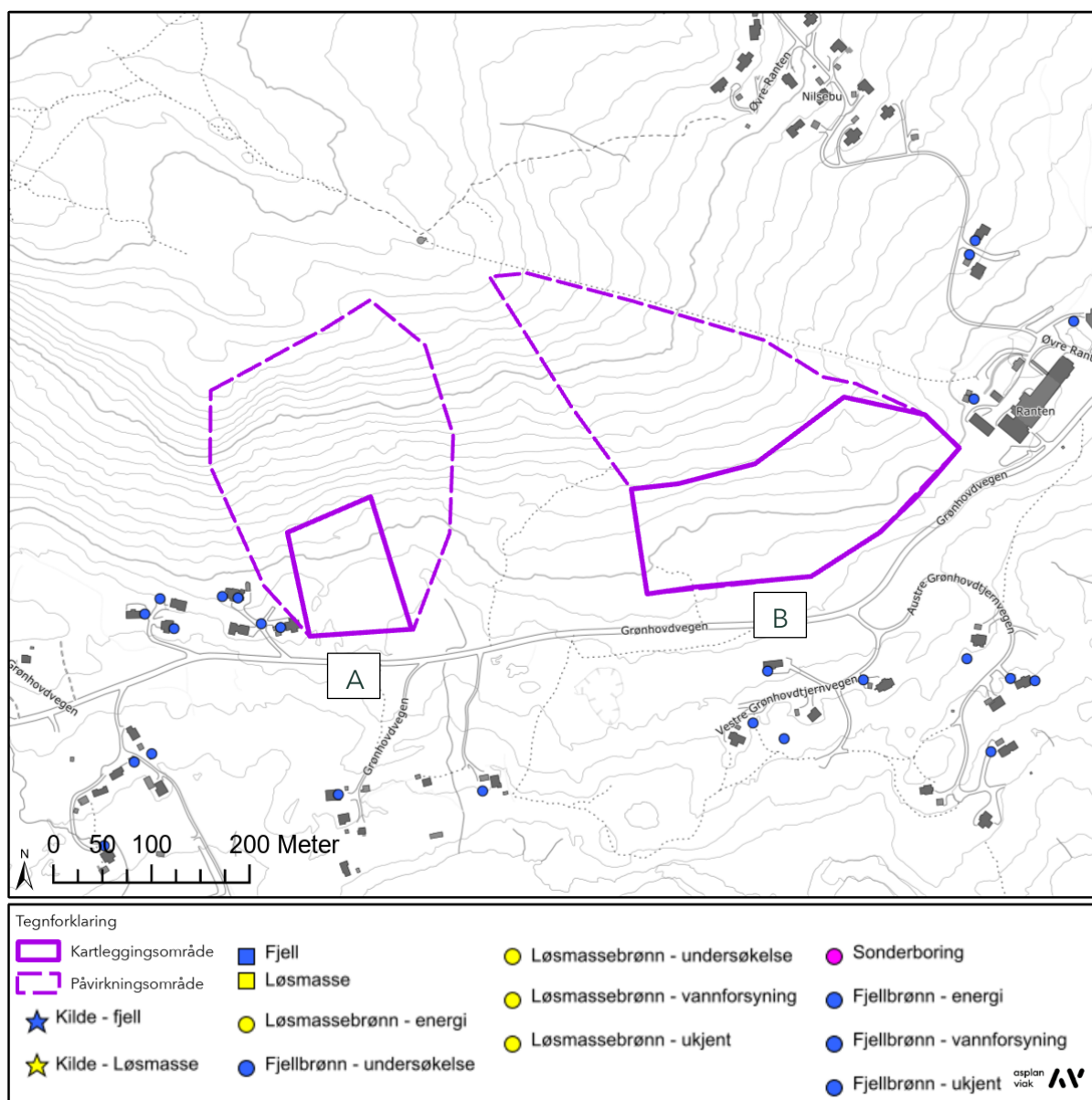
Figur 6 viser løsmassekartet (1:100 000) til NGU [5] for områdene rundt Ranten. Kartet viser at kartleggingsområdene ligger innenfor tykt morenedekke, med et noe tynnere dekke i høyden mot nord. Under befaringen ble det kartlagt morenedekke med varierende mektighet, samt noe myr helt sør i kartleggingsområde B mot øst. Kartleggingsområdene ligger utelukkende over marin grense

Observasjoner av løsmassene fra befaring stemmer relativt godt overens med NGU sitt løsmassekart. Det ble observert usortert morenemateriale, med stedvis grove blokker opp mot 0,1-1 m³. Den generelle løsmassemektigheten er uvisst. I de bratteste skrentene i vest ble det stedvis registrert bart berg, mens i de slakere partiene mot sør var løsmassedekket tykkere. Under befaring ble det også registrert flere partier med blokker og ur uten et klart løsneområde, som ble tolket til å være morenemasser. For det østre planområdet ble det ikke registrert berg i dagen.



Figur 6: Løsmassekartet fra NGU [5] over planområde A og B ved Ranten.

Det ble registrert flere grunnvannsborehull rundt planområdet. I nærmeste eksisterende hyttefelt like vest for kartleggingsområde A var dybden til fjell registrert til mellom 1-4 m. I hyttefeltet ved siden av mot vest ble dybden til fjell målt til omtrent 7 m. Helt mot øst ved planområde B ved Ranten høyfjellshotell ble dybden til fjell målt til 4,5 m og 7 m i borpunktene mot nordøst.



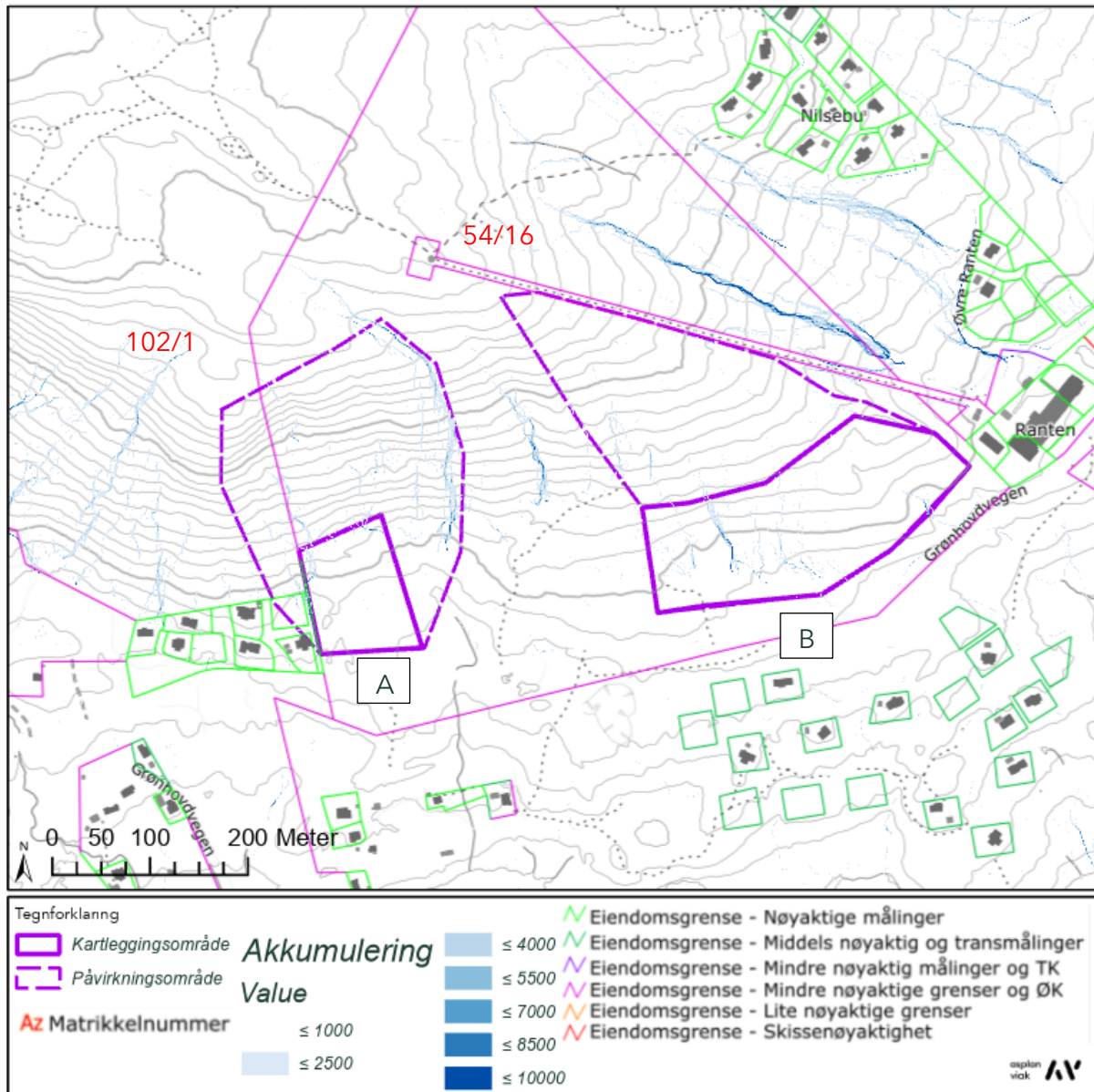
Figur 7: Kart over grunnvannsborehull fra GRANADA [6] i området rundt planområde A og B ved Ranten.

3.4. Drenering og vegetasjon

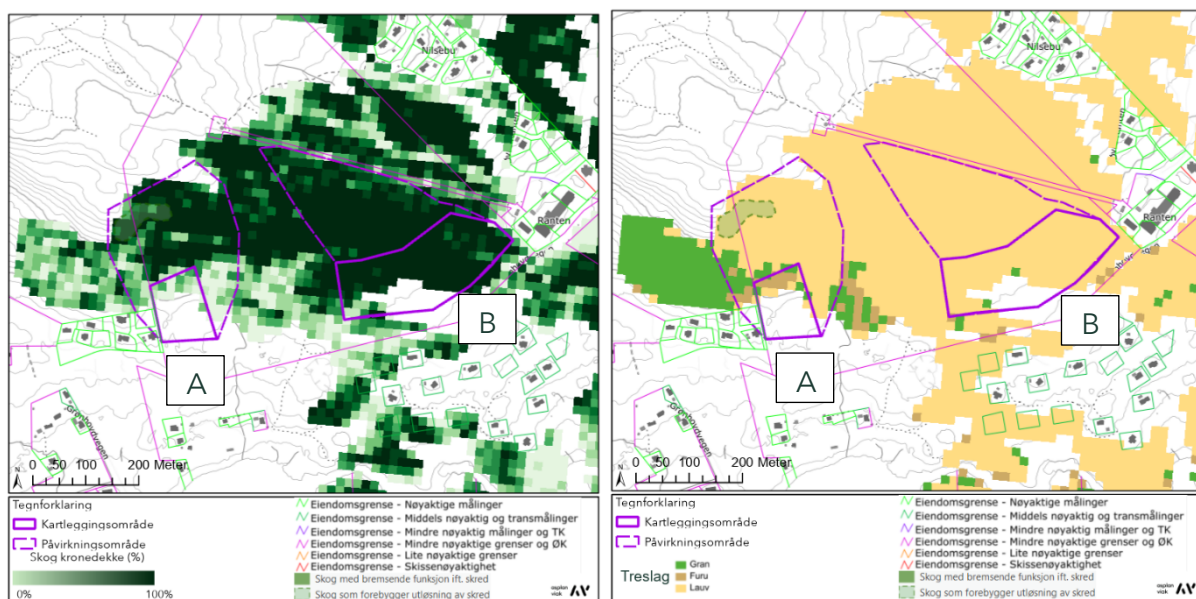
Markfuktighetskartet fra NIBIO [10] viser lite til ingen markfuktighet i området. Generelt var kartlagt område tørt uten tegn til rennende vann under befaring. Det ble kun registrert en mindre bekk i søndre del av kartleggingsområde A. Nedenfor bekken ble det også registrert noe fuktighet og myr. Mot nord i høyere strøk og i hele planområde B fremsto terrenget tørt.

Det har blitt gjort en flomveisanalyse i ArcGIS pro basert på terrengmodellen [1], se Figur 8. Flomveisanalysen viser generelt at det er lite vann som akkumuleres i terrenget, men at noe fuktighet og vann har potensiale for å akkumuleres ned i mindre forsenkninger i terrenget. Dette stemmer godt med observasjoner i felt. Det ble registrert få markerte søkk i terrenget som akkumulerte vann. Fuktighet i terrenget blir kun akkumulert fra nedbør og blir ikke tilført fra overliggende terreng. Terrenget består av grovblokkig morene som antas å kunne drenere vannet god. Permeabiliteten under blokkene er ukjent, men den forventes å være lav. Det ble registrert få søkk i terrenget.

Store deler av begge påvirkningsområdene er dekket med skog, se Figur 9. Spesielt påvirkningsområde B mot øst er dekket av skog, med opp mot 100% kronedekning. Skogen i øvre del av planområde A ligger i et område med en kronedekning på 80-100%. Stammediameteren i brysthøyde vurderes som større enn 12 cm for lauvskogen i dette området. Den vestre delen innenfor eiendom 102/1 har en kronedekning på mellom 80-100% i øvre del, mens noe lavere kronedekning lengre ned mot sør (20-60%). Påvirkningsområdet innenfor eiendom 54/16 har en kronedekning på mellom 80-100% utenom helt mot nord- og sørøst. Kartleggingsområde A har ifølge kartet 0-10% kronedekning. I stor grad er kartleggingsområde B dekket med skog med opp mot 100% kronedekning utenom helt mot sør der det er 0% kronedekning ved myra. NIBIOs kart over tretyper viser at trærne i hovedsak består av lauvskog, mens det er noe gran og furu i søndre del av påvirkningsområde A. Skogområdet med bremsende effekt ligger i sin helhet i lauvskog-område.



Figur 8: Flomveisanalyse utført i ArcGis Pro for området rundt Ranten med eiendomsgrenser.



Figur 9: Venstre: Kronedekning. Høyre: treslag. Begge figurene er hentet fra NIBIO sitt kart over tretyper [10] og er inntegnet med eiendomsgrenser og skog som er tolket å ha bremsende effekt.

3.5. Klima

Nedbørsdata er hentet fra NVE sitt «Grid times series» API [8]. Datasettet er SeNorge2 som er basert på observerte og interpolerte data fra 1990 fram til 2020 [12]. Vindroser er basert på data fra januar 2013 til desember 2023. Interpolerte data er justert for høyde.

Klimadata er henta fra Grønhovdhøgde, som er en topp i bakkant av påvirkningsområdet mot nord. Toppen ligger på 1065 moh. men modelleringshøyde er på 1050 moh. som avviker noe fra faktisk terrenghøyde. På høyder blir vinden mindre påvirket av dalstrøk. Koordinatene er vist i UTM 33.

Tabell 3: Koordinater for punkt(er) som klimadata er basert på.

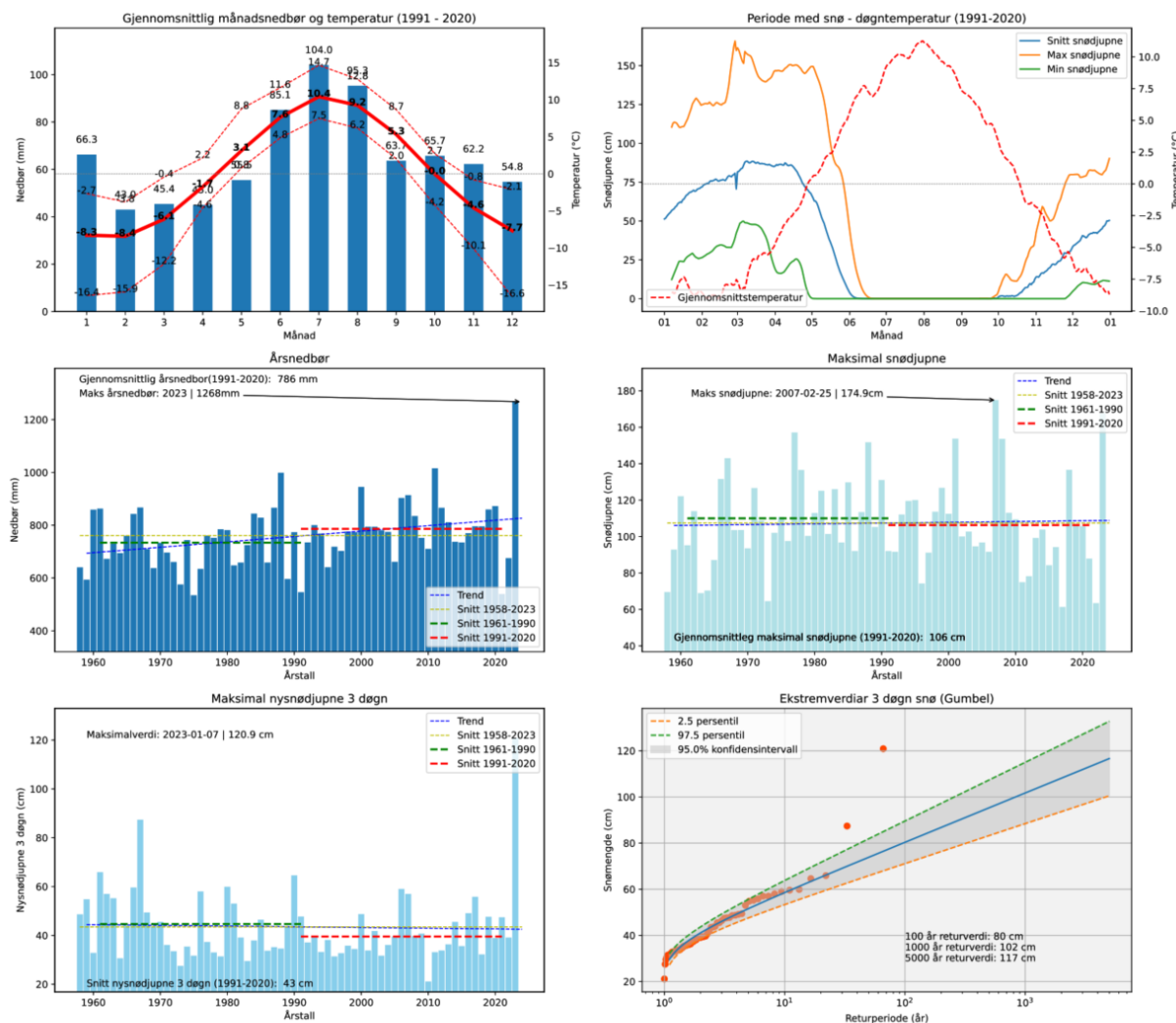
Lokalitet	Koordinater UTM 33	
	N	Ø
Grønhovdhøgde (1065 moh.)	6727322	158246

3.5.1. Normaler

Området rundt Ranten har et innlandsklima med endringer i temperaturer gjennom året. Gjennomsnittstemperaturen varierer fra -8,4°C i februar, til 10,4°C i juli (ref. Figur 10). I gjennomsnitt er det plussgrader fra starten av mai til midten av oktober. Det er mest

nedbør i juli og august, og minst i februar-mai. Gjennomsnittlig årsnedbør for området er 786 mm, med en svakt økende trend. Gjennomsnittlig maksimal snødybde ved Grønhovdhøgde er 106 cm (ca. 1050 moh.), med en forholdsvis stabil trend.

Klimaoversikt for Grønhovdhøgde (1050 moh.)



UTM33 158246N 6727322E

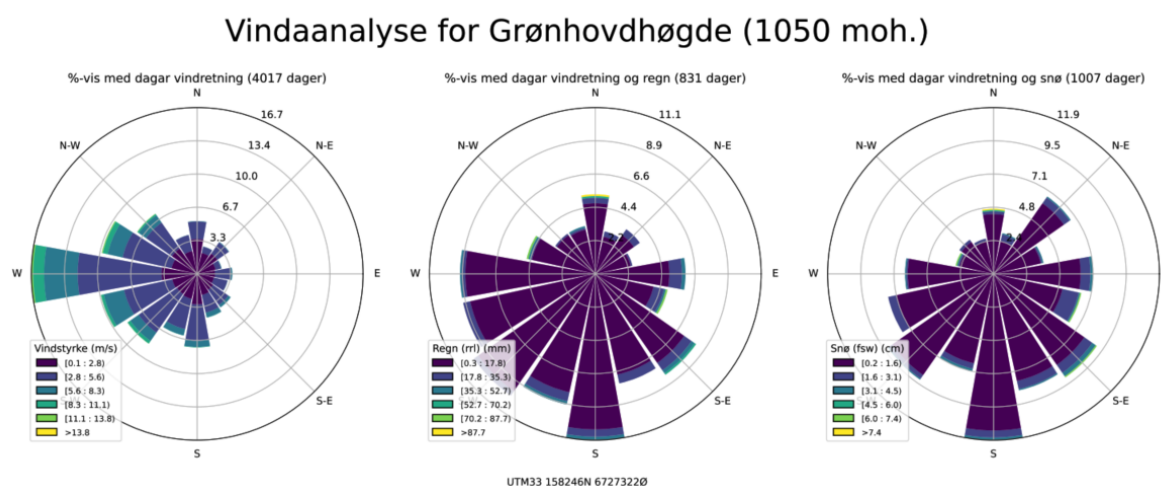
Figur 10: Sammenstilling av klimadata.

3.5.2. Vind

Vindroser er vist i Figur 11. Det kommer både mest og sterkest vind fra vest. Med nedbør kommer den dominerende vindretning fra mellom sør og vest, mens den mest intense vinden med nedbør kommer fra nord. Ved nedbør som snø er dominerende vedvarende

vindretning fra sør. Store snønedfall kommer typisk i dette området med nedbørførende lavtrykk fra sørøst.

Det presiseres at det er en usikkerhet i presentert vinddata ved at historiske værstasjoner ofte ikke er plassert med hensyn til vindretning for vurdering av dominerende vindretning ved snø. Det er i tillegg få stasjoner med både vinddata og nedbør i samme måletidsrom og oppløsning til analyse. Videre er det korte måleserier på enkelte vindstasjoner.



Figur 11: Vindroser. Venstre: vindretning. Midtre: vindretning ved nedbør. Høyre: Vindretning ved nedbør som snø.

3.5.3. Ekstremverdier

Ekstremverdier for 3 døgn med snø er beregnet til følgende verdier for ulike returperioder, se Figur 10:

- Returperiode 100 år: 80 cm
- Returperiode 1000 år: 102 cm
- Returperiode 5000 år: 117 cm.

3.5.4. Framtidig klima

Klimaprofilen for Buskerud viser at klimaendringene vil føre til vesentlige flere episoder med kraftig nedbør i intensitet og hyppighet [9]. Det er forventet økt flomvannføring og økt jord- flom- og sørpeskredfare som følger av den økte nedbørsmengden. Regn vil oftere falle på snødekket underlag, noe som kan øke faren for våte snøskred i skredutsatte områder og minke faren for tørre snøskred i lavereliggende områder. I høyereliggende fjellområder slik som Ranten kan det fram mot midten av hundreåret bli økende

snømengder, men at temperaturen gradvis vil øke slik at det forventes mindre snømengder i disse områdene. I lavere strøk forventes en vesentlig reduksjon i snømengde og antall dager med snø. Hyppigere episoder med kraftig nedbør vil kunne øke frekvensen av steinsprang og steinskredhendelser, men vil trolig ha mest innvirkning på mindre steinspranghendelser.

SANNSYNLIG ØKNING	
 Ekstrem nedbør	Det forventes at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og hyppighet. Dette vil også føre til mer overvann
 Regnflom	Det forventes flere og større regnflommer, og i mindre bekker og elver må man forvente en økning i flomvannføringen
 Jord-, flom- og sørpeskred	Økt fare som følge av økte nedbørmengder
 Stormflo	Som følge av havnivåstigning forventes stormflonivået å øke
MULIG SANNSYNLIG ØKNING	
 Tørke	Det forventes små endringer i sommernedbør, og høyere temperaturer og økt fordampning, gir derfor økt fare for tørke om sommeren
 Isgang	Kortere isleggingssesong, hyppigere vinterisganger samt isganger høyere opp i vassdragene enn i dag
 Snøskred	Med varmere og våtere klima vil det oftere regne på snødekt underlag. Dette kan redusere faren for tørrsnøskred og øke faren for våtsnøskred i skredutsatte områder
 Kvikkleireskred	Økt erosjon som følge av kraftig nedbør, og økt flom i elver og bekker, kan utløse flere kvikkleireskred
SANNSYNLIG UENDRET ELLER MINDRE	
 Snøsmelteflom	Snøsmelteflommene vil komme stadig tidligere på året og bli mindre mot slutten av århundret
USIKKERT	
 Sterk vind	Trolig liten endring
 Steinsprang og steinskred	Hyppigere episoder med kraftig nedbør vil kunne øke hyppigheten av disse skredtypene, men hovedsaklig for mindre steinspranghendelser
 Fjellskred	Det er ikke forventet at klimaendringene vil gi vesentlig økt fare for fjellskred

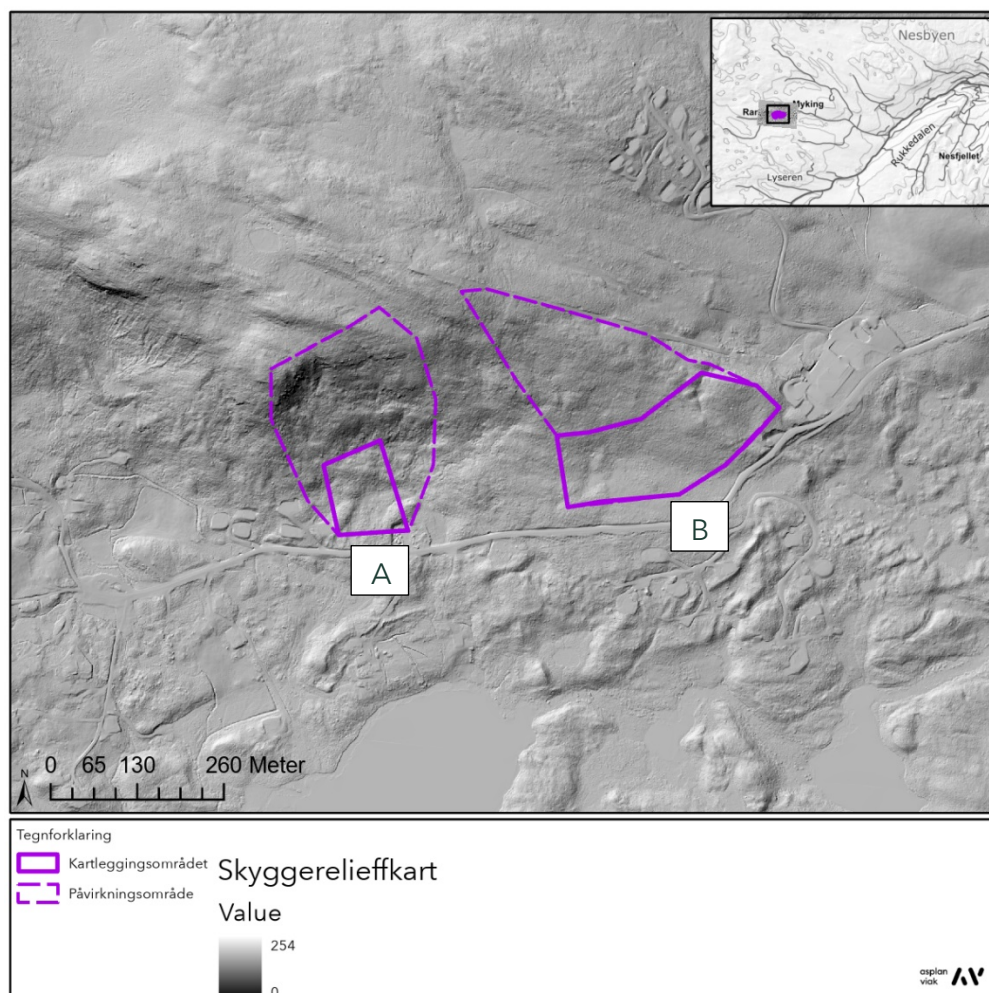
Figur 12: Sammendrag av forventede endringer for Buskerud fra perioden 1971-2000 til 2071-2100 i klima, hydrologiske forhold og naturfare som kan ha betydning for samfunnssikkerheten.

3.6. Tidligere skredhendelser

Det er ikke registrert tidligere skredhendelser innenfor kartleggingsområdene eller i området rundt i nasjonal skredatabase [2] eller Statens vegvesen vegkart [3]. Asplan Viak kjenner heller ikke til tidligere skredhendelser i området.

Historiske flyfoto går tilbake til 1962. Det er ikke observert tegn til at det har gått skred på disse fotoene. Skyggerelieffkart, vist i Figur 13, viser enkelte blokker og mindre

forsenkninger. Blokkene er trolig morenemateriale, men enkelte av blokkene kan også ha rast ut fra det bratte området mot nordvest. Det er ikke observert skredvifter og andre avsetninger fra skred nedenfor de brattere områdene. Det er få tegn til bergblotninger og større blokker i østre påvirkningsområde.

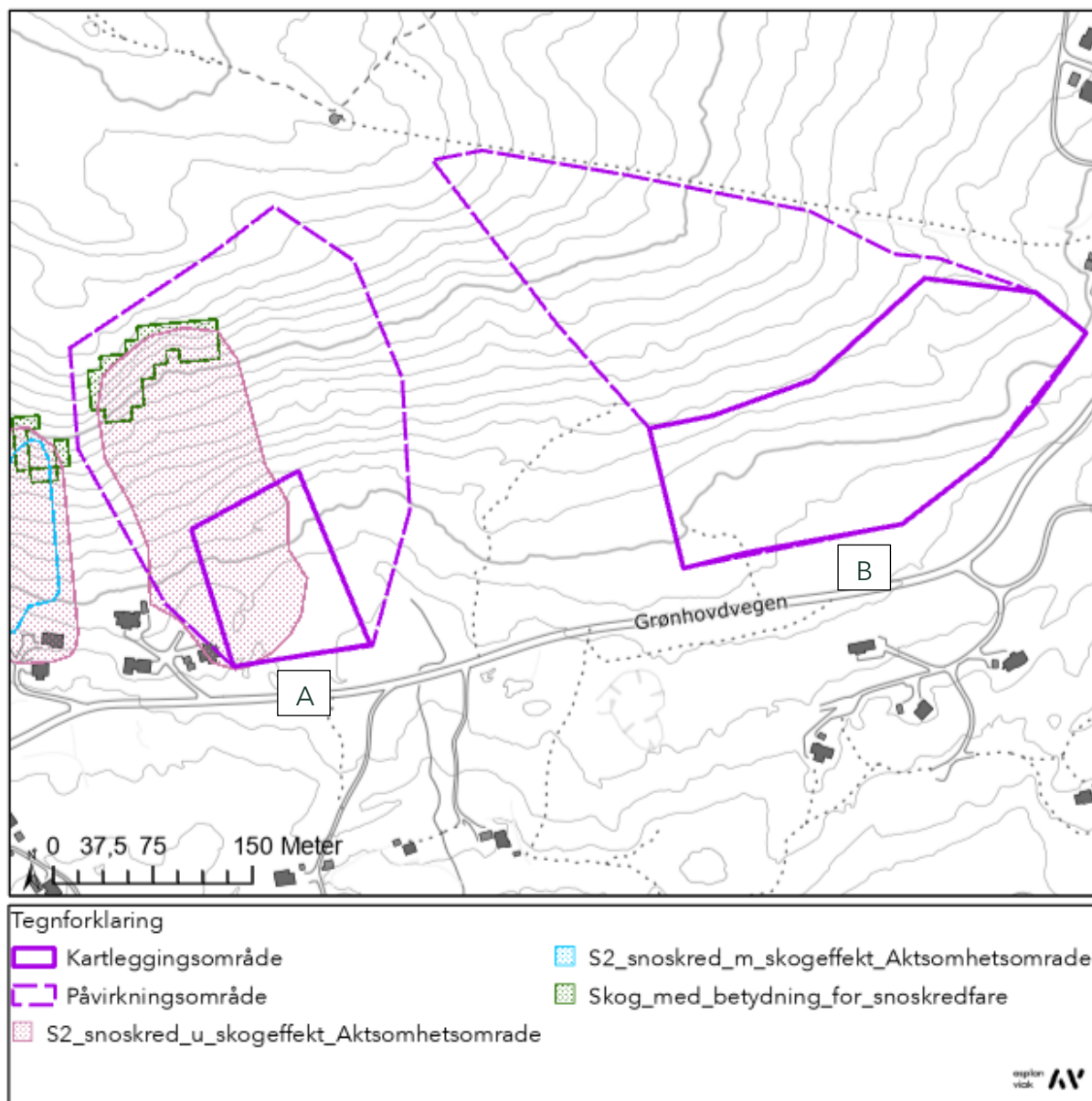


Figur 13: Skyggerelieffkart ved Ranten for planområde A og B.

3.7. Aktsomhetskart

Deler av kartleggings- og påvirkningsområdet A mot vest ligger innenfor NVE sitt aktsomhetskart for snøskred (NAKSIN for S2 tiltak uten skog), se Figur 14. Med skogeffekten ligger området ikke innenfor aktsomhetskart for snøskred (NAKSIN for S2 tiltak med skog), så lenge skogen i området beholdes. Område B mot øst ligger ikke innenfor aktsomhetsområdene for snøskred. Ingen av kartleggingsområdene ligger

innenfor aktsomhetsområdene for steinsprang, steinskred, jord- og flomskred eller sørpeskred.



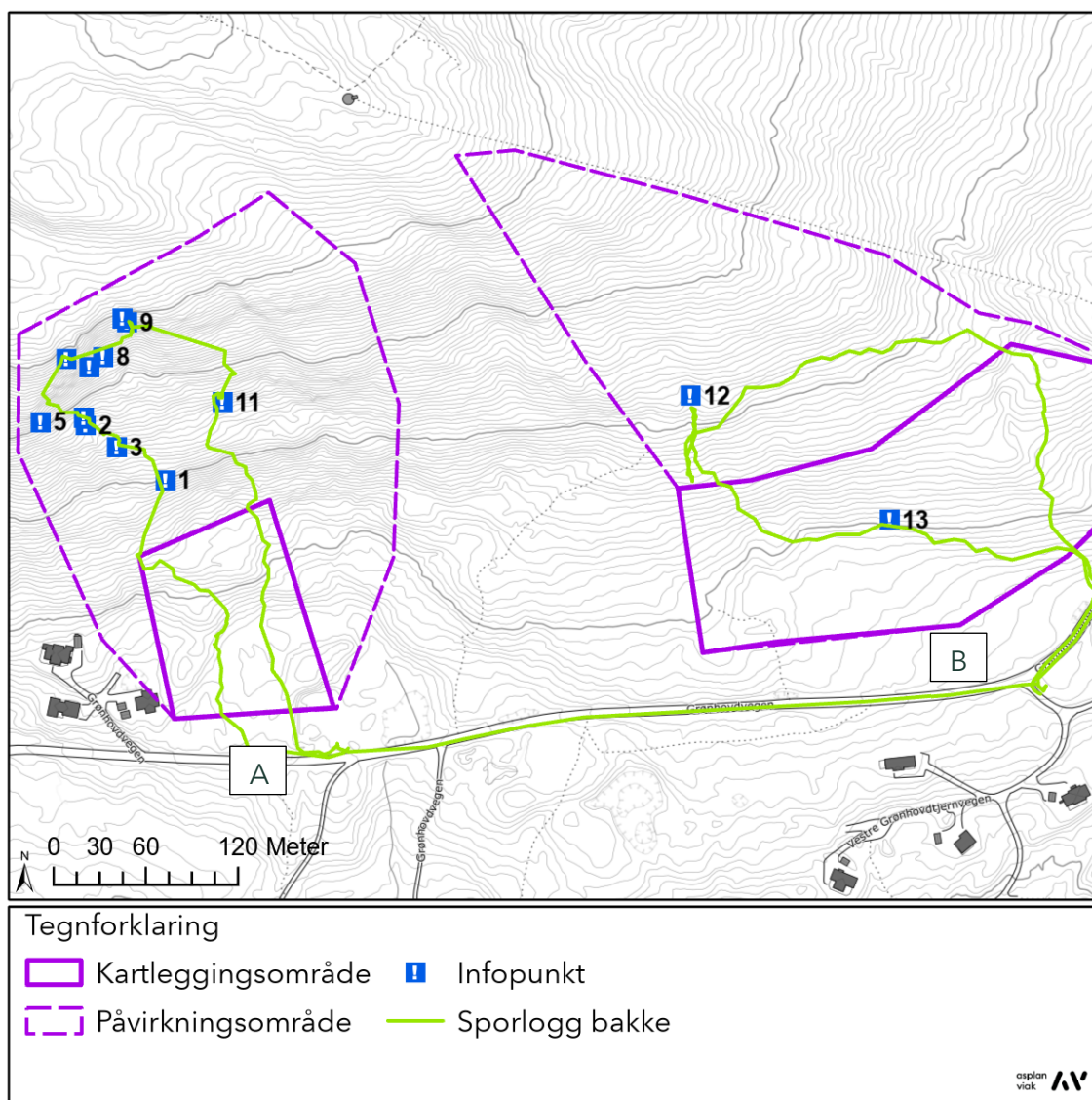
Figur 14: Utsnitt av NVEs aktsomhetskart for snøskred (S2), NAKSIN med og uten skogeffekt for område A og B.

3.8. Tidligere kartlegginger

Det er ingen registrerte skredfarekartlegginger i NVE Atlas. Asplan Viak er ikke kjent med at det tidligere er utført skredfarevurderinger i området.

3.9. Observasjoner i felt

Figur 15 viser GPS-spor fra befaringen til fots, samt infopunkter. Infopunktene er nærmere beskrevet i Tabell 4. Det ble ikke gjennomført droneflygning, da det var for mye vind i området på befaringsstidspunktet.



Figur 15: GPS-sporlogg fra befaring av område A og B.

Tabell 4: Beskrivelse av observasjoner gjort under befaringen ved kartleggingsområdet, med tilvisning til GPS-punkt vist på kartet i Figur 15.

GPS-punkt	Beskrivelse	Foto
1	Registrering av flere knekte trær, trolig på grunn av vekt fra snø/is. Det var ikke åpninger i skogen nedover skråningen som tyder på at snøskred er årsaken. Snøvekt tolkes å være årsaken til knekte og bøyd trær. De tynnere løvtrærne i området fremsto generelt som noe «råtne».	
2	Gammelt bekkeløp, tilsynelatende uten finmateriell, men med moreneblokker.	
3	Velte og knekte trær på oversiden av ur. Området med ur er omtrent 10-15 m lang og 3-5 m bredt.	

4	Velte og knekte trær ovenfor denne lokasjonen. Enkelte av trærne hadde rotveltet, mens andre var knekt omtrent 1 m opp på stammen. Det var ingen forsenkninger, større åpninger i skogen eller antydning til vann i området.	
5	Tilsynelatende stabil skrent/blotning uten tegn til nyere nedfall. Ingen registrerte blokker nedenfor.	
6	Knekte trær i omtrent samme høyde. Det er ikke langt opp til overliggende flatt parti. Kun de tynnere trærne som har knekt. Kan skyldes snøvekt.	

7	Skrent med tilsynelatende avløste blokker og nedfall på nedsiden. Bremses trolig raskt opp.	
8	Flere blokker i slakere del av skråning. Forventer ikke remobilisering av blokkene. Trolig moreneblokker. Ikke mulig å se et evt. løsneområde.	

		
9	Blokker på nedsiden av skrent med tilsynelatende blankskurt berg. Ser ikke løst ut på oversiden og vanskelig å si hvor det kommer fra.	 

10	Foliasjon på bergmassen innover skråningen mot nord.	
11	Ur, men trolig ikke bratt nok på oversiden til at det har rast fra noe sted. Antar moreneblokker.	
12	Søkk uten tegn til skredavsetninger, erosjon eller massetransport. Tørt. En stor stein. Ikke bratt på oversiden.	

13	Liten bekk.	
----	-------------	--

3.10. Eksisterende sikringstiltak

Det er ingen registrerte sikringstiltak i NVE Atlas [2]. Det er ikke observert sikringstiltak ved befaring, eller på kartgrunnlag og skyggerelieffkart.

4. Modellering

4.1. Modellering av snøskred

Som supplerer til vurdering av retning og utbredelse til snøskredmasser, er det utført modellering i Ramms Avalanche [13]. Det er modulen for snøskred i versjon 1.7.20 som er anvendt. Resultater fra skredmodellering blir brukt til å etterprøve og underbygge vurdering av forventet skredutløp basert på andre kilder som skredhistorikk, feltobservasjoner og skjønn.

Det finnes ikke nasjonale retningslinjer for modellering av snøskred i Ramms. De benyttede innstillingene er derfor i stor grad basert på skjønn, i tillegg til anbefalinger i NVEs veileder [14], NIFS-rapport [15] og manualen til RAMMS Avalanche. Det er modellert til sammen 4 løснеområder i fjellsiden. Størrelsen på det største og midterste løснеområdet vurderes å representere et 1000-scenarior (løснеområde 1 og 4), mens de to mindre representerer 100-scenarior (løснеområde 2 og 3). Inngangsparametere til modellen er beskrevet i delkapittelet under, og parameterdetaljer for løснеområdet er oppsummert i Tabell 5.

4.1.1. Inngangsparametere

- Det er benyttet automatisk beregning av friksjonsparametere (μ og ξ) og for «tiny avalanche». Det er benyttet 300 års gjentakintervall for snøskred 1/1000 og 100 års gjentakintervall for snøskred 1/100. Høydenivåene er justert etter anbefalte justeringer til norske forhold [15]. Den lokale skoggrensen er ca. 1000 moh. Det gir høydenivå tilsvarende 1250 moh. for øverste og 750 moh. for nederste grense, basert på et intervall på 500 m mellom høydenivåene.
- Det er benyttet terrengoppløsning på 5 m.
- Det er ikke lagt til skog som ekstra friksjon ved modellkjøringen.
- Bruddkanten er justert etter følgende faktorer:
 - Nysnøverdier:
 - 100-årsskred: 80 cm (ekstremverdi for 3-døgn nysnø).
 - 1000-årsskred: 102 cm (ekstremverdi for 3-døgn nysnø).
 - Dominerende vindretning ved snø er fra sør og kommer inn mot skråningen. Det forventes lite til ingen pålagring av snø som følge av

vindtransport. Løsneområdet ligger langs en rygg og det er ikke lagt på ekstra høyde.

- Bruddkanthøyden er justert etter helning. Jo brattere terreng, desto mindre snø pålagres. Løsneområdene ligger i en helning på omtrent 38° mot øst og 40° mot vest. Basert på Sveits, ved Salm et al (1990) [16] og beregningsverktøyet *Løsneflak* utarbeidet av Jan Helge Aalbu er bruddkanthøyden for ekstremverdi 3-døgns nysnø justert etter dette.
- Bruddkanthøyden er justert for høyde over havet, med -5 cm over 100 høydemeter fra klimapunktet iht. veilederen fra NVE [11]. Klimadataene er fra 1050 moh., mens løsneområdet ligger på omtrent 1000 moh.
- Størrelsen på løsneområdet er tegnet i forhold til terrenghelning og terrengform. Meddrivingningseffekten for snøskred er tatt høyde for med at løsenområdet er økt noe nedover i skredbanen.

Tabell 5: Oppsummering av inngangsparametere for løsneområdet til modellering av snøskred.

Løsne- område	Scen- ario	Opp- løsning DTM (m)	Terre- nghel- ning	Friksjons- parametere	Proj. Areal (m ²)	Løsne- volum (m ³)	Bruddkant- høyde (m)
1	1000 års skred	5	39°	Størrelse/returintervall: Tiny, 300 Høydeintervall: 1250/750	2800	3480	0,65 m
2	100 års skred	5	38°	Størrelse/returintervall: Tiny, 100 Høydeintervall: 1250/750	1200	1490	0,55 m
3	100 års skred	5	40°	Størrelse/returintervall: Tiny, 300 Høydeintervall: 1250/750	1400	1740	0,50 m
4	1000 års skred	5	40°	Størrelse/returintervall: Tiny, 100 Høydeintervall: 1250/750	1680	2090	0,65 m

4.2. Modellering av sørpeskred

Som et supplement til vurdering av utbredelse av sørpeskred er det utført modellering. Det finnes ingen dynamiske eller statiske modeller som er utviklet spesifikt for å beregne bevegelse og utbredelse av sørpeskred, men dynamiske modeller for flomskred kan gi brukbare resultater for sørpeskred [14]. Indikasjoner og anbefalinger for bruk av RAMMS:: Debris Flow for beregning av sørpeskredutløp er gitt i NVE Ekstern rapport nr. 9/2021 [16].

4.2.1. Inngangsparametere

Valg av inngangsparametere er gjort i henhold til anbefalinger i NVEs eksterne rapport for beregning av sørpeskredhendelser i RAMMS Debris [16], for scenario 1/1000.

Løsneområdet nordvest i påvirkningsområde A ligger langs myren i et terreng som er slakere enn 10°, med nedenforliggende terreng mellom 10 - 45°. I modelleringen er det iht. anbefalinger i NVEs eksterne rapport brukt «beregningstekniske løsneområder», der løsneområder som antas å løsne i terreng slakere enn 10°, plasseres i terreng brattere enn 10°, men i den samme skredbanen. Bestemmelse av løsneområdet er basert på områdets nedbørsfelt og antatt tilgjengelig vann i snømassene. Et FoU-studie på identifisering av løsneområdet for sørpeskred [17] viser at det er indikasjoner på at kun en liten del av snødekket fra myrområdet faktisk mobiliseres, men at massene som fører til selve skredet i stor grad blir revet med i massebevegelsen nedover i brattere terreng nedstrøms myrområdet. Medrivningspolygon er inkludert i modelleringen, og det er benyttet en bruddkanthøyde på 1 m. Resultater er presentert med maksimal hastighet (m/s) i vedlegg C og kapittel 5.5.3. Det er også valgt et løsneområde ved den mindre forsenkningen ved registrert gammelt flomløp vest i påvirkningsområdet. Løsneområdet er valgt langs med bekkeløpet.

Tabell 6: Inngangsparametere modellering sørpeskred.

	Sørpeskred
Oppløsning (DTM)	5
Friksjonsparametere	$\xi = 4000 \text{ m/s}^2$ $\mu = 0,05$
Utløsningsområde	Ca. 420 m ² (myr) og ca. 20 m ² (bekk)
Høyde blokk (m)	1
Erosjon tetthet (kg/m ³)	1000
Erosjonsrate (m/s)	0,05 (løst lagret løsmasse)

Potens. Erosjonsdybde (m/kPa)	0,2 (depp)
Critical shear stress (kPa)	0,5 (low)
Maks erosjonsdybde (m)	1

Tabell 7: Egenskaper løsneområder sørpeskred.

Løsne- område	Skredtype	Gj.snitt terreng- helning (°)	Gj.snitt høyde (moh.)	Projisert løsneareal (m ²)	Faktisk (3D) løsne- areal (m ²)	Løsne- volum (m ³)	Løsne- dybde (m)
1 (myr)	Sørpeskred	16°	1023	416	434	434	1
2 (bekk)	Sørpeskred	28 °	987	20	23	23	1

5. Utredning av skredfare

Vurdering av skredfare er basert på befaring, NVE sine aktsomhetskart, studering av kart og ortofoto, klimatiske data og modellering.

5.1. Steinsprang

Steinsprang kan løsne i terreng brattere enn 45°, så fremt skråningen har områder med bart fjell eller usammenhengende løsmassedekke. Steinsprang kan forekomme hele året, det er likevel størst hyppighet om våren og høsten som følger av fryse- og tinesykluser eller kraftig nedbør som fører til økt vanntrykk i sprekker i berget.

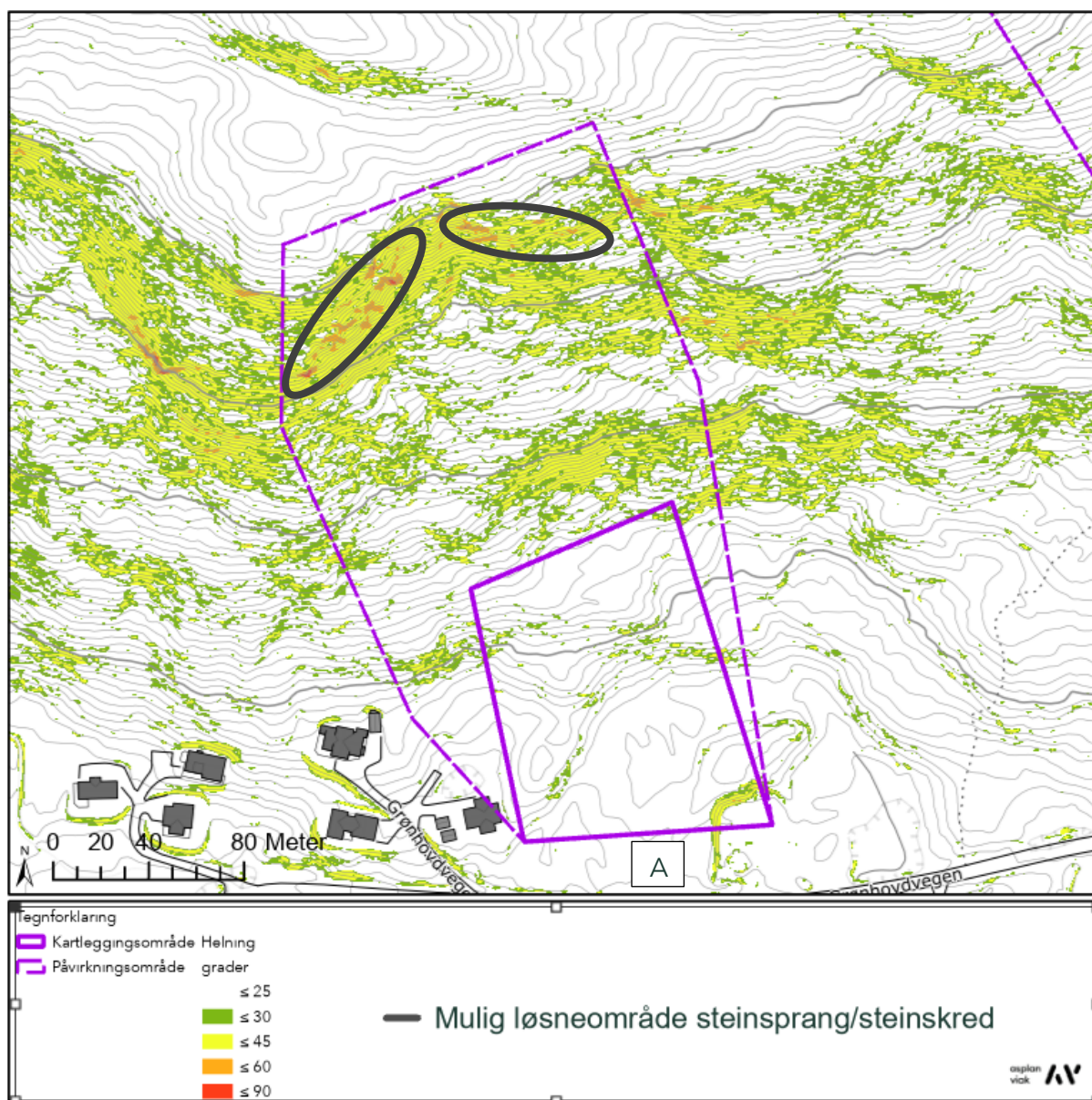
5.1.1. Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Kartleggingsområdene ligger ikke innenfor NVE sitt aktsomhetskart for steinsprang. Det er enkelte få områder i vestre påvirkningsområdet som er brattere enn 45°, med bart berg. Steinsprang er derfor en aktuell prosess i påvirkningsområdet og må utredes videre. For påvirkningsområde B mot øst er det ingen områder brattere enn 45° og steinsprang er ikke aktuelt i dette område.

Vurderingsgrunnlag	Prosjektspesifikke forhold	Er steinsprang en aktuell prosess i området?
Terreng	Terreng stedvis brattere enn 45°	Ja
Løsmassedekke	Bart fjell i området med terreng brattere enn 45°	Ja, stedvis

5.1.2. Vurdering av løsneområde og løsnesannsynlighet

Det er to skrentområder i påvirkningsområde A mot vest som er potensielt løsneområde for steinsprang, se Figur 16 og registreringskart i Vedlegg B. Områdene består av mindre partier med helning > 45°, der to mindre områder har en helning mellom 60-90°. Begge skrentområdene ligger i øvre del av påvirkningsområdet mot nord.



Figur 16: Løsneområder steinsprang.

I nordvestre område er det to områder som har en helning mellom 60-90°. Sørvest i området ble det registrert en skrent/bergblotning uten tegn til nyere nedfall, se foto ved GPS punkt 5. Bergmassen fremsto massiv og med gunstig oppsprekking med hensyn til stabilitet av blokker. På oversiden av blotningen vokste det kratt og mindre trær som over tid kan føre til rotsprengning eller rotvelte. På nedsiden av skrenten vokste det spredte trær og området var dekket av løsmasser/morenemasser. Det ble ikke observert

steinsprangblokker nedenfor skrenten. Løsnessannsynligheten for dette området vurderes som lavere enn 1/1000.

Nordøst i planområde A var det en mindre skrent med tilsynelatende avløste blokker. Det lå nedfall på undersiden og blokkene hadde en størrelse på 0,5–2 m³, se foto ved GPS punkt 7. Blokkene var avlange, ca. 1m x 0,5m. Terrenget der blokkene lå, er for slakt til evt. remobilisering av blokkene. Det er en avstand på omtrent 110 m mellom nedfallet og kartleggingsområdet. Siktevinkel ned til kartleggingsområdet er omtrent 25°. Registrert nedfall så ut til å være av noe eldre karakter. Frostsprengning vurderes som en mulig årsak til eventuelle steinsprang. I tillegg er skrenten delvis vegetert og rotsprengning/rotvelting er også en mulig utløsende årsak. Løsnessannsynligheten for at steinsprang når ned til kartleggingsområdet vurderes som lavere enn 1/1000.

I det nordøstre området var det kun mindre bergblotninger som ikke var dekket av mose, kratt og annen vegetasjon. Det vurderes som lite sannsynlig med nedfall fra disse områdene på grunn av bergmassens massive karakter. Det ble ikke observert tegn til nyere nedfall i dette området. Løsnessannsynligheten for steinsprang som kan nå kartleggingsområdet vurderes som lavere enn 1/1000 i dette området.

Like vest for GPS punkt 2 og nedenfor GPS punkt 3 ble det registrert en liten ur som var 10–15 m lang og 3–5 m bred. Uren lå i det slakere terrenget med helning under 20° og det ble vurdert at det ikke var fare for remobilisering. På oversiden av uren var det flere velte trær. Det ble ikke registrert et klart løsneområde ovenfor uren, og massene tolkes å ha annen opprinnelse enn steinsprang. Ved GPS punkt 11 ble det registrert ur i et slakere parti. Terrenget på oversiden var slakt og det antas at uren er moreneblokker avsatt mot slutten av forrige istid.

5.2. Steinskred

Steinskred har volum fra noen hundre m³ til 100 000 m³ og starter gjerne ved at fremste del av en skrent i en fjellside faller ut.

5.2.1. Er steinskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det er bart fjell på enkelte blotninger med terrenghelning større enn 45° i påvirkningsområde A mot vest. Løsneområdet vurderes ikke store nok til at det kan løsne steinskred. For påvirkningsområde B mot øst er det ingen områder med terrenghelning over 45°. Steinskred er derfor ikke aktuell skredprosess og må ikke utredes videre.

Vurderingsgrunnlag	Prosjektspesifikke forhold	Er steinskred en aktuell prosess i området?
Terreng	Terreng brattere enn 45 grader	Ja
Løsmassedekke	Bart fjell i områder brattere enn 45 grader	Ja
Volum	Skrentene er ikke av størrelse som kan genere steinskred	Nei

5.3. Jord- og flomskred

Jordskred er plutselig utgliding av vannmettede løsmasser og utløses som regel i terreng brattere enn 20°. Flomskred blir gjerne utløst i forbindelse med flomvannføringer fra bekker eller forsenkninger i terreng brattere enn 15°.

5.3.1. Er jord- og flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Ingen av kartleggingsområdene ligger innenfor NVE sitt aktsomhetskart for jord- og flomskred. Det er terreng brattere enn 20 grader med løsmassedekke i begge områdene. Jordskred er derfor en aktuell prosess i påvirkningsområdet for begge kartleggingsområdene. Flomskred er en aktuell prosess i den ene observerte forsenkningen i kartleggingsområde A som har en helning brattere enn 15 grader med løsmassedekke.

Vurderingsgrunnlag	Prosjektspesifikke forhold	Er jordskred eller flomskred en aktuell prosess i området?
Aktsomhetskart	Aktsomhetskart jord- og flomskred	Nei
Terreng	Skråninger brattere enn 20 grader, Forsekninger brattere enn 15 grader	Ja
Løsmassedekke	Løsmasser i skråninger brattere enn 15 eller 20 grader	Ja

5.3.2. Vurdering av løsneområde og løsnesannsynlighet

Klimadata viser at området har en forholdsvis lav til gjennomsnittlig nedbørsmengde. Klimaendringer kan føre til vesentlig flere episoder med kraftig nedbør i intensitet og hyppighet frem mot 2100. Ved større nedbørsperioder og ved snøsmelting kan vannansamlingen i løsmassene bli så store og poretrykket så lavt at jordskred kan løsne. Det ble ikke observert tegn til nylige jord- og flomskredhendelser ved befaring eller ved studie av skyggekart og historiske flyfoto. Det er heller ingen kjent historikk etter jord- og flomskred i høyfjellsområdet.

Potensielt løsneområder for jord- og flomskred vurderes å være i tilknytning til vannførende forsenkninger i terrenget, da det er disse områdene vann har potensiale for å samles i løsmassene. Det ble ikke registrert noen bekker i påvirkningsområde A og kun en mindre forsenkning ved en tørr flombekk, se foto ved GPS punkt 2. Det ble registrert lite finmaterialer i det tørre bekkeleie, kun større steiner. Det ble ikke registrert erosjon eller avsatte masser rundt bekken. Løsnesannsynlighet for jord- og flomskred som kan nå kartleggingsområdet ble vurdert til lavere enn 1/1000 i dette området.

For påvirkningsområde A er terrenget i nordre del generelt brattere enn 20°. Løsmassene i området består av morene med grovblokkige steiner dekket med et tynt lag av mose og lyng. Det forventes god permeabilitet i de grovere massene, men permeabiliteten under blokkene er ukjent og forventes å være lav. Nedbørsfeltet til området er lite, og vann forventes ikke å bli tilført området fra andre steder enn fra nedbør over påvirkningsområdet. Det forventes derfor ikke store akkumulasjoner av vann, og at nedbør som kommer dreneres gjennom de grove massene. I områdene med bart berg forventes det ikke jord- og flomskred. Løsnesannsynligheten for at jord- og flomskred skal nå kartleggingsområdet vurderes som lavere enn 1/1000.

I påvirkningsområde B er det få områder med en terrenghelning over 20°, med unntak av enkelte mindre usammenhengende område opp til 45°. Området er dekket med den samme morenen og lyngen som for påvirkningsområde A mot vest. Det ble registrert et slakt søkk i østre påvirkningsområdet, se foto ved GPS punkt 12. Søkket var gjengrodd og det ble ikke observert tegn til vannføring, erosjon eller massetransport i søkket. I likhet med påvirkningsområde A forventes det at vann kun blir tilført område i form av nedbør over påvirkningsområdet. Det ble ikke registrert tegn til jord- eller flomskred i området rundt, verken fra observasjoner eller tolkning av flyfoto. Ved GPS punkt 13 helt sør i påvirkningsområdet ble det registrert en mindre bekk som rant ut i myren sørøst i kartleggingsområdet. Det var ikke tegn til skredavsetninger eller erosjon rundt bekken og det overliggende terrenget var slakere enn 15°. Det vurderes at løsnesannsynligheten for

at løsmasseskred fra hele påvirkningsområde B skal nå kartleggingsområdet vurderes til lavere enn 1/1000.

Vurderingene av løsneområde og løsnesannsynlighet gjelder både med og uten skog. Skog vil være med på å ta opp vann og binde løsmassene slik at risikoen for at et skred løsner blir redusert. For overnevnte løsneområder forventes det ikke at sannsynligheten for at jord- og flomskred vil løsne er lavere enn 1/1000 uten skog og med skog.

5.3.3. Vurdering av utløp

Ved befaring ble det ikke observert tegn til massetransport og mindre avsetninger i bunn av den tørre flombekken i påvirkningsområde A. Forsenkningens sin form og mangel på avsetningsmateriale vitner om relativt lavt vanninnhold og begrenset skredløpslengde. Fra skyggerelieff er det heller ikke observert avsetninger i bunn av skråningen.

Det ble ikke registret tegn til andre jordskredhendelser i området eller området med rennende vann. Dersom det skulle bli mindre utglidninger i bratte, høyere løsmasseskråninger vurderes det til å ha en begrenset utløpslengde og skadepotensial. Terrenget nedenfor de bratte områdene mot kartleggingsområdet er relativt slakt, slik at eventuelle mindre utglidninger ville stoppe fort. Likevel kan det være mindre lokale utglidninger i bratte, høye løsmasseskråninger som har en høyere løsnesannsynligheten enn 1/100. Utløpslengden og skadepotensiale for slike utglidninger er begrenset.

5.3.4. Vurdering av jord- og flomskred inn i kartleggingsområdet

Sannsynligheten for at jord- og flomskred skal nå kartleggingsområdet med ødeleggende kraft vurderes som lavere enn 1/1000 for begge påvirkningsområdene.

5.4. Snøskred

NVE [14] regner alle fjellsider og skrenter brattere enn 25° for å gi fare for snøskred, så fremt snømengden i året kan overstige 0,2 meter, og det ikke er tilstrekkelig skogdekning i området. I områder som er brattere enn 55° vil snøen som oftest skli ut jevnt i mindre flak/biter slik at det ikke akkumuleres store snømengder som kan utløse større snøskred. I terreng med helning 30-50 grader vil større mengder snø kunne akkumuleres. Terrengets evne til å samle snø er avgjørende for snøskredfaren i et område.

5.4.1. Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Deler av kartleggingsområde A ligger innenfor NVE sitt aktsomhetskart for snøskred (NAKSIN for S2 uten skog). Det er skråninger brattere enn 25 grader både for påvirkningsområde A og B. Årlig snødybde er over 0,2 m. Vurderingene angående snøskred er gjort både med og uten hensyntatt skogen i påvirkningsområde. I tillegg er det gjort en vurdering der kun skogen innenfor eiendom 54/16 er hensyntatt, se **Error! Reference source not found..** Snøskred er en aktuell prosess i påvirkningsområde A og må utredes videre. For påvirkningsområde B er det små sammenhengende partier med terrenghelning over 25° og snøskred er derfor ikke aktuelt i dette området.

Vurderingsgrunnlag	Prosjektspesifikke forhold	Er snøskred en aktuell prosess i området?
Aktsomhetskart	NVE sitt aktsomhetskart for snøskred (NAKSIN for S2 uten skog)	Ja
Terreng	Terreng brattere enn 25 grader	Ja
Skog	Tilstrekkelig kronedekning	Det er gjort vurdering med og uten hensyn til skog. For vurdering med hensyn til skog vurderes kronedekningen som tilstrekkelig.
Årlig snøhøyde	Årlig snødybde over 0,2 m	Ja

5.4.2. Vurdering av løsneområde og løsnesannsynlighet

Nordvestre del av påvirkningsområde A ligger i en terrenghelning på mellom 25 og 55 grader. Området kan derfor være potensielt løsneområde for snøskred, både for snøskred med løsnesannsynlighet 1/1000 og 1/100. De påfølgende vurderingene gjelder for snøskred som kan løsne i dette området. Vurderingene gjelder ulike scenarioer:

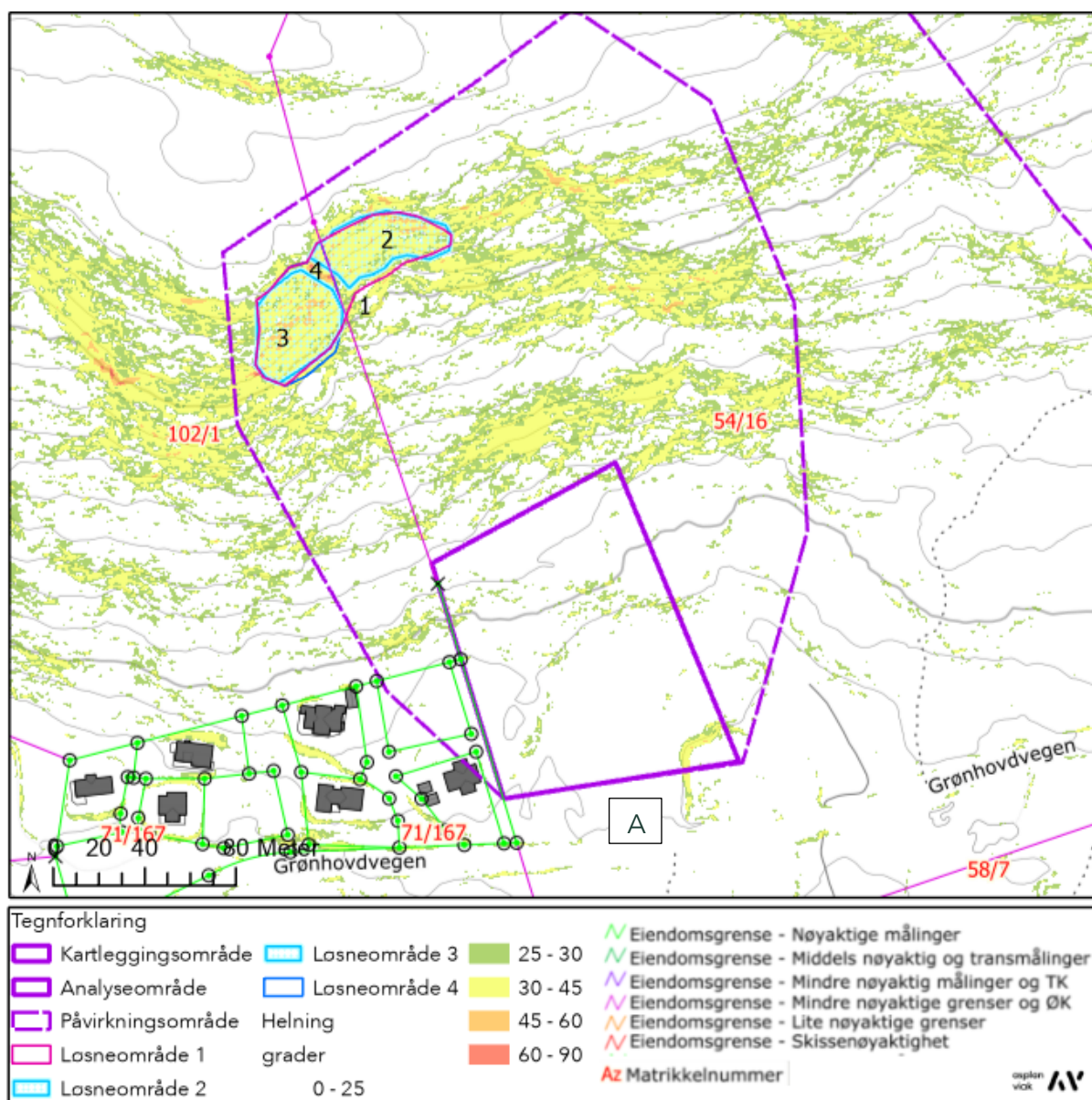
- Med skogeffekt i hele påvirkningsområdet
- Uten skogeffekt i hele påvirkningsområdet
- En delt vurdering med hensyntatt skog innenfor eiendom 54/16.

Det er vurdert 4 forskjellige løsneområdet for snøskred. Alle løsneområdene ligger i nordvestre del av påvirkningsområde A, se Figur 17. De ulike løsneområdene har ulik utbredelse for ulike scenarioer, der scenarioene er basert på løsnesannsynlighet og hensyn til skog og eiendomsgrenser. De potensielle løsneområdene ligger på den samme

svake ryggformasjon og strekker seg relativt langt i horisontal retning fra SSV mot NNØ. Terrenget nedenfor løснеområdene heller i hovedsak mellom 10-30° mot sør med noen områder opp mot 50° i øst. Det er ingen større forsenkninger i området, men det er blant annet registrert tegn til en flombekk ved GPS punkt 2. Dominerende vindretning med snø er fra sør slik at det ikke forventes ekstra pålagring av snø som følge av vindtransport. Det trengs noe snø til for å jevne ut underlaget, men området var ikke spesielt ru. Klimadata for 3-døgns snøhøyde viser en returverdi på 1000 år skred på 102 cm og 80 cm for en returperiode på 100 år.

Tabell 8: Oversikt over løснеområder for snøskred.

Løснеområde	1	2	3	4
Gjennomsnitt terrenghelning (°)	39	38	40	40
Gjennomsnittshøyde (moh)	1000	1000	1000	1000
Areal (m ²)	2800	1200	1400	1680
Inkludert areal (m ²)	3480	1490	1750	2090
Løsnescenarier	1/1000	1/100	1/100	1/1000



Figur 17: Potensielle løsneområder for snøskred for påvirkningsområde A, som vurderes å kunne ha potensiale for å nå kartleggingsområdet.

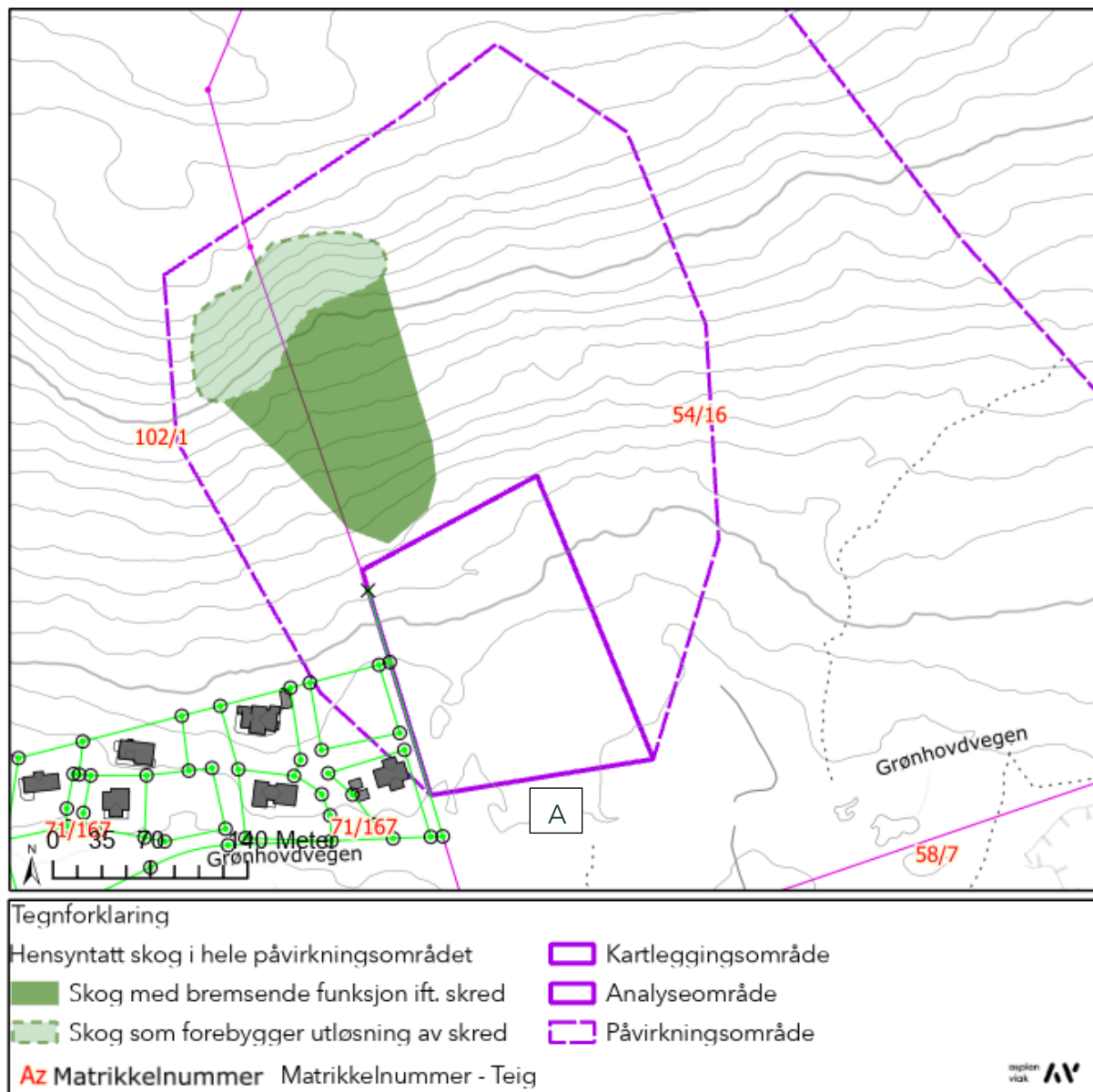
5.4.2.1 Snøskred med hensyntatt skogeffekt i hele påvirkningsområdet

Påvirkningsområdene ligger ikke innenfor aktsomhetssonene for snøskred (NAKSIN S2) med skogeffekt. Skog har ofte en forebyggende effekt mot utløsning av snøskred. Hvor stor denne effekten er, avhenger av treslag, størrelse på trestammene og kronedekning. Skogen i området består i hovedsak av lauvskog med en varierende kronedekning. Mulig løsneområde for snøskred med skogeffekt er løsneområde 1, se Tabell 8 og Figur 17.

Kronedekningen ved aktuelt løsneområde vurderes til å være omtrent 80%, med noe mindre kronedekningen langs kantene, og høyere mot midten av området med opp mot 100%, se Figur 9. Basert på PROALP-standarden bør kronedekning være over 80% for lauvskog for verneskog. Trærne i område er mer enn dobbelt så høy som den maksimal ekstreme 3-døgns snødybden på 102 cm. Stammediameteren i brysthøyde vurderes også som større enn 12 cm. En samlet vurdering av skogen er at den har tilstrekkelig effekt for å forhindre utløsning av snøskred så lenge skogen med betydning for snøskred båndlegges.

Det er ingen kjente snøskredhendelser i nærområdet, og det er ikke observert tegn til tidligere snøskred i felt eller historiske flyfoto. Historiske flyfoto viser at det har vokst skog i området minst de siste 60 årene. At det ikke har gått snøskred i området i denne tidsperioden kan skyldes skogen.

Ved hensyntatt skog forventes det at løsnesannsynligheten for snøskred er lavere enn 1/100 og 1/1000. Skog som forebygger utløsning av snøskred innenfor planområde A er vist i Figur 18. Tilsvarende viser figuren skog som har antatt bremsende effekt i skredløpet.



Figur 18: Hensyntatt skog i hele påvirkningsområdet med antatt forebyggende effekt for utløsning av snøskred, samt bremsende funksjon ift. skred.

5.4.2.2 Snøskred uten hensyntatt skog i påvirkningsområdet

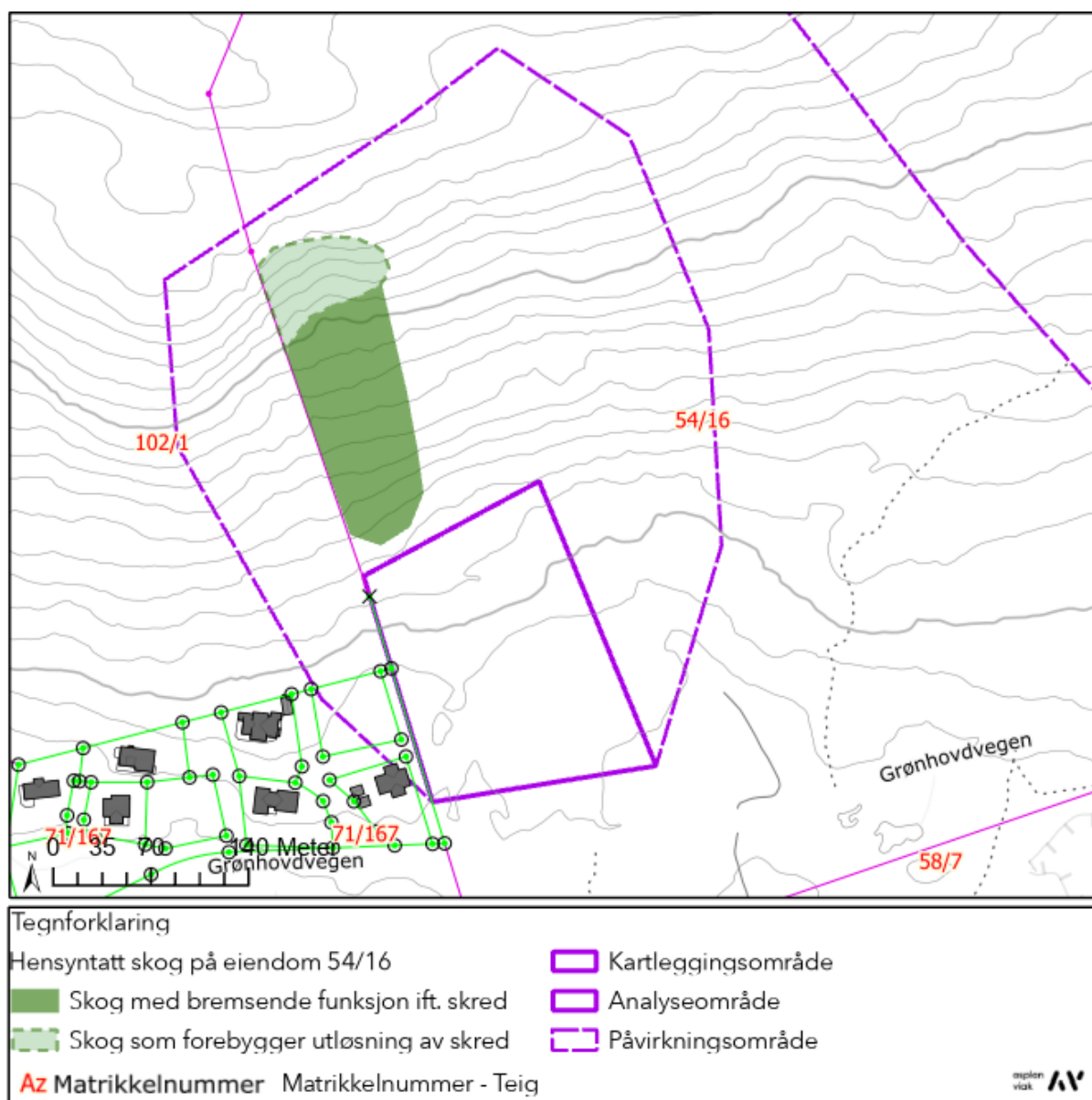
I scenarioet der påvirkningsområdet blir vurdert uten skogeffekt, vurderes det at løsnestannsynligheten for snøskred er større enn 1/100 og 1/1000. For snøskred med løsnestannsynlighet over 1/1000 er det vurdert ett stort løsneområde med et areal på omtrent 2800 m² (løsneområde 1). For snøskred med løsnestannsynlighet 1/100 er det vurdert at området består av to løsneområder med en mindre avskjærende

terrengforhøyning imellom. Arealet til løsneområdene mot øst (løsneområde 2) er omtrent 1200 m², mens mot vest er arealet på løsneområdet (løsneområde 3) 1400 m². Alle de tre potensielle løsneområdene ligger i det nordvestre hjørnet av påvirkningsområde A i en terrenghelning på mellom 25 og 55 grader.

5.4.2.3 Snøskred med hensyntatt skog innenfor eiendom 54/16

I scenarioet der skogen innenfor eiendom 54/16 blir hensyntatt og skogen innenfor eiendom 102/1 ikke blir hensyntatt, er snøskredvurderingen delt. Skogen innenfor eiendom 54/16 vurderes å ha tilstrekkelig effekt for å forhindre utløsning av snøskred, da det er tilstrekkelig kronedekning på mellom 80-100% i løsneområdet, se Figur 9. I tillegg er stammediameteren i brysthøyde større enn 12 cm og trærne i område er mer enn dobbelt så høy som den maksimale ekstreme 3-døgns snødybden på 102 cm. Områdene der skogen har betydning for snøskredfaren er vist i Figur 19. Figuren viser skogen som har forventet forebyggende effekt for utløsning av snøskred innenfor eiendom 54/16, samt skogen med bremsende effekt ift. skred. Dersom skogen innenfor eiendom 54/16 blir bevart, vurderes løsnensannsynligheten for snøskred innenfor denne eiendommen å være lavere enn 1/100 og 1/1000.

Innenfor eiendom 102/1 bygger vurderingen på uten skogeffekt, dvs. løsnensannsynligheten er større enn 1/100 og 1/1000. For snøskred med løsnensannsynlighet over 1/1000 er det vurdert et løsneområde med et areal på omtrent 1680 m² (løsneområde 4) innenfor eiendom 102/1. For snøskred med løsnensannsynlighet over 1/100 er det vurdert et løsneområde med et areal på omtrent 1400 m² (løsneområde 3) innenfor eiendom 102/1. Begge løsneområdene ligger i det nordvestre hjørnet av påvirkningsområde A i en terrenghelning på mellom 25 og 55 grader.



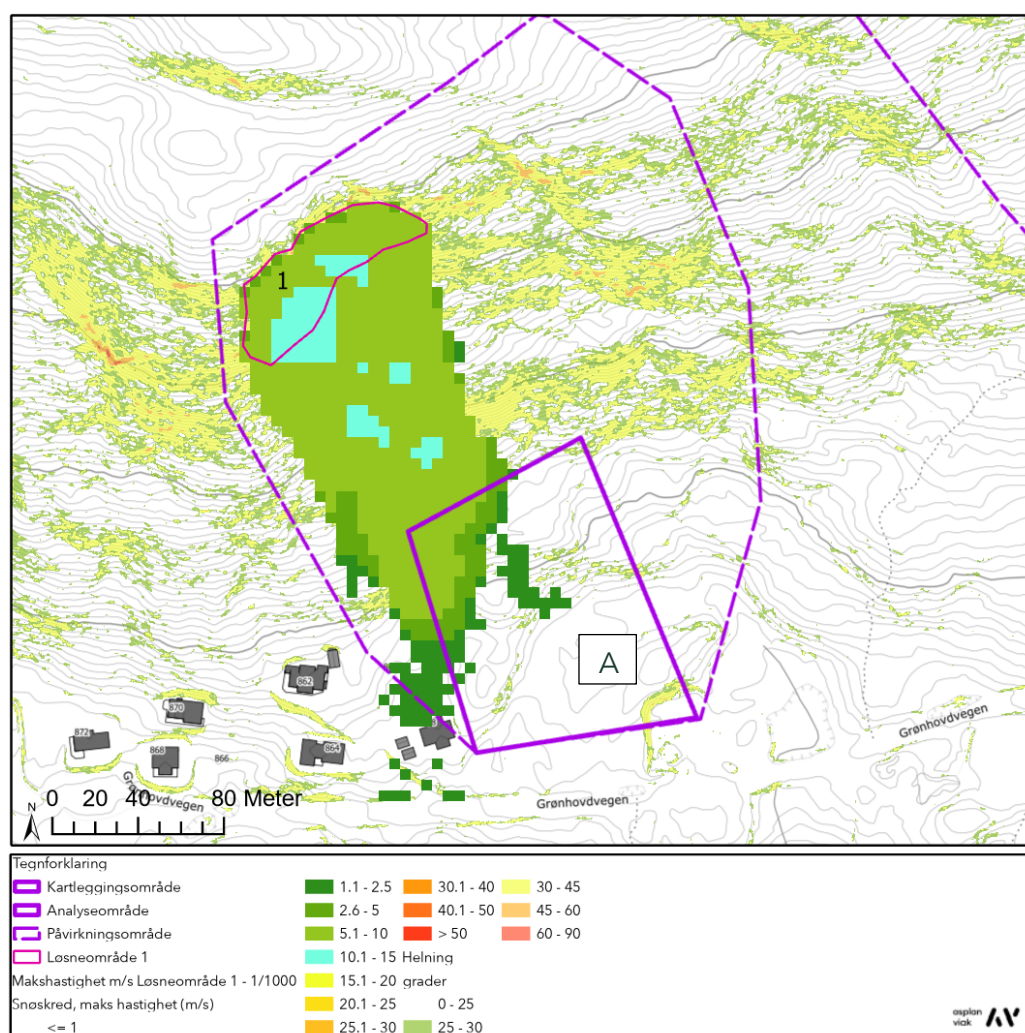
Figur 19: Vurdering av skogen innenfor eiendom 54/16.

5.4.3. Modellering av utløp

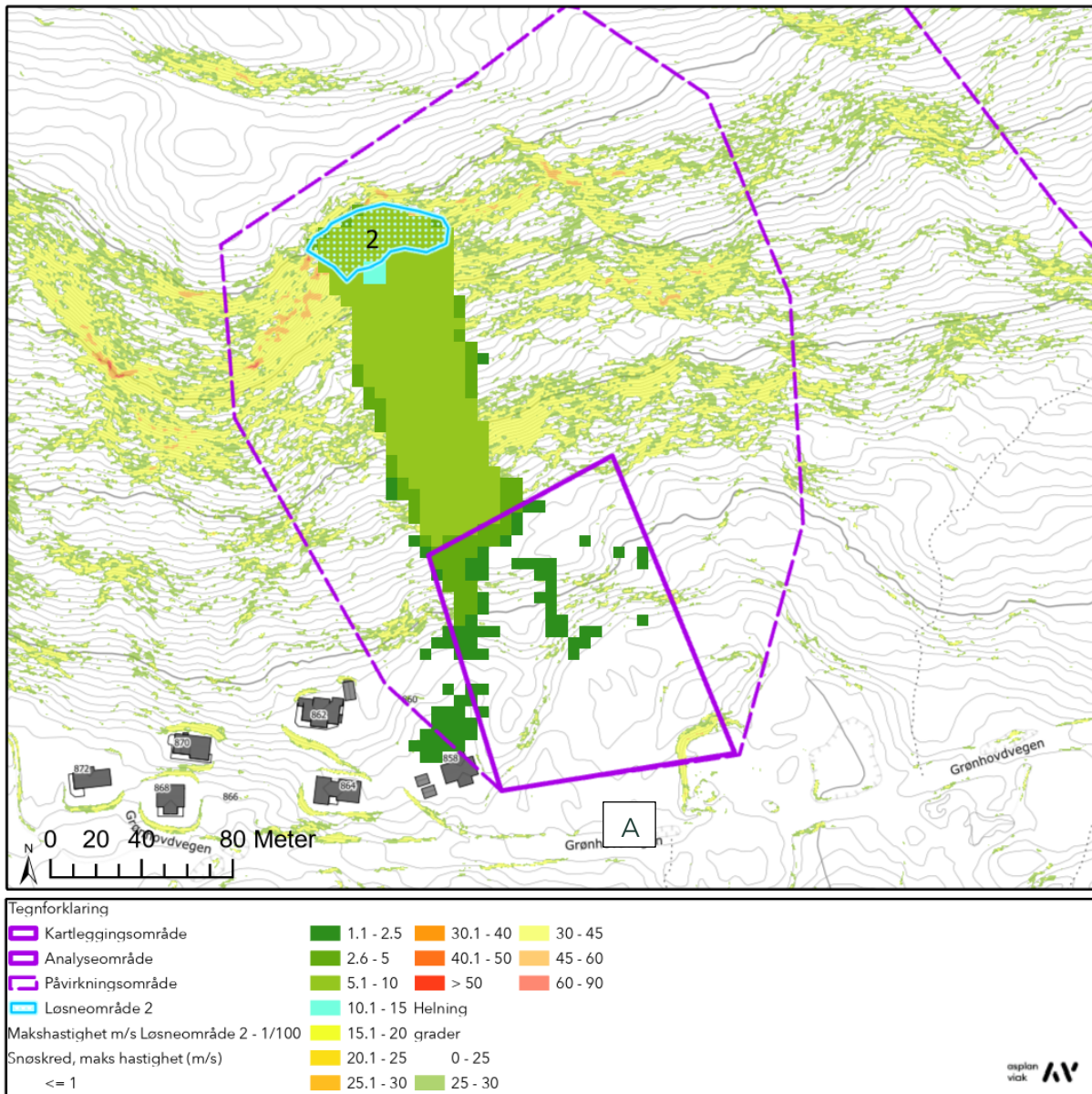
Som et supplement til vurdering av utløpslengde for potensielt 100 års og 1000 år skred uten skogeffekt, er det utført modellering. Se kapittel 4.1 for beskrivelse av modell og valg av inngangsparametere.

5.4.3.1 Snøskred uten hensyntatt skogeffekt i hele påvirkningsområdet

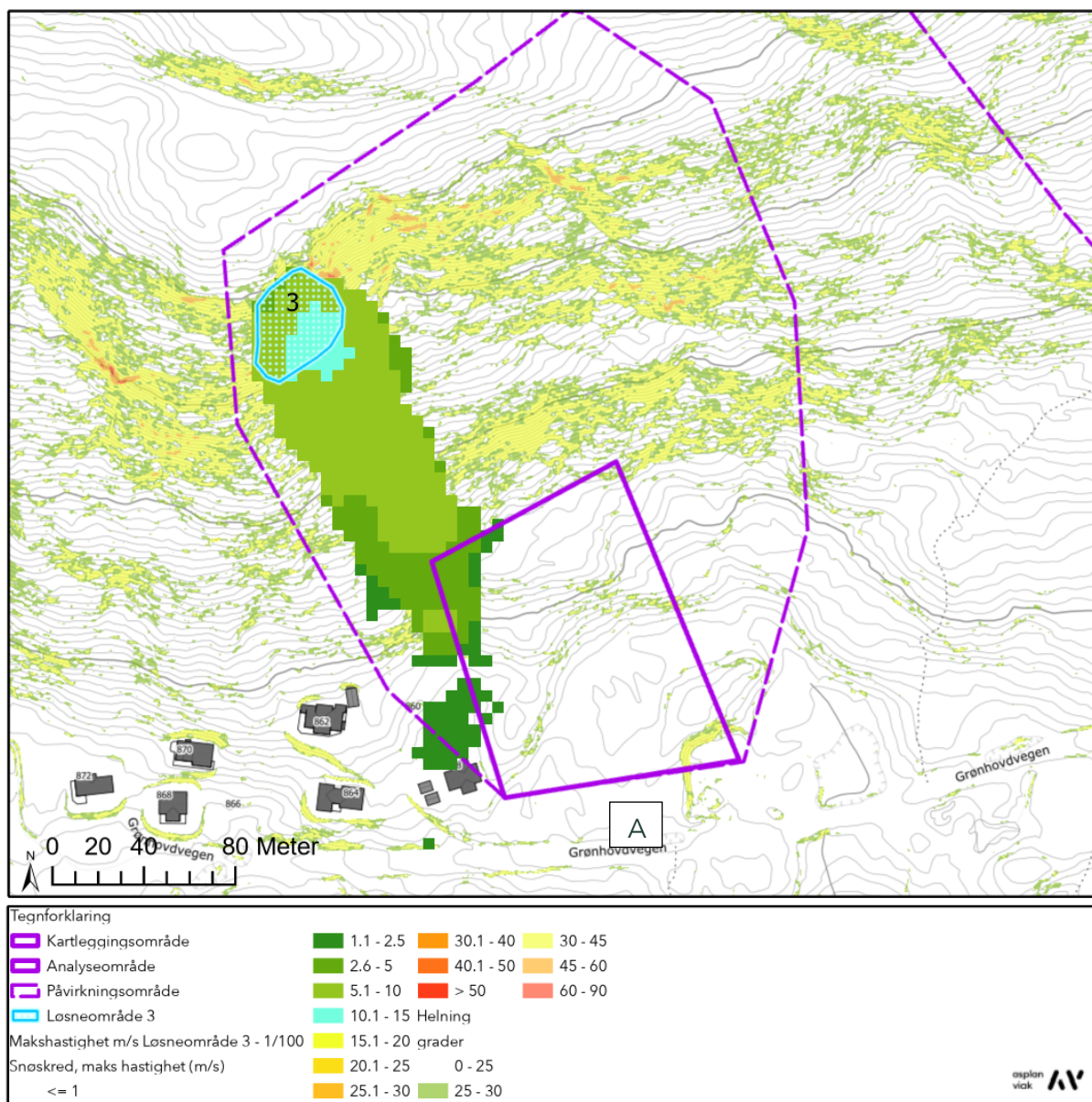
For vurdering uten skog med løsnestannsynlighet 1/1000 av hele området vises resultatet fra modellering i Figur 20. Figuren viser modelleringsresultatet for løsneområde 1. For løsnestannsynlighet 1/100 er løsneområde 1 delt inn i to, med en avskjærende mindre rygg imellom. Modelleringsresultatet med løsnestannsynlighet 1/100 for østre område er vist i Figur 20 (løsneområde 2) og vestre område i Figur 21 (løsneområde 3).



Figur 20: Resultat fra modellering av snøskred i RAMMS for påvirkningsområde A. Løsneområde 1, scenario 1/1000 med bruddkant 0,65 m. Maksimal hastighet (m/s).



Figur 21: Resultat av modellering av snøskred i RAMMS for påvirkningsområde A. Løsneområde 2, scenario 1/100 med bruddkant 0,55 m. Maksimal hastighet (m/s).

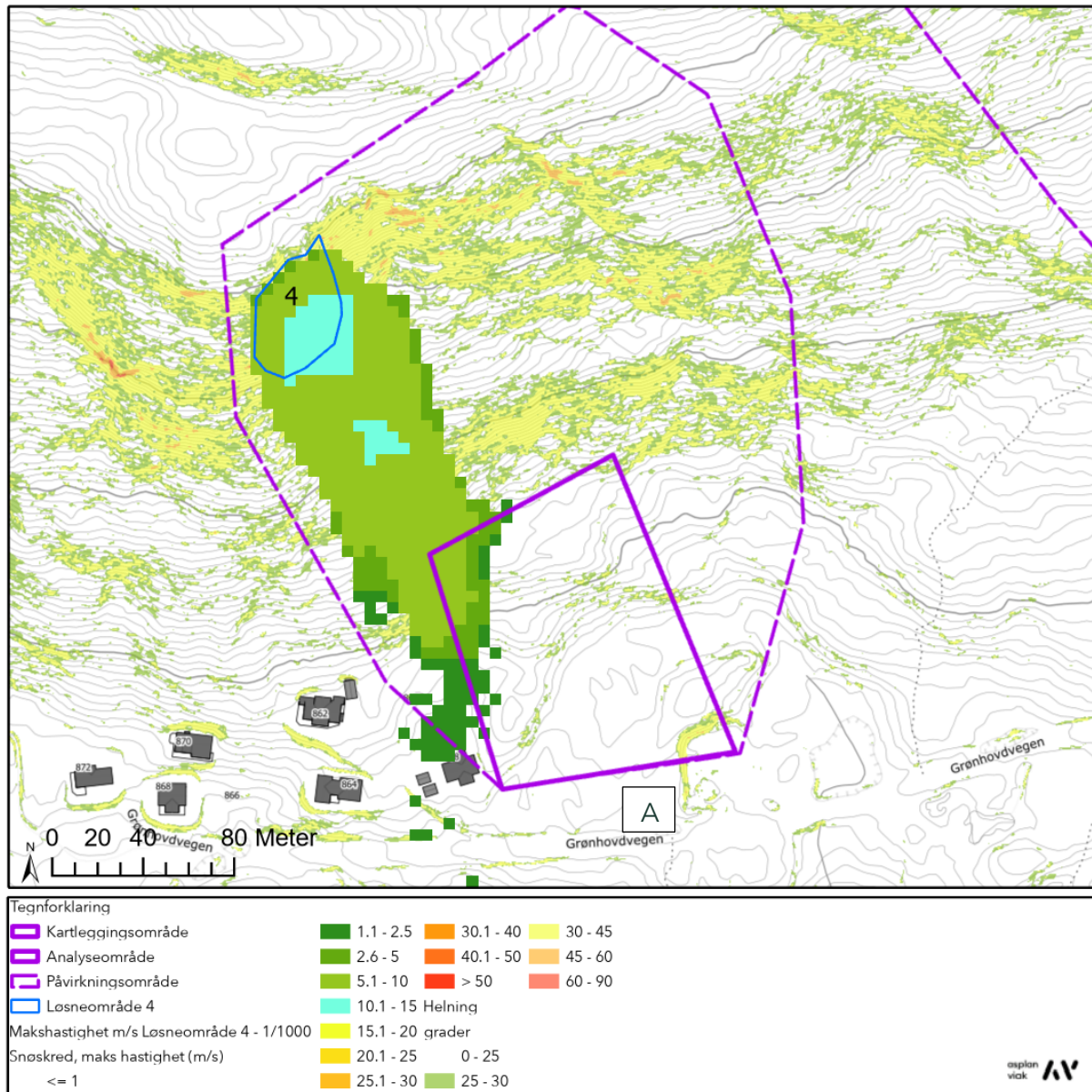


Figur 22: Resultat fra modellering av snøskred i RAMMS. Løsneområde 3, scenario 1/100 med bruddkant 0,5 m. Maksimal hastighet (m/s).

5.4.3.2 Snøskred med hensyntatt skog innenfor eiendom 54/16

For den delte vurderingen med skog innenfor eiendom 54/16 og uten skog innenfor eiendom 102/1 viser Figur 23 modelleringresultatet med løsnestannsynlighet 1/1000. For løsnestannsynlighet 1/100 vurderes det at løsnestannsynlighet er det samme som for 1/100 år

skred for hele området, tilsvarende løsneområde 3 vist i Figur 22. Resultatet av modelleringen er også vist i vedlegg C.1-C.4.



Figur 23: Resultat av modellering i RAMMS for påvirkningsområde A. Løsneområde 4. Scenario 1/1000. Bruddkanthøyde 0,65 m.

5.4.4. Vurdering av utløp

5.4.4.1 Uten skogeffekt for hele løsneområde

Modelleringsresultatet viser at snøskred fra løsneområde 1 med sannsynlighet 1/1000 og for løsneområde 2 og 3 med sannsynlighet 1/100 vil treffe nordvestre del av kartleggingsområdet. Alle de modellerte skredløpene følger terrenget nedover mot sør, men skredløpet svinger noe vest for det bratteste partiet omtrent midt i påvirkningsområdet. Når terrenget slakes ut i bunnen av påvirkningsområdet mot kartleggingsområdet bremses skredene raskt opp, og dreier noe vestover. Sannsynligheten for at snøskred når kartleggingsområdet med ødeleggende kraft, vurderes som større enn 1/100 og 1/1000 for samtlige løsneområder uten skogeffekt. Snøskredene vil treffe nordvestre hjørne av kartleggingsområdene.

5.4.4.2 Delt vurdering med hensyntatt skog innenfor eiendom 54/16

I den delte vurderingen med hensyntatt skog innenfor eiendom 54/16 og ikke hensyntatt skog innenfor eiendom 102/1 viser modellering av scenario 1/100 og 1/1000 fra løsneområde 3 og løsneområde 4 at løsneområde 4 har noe større utbredelse enn løsneområde 3. De modellerte skredløpene følger terrenget nedover mot sør, der skredløpet svinger noe vest for det bratteste partiet omtrent midt i påvirkningsområdet. Når terrenget slakes ut i bunnen av påvirkningsområdet mot kartleggingsområdet bremses skredene raskt opp, og dreier noe vestover. Skogen i utløpsområdet til snøskred vurderes å ha liten effekt med hensyn til å bremse opp snøskred, basert på observert stammetykkelse og avstand mellom trær da skogen fremsto skjørere lengre ned i skredbanen.

Skredvind blir ikke vurdert som aktuell problemstilling i kartleggingsområdet, da løsneområdet ikke er så stort, skredløpet er kort, og høydeforskjellen er liten. Skredvind oppstår først med hastigheter over 20 m/s, mens samtlige modelleringsresultat viser hastigheter som er lavere enn 15 m/s i kartleggingsområdet. Det er ingen kjente registrerte snøskredhendelser i området. Det er ikke observert tegn til tidligere snøskredhendelser i terrenget.

5.4.5. Vurdering av fare for snøskred inn i kartleggingsområdet

5.4.5.1 Med skogeffekt for hele løsneområdet

Sannsynligheten for at snøskred med skogeffekt løsner og når kartleggingsområdet vurderes som lavere enn 1/1000 så lenge skogen som har betydningen for løsnesannsynligheten båndlegges.

5.4.5.2 Uten skogeffekt for hele løsneområdet

Sannsynligheten for at snøskred uten skogeffekt når kartleggingsområdet med ødeleggende kraft, vurderes som større enn 1/100 og 1/1000. Dette gjelder vurderingene av løsneområde 1, 2 og 3 uten skogeffekt. Faresonekartet som viser områder der lovverkets krav til sikkerhet mot skred er ikke tilfredsstilt og er presentert i kapittel 7.

5.4.5.3 Delt vurdering med hensyntatt skog innenfor eiendom 54/16

Sannsynligheten for at snøskred treffer kartleggingsområdet med ødeleggende kraft når kun skogen innenfor eiendom 54/16 er båndlagt, vurderes som større enn 1/1000 og 1/100 for deler av kartleggingsområdet. Faresonekartet som viser områder der lovverkets krav til sikkerhet mot skred er ikke tilfredsstilt og er presentert i kapittel 7.

5.5. Sørpeskred

Sørpeskred er vannmettede skred som oftest løsner under intens snøsmelting eller kraftig regnvær. De kan løsne i avrenningsområder og bekkedaler, men også i områder med liten gradient som snødemte sjøer, myrområder eller dyrket mark. Sørpeskred oppstår som oftest når det er dårlig drenering pga. tele og is.

5.5.1. Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det er ingen kjente historiske sørpeskredhendelser i området. Det er forsenkninger og bekkeløp som kan samle snø i vanndekket, i tillegg til en myr ovenfor påvirkningsområdet mot nord. Sørpeskred er derfor en aktuell prosess i påvirkningsområdet og må utredet videre.

Vurderingsgrunnlag	Prosjektspesifikke forhold	Er sørpeskred en aktuell prosess i området?
Tidligere hendelser	Ingen kjente sørpeskredhendelser	Nei
Terreng	Det er forsenkninger og bekkeløp som kan samle vann i snødekket	Ja

5.5.2. Vurdering av løsneområde og løsnesannsynlighet

Klimadata viser at måneds-gjennomsnittstemperaturer er under 0°C i de fleste månedene det er snø på bakken. Under snøsmeltingen i slutten av april og mai er

gjennomsnittstemperaturen over 0 °C, men til gjengjeld er nedbørsmengden lav i disse månedene. Klimaprofilen for Buskerud viser at det kan forventes varmere og våtere klima, og oftere regn på snødekt underlag som følge av klimaendringer [9]. Dette kan føre til økt sannsynlighet for sørpeskred i alle månedene med snødekt grunn.

Potensielle løsneområder for sørpeskred er vanskelig å definere. En nyere FoU-studie viser at sørpeskred typisk blir utløst i bekkeløp (50%), men også i forsenkninger (22%) og åpne skråninger (20%) [17]. Det er også vist at sørpeskred kan dannes i utløpet av snødemte vann (overvann), myrer eller ved at snøskredavsetninger demmer opp vassdrag. På nåværende tidspunkt finnes det ikke eksisterende standarder for identifisering av løsneområdet, blant annet pga. at det er sjeldne hendelser og at type løsneområde viser stor variasjon. Fellesnevneren for at sørpeskred er at de dannes i forsenkninger.

Det ligger en myr på 1040 moh. på oversiden av vestre påvirkningsområde. Det er ikke registrert bekk fra myrområdet. Terrenghelningen ved myrområdet er slakt ($<10^\circ$). I dette området kan det ved større nedbørsperioder eller snøsmelting samles vann i snødekket, som kan utløse sørpeskred. Dette vurderes som et potensielt løsneområde for sørpeskred, se løsneområde 1 i Figur 24 og registreringskart i vedlegg B. Nedbørsområdet til myra er derimot relativt lite. Fra dreneringsanalysen i ArcGis Pro forventes det at noe vann vil drenerer fra enden av myren og nedover mot øst langs grensen av påvirkningsområdet mot kartleggingsområdet i sør. Analysen viser at det dreneres relativt lite vann ned fra området. Det ble ikke under befaring observert tegn til tidligere sørpeskred på nedsiden av myren eller i nærheten av kartleggingsområdet. Det er ikke registrert terrengformer som tydelig vil hindre fri drenering. Studie fra flyfoto de siste 60 årene, viser ikke tegn til sørpeskred i området. I regionen (Buskerud) er det registrert noen tidligere hendelser med sørpeskred, som viser at det kan være aktuelt med slike skred. Løsnesannsynligheten for at sørpeskred i myrområdet skal nå kartleggingsområdet med ødeleggende kraft vurderes som lavere enn 1/100, men større enn 1/1000. Som et supplement til vurderingen er det utført modellering av sørpeskred. Valg av løsneområde og inngangsparametere er beskrevet i kapittel 4.2 og resultatet er vist i Figur 25 og vedlegg D. Løsneområdet er valgt i den overliggende myra der terrenget er $> 10^\circ$.

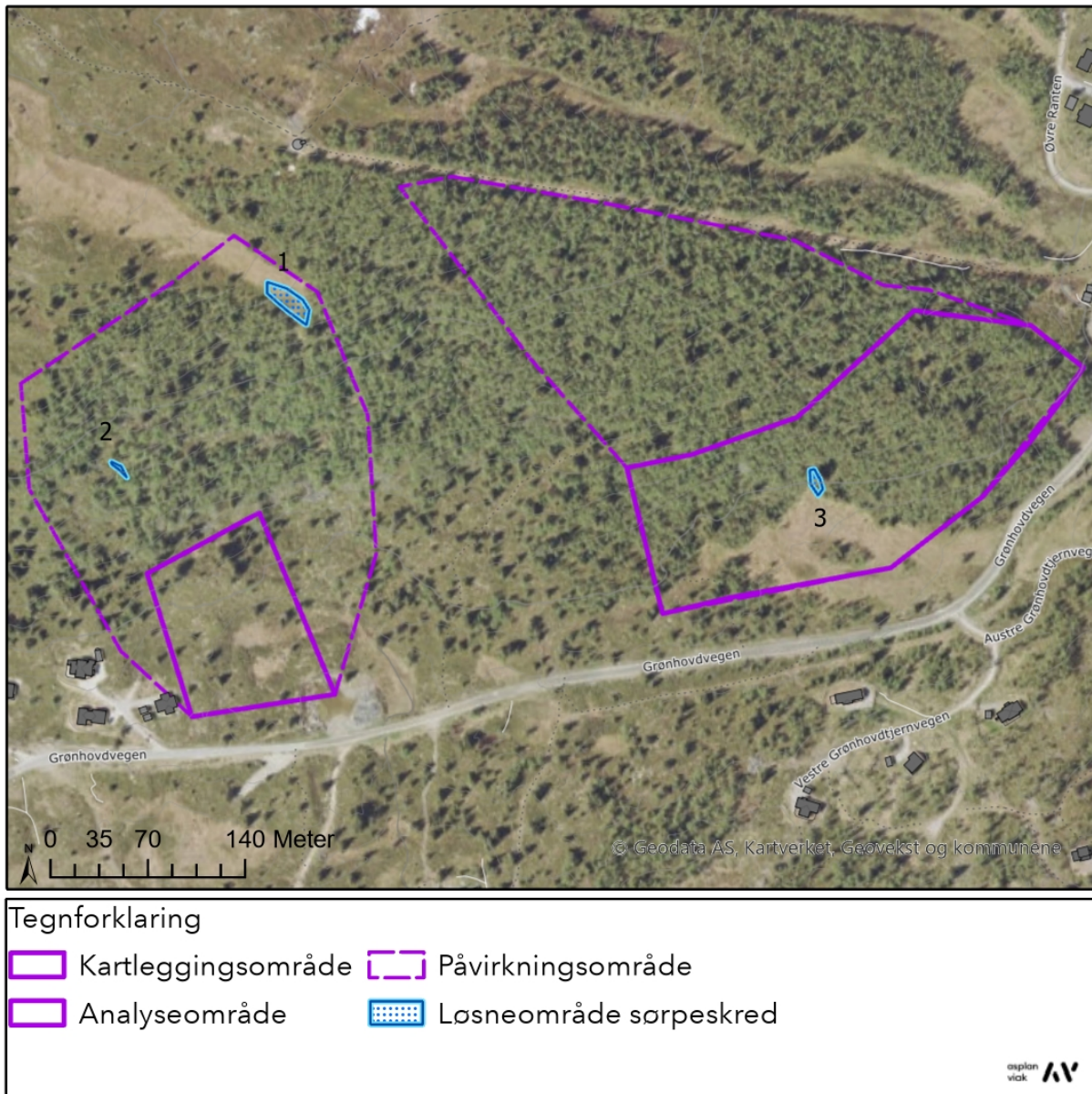
Det er en liten bekk ved myren ved østre kartleggingsområde på 945 moh. Myra har en terrenghelning $<10^\circ$ og slakt nedenforliggende terreng slik at det ikke forventes sørpeskred i dette området. Det er relativt god drenering i området og lite nedbør, slik at løsnesannsynlighet for sørpeskred vurderes som lavere enn 1/1000.

Forsenkningen registrert ved GPS-punkt 2 på ca. 990 moh. kan være et løsneområde for sørpeskred, vist som løsneområde 2 i Figur 24. Forsenkninger ligger i et terreng som

varierer mellom 20° og 45° og dermed kan ligge innenfor potensielt løsneområde for sørpeskred. Det er ingen avsetninger, erosjon eller tegn til tidligere skredhendelser i området. Forsenkningen er relativt smal. Som et supplement til vurderingen er det utført modellering av sørpeskred. Valg av løsneområde og inngangsparametere er beskrevet i kapittel 4.2 og resultatet er vist i Figur 25. Løsneområdet er valgt langs med registrert bekkeløp.

Tabell 9: Oversikt over potensielle løsneområder i planområdet.

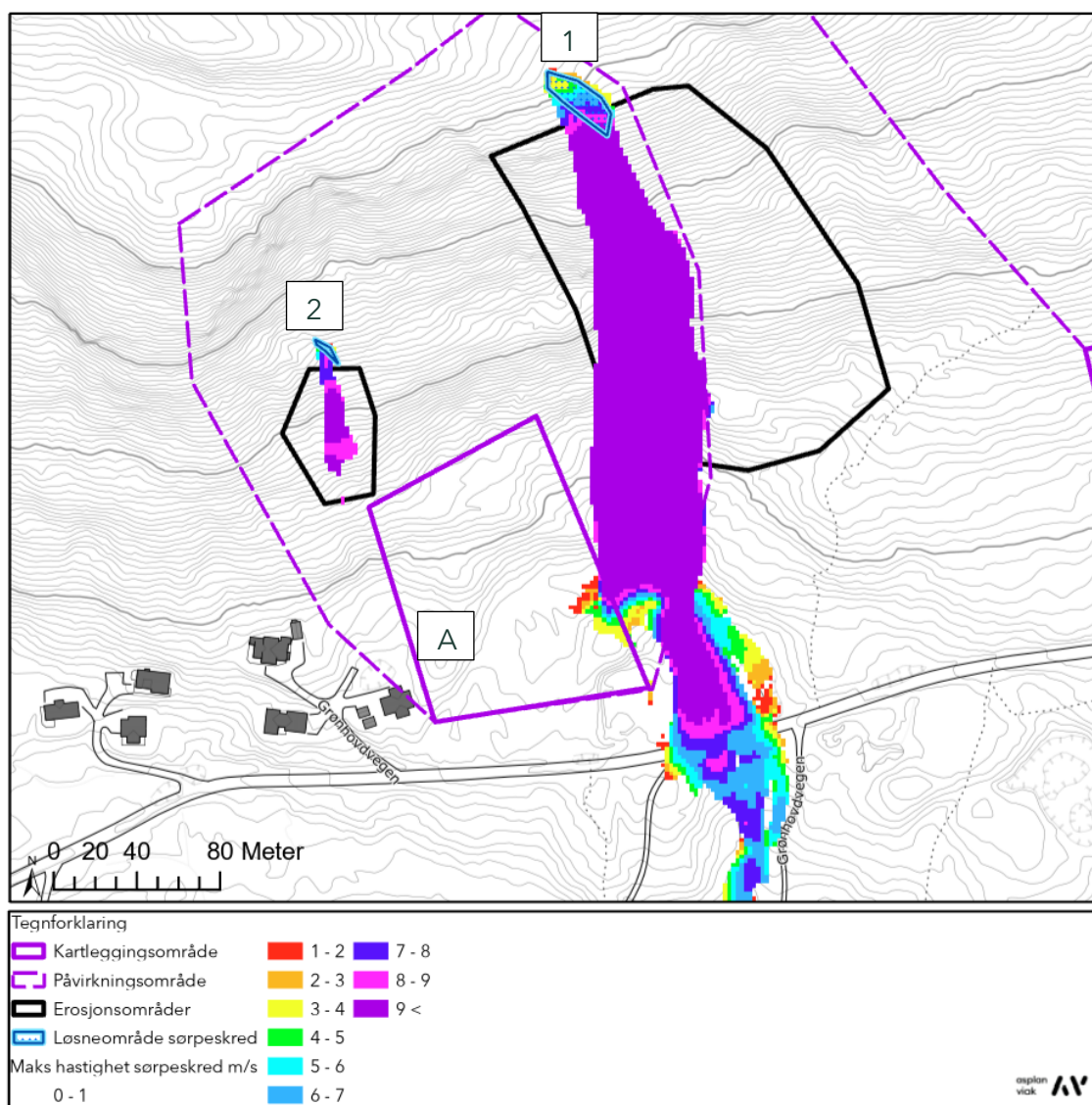
Løsneområde	1	2	3
Gjennomsnitt terrenghelning (°)	< 10 °	20 - 45 °	< 10 °
Gjennomsnittshøyde (moh)	1040	990	945
Areal (m ²)	410	25	100



Figur 24: Oversiktsbilde over potensielle løsneområder for sørpeskred.

5.5.3. Modellering av utløp

Som et supplement til vurdering av utløpslengde for potensielt 1000 år skred, er det utført modellering. Se kapittel 4.2 for beskrivelse av modell og valg av inngangsparametere. Resultatet fra modellering er vist i Figur 25 og vedlegg D.



Figur 25: Modelleringsresultat av maks hastighet for sørpeskred fra overliggende myrområde (løsneområde 1) og gammelt bekkeløp (løsneområde 2) for planområde A.

5.5.4. Vurdering av utløp

Resultatet fra modelleringen ved løsneområde 1 ved myra nordøst i planområdet viser at utløpet følger en svak forsenkning i terrenget nedover på østre side av kartleggingsområde mot sør. Terrenget heller relativt jevnt nedover mot sør mellom 10-30 °, med enkelte partier midt i skredløpet opp mot 50 °. Helt mot sørøst er det en liten del av skredløpet som beveger seg inn i kartleggingsområdet, se Figur 25. Deler av sørpeskredet treffer en liten forhøyning i terrenget før det bremses raskt opp til hver side. Skredet har stor fart og høyde øst for kartleggingsområdet, men skredet blir raskt bremsset opp som følge av haugen innenfor kartleggingsområdet. Det vurderes at skredet har

skadepotensiale innenfor kartleggingsområdet og at sannsynligheten for at sørpeskredet skal nå kartleggingsområdet med ødeleggende kraft er større enn 1/1000.

Modelleringsresultatet av sørpeskred i løsneområde 2 ved forsenkningen vest i kartleggingsområdet er vist i Figur 25. Ettersom forsenkningen er relativt liten, vil skredet ha en begrenset størrelse. Modelleringen fra løsneområdet viser at det ikke forventes at utløpet skal nå kartleggingsområdet. Det vurderes at sørpeskredet i noe grad vil spres utover og fort miste energi som følge av det slake terrenget, og dermed ikke vil få tilstrekkelig med energi til å nå ned til kartleggingsområdet. Massene forventes avsatt før det når kartleggingsområdet. Sannsynligheten for at sørpeskred fra forsenkningen skal nå kartleggingsområdet vurderes som lavere enn 1/1000.

5.5.5. Vurdering av fare for sørpeskred inn i kartleggingsområdet

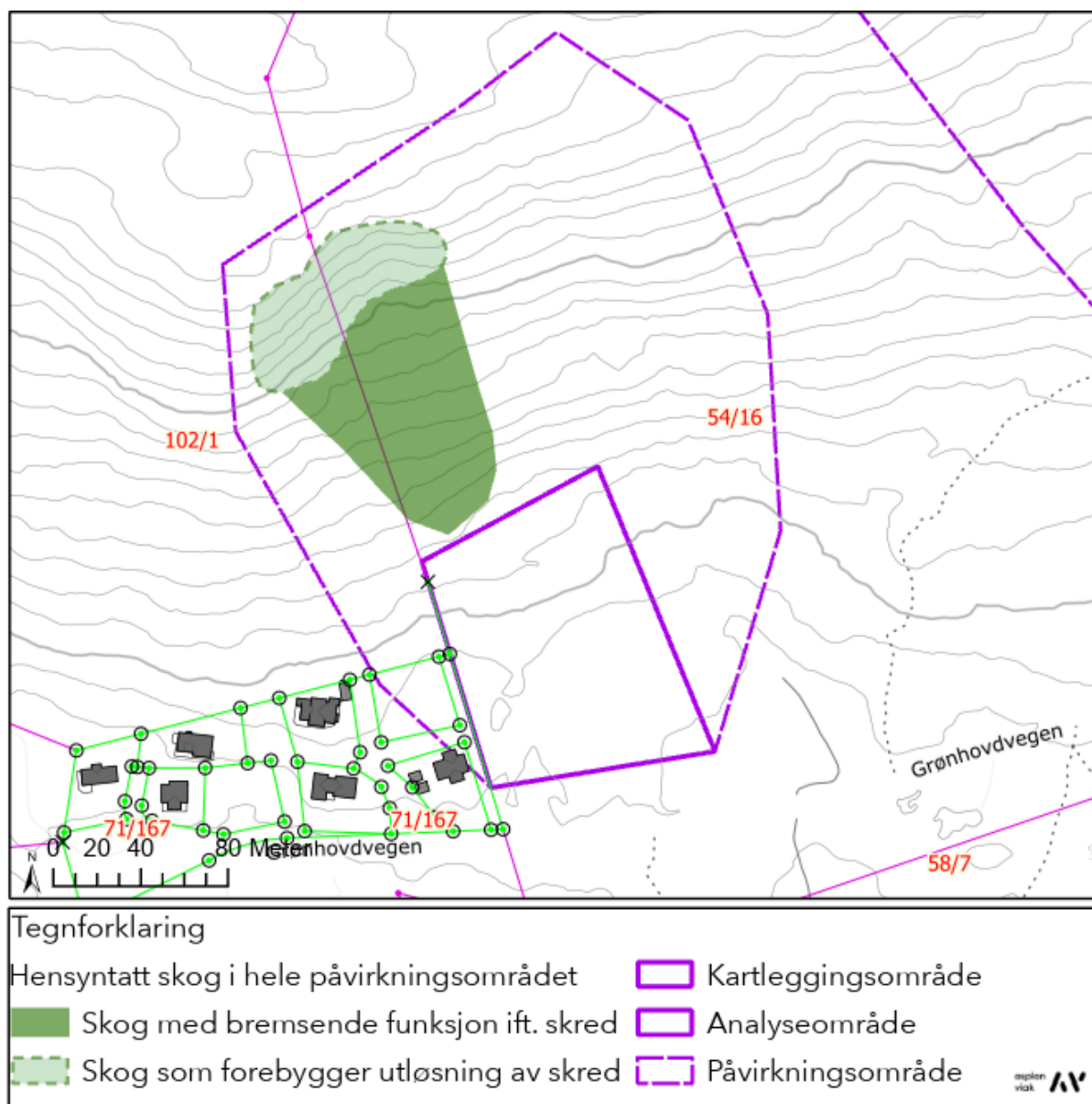
Sannsynligheten for at sørpeskred skal nå kartleggingsområdet med ødeleggende kraft vurderes som lavere enn 1/1000 fra forsenkningen vest i området, men høyere enn 1/1000 fra myrområdet nordøst i området og mindre enn 1/100. Faresonekartet som viser områder der lovverkets krav til sikkerhet mot skred er ikke tilfredsstilt og er presentert i kapittel 7. Vurderingen gjelder uavhengig av skogeffekten, da det ikke vokster skog i løsneområdet.

6. Skog

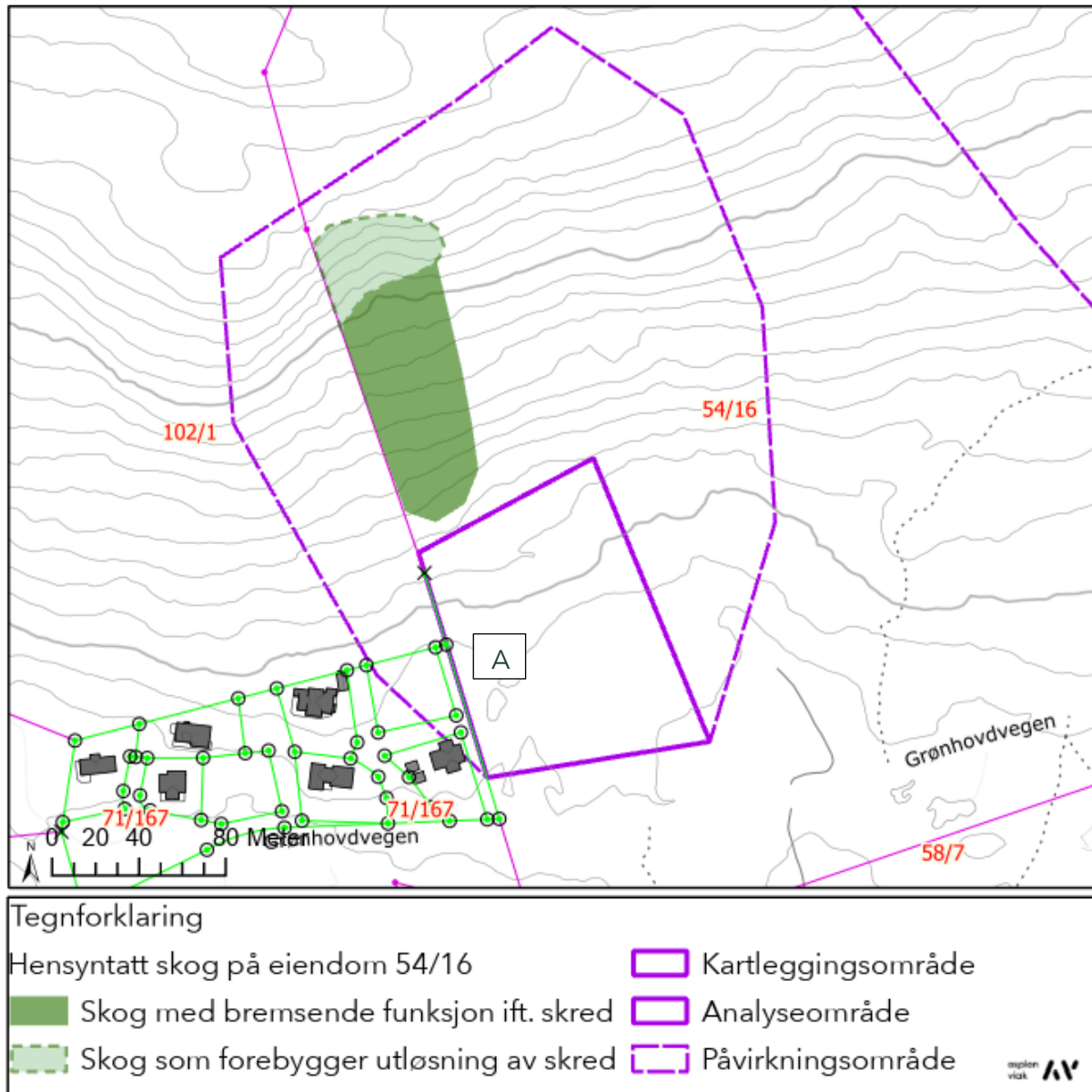
Skredfaren er vurdert både med og uten skogeffekten. I tillegg er det gjort en vurdering der kun skogen innenfor eiendom 54/16 er hensyntatt. Skredfaren som er vurdert med hensyn til skog, tar utgangspunkt i skogen slik den var ved befaring.

Skogen vurderes å ha betydning for snøskredfaren. For vurdering av skredfare med hensyn til skog i hele påvirkningsområdet, forutsettes det at skogen anbefales avsatt som verneskog og at det etableres planverk for skjøtsel innenfor området vist i Figur 26 og vedlegg F.

For vurdering av skredfare med hensyn til skogen kun innenfor eiendom 54/16, forutsettes det at flatehogst forhindres innenfor det rød stiplede polygonet i Figur 27 og vedlegg F.



Figur 26: Skog med betydning for snøskredfaren for planområde A for vurdering av skredfaren uten skogeffekt ved hele planområdet, uavhengig av tomtegrenser.



Figur 27: Skog med betydning for snøskredfaren for planområde A. Området innenfor rød stippet linje har betydning for skredfaren der kun skogen innenfor eiendom 54/16 er hensyntatt.

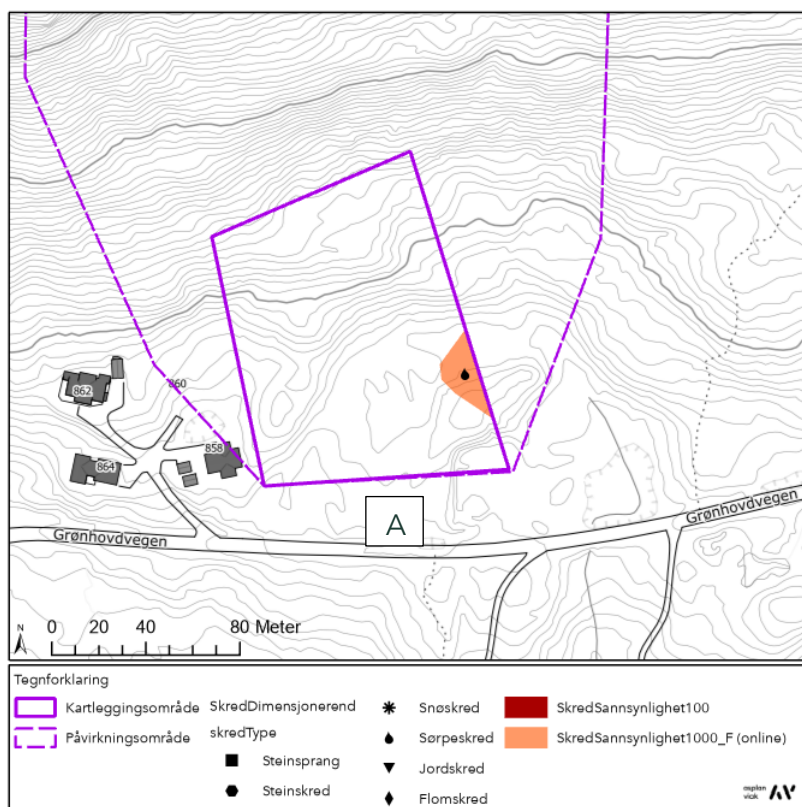
7. Samlet skredfare

7.1. Samlet skredfare med skog

Med skog vurderes den samlede sannsynlighet for at skred skal treffe vestre kartleggingsområde med ødeleggende kraft som større en 1/1000 for deler av kartleggingsområdet mot øst. Det er sørpeskred som er dimensjonerende skredtype. Dersom hele skogen blir båndlagt vil det ikke være faresone for snøskred verken med sannsynlighet 1/1000 eller 1/100 nordvest i kartleggingsområdet. Kartleggingsområdet mot øst har en lavere sannsynlighet for skred enn 1/1000.

Faresonekartet er vist i Figur 28. Innenfor faresone 1/1000 kan ikke tiltak i sikkerhetsklasse S2 oppføres, dvs. fritidsboliger. For østre kartleggingsområde er det ikke tegnet faresoner.

Dersom oppdragsgiver ønsker å redusere faresonene kan sikringstiltak mot skred opprettes. Forslag til sikringstiltak ved Ranten er gitt i kapittel 8.



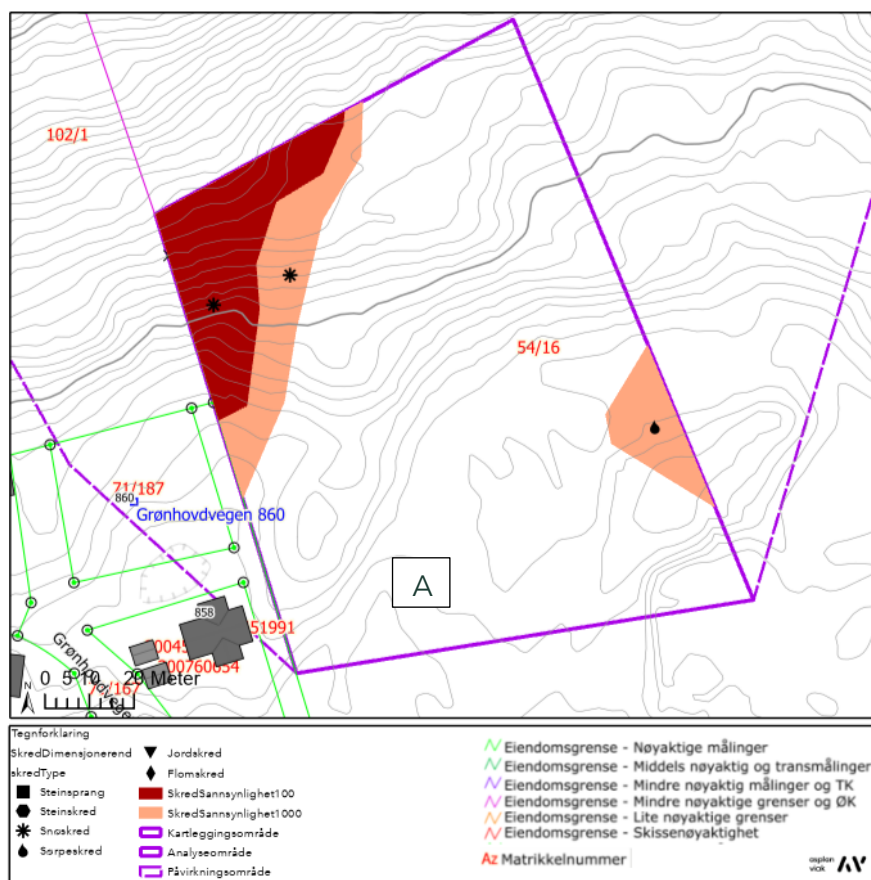
Figur 28: Faresonekart for planområde A. Tiltak som iht. TEK17 faller inn under sikkerhetsklasse S2 (bolighus o.l.) kan ikke plasseres innenfor faresone 1/1000. Vurderingen gjelder med skogeffekt.

7.2. Samlet skredfare uten skog

Uten skog vurderes den samlede sannsynlighet for at skred skal treffe vestre kartleggingsområde med ødeleggende kraft som større enn 1/100 og større en 1/1000 for deler av kartleggingsområdet mot vest. Det er snøskred og sørpeskred som vurderes som dimensjonerende skredtype. Kartleggingsområdet mot øst har en høyere sannsynlighet for skred enn 1/1000, men lavere enn 1/100.

Faresonekartet er vist i Figur 29. Innenfor faresone 1/1000 kan ikke tiltak i sikkerhetsklasse S2 oppføres, dvs. fritidsboliger. Innenfor faresone 1/100 kan ikke tiltak i sikkerhetsklasse S1 oppføres, dvs. uthus og uteområder for fritidsboliger. For østre kartleggingsområde er faren for skred ivaretatt, da det ikke er planlagt hytter innenfor faresonen.

Dersom oppdragsgiver ønsker å redusere faresonene kan sikringstiltak mot skred opprettes. Forslag til sikringstiltak ved Ranten er gitt i kapittel 8.



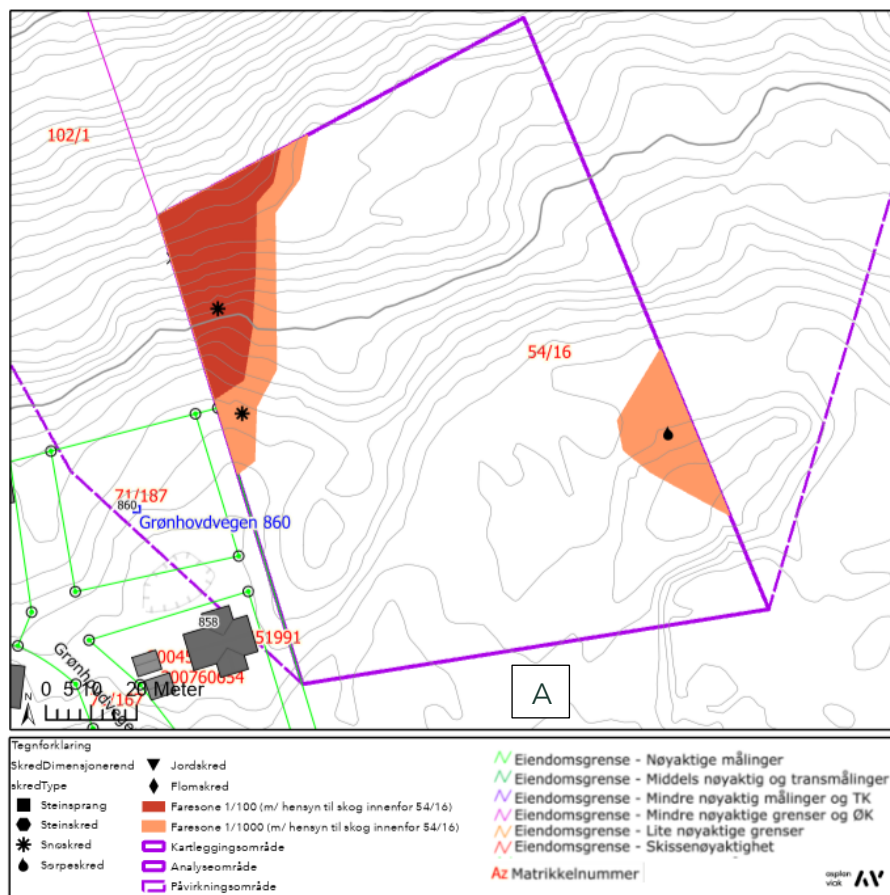
Figur 29: Faresonekart for planområde A. Tiltak som iht. TEK17 faller inn under sikkerhetsklasse S2 (fritidsboliger o.l.) kan ikke plasseres innenfor faresone 1/1000, tilsvarende for sikkerhetsklasse S1 innenfor faresonen for 1/100. Vurderingen gjelder uten skogeffekt.

7.3. Samlet skredfare med delvis båndlagt skog

For vurdering av skredfaren der kun skogen innenfor eiendom 54/16 er hensyntatt, vurderes den samlede sannsynlighet for at skred skal treffe kartleggingsområdet med ødeleggende kraft som større enn 1/100 og 1/1000. I vestre del av kartleggingsområdet er snøskred dimensjonerende med en årlig sannsynlighet over 1/100 og 1/1000. For østre del av kartleggingsområdet A er sørpeskred dimensjonerende med en årlig sannsynlighet under 1/100, men over 1/1000.

Faresonekartet er vist i Figur 30. Innenfor faresone 1/1000 kan ikke tiltak i sikkerhetsklasse S2 oppføres, dvs. fritidsboliger. Innenfor faresone 1/100 kan ikke tiltak i sikkerhetsklasse S1 oppføres, dvs. uthus og uteområder for fritidsboliger. For østre kartleggingsområde er faren for skred ivaretatt, da det ikke er planlagt hytter innenfor faresonen.

Dersom oppdragsgiver ønsker å redusere faresonene kan sikringstiltak mot skred opprettes. Forslag til sikringstiltak ved Ranten er gitt i kapittel 8.



Figur 30: Faresoner der skogen innenfor eiendom 54/16 er hensyntatt for planområde A.

7.4. Stedsspesifikk usikkerhet

Som et supplement til vurderingen av snøskred og sørpeskred er det benyttet dynamisk modellering. Inngangsparametere er valgt ut fra gjeldene retningslinjer og skjønn, men det finnes ikke kjente skredhendelser å kalibrere modellene mot. Det er derfor en usikkerhet i modellresultatene. Likevel vurderes argumentasjonen som er gjort basert på observasjoner fra befaring, terrenghelning og- form, klima og drenering å være godt nok til å lande konklusjonen i rapporten.

8. Tiltak

Dersom oppdragsgiver ønsker å redusere faresoner i kartleggingsområdet, kan sikringstiltak iverksettes. Følgende sikringstiltak vurderes som aktuelle:

- Snøskred:
 - Etablering av støtteforbygning som bores inn i berget i løseområdet for å forankre snøen og forhindre utløsning av snøskred.
 - Etablering av ledevoll som leder snøen vest for kartleggingsområdet er også en mulighet, men etablering av ledevoll kan øke skredfaren for nabotomtene og anbefales derfor ikke.
 - Etablering av fangvoller for å stoppe skredet før kartleggingsområdet.
 - Tilpasse utformingen av bygningen til å tåle et evt. trykk fra snøskredet.
- Sørpeskred:
 - Etablering av ledevoll på østre side av kartleggingsområdet som leder snøen på utsiden av kartleggingsområdet.

Foreslåtte tiltak for snøskred og sørpeskred må detaljprosjektertes dersom det er ønskelig å velge en av disse løsningene. Asplan Viak kan bistå med detaljprosjekteringen.

9. Konklusjon

Deler av kartleggingsområdet tilfredsstiller ikke lovverket sitt krav til sikkerhet mot skred for nybygg/påbygg i sikkerhetsklassene S2, der årlig nominell sannsynlighet for skred ikke må overskride 1/1000. Dette gjelder for sørpeskred med og uten skogeffekt, samt snøskred uten skogeffekt. I tillegg stiller deler av kartleggingsområdet ikke kravet for sikkerhetsklasse S1 uten skogeffekt, der årlige nominelle sannsynlighet for skred ikke skal overskride 1/100. Dersom skogen i løsneområdet for snøskred blir båndlagt, vil sannsynligheten for at snøskred når kartleggingsområdet være lavere enn 1/1000 og lavere enn 1/100. Faresonen for sørpeskred blir ikke påvirket av skogeffekten, da de ikke vokser skog i løsneområdet. Faresonen for snøskred blir påvirket av skogen.

Det er utarbeidet tre faresonekart som viser faresonene med skogeffekt, uten skogeffekt, samt med skogeffekt kun innenfor eiendom 54/16.

- Faresonekartet med skogeffekt viser en faresone 1/1000 for sørpeskred øst i planområdet.
- Faresonekartet uten skogeffekt viser den samme faresonen for sørpeskred, samt faresone for snøskred med sannsynligheten for skred over 1/1000 og 1/100 nordvest i området.
- Faresonekart med hensyn til skog kun innenfor eiendom 54/16, viser en faresone 1/1000 for sørpeskred øst i planområdet, samt reduserte faresoner for snøskred med sannsynlighet over 1/1000 og 1/100 vest i området.

Nybygg i sikkerhetsklasse S2 kan ikke plasseres innenfor faresone 1/1000. Tilhørende uteområde til nybyggene kan ikke plasseres innenfor faresone 1/100. Dersom oppdragsgiver ønsker å redusere faresonene må sikringstiltak iverksettes. Forslag til sikringstiltak er gitt.

Kilder

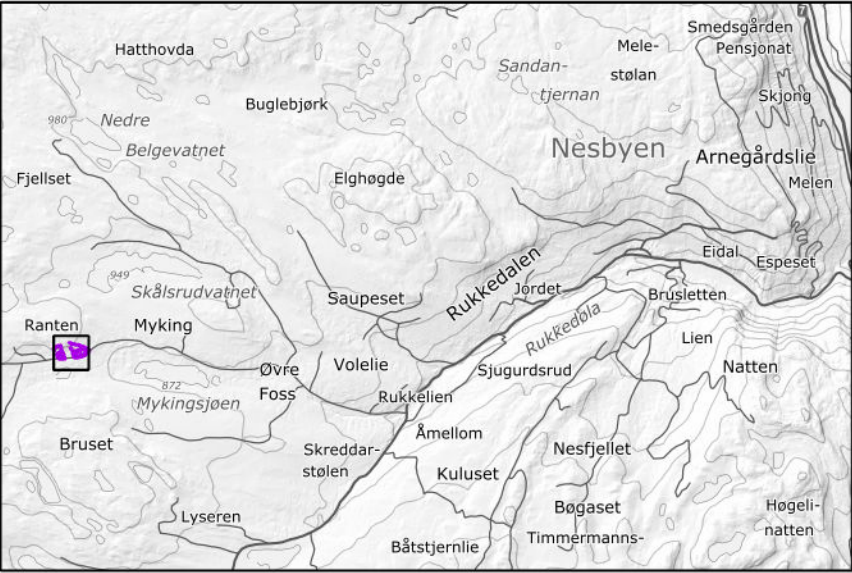
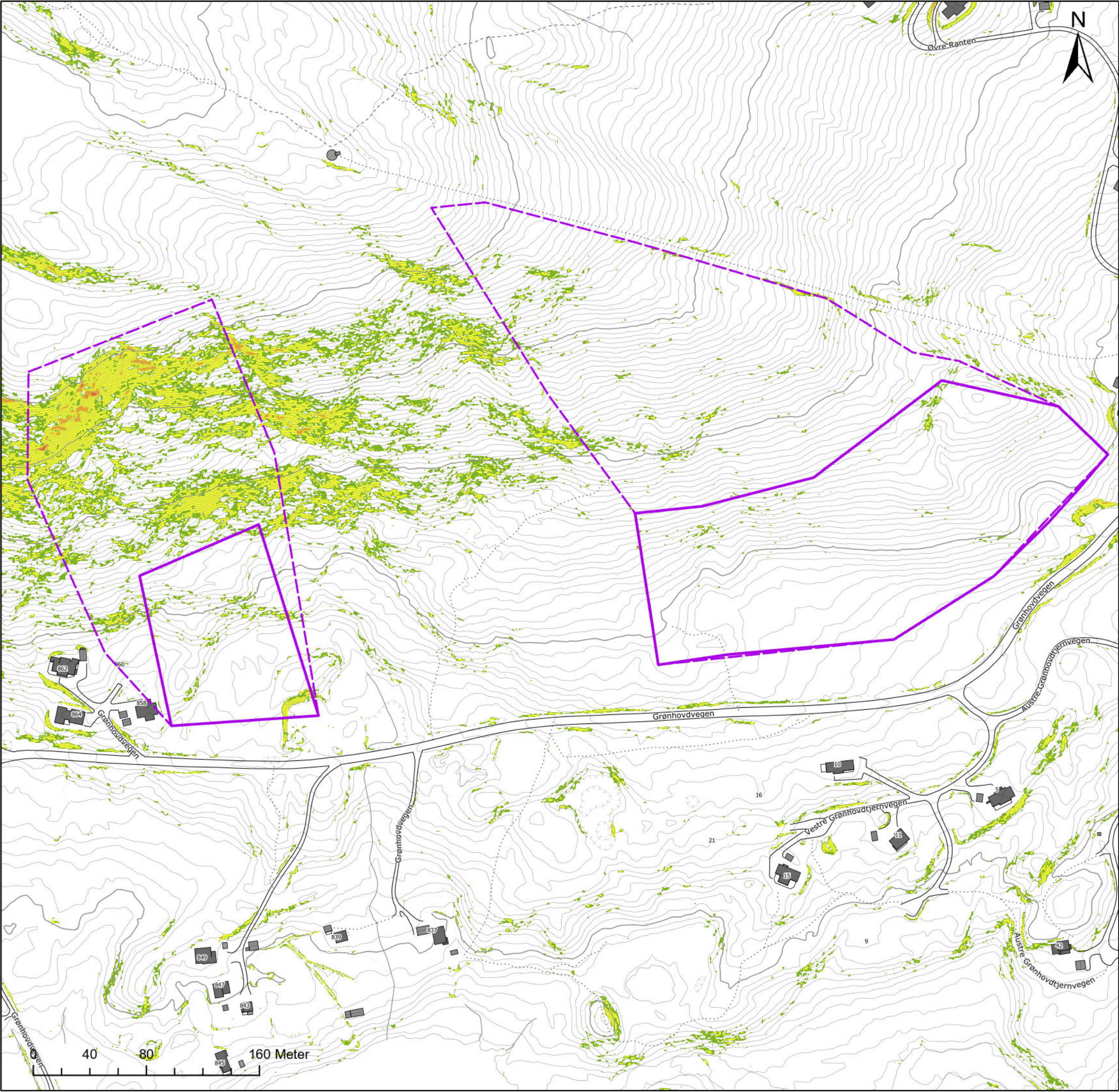
- [1] Statens kartverk, «Høydedata,» [Internett]. Available: www.hoydedata.no.
- [2] NVE, «NVE Atlas,» [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/>.
- [3] Statens vegvesen, «Vegkart,» [Internett]. Available: <https://vegkart.atlas.vegvesen.no/>.
- [4] NGU, «Nasjonal berggrunnsdatabase,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/.
- [5] NGU, «Nasjonal løsmassedatabase,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/.
- [6] NGU, «GRANADA - Nasjonal grunnvannsdatabase,» 2024. [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/.
- [7] Statens kartverk, Geovekst og kommunene, «Norge i bilder,» [Internett]. Available: <https://www.norgeibilder.no>.
- [8] NVE, Meteorologisk institutt, Statens vegvesen og Statens kartverk, «seNorge.no,» [Internett]. Available: <http://www.senorge.no/>.
- [9] Meteorologisk institutt, NVE, NORCE, Kartverket og Bjerknessenteret, «Norsk klimaservicesenter,» 2022. [Internett]. Available: <https://klimaservicesenter.no/>. [Funnet 24 06 2024].
- [10] NIBIO, «Kilden,» [Internett]. Available: <https://kilden.nibio.no>.
- [11] NVE, «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak,» 20 10 2020. [Internett]. Available: <https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no/>.
- [12] C. Lussana, T. Saloranta, T. Skaugen, J. Magnusson, O. E. Tveito og J. Andersen, «SeNorge2 daily precipitation, an observational gridded dataset over Norway from 1957 to the present day.,» *Earth System Science Data, Volume 10*, p. 235-249, 1. februar 2018.

- [13] Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning (WSL-SLF), «RAMMS::Avalanche User Manuel V 1.7.,» WSL-SLF, 2017.
- [14] NVE, «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng - utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak,» 2020. [Internett]. Available: <https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no/>.
- [15] NIFS, «Sammenligning av modelleringsverktøy for norske snøskred. Rapport 107-2015,» NVE, Oslo, 2015.
- [16] B. Salm, H. Gubler og A. Burkard, Berechnung von Fliesslawinen: eine Anleitung für Praktiker mit Beispielen, Weissfluhjoch/Davos: Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung, 1990.
- [17] NVE, «Ekstern rapport Nr. 9/2021 - Bruk av RAMMS::DEBRISFLOW på kjente sørpeskredhendelser,» 2021.
- [18] NVE, «FoU 80606 - Identifisering av løseområder for sørpeskred,» Oslo, 2021.
- [19] NVE, Jernbaneverket, Statens vegvesen, «Sammenligning av modellverktøy for norske snøskred,» NVE, 2015.
- [20] NGI, «Uttesting av eksisterende metodikk for modellering av steinsprang,» NVE, Oslo, 2020.
- [21] Direktoratet for byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning,» 15 09 2017. [Internett]. Available: <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17>.
- [22] NGU, «Nasjonal database for ustabile fjellparti,» 2024. [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/ustabilefjellparti_mobil/. [Funnet 25 06 2024].
- [23] NGU, «InSAR,» 2024. [Internett]. Available: <https://insar.ngu.no/>. [Funnet 25 06 2024].
- [24] Skred AS, «Bruk av RAMMS::DEBRISFLOW på kjente sørpeskredhendelser,» NVE, Oslo, 2021.

10. Vedlegg

Vedlegg

Side	Dokument
74	vedlegg a - helningskart
75	vedlegg b - registreringskart
76	vedlegg c.1 - modelleringsresultat snøskred løsneområde 1
77	vedlegg c.2 - modelleringsresultat snøskred løsneområde 2
78	vedlegg c.3 - modelleringsresultat snøskred løsneområde 3
79	vedlegg c.4 - modelleringsresultat snøskred løsneområde 4
80	vedlegg d - modelleringsresultat sørpeskred
81	vedlegg e.1 - faresonekart med skogeffekt
82	vedlegg e.2 - faresonekart uten skogeffekt uten hensyn på ei ...
83	vedlegg e.3 - faresonekart med hensyn til skog innenfor eien ...
84	vedlegg f.1 - skog innenfor planområdet med betydning for sn ...
85	vedlegg f.2 - skog innenfor eiendom 54-16 med betydning for ...
86	vedlegg g - egenerklæringsskjema skredfarevurdering



Tegnforklaring

▬ Påvirkningsområde

▬ Kartleggingsområde

Helning
grader

≤ 25

≤ 30

≤ 45

≤ 60

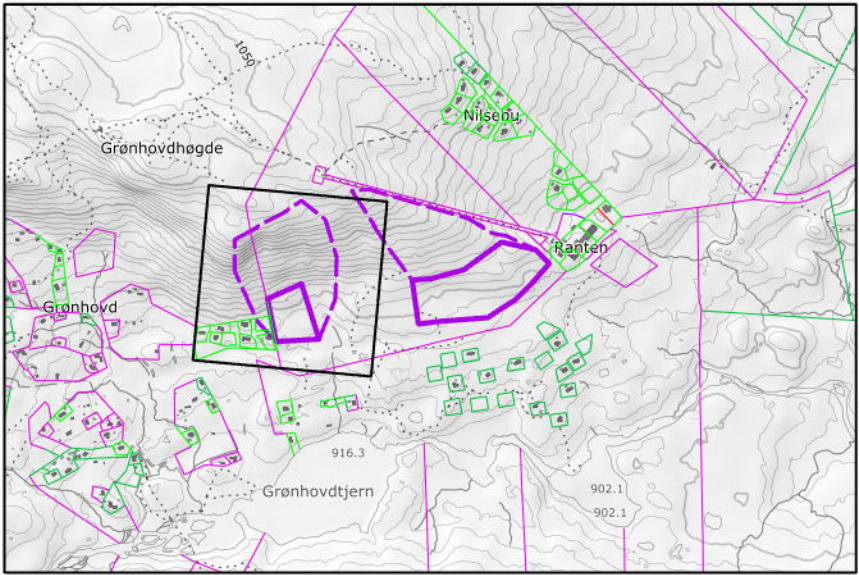
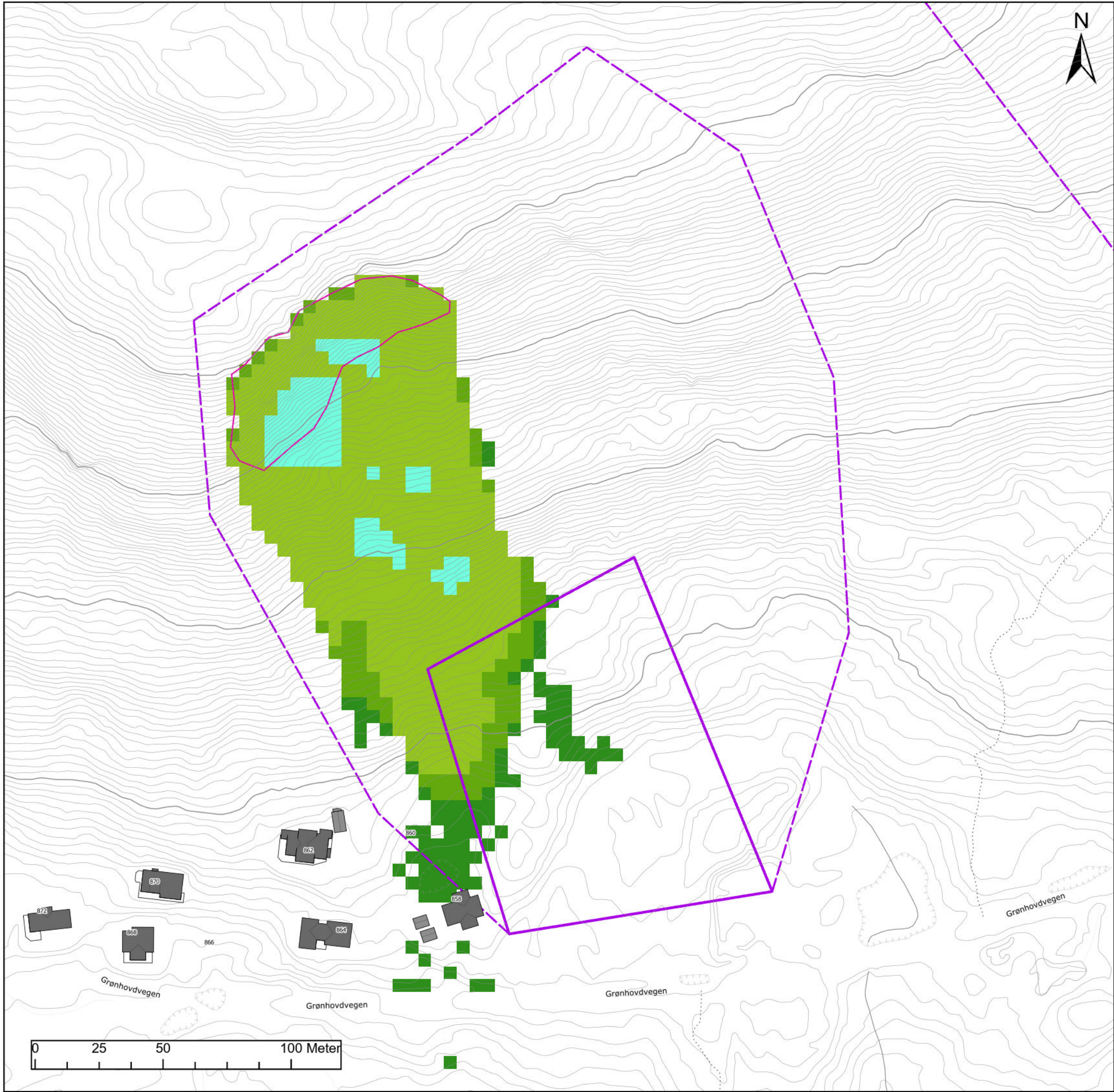
≤ 90

Vedlegg A Helningskart			
Oppdrag: 644155-02			
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM sone 33N			
Dato: 28.06.2024	Utarbeidet av: GVS	Kontrollert av: IG /SH	asplan viak 
Kartet er utarbeidet av Asplan Viak på oppdrag fra Trollsetutsikten AS			

This figure is a grayscale aerial photograph of a coastal area, likely a lagoon or estuary. A large, irregular area is outlined by a dashed purple line. Within this area, a yellow solid line traces a path or boundary. Several numbered markers are present: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, and 13. Markers 1 through 11 are located in the upper left quadrant, while markers 12 and 13 are in the upper right quadrant. A scale bar at the bottom left indicates distances from 0 to 160 meters. A north arrow is located in the top right corner.



		Vedlegg B Registreringskart	
Oppdrag: 644155-02			
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM sone 33N			
Dato: 03.07.2024	Utarbeidet av: GVS	Kontrollert av: IG/SH	asplan viak 
Kartet er utarbeidet av Asplan Viak på oppdrag fra Trollsetutsikten AS			



Tegnforklaring

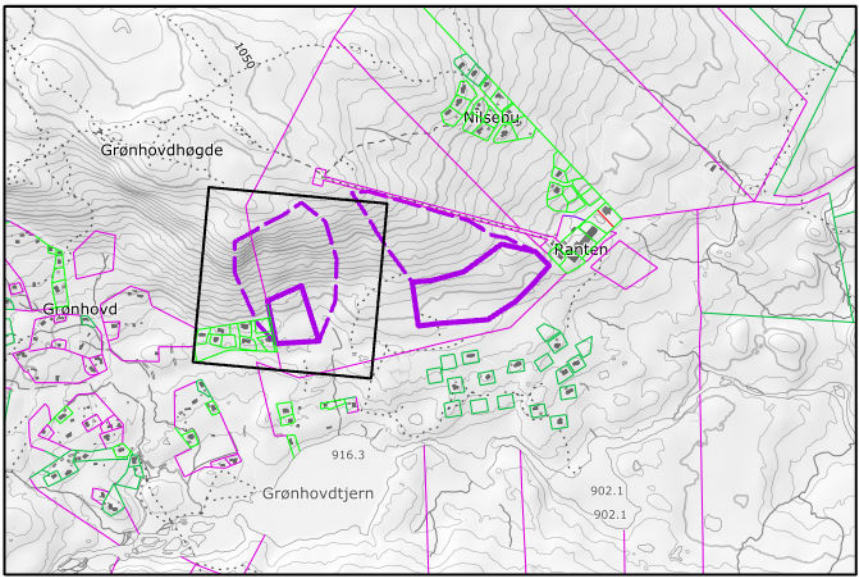
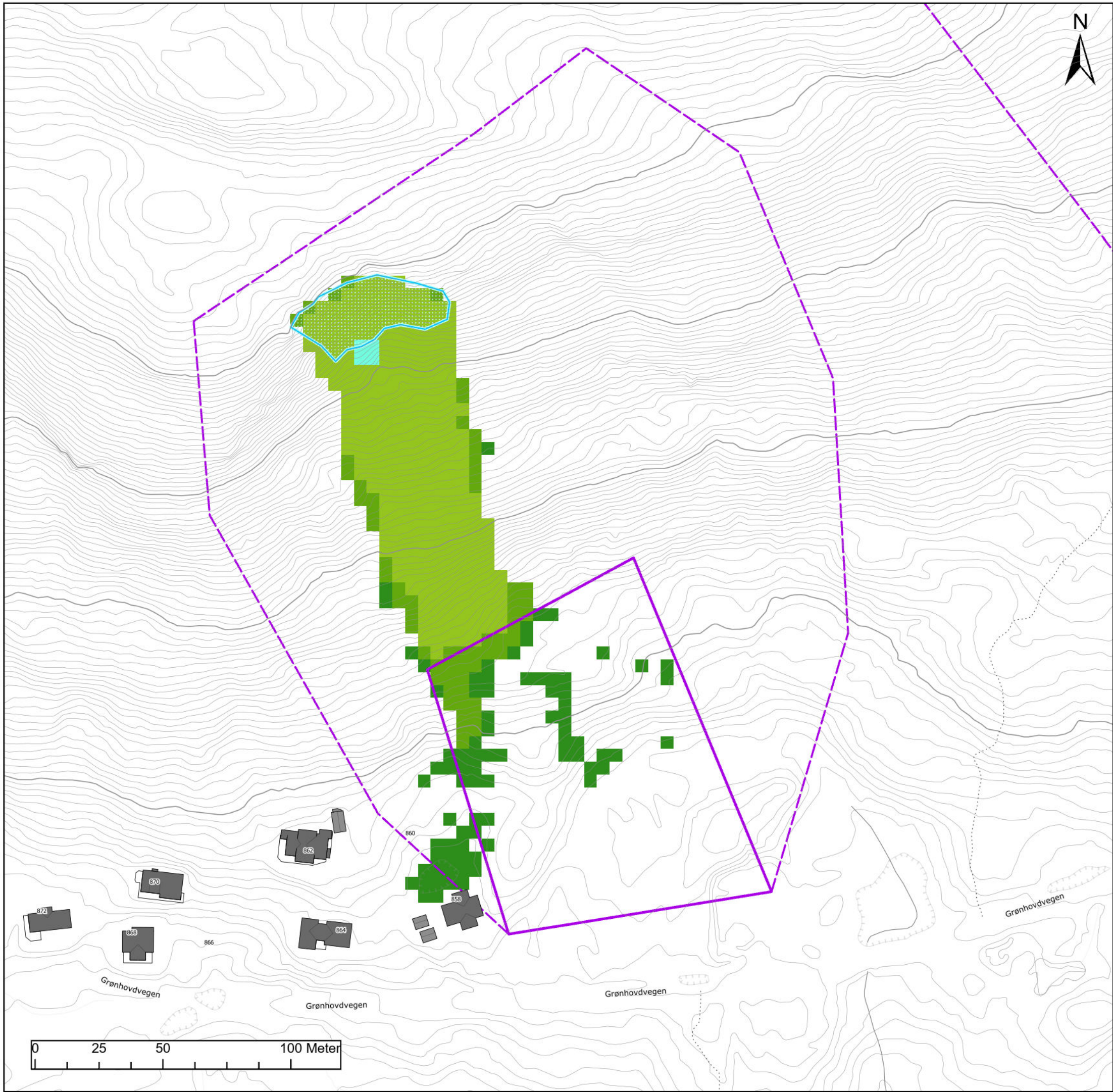
Løsneområde 1

Makshastighet m/s Løsneområde 1 - 1/1000

Snøskred, maks hastighet (m/s)

	<= 1
	1.1 - 2.5
	2.6 - 5
	5.1 - 10
	10.1 - 15
	15.1 - 20
	20.1 - 25
	25.1 - 30
	30.1 - 40
	40.1 - 50
	> 50

Vedlegg C.1 Modelleringsresultat RAMMS snøskred. Løsneområde 1 Bruddkant 0,65 m			
Oppdrag: 644155-02			
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM sone 33N			
Dato: 15.10.2024	Utarbeidet av: GVS	Kontrollert av: IG /SH	asplan viak 
Kartet er utarbeidet av Asplan Viak på oppdrag fra Trollsetutsikten AS			



Tegnforklaring

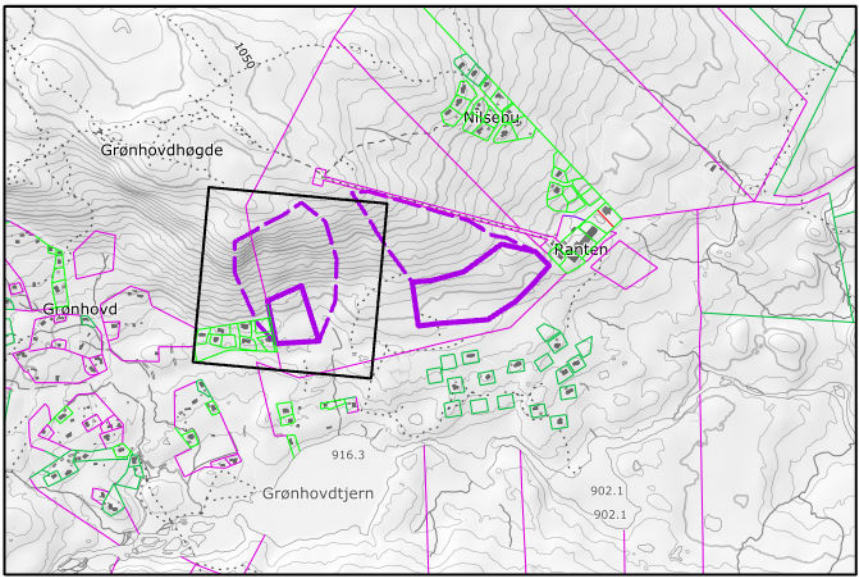
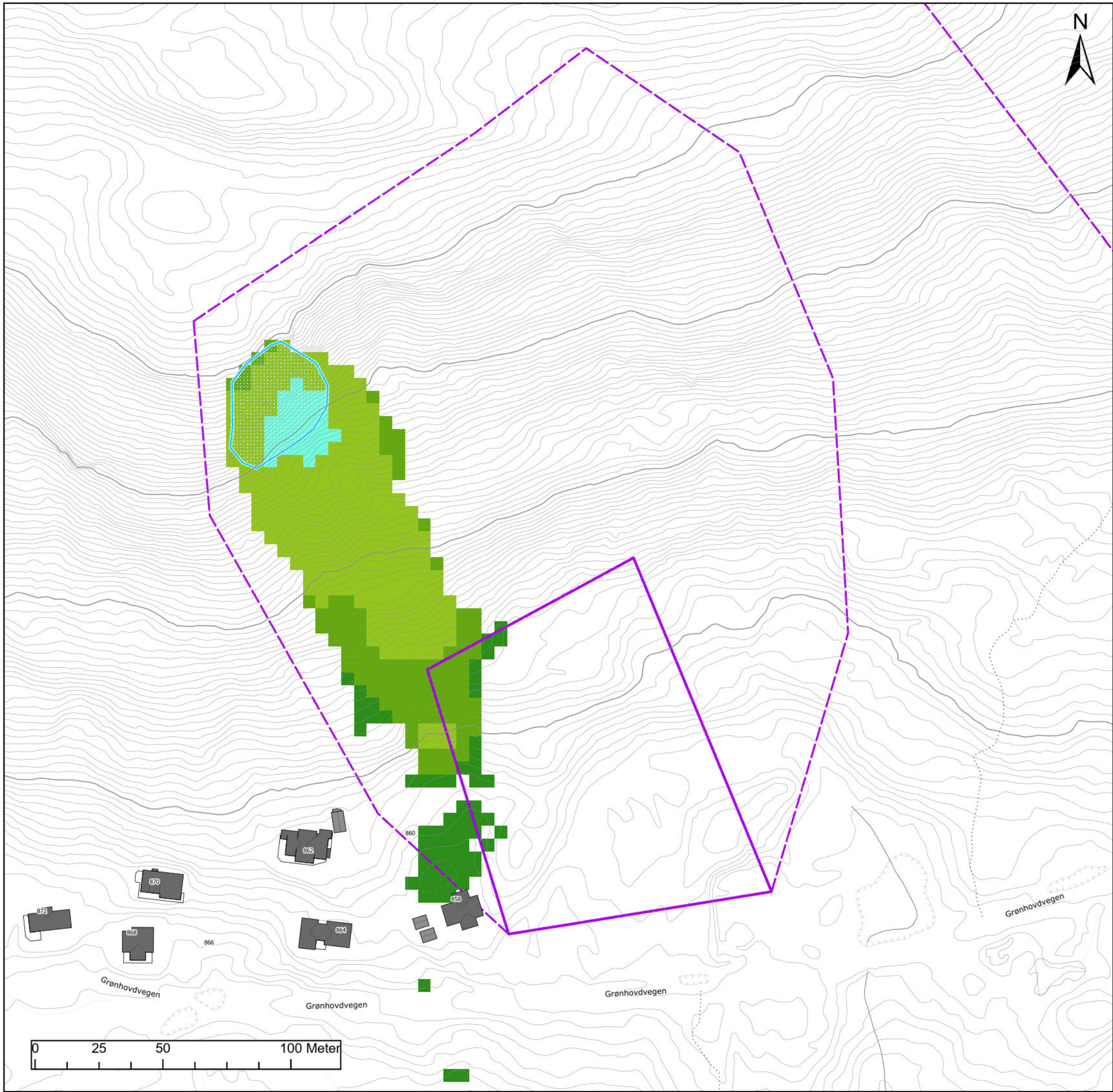
Løsneområde 2

Makshastighet m/s Løsneområde 2 - 1/100

Snøskred, maks hastighet (m/s)

	<= 1
	1.1 - 2.5
	2.6 - 5
	5.1 - 10
	10.1 - 15
	15.1 - 20
	20.1 - 25
	25.1 - 30
	30.1 - 40
	40.1 - 50
	> 50

Vedlegg C.2 Modelleringsresultat RAMMS snøskred. Løsneområde 2 Bruddkant 0,55 m			
Oppdrag: 644155-02			
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM sone 33N			
Dato: 15.10.2024	Utarbeidet av: GVS	Kontrollert av: IG/SH	asplan viak
Kartet er utarbeidet av Asplan Viak på oppdrag fra Trollsetutsikten AS			



Tegnforklaring

 Løsneområde 3

Makshastighet m/s Løsneområde 3 - 1/100

Snøskred, maks hastighet (m/s)

 ≤ 1

 1.1 - 2.5

 2.6 - 5

 5.1 - 10

 10.1 - 15

 15.1 - 20

 20.1 - 25

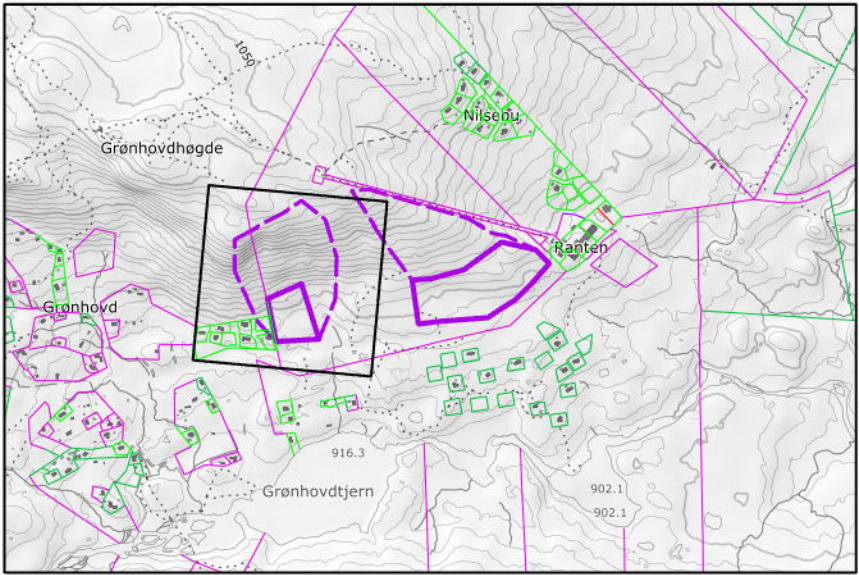
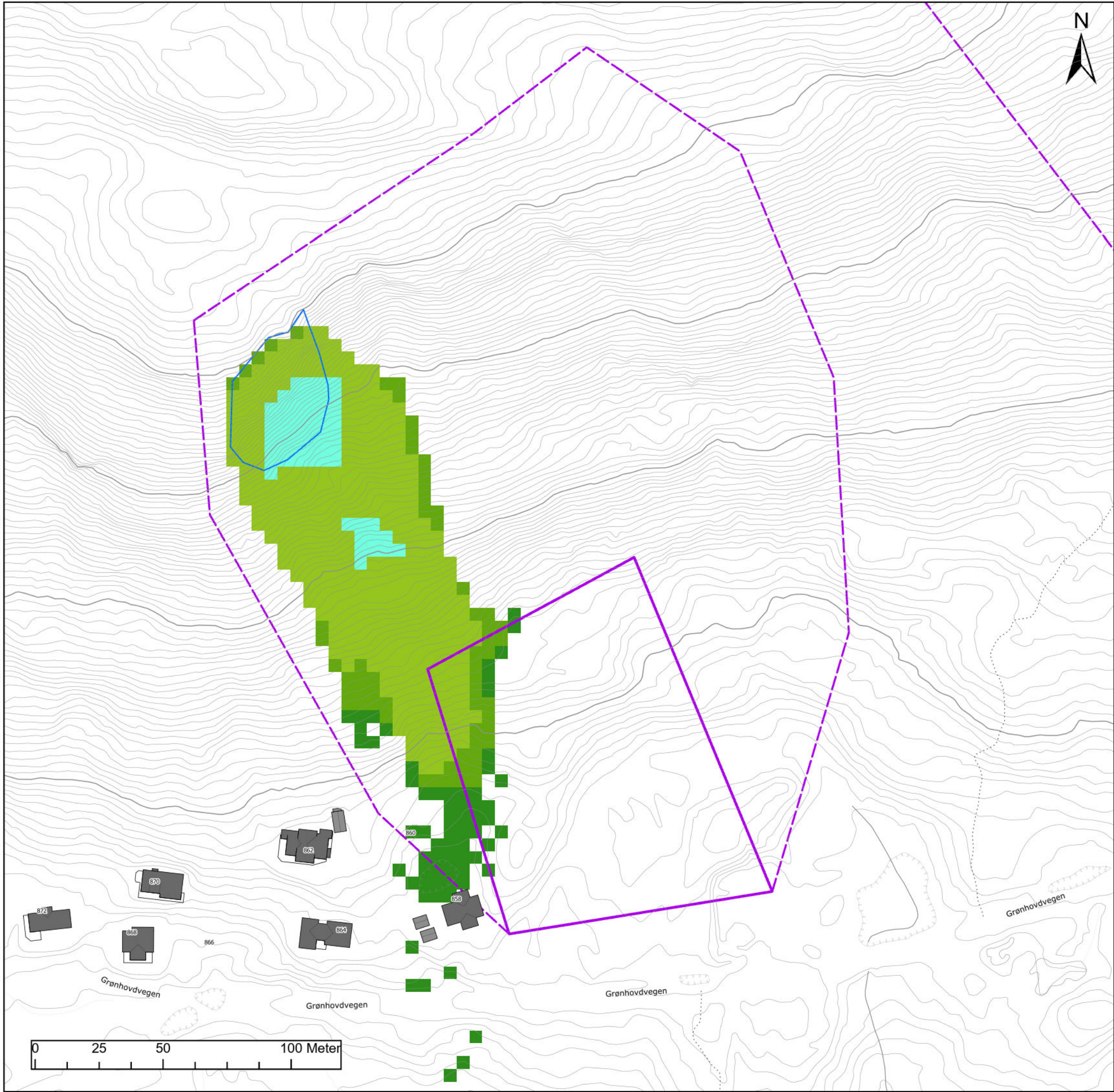
 25.1 - 30

 30.1 - 40

 40.1 - 50

 > 50

Vedlegg C.3 Modelleringsresultat RAMMS snøskred. Løsneområde 3 Bruddkant 0,5 m			
Oppdrag: 644155-02			
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM sone 33N			
Dato: 15.10.2024	Utarbeidet av: GVS	Kontrollert av: IG /SH	asplan viak 
Kartet er utarbeidet av Asplan Viak på oppdrag fra Trollsetutsikten AS			



Tegnforklaring

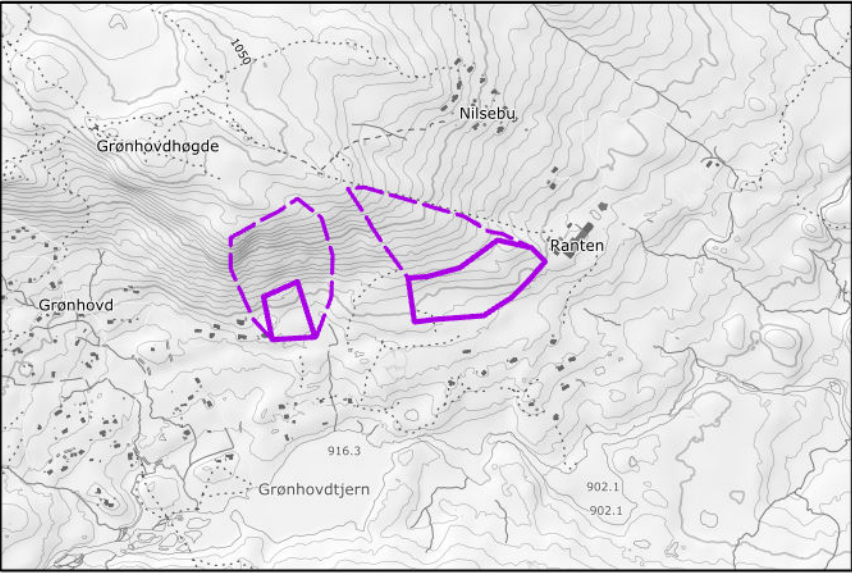
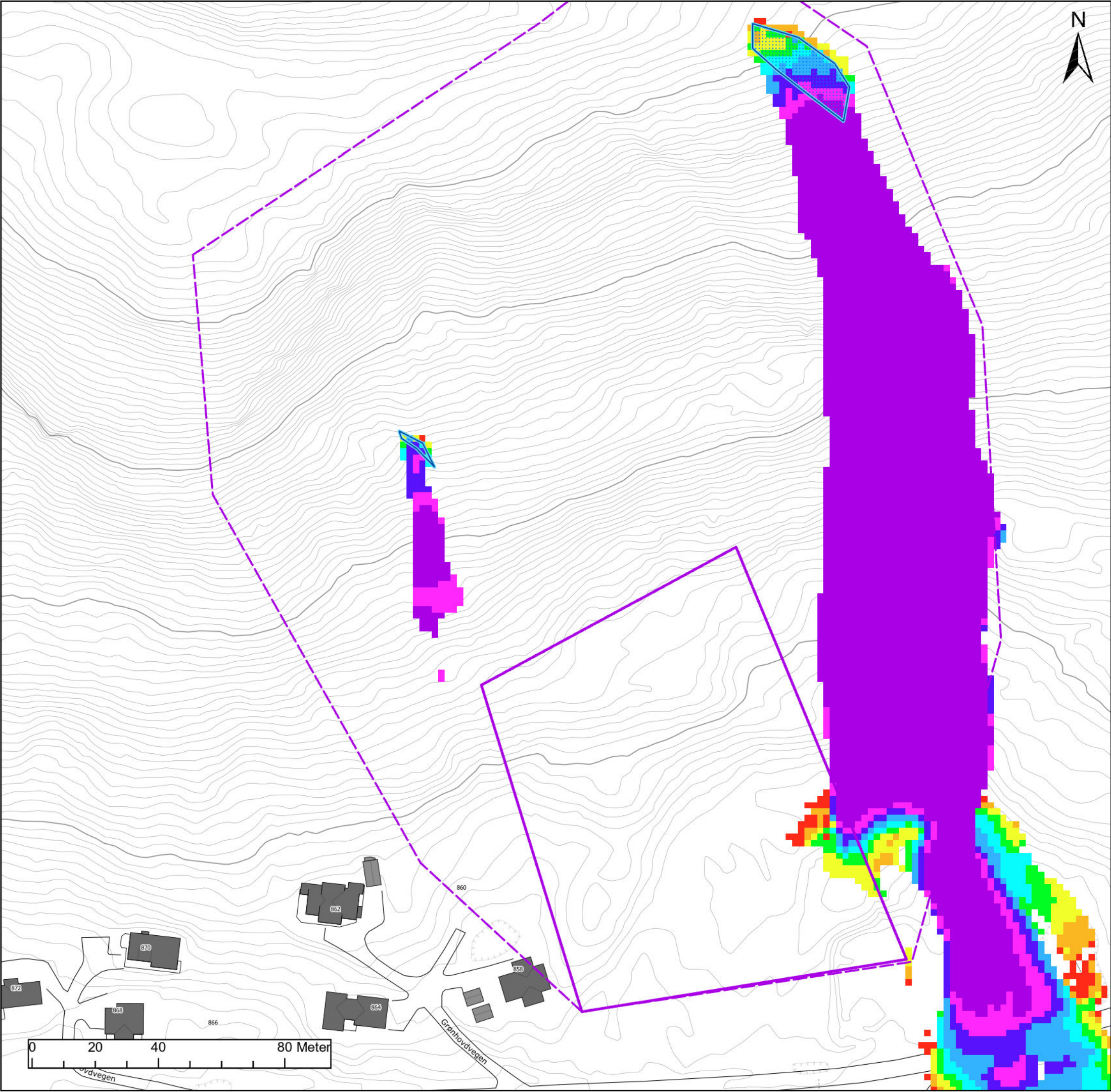
Løsneområde 4

Makshastighet m/s Løsneområde 4 - 1/1000

Snøskred, maks hastighet (m/s)

	<= 1
	1.1 - 2.5
	2.6 - 5
	5.1 - 10
	10.1 - 15
	15.1 - 20
	20.1 - 25
	25.1 - 30
	30.1 - 40
	40.1 - 50
	> 50

Vedlegg C.4 Modelleringsresultat RAMMS snøskred. Løsneområde 4 Bruddkant 0,65 m			
Oppdrag: 644155-02			
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM sone 33N			
Dato: 15.10.2024	Utarbeidet av: GVS	Kontrollert av: IG /SH	asplan viak 
Kartet er utarbeidet av Asplan Viak på oppdrag fra Trollsetutsikten AS			



Tegnforklaring

OBJ.TYPE

- Kartleggingsområde
- Analyseområde
- Påvirkningsområde

OBJTYPE

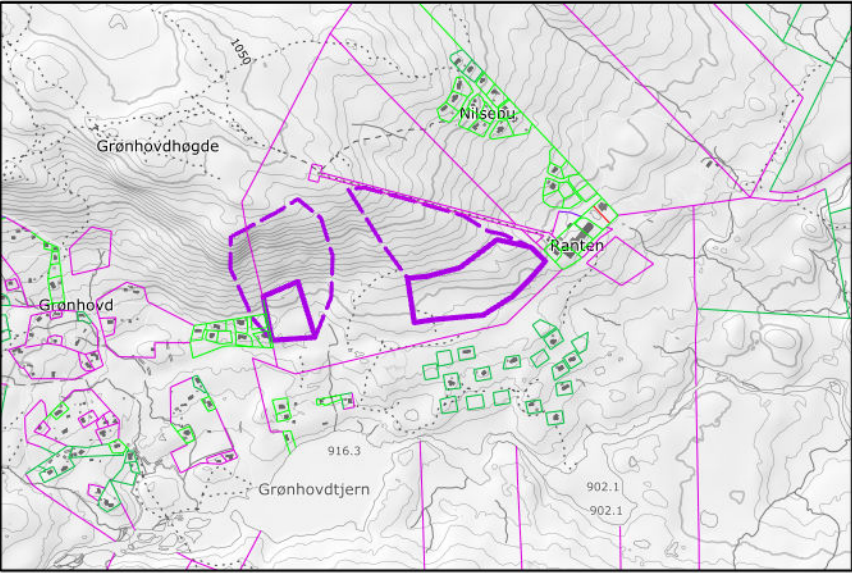
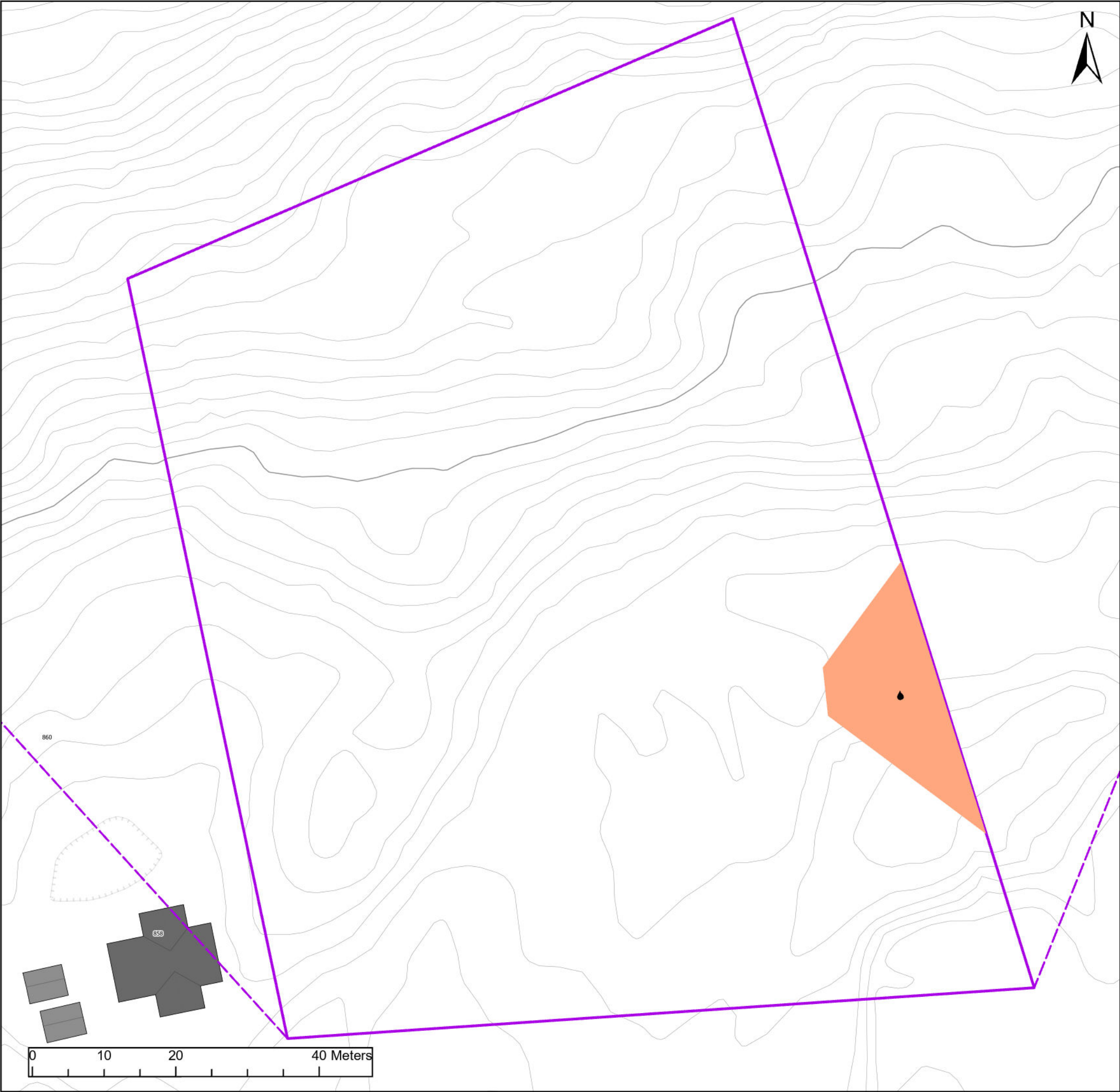
- 0 -
- 1 -
- 2 -
- 3 -
- 4 -
- 5 -
- 6 -
- 7 -
- 8 -
- 9 <

Maks ha

Jordskre

- 0 -
- 1 -
- 2 -
- 3 -
- 4 -
- 5 -
- 6 -
- 7 -
- 8 -
- 9 <

		Vedlegg D Modelleringsresultat RAMMS sørpeskred	
Oppdrag: 644155-02			
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM sone 33N			
Dato: 03.07.2024	Utarbeidet av: GVS	Kontrollert av: IG/SH	asplan viak 
Kartet er utarbeidet av Asplan Viak på oppdrag fra Trollsetutsikten AS			



Tegnforklaring

SkredDimensjonerend

skredType

■ Steinsprang

◆ Steinskred

* Snøskred

♠ Sørpeskred

▼ Jordskred

◆ Flomskred

SkredSannsynlighet1000

AnalyseOmrSkred_F (online)

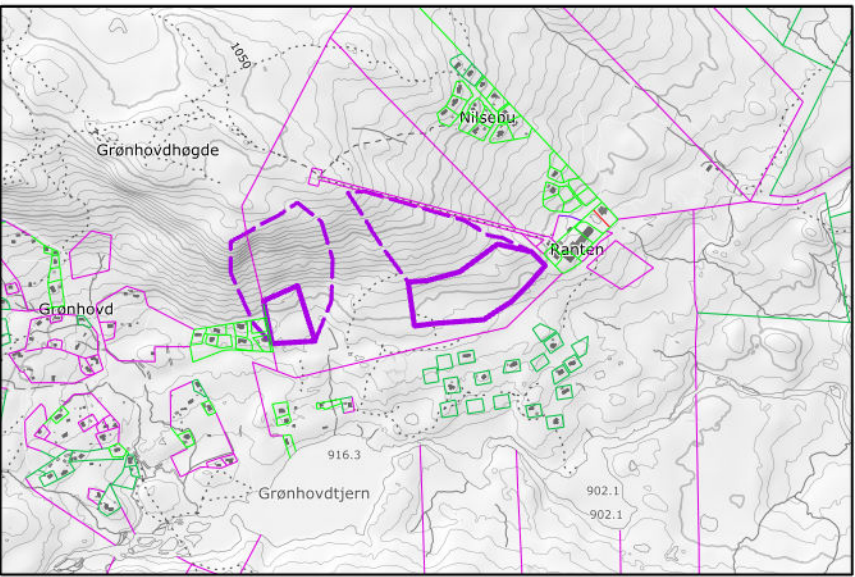
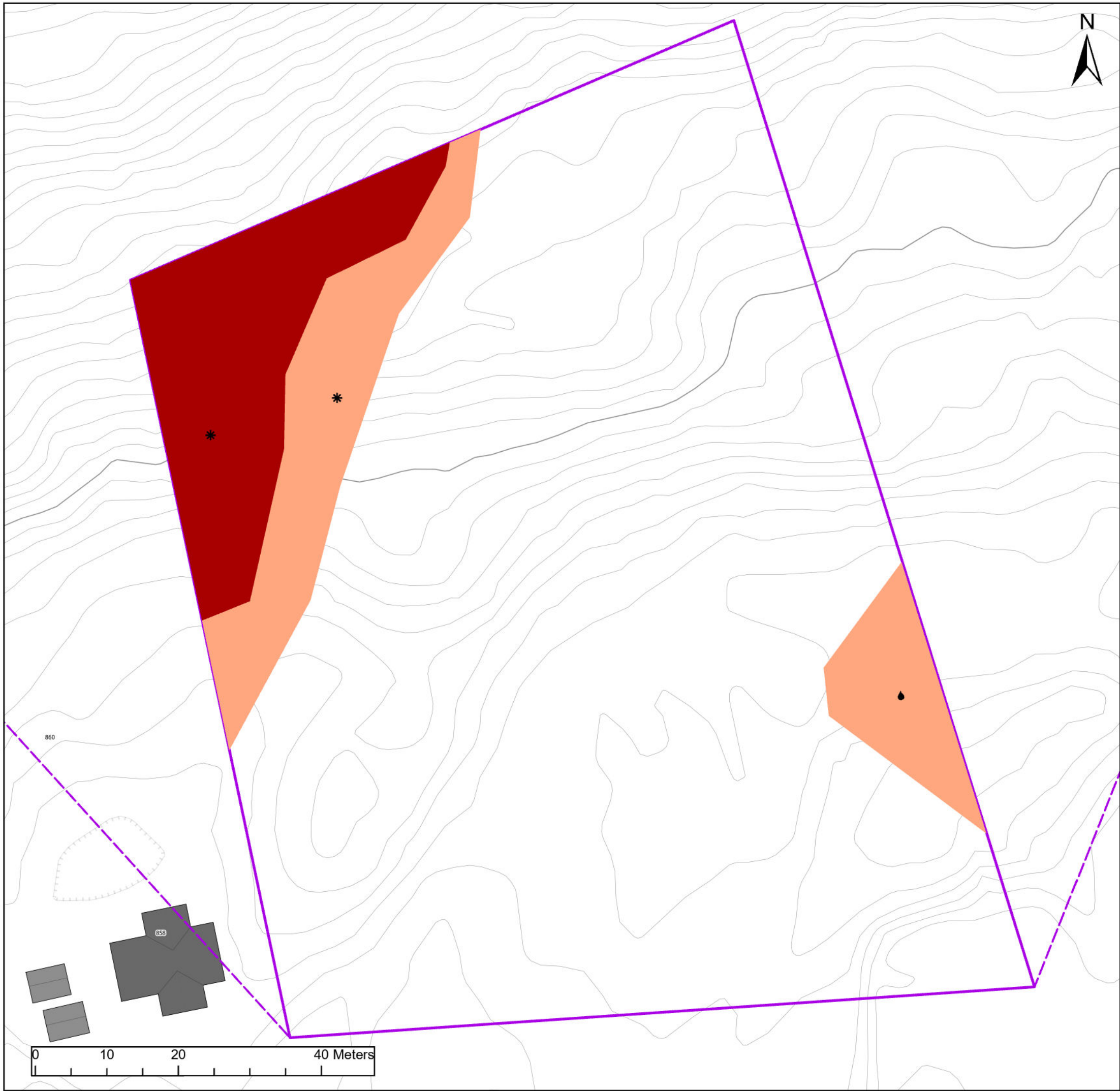
OBJTYPE

■ Kartleggingsområde

■ Analyseområde

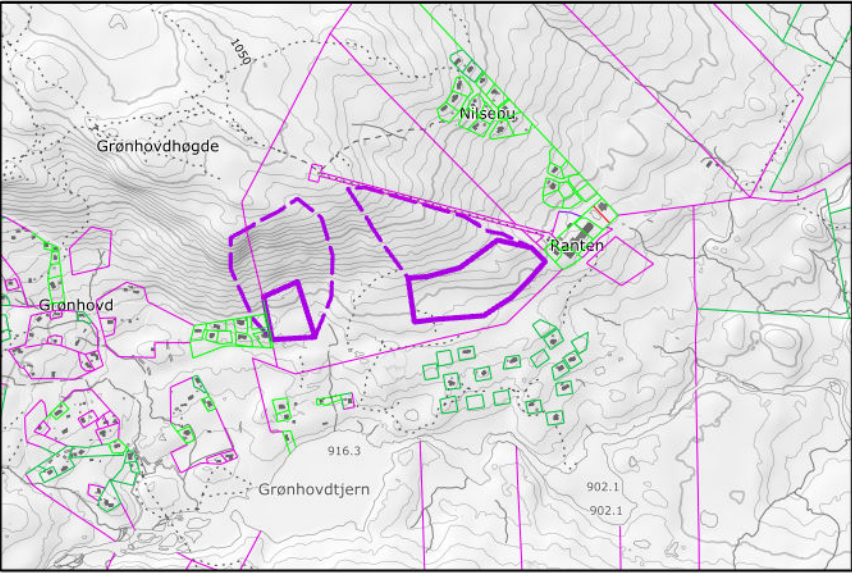
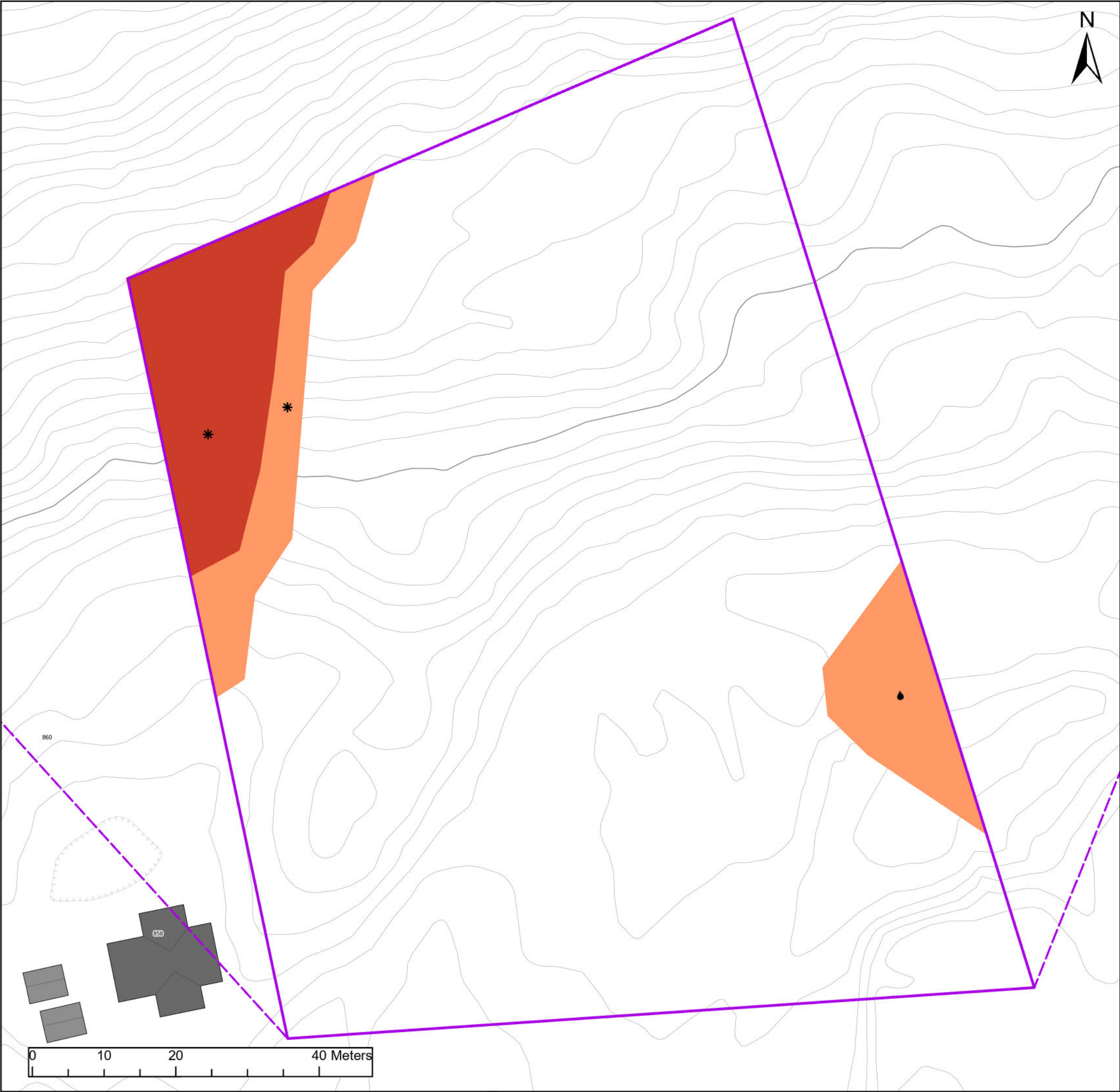
■ Påvirkningsområde

		Vedlegg E.1 Faresonekart med skogeffekt	
Oppdrag: 644155-02			
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM sone 33N			
Dato: 15.10.2024	Utarbeidet av: GVS	Kontrollert av: IG/SH	asplan viak 
Kartet er utarbeidet av Asplan Viak på oppdrag fra Trollsetutsikten AS			



- Tegnforklaring
- SkredDimensjonerend ■ SkredSannsynlighet100
- skredType ■ SkredSannsynlighet1000
- Steinsprang
- ◆ Steinskred
- ✱ Snøskred
- ◆ Sørpeskred
- ▼ Jordskred
- ◆ Flomskred
- AnalyseOmrSkred_F (online)
- OBJTYPE
- Kartleggingsområde
- Analyseområde
- Påvirkningsområde

	Vedlegg E.2 Faresonekart uten skogeffekt uten hensyn på eiendomsgrenser		
Oppdrag: 644155-02			
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM sone 33N			
Dato: 15.10.2024	Utarbeidet av: GVS	Kontrollert av: IG/SH	asplan viak 
Kartet er utarbeidet av Asplan Viak på oppdrag fra Trollsetutsikten AS			



Tegnforklaring

SkredDimensjonerend

skredType

AnalyseOmrSkred_F (online)

OBJTYPE

Faresone 1/100 (m/ hensyn til skog innenfor 54/16)

Faresone 1/1000 (m/ hensyn til skog innenfor 54/16)

■

Steinsprang

●

Steinskred

*

Snøskred

◆

Sorpeskred

▼

Jordskred

◆

Flomskred

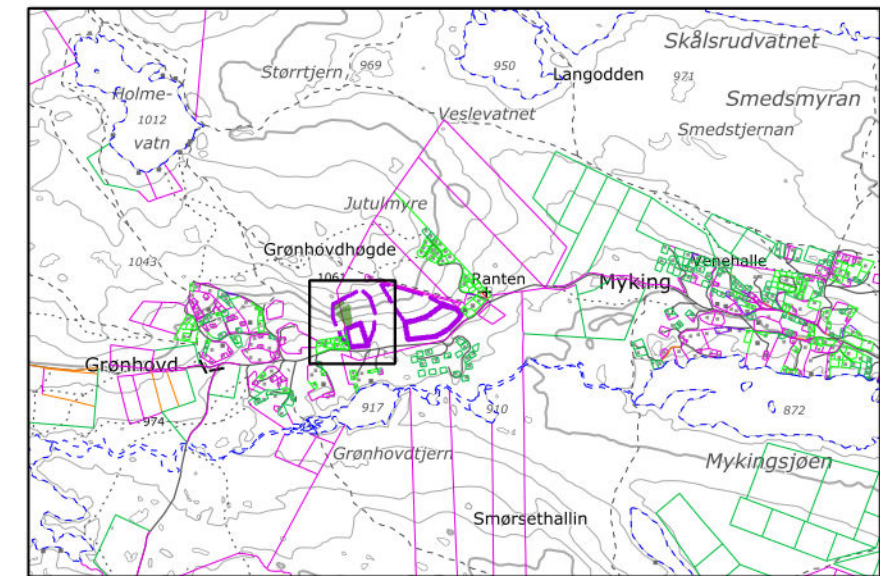
Kartleggingsområde

Analyseområde

Påvirkningsområde

		Vedlegg E.3 Faresonekart m/hensyn til skog innenfor eiendom 54/16	
Oppdrag: 644155-02			
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM sone 33N			
Dato: 15.10.2024	Utarbeidet av: GVS	Kontrollert av: IG /SH	asplan viak 
Kartet er utarbeidet av Asplan Viak på oppdrag fra Trollsetutsikten AS			

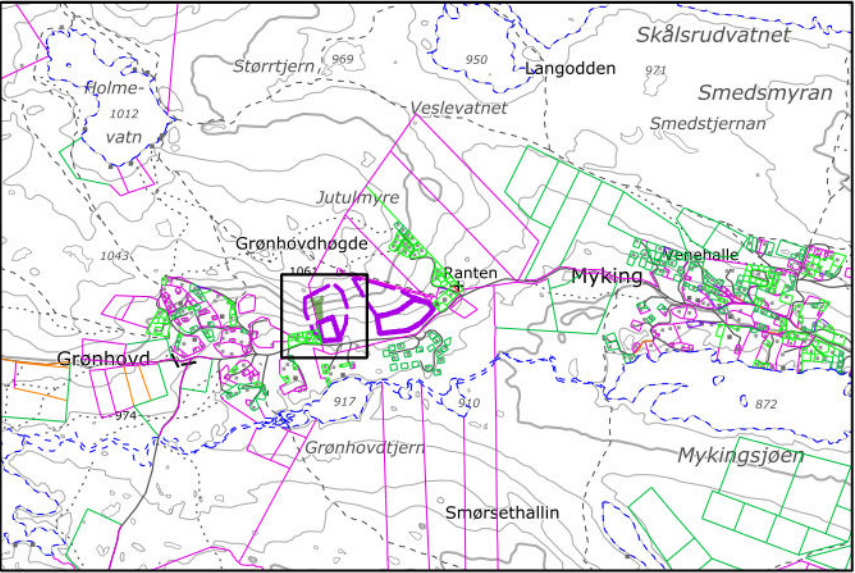
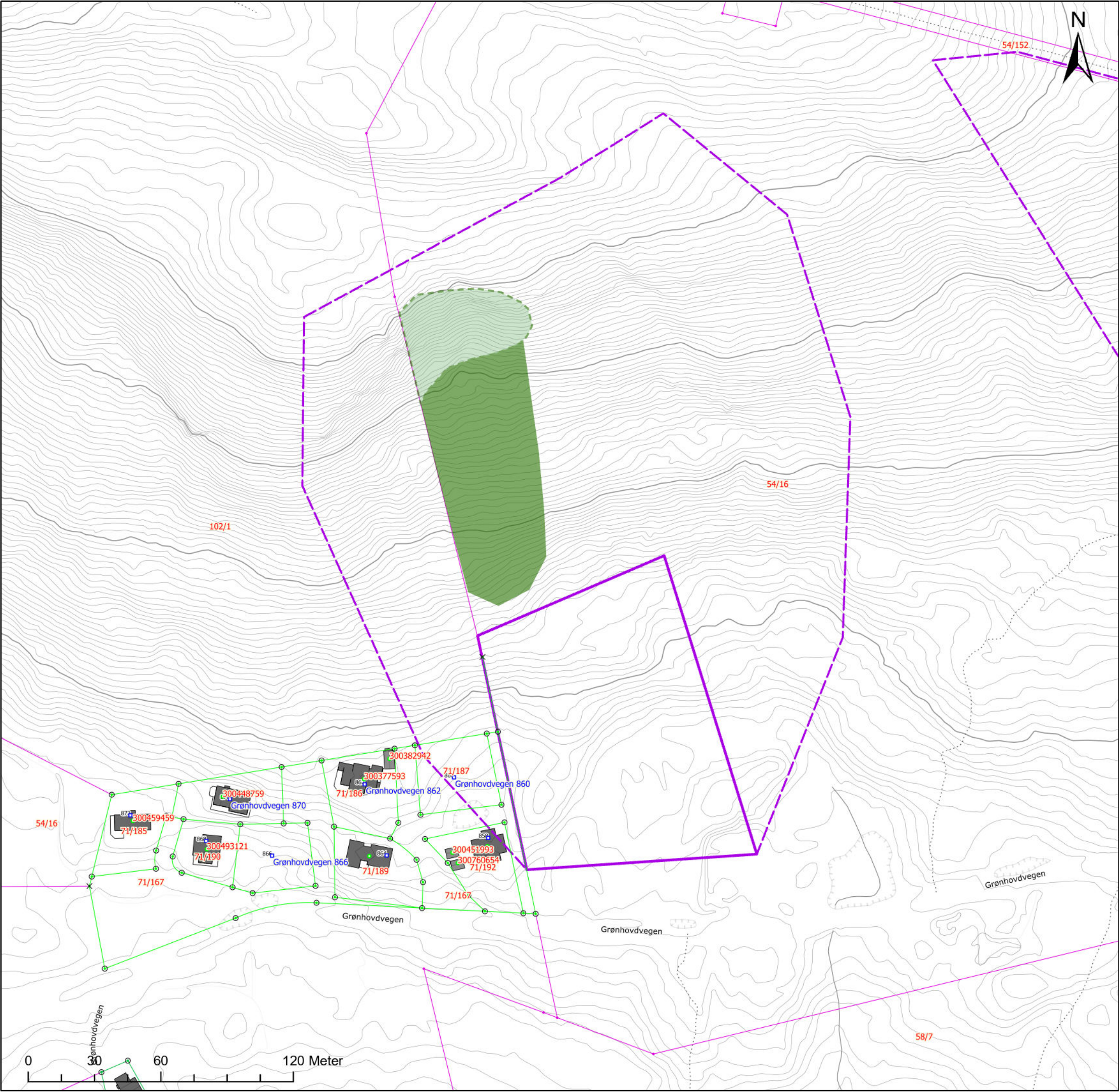
This topographic map shows the Grønhovdvegen area. The map features contour lines indicating elevation. A large green shaded area is located in the upper central part of the map. A dashed purple line outlines a specific region. In the lower left, a green line network connects several points, some of which are marked with building icons and labels such as 300459459, 30048759, 300493121, 300382942, 300377593, 300451993, and 300760654. Other labels include 71/185, 71/186, 71/187, 71/188, 71/189, 71/190, 71/192, 71/167, 71/168, 71/169, 71/170, 71/171, 71/172, 71/173, 71/174, 71/175, 71/176, 71/177, 71/178, 71/179, 71/180, 71/181, 71/182, 71/183, 71/184, 71/185, 71/186, 71/187, 71/188, 71/189, 71/190, 71/191, 71/192, 71/193, 71/194, 71/195, 71/196, 71/197, 71/198, 71/199, 71/200. The map also includes a north arrow in the top right corner and a scale bar in the bottom left corner.



 Kartleggingsområde
 Påvirkningsområde
 Hensyntatt skog i hele påvirkningsområdet
 Skog med bremsende funksjon ift. skred
 Skog som forebygger utløsning av skred

		Vedlegg F.1 Skog innenfor planområdet med betydning for snøskredfaren	
Oppdrag: 644155-02			
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM sone 33N			
Dato: 25.10.2024	Utarbeidet av: GVS	Kontrollert av: IG	asplan viak 
Kartet er utarbeidet av Asplan Viak på oppdrag fra Trollsetutsikten AS			

Skog med betydning for skredfare



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Hensyntatt skog på eiendom 54/16

- Skog med bremsende funksjon ift. skred
- Skog som forebygger utløsning av skred

Vedlegg F.2 Skog innenfor eiendom 54/16 med betydning for snøskredfare			
Oppdrag: 644155-02			
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM sone 33N			
Dato: 25.10.2024	Utarbeidet av: GVS	Kontrollert av: IG	asplan viak 
Kartet er utarbeidet av Asplan Viak på oppdrag fra Trollsetutsikten AS			

Vedlegg

Egenerklæringsskjema for kompetanse – iht. veileder *Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak*

Firma:	Asplan Viak AS	Org.nr:	910 209 205
Utførende foretak vil med utfylling av egenerklæringsskjema erklære seg skikket til å utføre utredning av skredfare i bratt terreng og at utførende fagpersoner innehar nødvendig kompetanse i henhold til veilederen. Hvert foretak involvert i oppdraget fyller ut eget skjema, også ev. underleverandører.			

Egenerklæring om utførende foretaks kompetanse	JA	NEI	Kommentar
Ansvarlig for å utføre skredfaglige utredninger er godt kjent med gjeldende forskrifter ¹ , veiledere ² , retningslinjer ³ og fagnormer som gjelder for å utføre skredfareutredninger.	x		
Minst to kvalifiserte fagpersoner blir benyttet i oppdraget, en som utførende og en som sidemannskontrollør. <i>De to påkrevde fagpersonene må ha minst 5 og 3 års netto erfaring med tilsvarende oppdrag, samt relevant utdanning som definert i veilederen. Personell med mindre enn 3 års erfaring kan benyttes i oppdraget i tillegg til de to med påkrevd erfaring.</i>	x		
Foretaket har kunnskap om og tilgang på dynamiske skredmodeller der slike er kommersielt tilgjengelig.	x		
Foretaket har ansvarsforsikring som minst tilsvarer krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).	x		

Signatur:

Namn: Gunhild Viljugrein Stølen



Sted og dato:

Sandvika 03.07.2023

¹ Byggeteknisk forskrift (TEK17) og Plan- og bygningsloven (pbl)

² NVE veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak

³ NVE retningslinjer Flaum- og skredfare i arealplanar – Revidert 22.mai 2014

