Skredfarekartlegging i Giske kommune

42
2016



RAPPORT

Rapport nr 42-2016
Skredfarekartlegging i Giske kommune

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør: Andrea Taurisano

Forfattere: Håvard Juliussen, Delia Kejo, Birgit Rustad, Ingrid Skrede, Andrea Taurisano

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag:

Forsidefoto: Andrea Taurisano/NVE

ISBN

ISSN 1501-2832

Sammendrag: Det er utarbeidet faresonekart for årlig nominell sannsynligheten på 1/100-, 1/1000- og 1/5000-årsskred for utvalgte bebygde områder i Giske kommune. Grunnlaget for faresonene er feltbefaringer, klimaanalyser, skredhendelser, aktsomhetskart, skredmodelleringer og terrengmodell.

Emneord: Skredfarekartlegging, Giske kommune, snøskred, sørpeskred, steinsprang, steinskred, jordskred, flomskred, Aktsomhetskart, faresoner, skred i bratt terreng, Alnes, Juv, Synes, Valdervoll, Valkvæ, Øvre Valderhaugstrand, Øvre Nordstranda

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

April 2016

Forord

Et nasjonalt kartgrunnlag – faresonekart skred – er under etablering for områder med stort skadepotensial fra skred i bratt terreng. Økt kunnskap og oversikt gjennom kartlegging av fareutsatte områder er et viktig verktøy og underlag for skredforebyggende arbeid.

Hovedmålet med kartleggingen er å bedre grunnlaget for vurdering av skredfare til bruk i arealplanlegging og beredskap mot skred. Kartleggingen vil også gi bedre grunnlag for vurdering av sikringstiltak.

Plan for skredfarekartlegging (NVE rapport 14/2011) legger rammene for kartlegging i årene framover, og er et grunnlag for prioriteringene med hensyn på faresonekartlegging for ulike typer skred. Det er utarbeidet lister med geografiske områder som prioriteres for kartlegging av fare for skred i bratt terreng ved eksisterende bebyggelse.

Denne rapporten presenterer resultatene fra faresonekartlegging skred i Giske kommune, Møre og Romsdal fylke. Arbeidet er utført av NVE.

I kartleggingen inngår utarbeidelse av faresonekart i henhold til kravene i TEK10, som viser faresoner for skred med nominell årlig sannsynlighet på 1/100, 1/1000 og 1/5000. Sannsynlighetene gjelder skred som utgjør fare for tap av menneskeliv og skader på bygg.

Skredtypene snø-, sørpe-, stein-, jord- og flomskred kartlegges.

Oslo, februar 2016



Anne Britt Leifseth

Avdelingsdirektør



Eli K. Øydvin

Seksjonssjef

INNHOLD

Sammendrag 2

1. Innledning 3
1.1 Bakgrunn 3
1.2 Formål med kartleggingen, bruk av kartene og detaljnivå 3
2. Oversikt over de kartlagte områdene 4
2.1 Geografi 4
2.2 Topografi, geologi og geomorfologi 4
3. Område 1 Synes 6
3.1 Skredfarevurdering 6
4. Område 2 Alnes 8
4.1 Skredfarevurdering 9
5. Område 3 Juv 10
5.1 Skredfarevurdering 12
6. Område 4 Valkvæ 13
6.1 Skredfarevurdering 14
7. Område 5 Valdervoll og Øvre Valderhaugstrand 16
7.1 Skredfarevurdering 18
8. Område 6 Skaret – Øvre Nordstranda 20
8.1 Skredfarevurdering 21
9. Kilder 23

VEDLEGG

0. Fotobilag
1. Metodikk for utarbeidelse av faresoner
2. Klimaanalyser
3. Helningskart
4. Registreringskart
5. Modelleringsresultater
6. Faresoner

Sammendrag

NVE har utarbeidet faresonekart for skred i bratt terreng for utvalgte bebygde områder på Vigra, Godøya og Valderøya i Giske kommune. De kartlagte områdene er Synes, Alnes, Juv, Valkvæ, Valdervoll, Øvre Valderhaugstrand og Øvre Nordstranda.

Grunnlaget for faresonene er feltbefaringer, klimaanalyser, skredhendelser, skredmodelleringer og detaljert terrengmodell.

Det er utarbeidet faresoner for 100-, 1000- og 5000-årsskred.

Ved 100-, 1000- og 5000-årsskred menes faresoner som i henhold til byggeteknisk forskrift (TEK 10) viser der den nominelle årlige sannsynligheten for skader eller vesentlige ulemper er 1/100, 1/1000 og 1/5000.

Kartleggingen viser at steinsprang er dimensjonerende skredtype i de fleste kartlagte områdene. I deler av områdene Alnes, Juv og Valkvæ er imidlertid snøskred, jord- og flomskred dimensjonerende når det gjelder 1000- og 5000-årsskred.

Resultatet av faresonekartleggingen viser at ingen deler av bebyggelse er utsatt for et 100-årsskred. I flere av kartleggingsområdene er det noen hus som ligger innenfor 1000-årsskred og betydelig flere innenfor 5000-årsskred.

I kommuneplanen kan en bruke faresonene direkte for å identifisere områder som ikke bør bebygges uten nærmere vurdering av faren og mulige tiltak. Ved bruk i reguleringsplaner og ved dele- og byggesaksbehandling, er det viktig å forstå at faresonene uttrykker en sannsynlighetsvurdering av faren for skader i et område: Områder som faller utenfor faresonene, har ikke "null sannsynlighet" for å bli rammet av skred, men er vurdert til å ha en enda lavere sannsynlighet enn den som er gjeldende i forskriftene (TEK10).

Områder som er utsatt for skredfare skal avsettes som *hensynssone - skredfare* på arealplankart, og tilknyttes bestemmelser som begrenser eller setter vilkår for arealbruken. Dette kan gjøres ved at det ikke tillates etablering av ny bebyggelse innenfor hensynsonen, med mindre det utføres tiltak som sikrer bebyggelsen mot skred.

Faresonekartene erstatter aktsomhetskartene innenfor kartlagte områder.

1. Innledning

Denne rapporten presenterer resultatet av faresonekartlegging av skred i bratt terreng utført for utvalgte bebygde områder i Giske kommune. I vedleggene finnes detaljert dokumentasjon på arbeidet utført som underlag for skredfarevurderingene. I tillegg til rapporten og vedleggene leveres digitale filer av alle faresoner for 100-, 1000- og 5000-årsskred.

1.1 Bakgrunn

NVE har det overordnede ansvaret for statlige forvaltningsoppgaver innenfor forebygging av skredulykker.

Som en del av forvaltningsarbeidet gjennomføres kartlegging av faren for "skred i bratt terreng". Dette omfatter fare for snøskred, sørpeskred, steinsprang og steinskred, samt jord- og flomskred, jf. NVEs "Plan for skredfarekartlegging" (rapport 14/2011).

Områdene prioritert for kartlegging i den enkelte kommune, er identifisert ved hjelp av innledende risikoanalyser og nærmere definert i dialog med kommunene samt befaring.

NVE har utført dette arbeidet i Giske kommune i 2015.

1.2 Formål med kartleggingen, bruk av kartene og detaljnivå

Faresonekartlegging har som formål å gi kommunene et verktøy for å drive en arealplanlegging som tar hensyn til skredfare. På den måten kan man redusere faren for tap av menneskeliv og skader på bygg og viktig infrastruktur som følge av skred. Et faresonekart er også nyttig i forbindelse med beredskap og planlegging av sikringstiltak for eksisterende bebyggelse

Undersøkelsene som ligger til grunn for faresonekartet presentert i denne rapporten er utført i en detaljeringsgrad som tilsvarer en målestokk på 1:5000.

Faresonekartene er i henhold til byggeteknisk forskrift (TEK 10), dvs. viser områdene der den nominelle årlige sannsynligheten for skader eller vesentlige ulemper er vurdert å være på 1/100, 1/1000 og 1/5000. Disse kartene erstatter aktsomhetskartene innenfor kartlagte områder.

Utarbeidelse av faresonekart er en kompleks prosess der alle tilgjengelige data, samt skredfaglig erfaring og skjønn benyttes for å komme fram til resultat. Faresonene som presenteres i denne rapporten er utarbeidet i tråd med kartleggingsmetodikken beskrevet i vedlegg 1.

Faresonene uttrykker en sannsynlighetsvurdering av faren for skader i et område: Områder som faller utenfor faresonene, har ikke "null sannsynlighet" for å bli rammet av skred, men er vurdert til å ha en enda lavere sannsynlighet enn gjentaksintervallene som er gjeldende i forskriftene (TEK10).

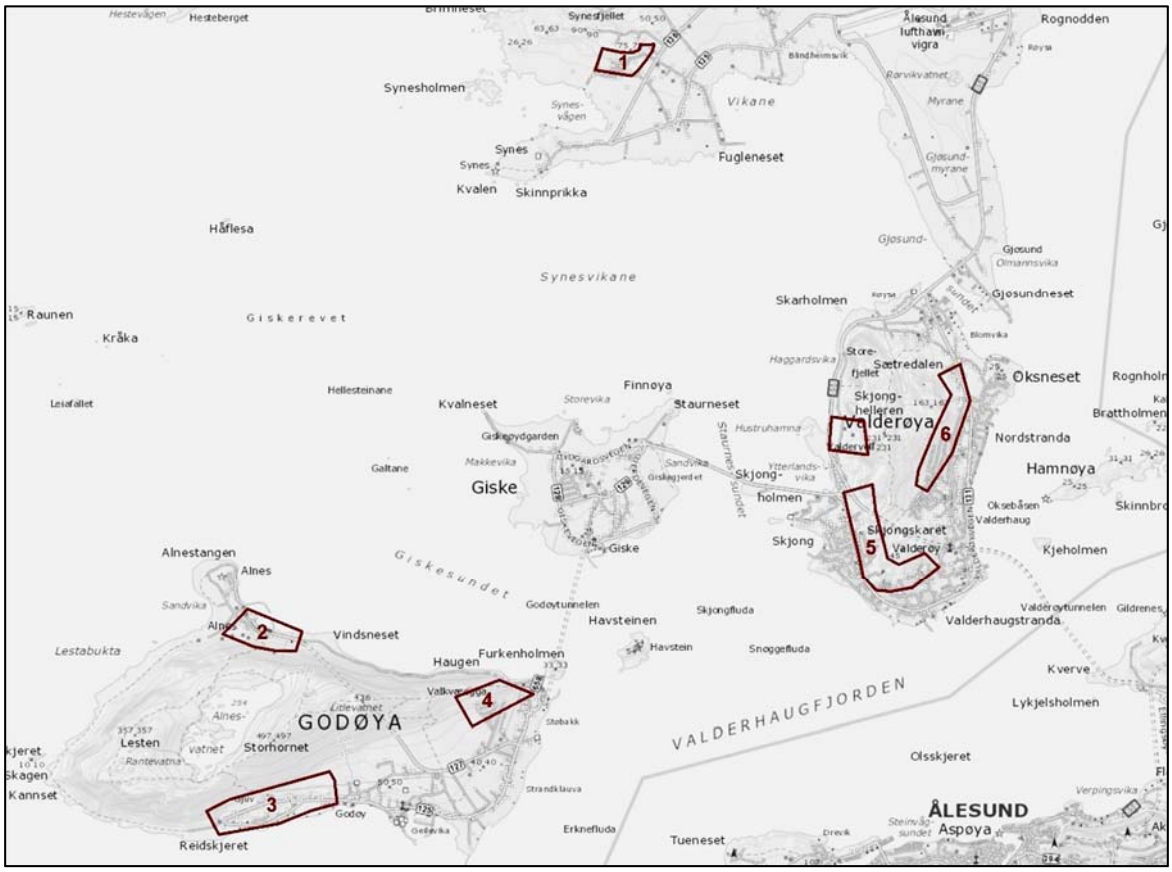
Endring av relevante faktorer for skredfare, enten naturlige endringer eller ved menneskelige inngrep, kan ha stor innvirkning på utbredelse og sannsynlighet for skredhendelser. Alle

vurderinger i denne rapporten tar derfor utgangspunkt i dagens forhold, inkludert terreng- og vegetasjonsforholdene. Ved større endringer i terreng og vegetasjon bør faresonene revurderes. Bygging av skogsveier og flatehogst i bratte sider er eksempel på menneskelige inngrep som har vist å ha stor innvirkning på skredfaren.

2. Oversikt over de kartlagte områdene

2.1 Geografi

Seks områder er kartlagt i Giske kommune. Et av disse ligger på Vigra, tre ligger på Godøya, og to er på Valderøya. Kartleggingsområdene vises på kart i figur 2.1.1



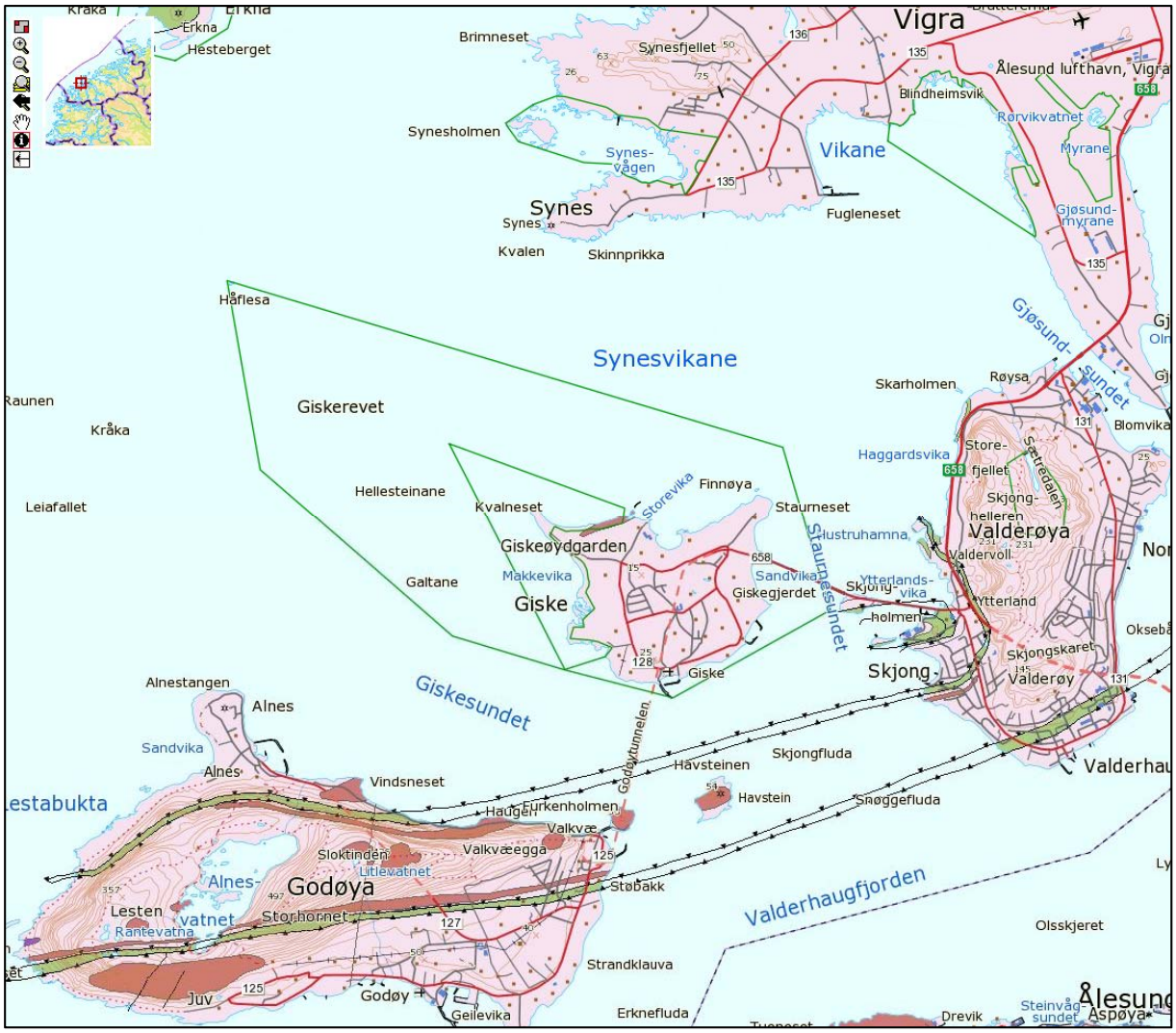
Figur 2.1.1. Kart som viser de kartlagte områdene i Giske kommune: 1) Synes, 2) Alnes, 3) Juv, 4) Valkvæ, 5) Valdervoll og Øvre Valderhaugstrand, 6) Skaret - Øvre Nordstranda

2.2 Topografi, geologi og geomorfologi

Vigra er hovedsakelig flat. Terrenget når sitt høyeste punkt (122 moh) nord på øya, men bare 75 moh ovenfor kartleggingsområdet. Godøya består for det meste av fjell, der Storhornet (497 moh), Sloktinden (436 moh) og Lesten (357 moh) er de høyeste. I områdene med bebyggelse er det relativt flatt terreng. Terrenget på Valderøya er høyest på vestsiden i den midtre delen av øya (Signaltjønna, 236 moh), og består av gradvis lavere fjell mot både nord- og sørenden, generelt lavere på østsiden enn på vestsiden. Rundt mesteparten av øya er det et relativt bredt belte med veldig slakt eller flatt terreng, og det er der bebyggelsen ligger.

Berggrunnen i hele området er ifølge NGUs berggrunnskart dominert av granittisk til dioritttisk gneis (rosa i figur 2.2.1). I kartleggingsområdet på sørvestsiden av Valderøya er det i tillegg forekomst av granat-glimmergneis (grønt i figur 2.2.1). I de tre områdene på Godøya er det i tillegg til ulike typer gneis også gabbro og amfibolitt (brunt i figur 2.2.1).

Områdene omfattet av dette arbeidet har ellers vært isfrie de siste 14 - 15.000 år, og den marine grensen ligger rundt 40 - 45 moh. Dette gjør at det hovedsakelig er marine avsetninger, dvs. alt fra leire til strandavsetninger som sand og grus, nedenfor denne høyden. Over denne høyden er det skredavsetninger og noe morenemateriale.



Figur 2.2.1: Berggrunnskart for de kartlagte områdene i Giske (NGU 1:250.000 fra www.ngu.no). Rosa farge er granittisk til dioritttiske gneiser, og er den vanligste bergarten i alle kartleggingsområder. Grønn farge er granat-glimmergneis, og brun farge er gabbro – amfibolitt.

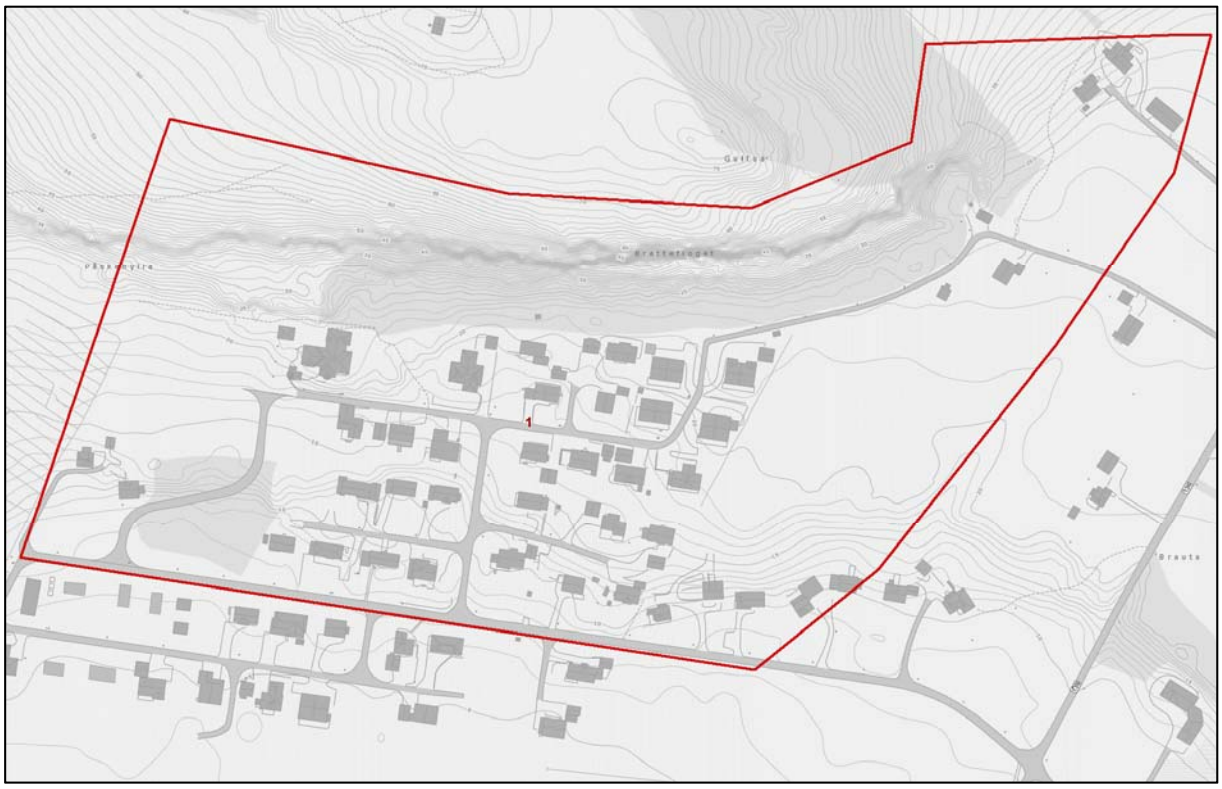
3. Område 1 Synes

Det vurderte boligfeltet på Synes ligger på vestsiden av Vigra, ved foten av en ca. 50 m høy, sørvendt fjellskrent. Boligfeltet ligger 10 - 20 moh. i relativt flatt terreng.

Over boligfeltet, mellom ca. 30 og 60 moh., er det brattere terreng. Dette har helning opptil 78° i den midtre delen av området, og er noe slakere mot begge områdeendene. Terrenget flater ut mot toppen av åsen, som ligger ca. 75 moh.

Terrenget er dekket av skog og kratt, spesielt i foten mellom boligfeltet og skrenten, og mer flekkvis i det slake topp-partiet. I foten av den bratte skrenten er det ellers grov ur.

Andre registreringer er vist i registreringskartet i vedlegg 4. Fotodokumentasjon presenteres i vedlegg 0, med bildenummerering i samsvar med kapittelnummerering i denne rapporten.



Figur 3.1: Oversiktskart over kartleggingsområde 1, Synes (områdegrensene er markert i rød farge).

3.1 Skredfarevurdering

Steinsprang peker seg umiddelbart ut som den mest aktuelle skredprosessen i dette kartleggingsområdet. Utfall har tidligere forekommet flere steder langs skrenten og resulterer i en velutviklet ur. Skrenten har fortsatt et visst steinsprangpotensial med oppsprukket berg og flere delvis avløste blokker. Skrentens høyde er imidlertid relativt beskjeden, og dette, i samspill med topografien og ruheten i terrenget nedenfor skrenten, forventes å gi begrenset utløpslengde. Resultater av modellering utført med Rockyfor3D viser at selv der steinblokker går lengst, kan under 5-10% av de 100 simulerte steinblokkene på 1 m^3 (fra hver celle med terreng brattere enn 45°) nå eksisterende hus. Modelleringen tar imidlertid ikke i betraktning skogens bremsende effekt, og heller ikke sannsynligheten for at blokker i det hele tatt løsner. Modelleringsresultatene må derfor vurderes opp mot registreringer av tidligere skredmateriale

gjort i felt og ved hjelp av historiske flybilder. De blokkene som har forsert foten av ura, ble kartfestet, og deres antall og posisjon har vært en pekepinn for å kalibrere modelleringsresultatene, for å tallfeste sannsynligheten for hendelser med lengst utløp, og dermed for å tegne faresoner. Faresonene viser at ingen boliger er utsatt for skred med årlig nominell sannsynlighet 1/1000, men noen bygg faller innenfor faresonen med årlig nominell sannsynlighet 1/5000.

Når det gjelder øvrige skredtyper, fanger aktsomhetskartet for snøskred opp et potensielt kildeområde der terrenget ligger mellom 30 og 55°. Snøskred fra det lille løsneområdet kan ifølge aktsomhetskartet nå den øverste husrekken i boligfeltet. I den detaljerte kartleggingen registreres imidlertid at det ikke er tilstrekkelig oppsamlingsområder for snø i skrenten ettersom denne er omtrent steil i øvre del. Teoretisk kan det bygge seg opp vindskavler enkelte steder på toppen av skrenten, men under er det ikke oppsamlingsområder for snø, men ei grov ur og noe skog. Dette betyr at eventuelle skavlbrudd ikke vil nå langt. Det er heller ikke registrert snøskredhendelser i området. Alle elementene ovenfor tilsier vurdering at den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet er lavere enn 1/5000.

Flomskred og sørpeskred vurderes heller ikke å være aktuelle faremomenter i dette området ettersom fjellsiden verken har bekkeløp eller andre forsenkninger som avrenning kan konsentrere seg i. Det er heller ikke større arealer som kan samle mye vann ovenfor skrenten. Når skråningen i tillegg har veldig lite løsmasser og mye blottet fjell, er også sannsynligheten for øvrige jordskred i denne skrenten svært liten.

For øvrig registreres på flybilder fra 1968 at det tidligere, i østre del av dagens boligfelt, var en tendens til ansamling av overflatevann. NVE antar at dette var kjent da boligfeltet ble etablert og at det ble sørget for at ikke problemer oppstår i perioder med spesielt mye nedbør.

Det er også registrert noen erosjonskanaler nede på terrassen, der det kan være marine avsetninger som krever varsomhet ved terrenginngrep.



Figur 3.2. Faresonekart for område 1, Synes.

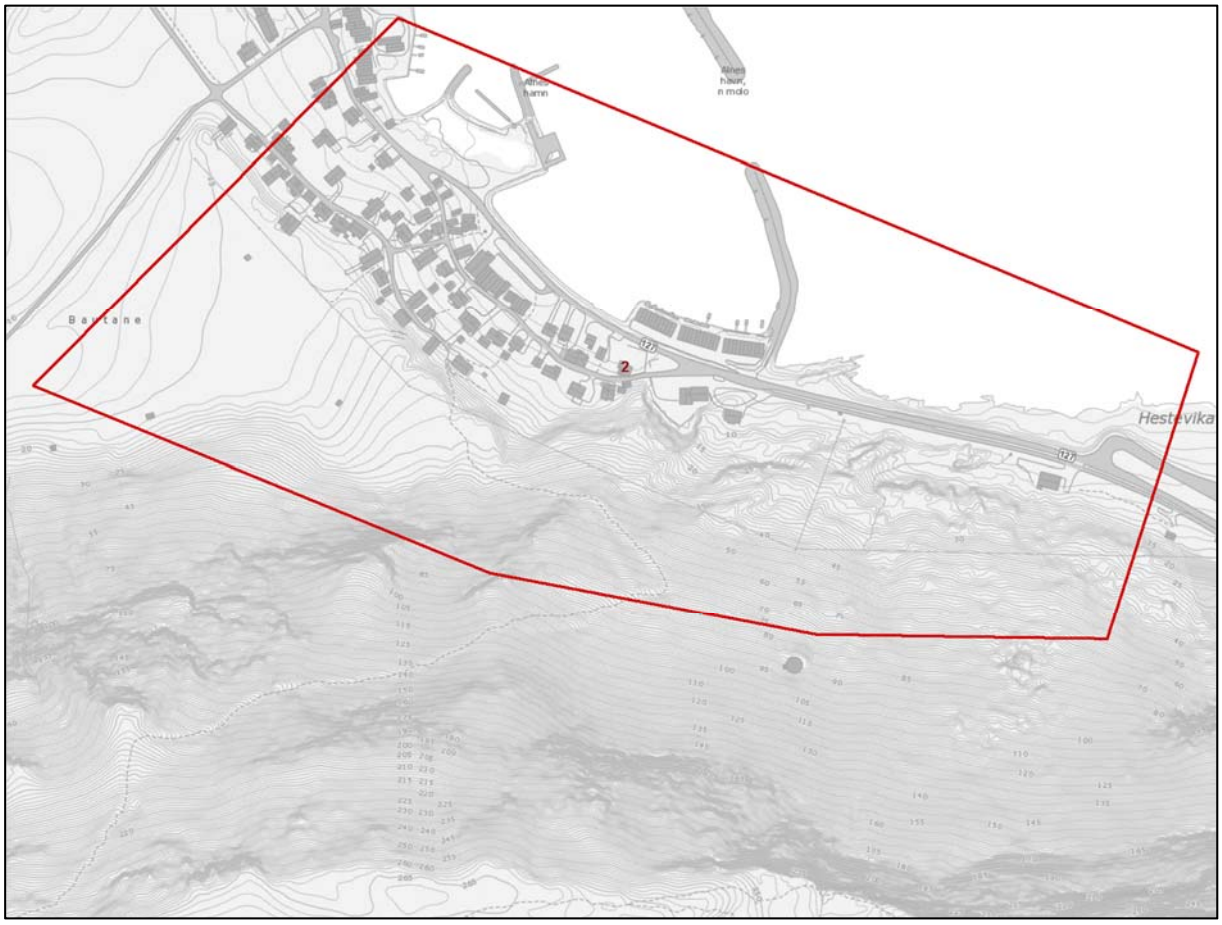
4. Område 2 Alnes

Kartleggingsområdet er ca. 750 m langt og omfatter den sørlige delen av bebyggelsen av Alnes på Godøya.

Området ligger ved foten av en 250 m høy, nordvendt fjellside. Helningen i skråningen bak bebyggelsen øker raskt og er generelt større enn 30° allerede fra 40 - 70 moh. I den østlige delen av området er helningen mellom 50 - 80° fra 180 - 200 m høyde, mens i vest er terrenget litt over 60° på det bratteste, og de bratteste partiene er midt i fjellsiden, ikke mot toppen som i vest.

Det er ikke skog i fjellsiden, med unntak av et lite område rett bak den sørligste delen av bebyggelsen. Likevel har fjellsiden forholdsvis stor ruhet på grunn av mye grov ur, spesielt i øst der ura når ned til veien. Denne ura ser ut til å være resultat av et gammelt fjellskred eller større steinskred. Steinblokker fra steinspranghendelser finnes langs hele kartleggingsområdet. I øst er det spor etter steinsprang til like bak bebyggelsen og i vest når det langt ut på den dyrkede marka.

Registreringene presenteres i detalj i registreringskartet (vedlegg 4), mens fotografisk dokumentasjon er presentert i vedlegg 0, med bildenummerering i samsvar med kapittelnummerering i denne rapporten.



Figur 4.1: Oversiktskart over kartleggingsområde 2, Alnes (områdegrensene er markert i rød farge).

4.1 Skredfarevurdering

Dette området er karakterisert av mye «steinsprangterreng» og det er også en del spor fra slike tidligere hendelser.

I den østlige delen av kartleggingsområdet er det et gammelt stein- eller fjellskred som gir økt ruhet i midtre og nedre del av fjellsiden. Dette gjør at flest steinsprang i dette området vil stoppe opp før de når veien.

I vest er det også gått steinsprang tidligere, med utløp ut i den dyrkede marka. Mye av materialet har blitt flyttet og benyttet til bygging av tørrsteinmurer. Resultater av modellering utført med Rockyfor3D viser at selv der steinblokker går lengst, kan under 2-5% av de 100 simulerte steinblokkene på 1 m^3 (fra hver celle med terreng brattere enn 45°) nå bebyggelse. Modelleringen tar imidlertid ikke i betraktning sannsynligheten for at blokker i det hele tatt løsner. Enklere modellering som tar utgangspunkt i topografien og kalibrert for større steinspranghendelser, viser mulig utløp ut i havet, men dette er i strid med både registreringer og steinspranghistorikk i området. Modelleringsresultatene må derfor vurderes opp mot registreringer av tidligere steinsprangblokker gjort i felt og ved hjelp av historiske flybilder. De steinblokkene som har forsert foten av ura, ble kartfestet, og deres antall og posisjon har vært en pekepinn for å kalibrere modelleringsresultatene. Dette for å tallfeste sannsynligheten for hendelser med lengst utløp, og dermed for å tegne faresoner. Tatt i betraktning steinsprangpotensialet fra kildeområdene, historikken, og resultater av modellering, mener vi at eksisterende bebyggelse tilfredsstiller dagens sikkerhetskrav, med unntak av forsamlingshuset ovenfor rorbuanlegget.

Aktsomhetskartet for snøskred indikerer også potensiell fare i store deler av dette kartleggingsområdet. Det er imidlertid ikke registrert snøskredhendelser i området, og det er heller ikke spor i terrenget etter snøskred. Et titalls eldre innbyggere ble intervjuet på det lokale forsamlingshuset, og ingen hadde kunnskap om snøskred i fjellsiden over kartleggingsområdet i de siste 70 årene. Videre kunne de fortelle at det sjelden legger seg opp snømengder i fjellsiden, og at eventuell snø som legger seg, raskt smelter eller regner bort.

Rent topografisk sett har fjellsiden over området noen partier som kan være kildeområder for snøskred. I øst ligger disse partiene der fjellsiden er relativt glatt og konkav mellom 150 og 200 moh., men terrenget nedenfor blir fort veldig kupert og grovt som følge av stor ur. I vest ligger noen potensielle kildeområder mellom 200 og 250 moh., og under disse er det også ur, med mindre ruhet enn den i øst.

Det er gjort modellering av skredutløpet ved ulike scenarioer med programvaren RAMMS, men modellering forutsetter at skred faktisk løsner, og det er nettopp i sannsynligheten for utløsning at utfordringen i de aktuelle kystområdene ligger.

Data fra de nærmeste værstasjonene, som ligger i Ålesund og Vigra (vedl.2), tilsier at det kan komme 1,1 - 1,2 m ny snø på et døgn i snitt en gang hvert 1000 år, og 0,8 - 0,9 m/døgn en gang hvert 100 år. I tillegg kan vind fra sørøst transportere større mengder snø inn i de litt konkave terrengpartiene som ligger i le for denne vindretningen. Den eventuelle snøskredaktiviteten i denne fjellsiden vil nesten utelukkende forekomme som våtsnøskred da området har et mildt klima og de eventuelle løsneområdene ligger veldig lavt. Dette samsvarer med opplysningene vi mottok om snøskred lenger øst, utenfor kartleggingsområdet, der veien nå er sikret i tunell.

Alt tatt i betraktning mener vi at et scenario med gjentaksintervall på 1000 år gjelder våtsnøskred som i stor grad vil følge terrengformene og kan nå kartleggingsområdet, men uten å berøre bebyggelsen. Et scenario med tørrere snø i løsneområdet og nok snø langs skredbanen til å dekke terrengruheten, slik at større snøskred kan skade eksisterende bebyggelse, er enda mindre sannsynlig og vurderes å ha et gjentaksintervall på ca. 5000 år.

Aktsomhetskartet for jord- og flomskred viser potensiell fare to steder innenfor dette kartleggingsområdet. Det første er helt i øst mellom den østlige moloen og tunellinngangen. Det andre ligger mer sentralt i området og berører seks - sju av de sørligste husene, med utløpsområde ned mot havna. I området i øst vurderes liten sannsynlighet for jord- og flomskred ettersom terrenget i løsneområdet består av grov ur. Dette gjør at vann renner under den grove ura, som består av steiner større enn det vannet har kraft til å flytte. I det andre området, i midten av kartleggingsområdet, er det imidlertid et tynt løsmassedekke over tilsynelatende glatt fjelloverflate oppe i det bratte området som aktsomhetskartet plukker ut som potensiell kilde. Lenger nede, der aktsomhetskartet indikerer utløpsområde, registrerte vi ei flomskredvifte som starter i terrassekanten og ender i hagen til et hus. Dette tilsier at mindre jordskred / flomskred her ikke kan utelukkes. Sannsynligheten for det vurderes imidlertid lavere enn 1/5000 ettersom vifta er veldig liten, trolig dannet av en eller veldig få hendelser i løpet av isfriperioden.



Figur 4.2. Faresonekart for område 2, Alnes.

5. Område 3 Juv

Det ca. 1,5 km lange kartleggingsområdet ligger ved foten av en sørøstvendt fjellside. Denne er ca. 300 m høy i vest og stiger gradvis til 497 moh. i øst.

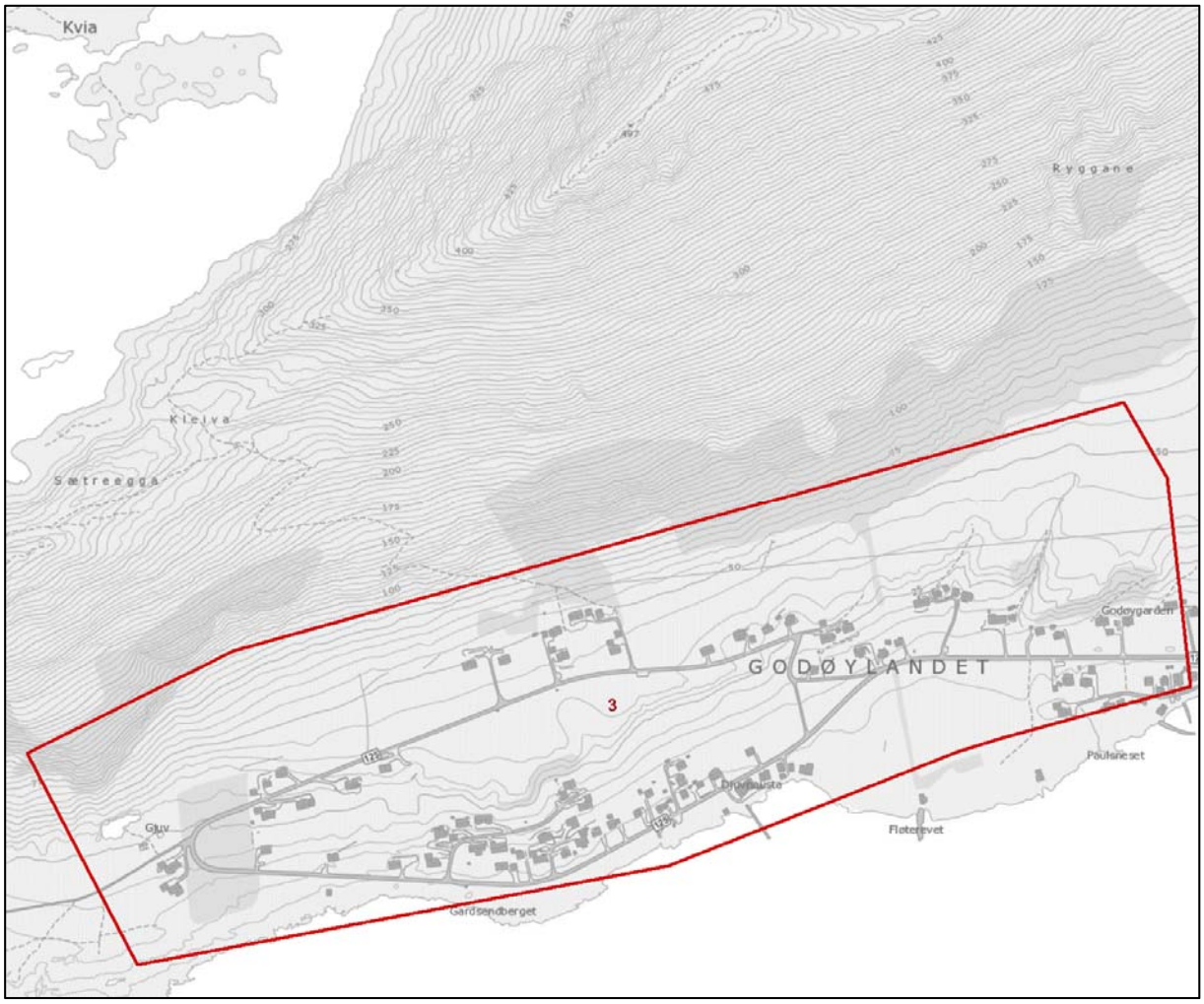
Mesteparten av fjellsiden har helning mellom 30 og 45°, men det er flere små partier som er brattere (45 - 60°). I østlige og midtre deler av området flater terrenget ut rundt 100-120moh. I vest når skråningen noe lenger ned og flater ut på ca. 50moh.

NGUs løsmassekart viser at det er fjell i dagen de fleste steder der fjellsiden er bratt. I nedre deler og i foten av skråningen er det rasmateriale. Dette når ned til morenemateriale og strandavsetningene som strekker seg ned til havet.

Det meste av fjellsiden har lite vegetasjon. Enkelte steder er det litt skog, andre steder er der noe kratt.

Like bak toppen av fjellsiden, i 255 m høyde, ligger Alnesvatnet. Dette vannet ligger ca. 30 m lavere enn fjellryggen og er dermed avgrenset av en topografisk terskel. Dette gjør at det ikke er overflateavrenning fra Alnesvatnet mot kartleggingsområdet, og det er heller ikke registrert andre bekkeløp fra øvrige deler av fjellsiden.

Det er registrert noen steinblokker som har kommet noe lenger ut enn foten av ura. For detaljer henvises det til registreringskartet i vedlegg 4, og for fotografisk dokumentasjon av feltobservasjonene til vedlegg 0, med bildenummerering i samsvar med kapittelnummerering i denne rapporten.



Figur 5.1: Oversiktskart over kartleggingsområde 3, Juv (områdegrensene er markert i rød farge).

5.1 Skredfarevurdering

Dette området er karakterisert av noe «steinsprangterreng», dvs. enkelte lokale partier med blottet fjell og helning mellom 45 og 60°. Det er steinblokker i skogen der terrenget begynner å flate ut, og vi anser det som trolig at en del blokker ble fjernet fra åkrene.

Det er også utført modellering med Rockyfor3D som viser at steinblokker går lengst i den midtre delen av området. Ca. 5% av de 100 simulerte steinblokkene på 1 m^3 kan nå eksisterende hus. Modelleringen tar imidlertid ikke i betraktning sannsynligheten for at blokker i det hele tatt løsner. En enklere modellering som tar kun utgangspunkt i topografien og er kalibrert for større steinspranghendelser, viser lenger utløp. Modelleringsresultatene må vurderes opp mot registreringer av tidligere utfallsblokker gjort i felt og ved hjelp av både historiske flybilder og opplysninger fra lokalkjente. De blokkene som har foten av ura, ble kartfestet, og deres antall og posisjon har vært en pekepinn for å kalibrere modelleringsresultatene. Dette for å tallfeste sannsynligheten for hendelser med lengst utløp, og dermed for å tegne faresoner.

Basert på observasjonen av de mulige kildeområdene, samt topografiske og dynamiske modeller, mener vi at flere boliger er utsatt for skred med høyere årlig nominell skadesannsynlighet enn 1/1000.

Topografisk sett kan store deler av fjellsiden også være kildeområder for snøskred: Terrenghelningen, eksposisjonen og mangel på skog synes å legge til rette for det.

Modellering (RAMMS) viser at snøskred kan nå bebyggelsen. Statistiske - empiriske metoder som bare tar utgangspunkt i topografien, gir samme indikasjon. Begge metoder forutsetter imidlertid at skred faktisk løsner, dvs. at det er nok, ustabil snø i løsneområdet. Den empiriske metoden er dessuten kalibrert for større skred, noe som i den aktuelle fjellsiden også ville kreve nok snø langs resten av skredbanen.

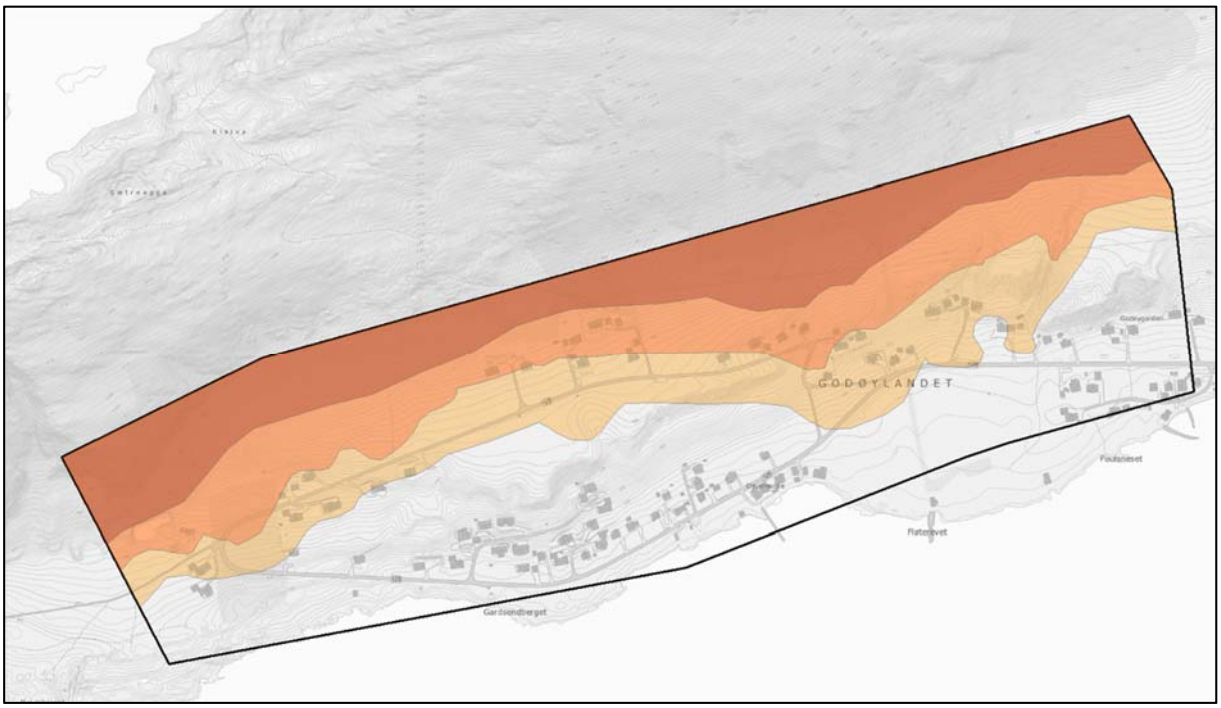
På den andre siden, er kun veldig små snøskred med lave bruddkanter og kort utløp observert av innbyggere, og det er ikke kjent at snøskred har nådd ned til foten av fjellsiden i hvert fall i det siste århundre. Den nasjonale skreddatabasen viser heller ikke noen snøskredhendelser.

Flere lokalkjente intervjuet under feltarbeidet, mente at turbulens rundt og over fjellene ved nedbørgivende nordvestlig vind gjør at fjellsiden ikke får de roligere vindforholdene som eksposisjonen skulle tilsi. Tvert imot, at turbulensen gir mye lokal vind og erosjon, snarere enn akkumulasjon av snø.

Under dagens klima og øvrige forhold, og forutsatt at intervjuer på stedet har fanget opp alt av skredhistorikk for siste århundre, mener vi at den årlige sannsynlighet for at bebyggelsen nås av snøskred, er på mellom 1/1000 og 1/5000.

Aktsomhetskartet for jord- og flomskred viser potensiell fare øst i kartleggingsområdet, noe som berører noen hus. Analyse av flybilder og skyggerelieffkart fra laserskannede data, samt observasjoner gjort under befaring indikerer at jord- og flomskred har vært aktive prosesser i den østlige delen av fjellsiden i kartleggingsområdet. Videre indikerer våre observasjoner at det fortsatt er materialer som kan mobiliseres og gi flere slike skred. Morfologiske spor i terrenget og modellering med RAMMS viser imidlertid også at selv den mest utsatte delen av eksisterende bebyggelse ligger helt i utkanten at det som har vært og kan være utløp av slike skred, og basert på dette vurderes den årlige nominelle sannsynligheten for at hus skades, å ligge et sted mellom 1/1000 og 1/5000.

Det er registrert små utglidninger og erosjonssår i kanten av den finsandige terrassen mellom Gardsenberget og Djuvnausta. Disse skyldes trolig grunnvannutbrudd, men også slitasje påført av beitedyr kan være medvirkende årsaker ettersom skråningen er bratt og vegetasjonen veldig tynn. Vi anser det som lite hensiktsmessig å tegne faresoner med ulike gjentaksintervaller for små, lavt liggende områder med dårlig overflatestabilitet. Områder der det kan være utfordrende stabilitet, spesielt med tanke på eventuelle bygge- eller terrengarbeider i eller i nærheten av skråningen, blir markert på kartet.



Figur 5.2. Faresonekart for område 3, Juv.

6. Område 4 Valkvæ

Kartleggingsområdet ligger langs en sørøstvendt fjellside som er ca. 200 m høy i vest og 100 - 150 m høy i øst. De øverste husene i boligfeltet ligger imidlertid på ca. 90 m høyde, noe som vil si at fjellsiden bare er litt over 100 m høyere enn eksisterende bebyggelse.

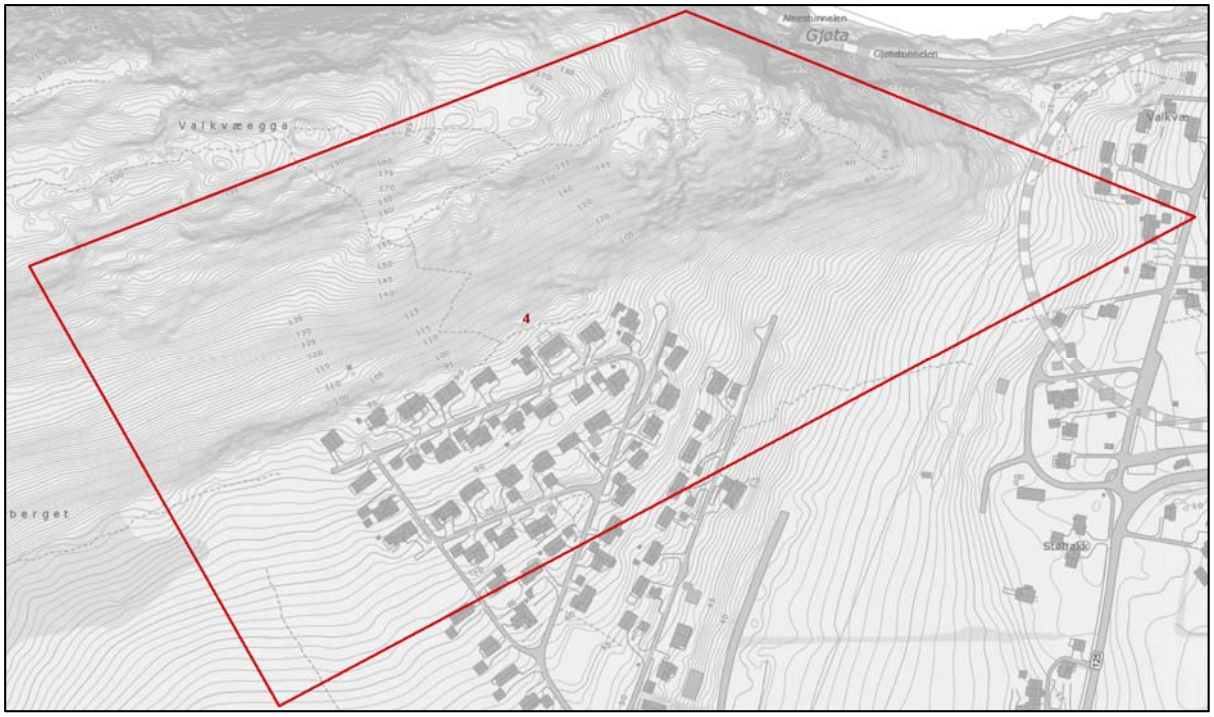
Terrenget i fjellsiden er noe kupert, mange steder slakere enn 30°. Det er imidlertid også noen større partier med helning mellom 30 og 45°. Et av disse ligger rett over boligfeltet, mens andre slike skrenter finner vi øst for eksisterende bebyggelse mellom ca. 70 og 110 moh. og i den vestlige delen av området ca. 100 og 170 moh. Skrenten i vest, ca. 100 moh., er bare 5 - 10 m høy og ligger rett bak (dvs. ovenfor) de vestligste husene i øvre del av boligfeltet. Denne skrenten er betydelig oppsprukket, med delvis avløste blokker på ca. 1 m^3. De andre skrentene nevnt ovenfor, er i lignende tilstand, men ligger mye lenger unna bebyggelsen.

Vegetasjonen i store deler av fjellsiden består av 1 - 2 m høyt kratt. Dette, i tillegg til en del fjellblotninger og steinblokker som stammer fra fjellforvitring eller steinsprang, gjør terrengruheten større enn den ser ut i flybilder av området. Nevneverdig skog finner man bare i et lite belte rett bak de østligste boligene og helt vest i området.

Det er registrert overflatevann, samt en type vegetasjon som vitner til hyppig overflatevann i terrenget, i det noe forsenkede området øst for boligfeltet. Her er det også registrert flere blokker som representerer utfall fra den tidligere nevnte skrenten mellom 100 og 170 moh.

Ovenfor de vestligste to - tre boligene i boligfeltet, mellom ca. 110 og 140 m høyde, viser flybilder at det en gang tidligere har gått et jordskred. Dette skjedde relativt kort tid før 1968, ettersom skredbanen synes relativt fersk i et flybilde fra det året (Fig.6.2). Litt lenger øst viser det samme bildet også tegn på en mindre utglidning i foten av den bratte fjellsiden, dvs. like bak eksisterende bebyggelse. På befaring ble denne mindre utglidningen ikke registrert, trolig fordi det er gjengrodd.

For andre registreringer henvises det til registreringskartet i vedlegg 4. Fotografisk dokumentasjon er presentert i vedlegg 0, med bildenummerering i samsvar med kapittelnummerering i denne rapporten.



Figur 6.1: Oversiktskart over kartleggingsområde 4, Valkvæ (områdegrensene er markert i rød farge).

6.1 Skredfarevurdering

Steinsprang er en aktuell skredprosess i dette kartleggingsområdet. Dette gjelder spesielt området øst for boligfeltet der terrenget er over 45°. Her er fjellet forvitret, og det har tidligere vært steinspranghendelser. Kildeområdet er ikke stort, men tilstanden på det eksponerte berget og helningen tilsier at mer utfall kan komme. Modelleringsarbeidet, utført både med den dynamiske modellen Rockyfor3D og med den empiriske alfa-beta metoden, indikerer mulig utløp som samsvarer med våre feltregistreringer av tidligere utfallsmateriale. De resulterende faresonene for steinsprang i dette området berører ikke eksisterende bebyggelse, men områder som ligger i nærheten.

Over boligfeltet er det noen flere, veldig små kilder for steinsprang, ca. 170 moh., der selve sannsynligheten for utløsning er veldig liten, og derfor er det kun tegnet faresoner for hendelser med 5000 års gjentaksintervall der.

Den bare 5 - 10 m høye skrenten rett bak husene i vest er en kilde med noe utfallspotensial, og minst en eiendom (huset lengst i nordvest i boligfeltet) kan være utsatt for mindre steinsprang.

Teoretisk sett har deler av fjellsiden en kombinasjon av helning, eksposisjon og mangel på skog som kan tilsi kildeområder for snøskred. Modellering av skredutløpet med programvaren RAMMS viser mulig utløp som kan nå bebyggelsen, men modellering forutsetter at skred faktisk løsner, og det er nettopp i sannsynligheten for utløsning at utfordringen i de aktuelle kystområdene ligger. Lokalkjente utelukker imidlertid at det noen gang i det siste århundre skal ha gått snøskred her. Den nasjonale skreddatabasen viser heller ikke noen snøskredhendelser. De potensielle kildeområdene, spesielt de lavere liggende i midtre og østlige del av området, er i virkeligheten dekket av 1 - 2 m høy kratt, som kombinert med kupert topografi gir terrenget relativt stor ruhet. For å få utløst snøskred der trenges det derfor noen meter snø. Vår vurdering er at områdets maritime klima og løsneområdenes lave høyde gjør de nødvendige snøforholdene svært lite sannsynlige. Snøskred er derfor ikke et aktuelt faremoment. Kun de to - tre, høyereliggende løsneområdene i vest har litt mer skredpotensial, men med lav sannsynlighet.

Når det gjelder jordskred har vi funnet dokumentasjon at det i det siste århundre har gått minst to slike skred rett bak boligfeltet. Forholdene i nærliggende deler av skråningen, altså i deler av skråningen som ikke ble berørt av de to siste skredene, ligger fortsatt til rette for denne typen skred. Slike skred utløses typisk i perioder med særdeles intens nedbør.

Basert på de registrerte spor på nylig skredhistorikk og resultater av modellering utført med RAMMS, mener vi at de fire - fem øverste husene har en litt høyere årlig nominell sannsynlighet for skader fra denne typen skred enn 1/1000. I tillegg kan vann- og slammengder ved en 1000 års hendelse trolig berøre enda noen flere hus.



Figur 6.2. Faresonekart for område 4, Valkvæ.

7. Område 5 Valdervoll og Øvre Valderhaugstrand

Kartleggingsområdet er delt i to delområder, Valdervoll i sør og Øvre Valderhaugstrand, som dekker det meste av eksisterende bebyggelse på sørvestsiden og sørspissen av Valderøya.

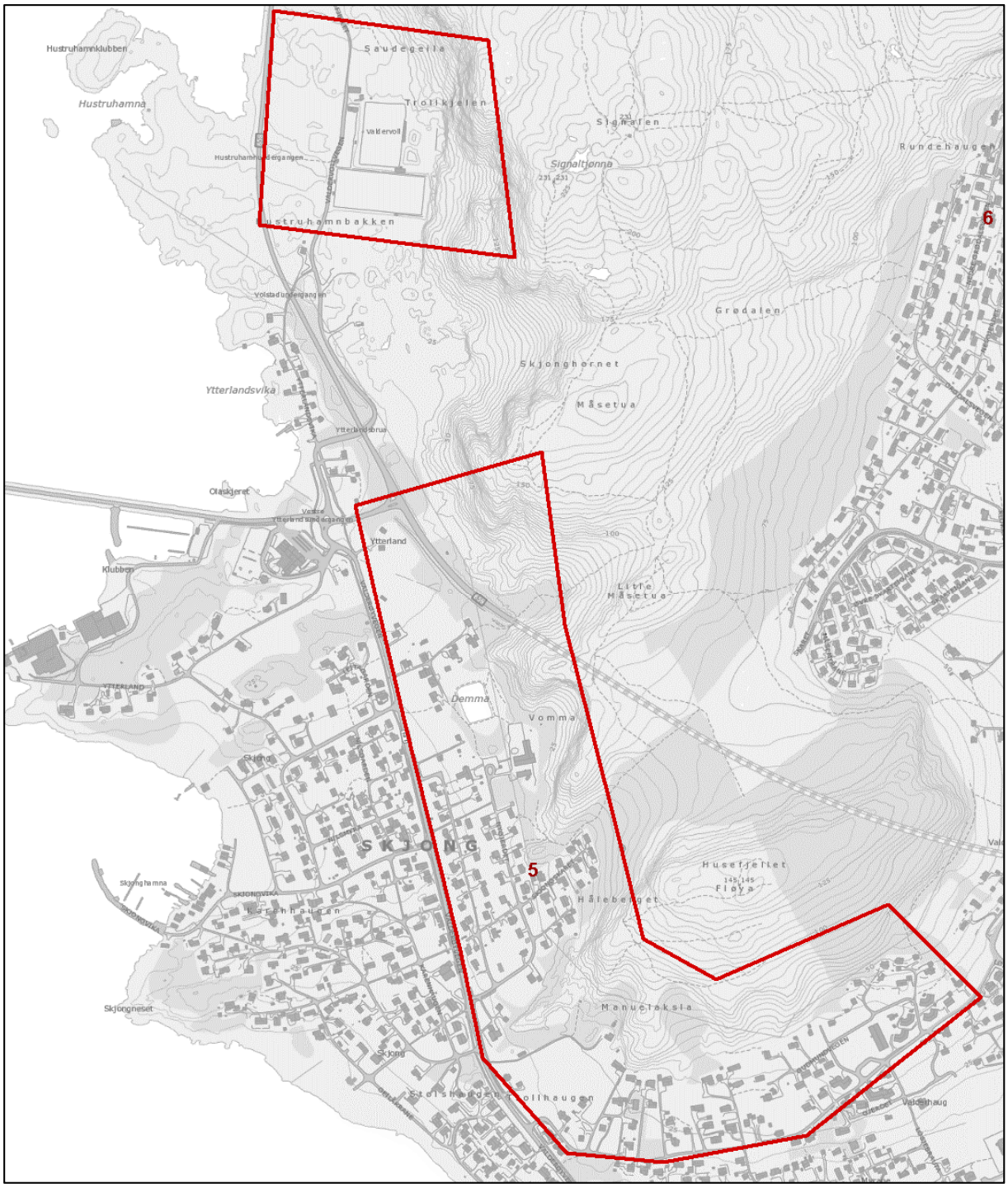
Delområdet Valdervoll ligger i foten av fjellet Signaltjønna (231 moh.). Her er skråningen hovedsakelig brattere enn 45 - 50°. Det er blottet og kraftig oppsprukket fjell, samt et par skrå gjel som synes å kunne settes i sammenheng med forkastninger i fjellet. Sprekkemønsteret i berget er karakterisert av en tilnærmet vertikal lagdeling / foliasjon, som sammen med et par andre, tversgående sprekksystemer isolerer mange blokker fra fastfjellet.

I den nedre halvdelen av fjellsiden, der helningen begynner å avta, er det grov ur som vitner om omfattende steinsprangaktivitet over tid. En del utfall fra skrenten har forsert ura og ble registrert på flata mellom denne og fylkesveien. Der idrettsanlegget ligger er terrenget imidlertid så opparbeidet at det ikke er mulig å kartlegge tidligere steinsprangblokker. Sammenligning av flybilder tatt i 2012 og 1968 (Fig.7.1) viser at et fjellparti som var flere titalls meter høyt, ble sprengt bort før etablering av flerbruksbanen. Videre viser flybildet fra 1968 at det oppå den knausen som nå er borte, lå ei vel utviklet steinur dannet av steinsprang fra den høyere fjellskrenten bak.

Helt inntil den steile, utsprengte fjellveggen er det nylig bygd en liten løsmassevoll, antakelig for å sikre idrettsbanen mot steinsprang. Midt i den utsprengte fjellveggen rett bak flerbruksbanen er det en 15 - 20 m høy blokk på anslagsvis 300 - 500 m^3 som står nesten vertikalt og delvis separert fra resten av fjellet. Dette partiet står plantet i bakken rett bak løsmassevollen, men er betraktelig tykkere og dermed tyngre mot toppen enn nede ved foten.

Rett sør, der flybilder fra 1968 viste et større (nå fjernet) fjellparti ved dagens fotballbane, ser fjellskjæringen noe mindre oppsprukket ut. Berget består for øvrig av gneis med mye folding.

I de delene av skråningen der det er vegetasjon består denne av lavt kratt. I foten av ura er det noen unge furu- og grantrær.



Figur 7.1: Oversiktskart over kartleggingsområde 5, Valdervoll og Øvre Valderhaugstrand (områdegrensene er markert i rød farge).

Delområdet Øvre Valderhaugstrand er ca. 1,5 km langt og begynner i nord ved foten av den steile og 150 m høye vestsiden av Måsetua (208 moh.). Fjellsiden videre sørover karakteriseres av noen flere steile og opptil 100 m høye skrenter, for eksempel bak Demma, bak den nedlagte skolen på Vomma og sørsiden av Skjongskaret, med noen korte daler innimellom, for eksempel de ovenfor nevnte Vomma og Skjongskaret.
Denne typen terreng fortsetter hele veien gjennom kartleggingsområdet, men både skrentene og dalene blir gradvis mindre markerte desto lenger man beveger seg i sørlig og etter hvert i østlig retning.

I foten av skrentene, spesielt de høyeste nord i området, er det velutviklet ur. Det er i tillegg kartlagt noen steinblokker som har kommet litt lenger ut enn foten av ura. Detaljene presenteres i registreringskartet (vedlegg 4). Fotografisk dokumentasjon er presentert i vedlegg 0, med bildenummerering i samsvar med kapittelnummerering i denne rapporten.

Det er ellers ikke registrert tegn på eller fått opplysninger om jord- og flomskred eller snøskred innenfor kartleggingsområdet. Når det gjelder sistnevnte skredtype kan det imidlertid være noen små, teoretiske løsneområder dersom man kun tar terrenget i betraktning.

7.1 Skredfarevurdering

I delområdet Valdervoll er det verken topografi som egner seg som kildeområder for snøskred eller forhold som tilsier fare for andre skredtyper enn steinsprang.

Utfall av mindre blokker vurderes å kunne forekomme omtrent årlig ettersom fjellet er kraftig oppsprukket. En del av disse vil fanges opp av de skrå kløftene i fjellsiden, men det som ikke gjør det, vil rulle og sprette relativt uhindret nedover i fjellsiden. Når blokker først er i bevegelse, viser modellering at de kan komme et stykke ut i flat mark, noe som er til dels bekreftet av observasjoner i terrenget. For at konservative modellresultater ikke skal resultere i faresoner som overestimerer skadesannsynligheten, legges det vekt på feltregistreringene. Disse viser at få blokker har kommet lenger ut enn foten av ura.

Ved idrettsanlegget mener vi at årlig nominell sannsynlighet er større enn 1/1000. Eldre flybilder dokumenterer at toppen av knausen som lå der det nå er flerbruksbane, var utløpsområde for steinsprang ovenfra. Dette vil si at fremtidig steinsprang lett kan lande inn i flerbruksbanen. Den lille vollen i foten vil ikke fange opp mye av dette materialet ettersom den ligger alt for tett inntil fjellveggen.

Også i delområdet Øvre Valderhaugstrand er steinsprang klart det viktigste faremomentet. I kildeområdene på den bratte vestsiden av Måsetua er det blokker på flere kubikkmeter, men ettersom alle tidligere steinsprang i denne størrelsen har stoppet et stykke ovenfor fylkesveien, mener vi at området nedenfor veien ligger utenfor 1000årsskred.

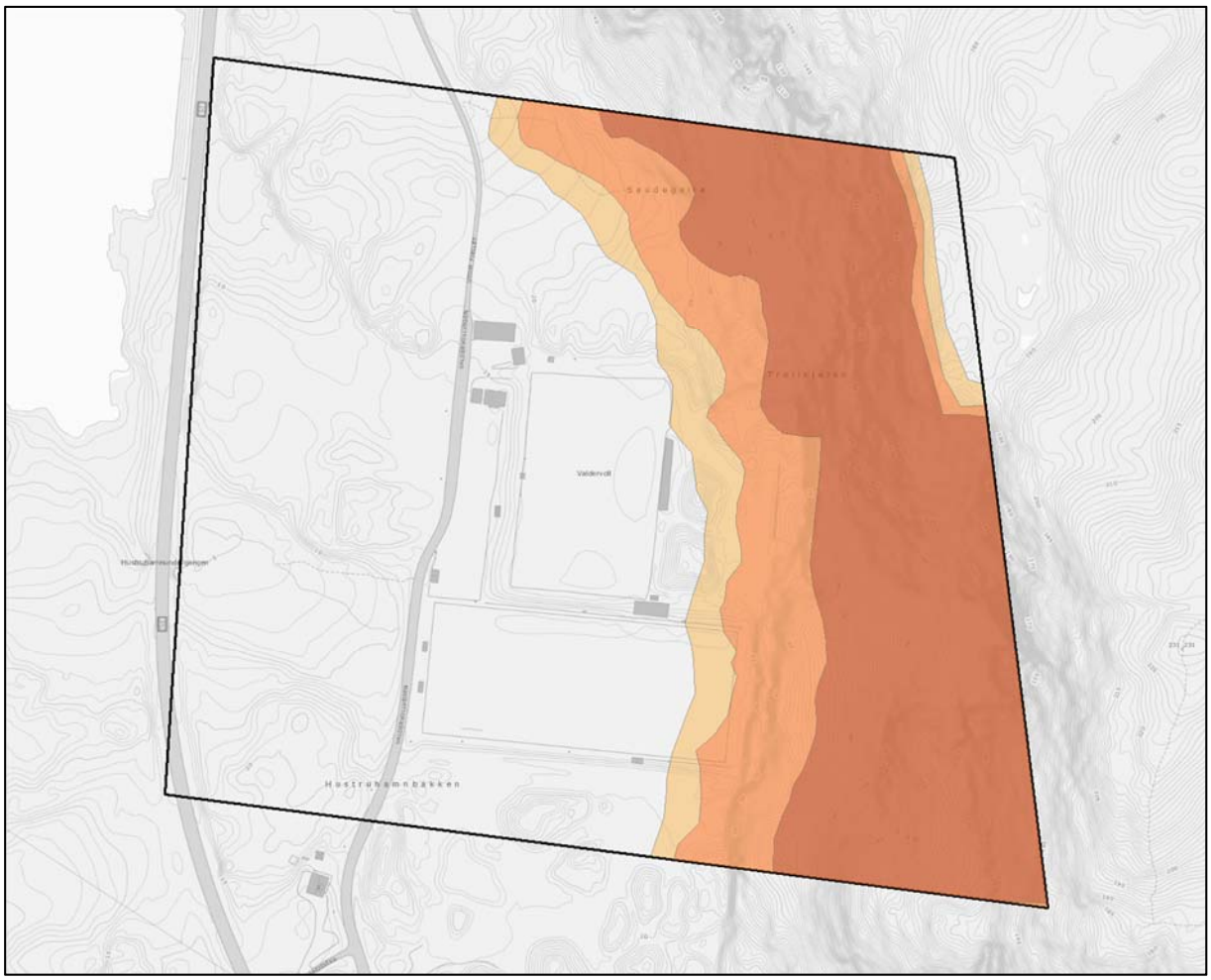
Mesteparten av området ved den nedlagte skolen har lavere årlig nominell sannsynlighet enn 1/1000. Et unntak er sju hus ved Skjongskaret, der årlig nominell sannsynlighet vurderes større enn 1/1000. Grunnen til at den vurderes slik er at den bratte og nesten steile skrenten på østsiden av dalen er veldig oppsprukket og blokker på flere kubikkmeter kan falle ut. Videre viser flybildet fra 1968, dvs. før boligfeltet ble etablert, enda flere større blokker som lå midt i dalen der det nå er bebyggelse. Et utløp som går så langt bekreftes også av modelleringene utført i kartleggingen.

Når det gjelder snøskred er utfordringen i dette delområdet den samme som i de andre kartleggingsområdene: Terreng- og vegetasjonsforholdene ligger enkelte steder teoretisk til rette for at snøskred kan løsne, men værforhold som kan gi tilstrekkelig mengde ustabil snø i de aktuelle terrengpartiene synes å være svært sjeldne, noe som underbygges av manglende snøskredhistorikk. I det aktuelle delområdet er det kun få mulige løsneområder. Alle er veldig små og ligger lavere enn 100 - 150 moh., der vær- og snøforholdene kan antas å være omtrent like som nede ved havet. Flere av de små potensielle løsneområdene har også skog like under.

Av disse grunnene mener vi at den årlige nominelle sannsynligheten for at snøskred gjør skader i bebyggelsen er mellom 1/1000 og 1/5000 eller enda lavere.

I bunnen av Skjongdalen går det en liten bekk. Vi fikk opplyst at flomvann flere ganger har gått utenfor bekkeløpet og gjennom skogen til den øverste bebyggelsen. Bunnen av dalen vurderes imidlertid å være for slak til at dette kan forårsake jordskred og flomskred. Avhengig av omfang og hyppighet av vannproblemet kan man evt. vurdere lokale tiltak.

Vi vurderer det ellers slik at den årlige sannsynligheten for skader fra jord- og flomskred i dette området er lavere enn 1/1000.



Figur 7.2. Faresonekart for område 5, delområde Valdervoll.

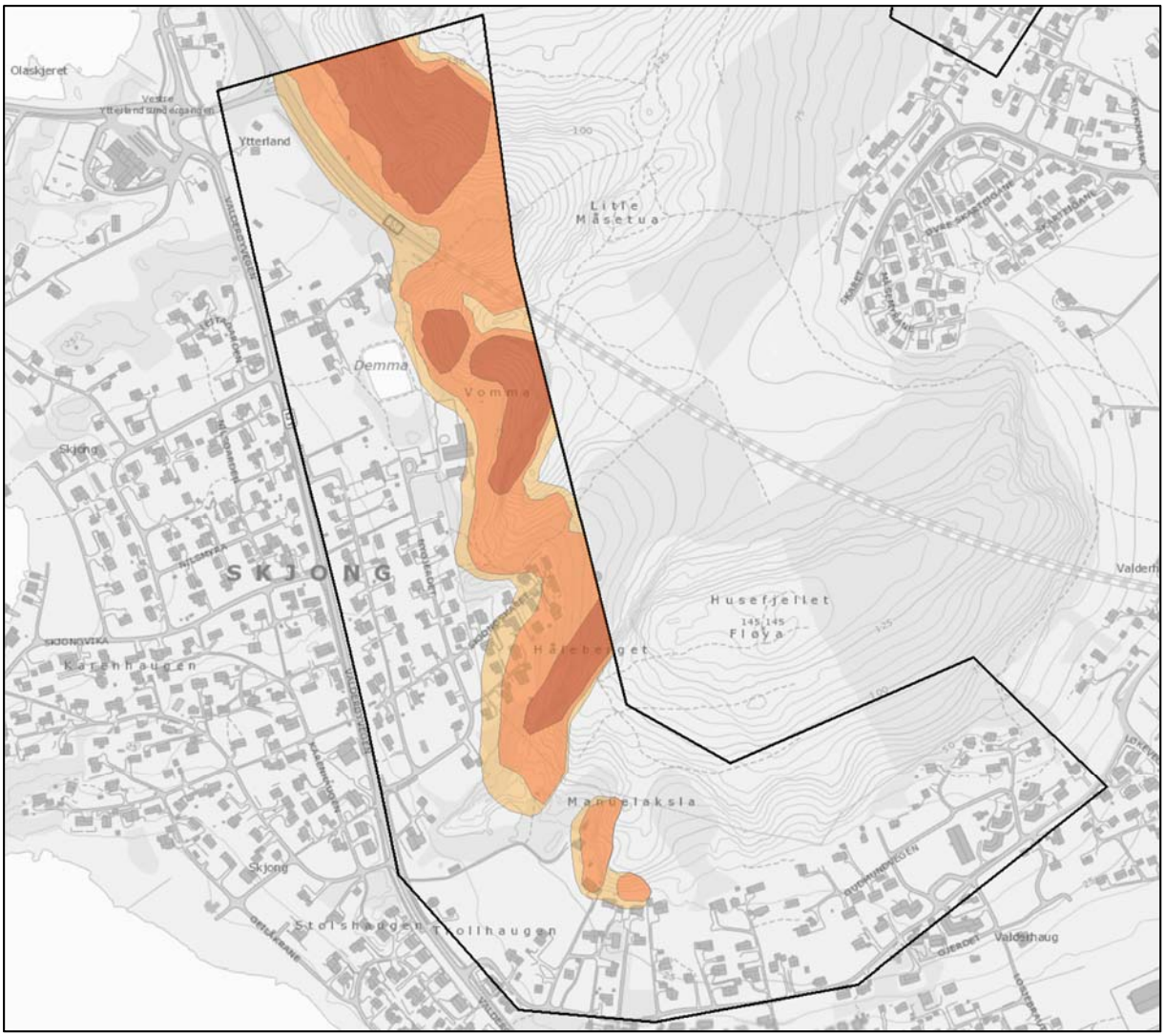


Fig. 7.3. Faresonekart for område 5, delområde Øvre Valderhaugstrand.

8. Område 6 Skaret – Øvre Nordstranda

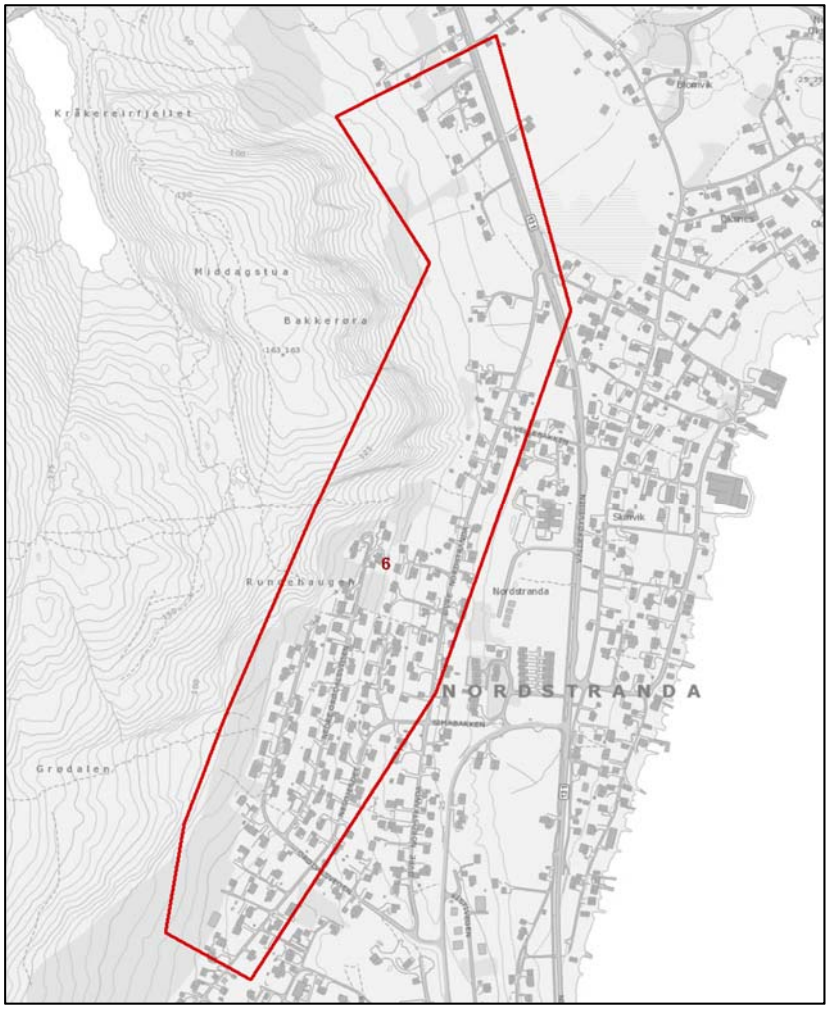
Kartleggingsområdet er ca. 1,5 km langt og strekker seg fra foten av Måsetua (208 moh.) i sør til foten av Middagstua (163 moh.) i nord. Begge fjellsider og skråningene mellom dem vender hovedsakelig mot øst.

Det er mye relativt slakt terreng i skråningene over den sørlige halvparten av bebyggelsen, men det er flere partier mellom 30° og 45° og også noen veldig begrensende partier mellom 45° og 60° (eks. langs siden av Grødalen, over Grødalsvegen og rundt Rundehaugen). Alle disse brattere partiene ligger lavere enn 100 - 120 moh. og består av stort sett av bart terreng med noe kratt eller mindre skogflekker nedenfor.

I skråningene over den nordlige halvparten av kartleggingsområdet er det større terrengpartier som er mellom 30° og 45°, men mesteparten av terrenget er betydelig brattere enn 45°. Noen mindre skrenter er tilnærmet vertikale. Nesten alt bratt terreng ligger under 120 moh., og det er kratt eller flekker av skog ved foten av de fleste bratte skråningene.

Flere steder under bratte skrenter er det velutviklet ur, og både der og mange andre steder langs foten av den lange fjellsiden er det i tillegg registrert spredte blokker fra tidligere steinsprang med litt lenger utløp. Detaljer presenteres i registreringskartet (vedlegg 4), og fotografisk dokumentasjon presenteres i vedlegg 0, med bildenummerering i samsvar med kapittelnummerering i denne rapporten.

Det er ikke registrert tegn på jord- eller flomskred i dette området, ikke engang der aktsomhetskartet for disse prosessene viser potensiell fare.



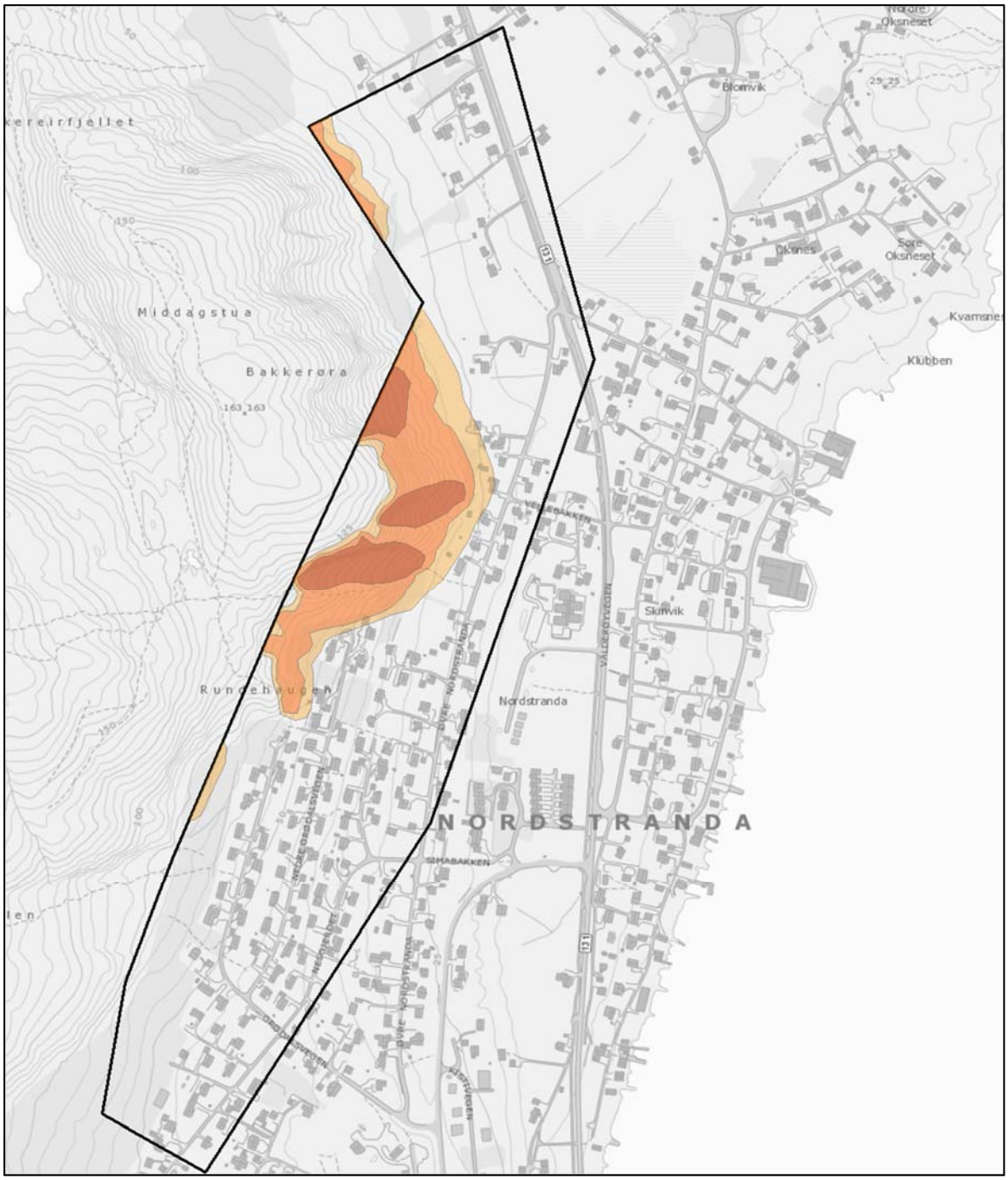
Figur 8.1: Oversiktskart over kartleggingsområde 6, Skaret – Øvre Nordstranda (områdegrensene er markert i rød farge).

8.1 Skredfarevurdering

Steinsprang er den mest aktive skredprosessen i dette kartleggingsområdet og er dimensjonerende for fastsetting av faresoner. Det er flere skrenter som tidligere har gitt en del utfall av steiner. Avstanden fra skrentene til eksisterende bebyggelse, samt forsenket eller ru terreng rett nedenfor de bratteste partiene, tilsier at sannsynligheten for et utløp som berører bebyggelsen, som veldig liten. Ingen boliger vurderes å ligge mer utsatt enn årlig nominell sannsynlighet 1/1000.

Som i de andre kartleggingsområdene ligger terreng- og vegetasjonsforholdene noen steder teoretisk til rette for at snøskred kan løsne, men værforholdene som kan gi nok ustabil snø i de aktuelle terrengpartiene synes å være svært sjeldne, og det er derfor heller ikke noe snøskredhistorikk. Alle de få, mulige løsneområder er veldig små og ligger lavere enn 130 moh., der vær- og snøforholdene er omtrent som nede ved havet. Flere av dem har også krattskog eller steinur like under. For snøskred vurderes den årlige nominelle sannsynligheten å være lavere enn 1/5000 for kartlagt område.

Vi mener også at den årlige nominelle sannsynligheten for skader fra jord-/flomskred i dette området er lavere enn 1/1000. Det er ikke registrert spor etter slike hendelser under feltbefaringen, og heller ikke ved å analysere flybilder fra 2012 og 1968. Flere steder ovenfor bebyggelsen har vi derimot observert at det er bygd drensgrøfter for å fange opp vann fra fjellsiden. Noen steder mellom hus så terrenget fuktigere ut, og vi antar at vann i perioder med større overflateavrenning kan gi noen lokale utfordringer.



Figur 8.2. Faresonekart for område 6, Skaret - Øvre Nordstranda

9. Kilder

- Dorren, L.K.A., 2015. Rockyfor3D (v5.2) revealed - Transparent description of the complete 3D rockfall model. ecorisQ paper (www.ecorisq.org)
- NGU 2015: Løsmassekart og berggrunnskart på nett og wms. www.ngu.no
- Skredhendelsesdatabase http://www.skrednett.no

VEDLEGG

10. Fotobilag

11. Metodikk for utarbeidelse av faresoner

12. Klimaanalyser

13. Helningskart

14. Registreringskart

15. Modelleringsresultater

16. Faresoner

Vedlegg 0 - Fotobilag

INNHOLD

Merknad: kapittel- og bildenummerering i dette fotobilaget er i samsvar med nummereringen i rapportkapitlene som bildene refererer til

3. Område 1, Synes 2
4. Område 2, Alnes 5
5. Område 3, Juv 8
6. Område 4, Valkvæ 10
7. Område 5, Valdervoll og Øvre Valderhaugstrand.....12
8. Område 6, Skaret – Øvre Nordstranda 17

3. Område 1, Synes

(Fig. 3.1. Oversiktskart og Fig. 3.2. Faresonekart er presentert i rapportteksten)

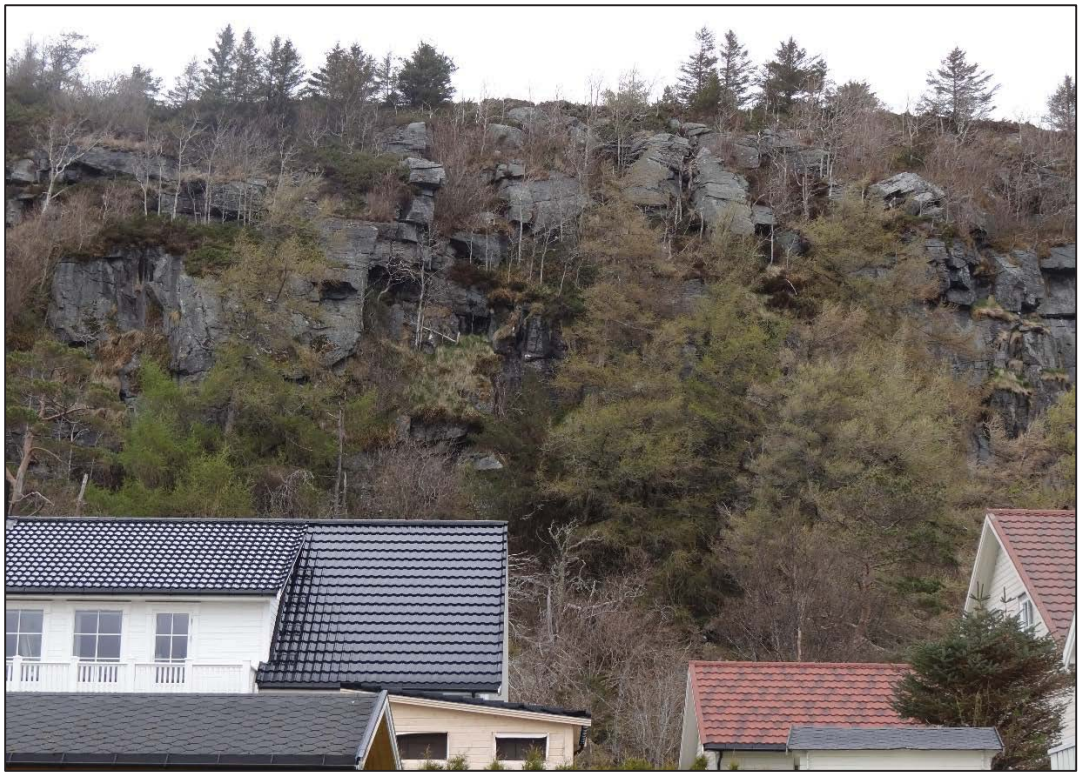


Fig. 3.3. Den bratte og oppsprukkede skrenten bak boligfeltet på Synes.



Fig.3.4. Den bratte og oppsprukkede skrenten bak boligfeltet på Synes.



Fig. 3.5. Den bratte og oppsprukkede skrenten bak boligfeltet på Synes.



Fig. 3.6. Større steinblokker som representerer utfall fra tidligere steinsprang.



Fig. 3.7. Større steinblokker som representerer utfall fra tidligere steinsprang.

4. Område 2, Alnes

(Fig. 4.1. Oversiktskart og Fig. 4.2. Faresonekart er presentert i rapportteksten)

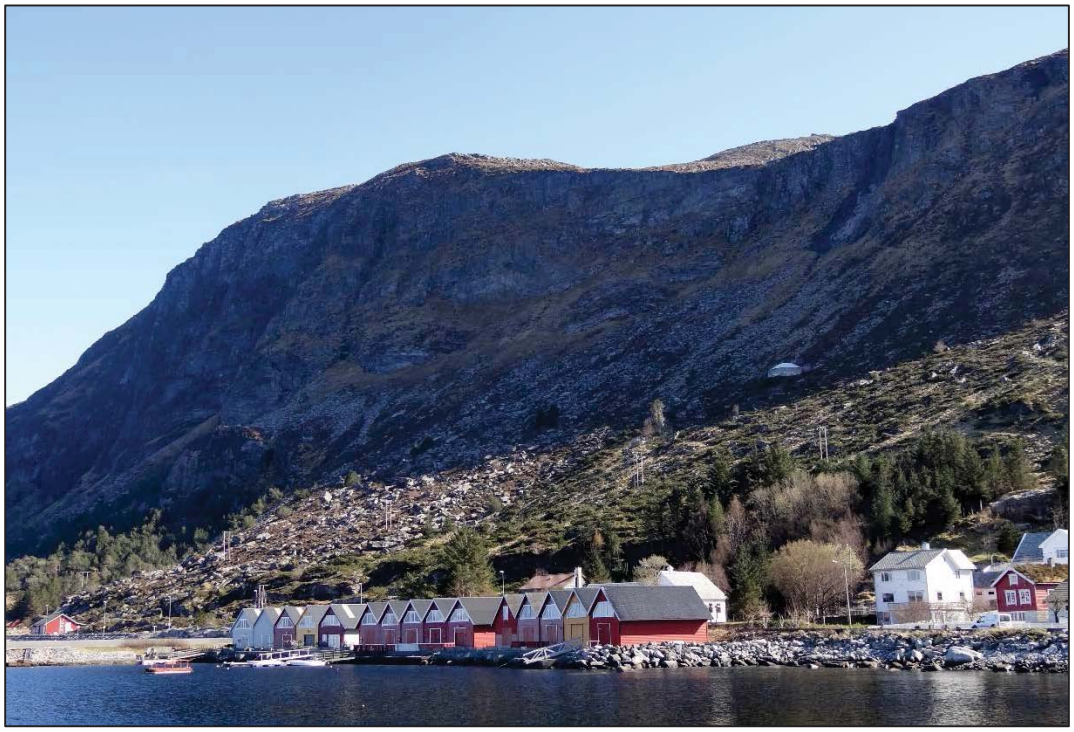


Fig. 4.3. Oversiktsbilde av fjellsidens østlige del, med den grove steinura fra et ——gammelt stein-/fjellskred synlig i skråningen bak garasjen helt til venstre i bildet.



Fig. 4.4. Oversiktsbilde av fjellsidens midtre og vestlige del

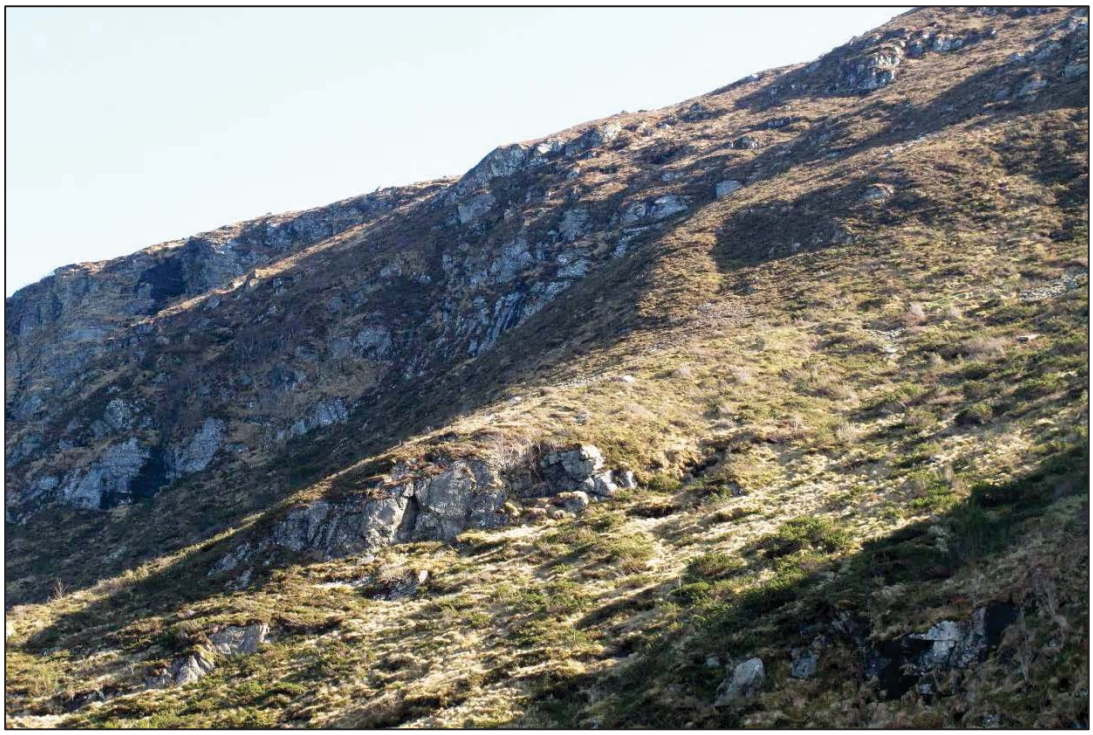


Fig. 4.5. Fjellsidens midtre del, med diffuse kildeområder for steinsprang.



Fig. 4.6. Utfall fra tidligere steinsprang fra fjellsidens venstre del.



Fig. 4.7. Øvre del av den lille flomskredvifta rett over bebyggelsen (se registreringskart i vedlegg 4 for nærmere stedangivelse).

5. Område 3, Juv

(Fig. 5.1. Oversiktskart og Fig. 5.2. Faresonekart er presentert i rapportteksten)



Fig. 5.3. Den østlige halvparten av fjellsiden over kartleggingsområdet (oversikt)



Fig. 5.4. Den østlige halvparten av fjellsiden over kartleggingsområdet (topp)



Fig. 5.5. Forsenkninger i terrenget som kan spores tilbake til gamle flomskredhendelser nært den østlige grensen av kartleggingsområdet



Fig. 5.6. Fjellsiden over den vestlige delen av kartleggingsområdet, med relativt få og små kildeområder for steinsprang i forhold til ura. Steinblokken som gikk lengst ut i terrenget, er synlig i bildehjørnet.

6. Område 4, Valkvæ

(Fig. 6.1. Oversiktskart og Fig. 6.2. Faresonekart er presentert i rapportteksten)



Fig. 6.3. Kratt, ru terreng og stedvis blottet fjell mot toppen av fjellsiden over boligfeltet.



Fig.6.4. Flybilder fra 1968 og 2012 (Geovekst / Norgeibilder) viser to jord-/flomskred bak boligfeltet.



Fig. 6.5. Fjellsiden over den østlige delen av området, med noen kildeområder for steinsprang og blokker fra tidligere utfall i foten av skråningen.



Fig. 6.6. Den lille men veldig oppsårukkede skrenten bak de to vestligste husene i boligfeltet.

7. Område 5, Valdervoll og Øvre Valderhaugstrand

(Fig. 7.1. Oversiktskart og Fig. 7.2-7.3 Faresonekart er presentert i rapportteksten)



Fig. 7.4. Den steile og oppsprukkede fjellveggen bak delområdet Valdervoll



Fig. 7.5. Fjellveggen bak delområdet Valdervoll, sett fra fotballbanen



Fig.7.6 Flybilder fra 1968 og 2012 (Geovekst / Norgeibilder) viser at det tidligere var en kolle der det nå er en flerbruksbane. På toppen av kollen var detr steinur, og stein blokker var også å se ved foten av kollen og i den gamle fotballbanen.



Fig.7.7. Det utsprengte fjellpartiet bak flerbruksbanen, med delvis avløst skive (sett fra siden og forfra)



Fig. 7.8. Den bratte fjellveggen helt i nord i delområdet Øvre Valderhaugstrand, sett fra fylkesveien like før tunellinngangen.



Fig. 7.9. Del av den bratte fjellveggen bak den nedlagte skolen



Fig. 7.10. Den nesten steile fjellveggen bak bebyggelsen ved Skjongskaret, med utfall fra tidligere steinsprang like bak hus.



Fig. 7.11. Delvis løse blokker i den bratte fjellveggen bak bebyggelsen ved Skjongskaret.



Fig. 7.12. Mindre løsneområder og steinsprangavsetninger bak bebyggelsen i den sørlige og østlige delen av delområdet Øvre Valderhaugstrand.

8. Område 6, Skaret – Øvre Nordstranda

(Fig. 8.1. Oversiktskart og Fig. 8.2. Faresonekart er presentert i rapportteksten)



Fig. 8.3. Terrenget i den sørlige delen av kartleggingsområdet



Fig. 8.4. Brattere terreng i den midtre og norlige delen av kartleggingsområdet



Fig. 8.5. Skrenter med utfall av blokker i den norlige delen av kartleggingsområdet



Fig. 8.6. Skrenter med utfall av blokker i den norlige delen av kartleggingsområdet

Vedlegg 1
Metodikk for utarbeidelse av faresoner

INNHOLD

1. Innledning 2
2. Tidligere skredhendelser 2
3. Terrengmodell, skyggekart og helningskart 2
4. Topografi, vegetasjon og klimaforhold 3
5. Feltkartlegging 3
6. Modeller for beregning av skredutløp 4
7. Vurdering av ulike datasett ved fastsetting av faresoner 7
8. Referanser 9

1. Innledning

Utarbeidelse av skredfaresoner er en kompleks prosess som i stor grad avhenger av og gjenspeiler utførerens skjønn og erfaring, men som alltid bør inkludere en grundig vurdering av flere viktige momenter der all relevant informasjon tilgjengelig bør anvendes for å få et best mulig resultat. Disse momentene er kort omtalt nedenfor.

2. Tidligere skredhendelser

Skred vil ofte gjenta seg der det har gått skred tidligere. Dette gjelder både de nesten årlige skredene og de sjeldnere hendelsene. Det å dokumentere tidligere skredhendelser er derfor svært viktig i en skredfarevurdering. Dette gir informasjon om hvilke områder som er mest utsatt for skred og kan også gi informasjon om frekvenser og den potensielle rekkevidden av skredene.

Registrerte historiske skredhendelser er samlet i en skreddatabase og vises på *skrednett.no*. Ytterligere kunnskap om skredhendelser kan fremskaffes gjennom samtaler med lokalbefolkningen under feltarbeidet. Skader på vegetasjon kan også indikere skredhendelser og registreres under feltarbeidet.

Ettersom det er faresonene med årlig nominell sannsynlighet på 1/100 år, 1/1000 år og 1/5000 år som skal bestemmes, blir imidlertid den totale tidsperioden for de historiske skredhendelsene ofte for kort. Det er derfor viktig med en tilstrekkelig kartlegging i feltt og innhenting av geologiske data som kan gi informasjon om både nye og eldre skredhendelser (registreringskart i vedlegg 4).

3. Terrengmodell, skyggekart og helningskart

En digital terrengmodell (DTM) er en tredimensjonal digital representasjon av terrenget som gir informasjon om høyde over havet i hvert punkt av datasettet. Kartleggingsområdene i Giske er dekket med en høyoppløselig DTM generert fra flybasert laserskanning. Denne DTM er veldig nøyaktig med en oppløsing på 0,5 x 0,5 m.

Skyggekart er en visningsmåte av en DTM som gir et relieffkart av terrenget. Skyggekart fra høyoppløselige DTM er svært nyttige i geologisk skredkartlegging for å avgrense skredbaner, løsneområder, skredavsetninger osv. Skyggelegging fra ulike vinkler framhever gjerne ulike terrengformer så flere skyggekart fra samme område bør studeres.

Helningskart er også beregnet fra en DTM og viser helningen av terrenget for hvert punkt i datasettet i forhold til nabopunktene. Helningsvinkel er en av de viktigste parameterne for å definere løsneområder for skred. Helningskartet som vises i vedlegg 3 er delt i følgende klasser:

- Under 25°: generelt ikke løsneområde for skred, men vurdres lokalt med tanke på flomskred / sørpeskred
- 25° til 30°: mulige løsneområder for jordskred
- 30° til 45°: mulige løsneområder for jordskred og snøskred
- 45° til 60°: mulige løsneområder for snøskred og steinsprang
- 60° til 90°: mulige løsneområder for steinsprang

4. Topografi, vegetasjon og klimaforhold

Analyser av topografiske parametre som helningsgrad, helningsretning, størrelse på dreneringsområde, kurvatur og terrengruhet er viktig for identifisering av kildeområder for skred, og vurderinger av skredenes bevegelsesretning og utløpslengde.

Helningsretning i kombinasjon med framherskende vindretning vil være avgjørende for akkumulasjon av snø, og dermed potensielle løsneområder for snøskred. Skredfaresonene skal imidlertid ta høyde for sjeldne hendelser som oppstår ved uvanlige værsituasjoner, og skråninger som vanligvis ikke er lesider er derfor også inkludert som kildeområder.

Helningsgrad og dreneringsmønster har betydning for hvor utsatt terrenget er for jordskred og flomskred. Jo større dreneringsområdet er, desto slakere terrenghelning skal til for å utløse jordskred. Disse parametrene, sammen med terrengkurvatur, er tatt hensyn til i vurdering av løsneområder.

Vegetasjonsforholdene i terrenget kan ha stor innvirkning på skredfaren i et område. Tett skog kan i stor grad hindre utløsning av snøskred. Vegetasjon har også en betydelig effekt på faren for erosjon og utløsning av jordskred i bratte skråninger: I tett vegeterte områder vil røtter bidra til å forankre jorda, og vanninnhold og avrenningshastighet vil reduseres sammenlignet med områder uten vegetasjon. En tett vegetasjon vil i tillegg kunne fange opp og bremse materiale som eroderes høyere opp i skråningen, både stein, jord og snø. En tett skog vil altså kunne redusere faren for utløsning av skred og bremse skred og steinsprang i skredbanen. I områder hvor store trær har rotveltet vil jordskredfaren imidlertid kunne øke fordi vann lett innfiltrerer ned i bakken der jorda er blottlagt. Ung skog vil derfor være bedre enn gammel skog.

Tidligere skredhendelser kan vises som skade på skogen. For dette arbeidet er det gjort en visuell og kvalitativ vurdering av vegetasjon fra flybilder og i felt.

Vannmetning av løsmassene er en av de viktigste faktorer for utløsning av jordskred. Forskning på norske forhold har vist at kritisk vanntilførsel før et løsmassedekke går til brudd, beregnet som andel av årsnedbør, er 5 % i løpet av 12 timer eller 8 % i løpet av 24 timer (Domaas og Hefre, 2012).

Verdiene viser at det er intense nedbørsepisoder som regnes som kritiske. I vedlegg 2 presenteres en beskrivelse av de klimatiske forhold av betydning for jordskredutløsning. Intense snøfall, spesielt i forbindelse med vind, vil ha stor betydning for plassering og frekvens av snøskred. Både nedbør som snø, og vindretning og styrke vil derfor ha betydning for farevurderingene.

5. Feltkartlegging

Registreringskart

Som en viktig del av feltarbeidet ble det i Giske laget registreringskart med fokus på landformer og andre elementer som har betydning for vurdering av skredfaren, inkludert skredhistorikk. Det ble lagt vekt på å kartlegge steinsprangblokker og andre typer skredavsetninger (eks. jord- og flomskredavsetninger), skredløp, erosjonskanaler, samt

opplysninger om utløp av tidligere skred. Dette kartet forteller mye om hvor det har gått skred tidligere og hvor langt ut skredmassene har nådd.

Snøskred

Feltkartleggingen for snøskred fokuserte på å identifisere/bestemme:

Løsneområder: Nærmere avgrense løsneområdene forhåndsidentifisert ved hjelp av helningskart og flybildestudie, vurdere løsneområdenes reelle skredpotensial i forhold til lokale terreng- og vegetasjonsforhold, og samle informasjon om utløsningsforhold ut fra skredhistorikk og lokal kunnskap (inkl. intervjuer med innbyggere).

Skredbaner og utløpsområder: Registrere tegn etter skred som har gått i de siste tiårene og danne et generelt inntrykk av topografien for å få et bedre inntrykk av skreddynamikken.

Steinsprang

Feltkartleggingen for steinsprang omfattet følgende arbeid:

Løsneområder: Vurdering av løsneområder automatisk identifisert ut fra helningskart. Vurderingen inkluderer registrering av nylig steinsprangaktivitet og observasjon av oppsprekkingsgrad i berget. I tillegg er det under feltkartleggingen lokalisert mulige lokale steinskredkilder.

Utløpsområder: Kartlegging av tidligere steinsprang, inkl. registrering av størrelse og aktivitet (dvs. gammelt eller nytt utfall), skader i vegetasjonen; registrering av informasjon om utløpsområder ut fra skredhistorikk og lokal kunnskap (inkl. intervjuer med innbyggere).

Jord/flom- og sørpeskred

Feltkartleggingen for jord/flom- og sørpeskred omfattet følgende arbeid:

Løsneområder og skredløp: Identifisering av mulige løsneområder ut i fra geologiske, topografiske og vegetasjonsmessige forhold, samt tegn etter tidligere skred. Kartlegging av skredbaner og erosjonskanaler, tegn på aktiv erosjon, avsetninger av tidligere skred, eventuelle propper i løpet som øker faren for nye skred, menneskelige inngrep som endrer dreneringsforholdene og en vurdering av hvor aktivt skredløpet er.

Utløpsområder: Kartlegging av utbredelsen av skredavsetninger der terrenget flater ut. Vurderinger av alder på avsetningene, inkludert "ferske" avsetninger, og om skredavsetningene er bygget opp av en eller flere hendelser.

6. Modeller for beregning av skredutløp

Modeller for snøskred

Modellene for beregning av snøskredrekkevidde deles generelt inn i to grupper:

a- Topografiske/statistiske modeller som tar utgangspunkt i fjellsidens lengdeprofil (eks. alfa/beta-modellen av Lied og Bakkehøi 1980)

b- Dynamiske modeller basert på fysiske og matematiske beskrivelser av skredbevegelsen, eks.PCM (Perla m. fl. 1980), AVAL-1D (Christen m. fl. 2002), RAMMS (Christen m. fl. 2005) eller NIS (Norem m. fl. 1987)

I denne studien er det utført beregninger av snøskredutløp ved hjelp av den dynamiske modellen RAMMS. Dette er en kommersiell programvare basert på den velutprøvde Voellmy modellen, som leveres med standard friksjonsparametre kalibrert på forskningsresultater fra de sveisiske Alpene.

Modellen krever at brukeren selv bestemmer en rekke parametre som har betydning for beregningen. Den viktigste av dem er volumet av snø som kan løsne i en hendelse med det gjentaksintervallet som en ønsker å vurdere. Brukerdefinerte utløsningsområder og snøhøyder vil i stor grad avgjøre resultatet. Dette betyr i praksis at beregningene gjøres for å underbygge egne skjønn- og observasjonsbaserte vurderinger, og ikke for å finne sikre svar på hvor langt et skred med gitt gjentaksintervall kan gå. I de fleste tilfellene ble RAMMS bare benyttet som strømningsmodell, dvs. for å bedre definere hvordan skredmassene vil fordele seg og bevege seg i terrenget der dette ikke kunne vurderes på en sikker måte ut fra kart og feltobservasjoner.

Det er utført modellering av skred fra alle løsneområdene som er identifisert ved hjelp av helningskartanalyse og feltobservasjoner, selv der det ikke er noe kjent skredhistorikk. Det er gjort simuleringer som forutsatt mobiliserte snødybder på 0,5m og 1m, tatt i betraktning områdets milde og maritime klima.

I modelleringen benyttes standard friksjonsparametre kalibrert i Alpene, men høydeintervallene er redusert fra 1000 og 1500 m til 200 og 500 m, som passer bedre for de aktuelle, lavereliggerende skredbanene.

Alle simuleringene utført med RAMMS tar ikke hensyn til skogens evne til å bremse opp skred, dvs. skredbanene betraktes prinsippielt som bart terreng. For de fleste skredbaner i Giske samsvarer dette godt med virkeligheten.

Løsneområdene brukt i modellering ble avgrenset etter en vurdering av den omliggende vegetasjonens tilstand og d e n s evne til å hindre skredutløsning. Hogst av skog i bratt terreng utenfor løsneområdene kan derfor prinsipielt øke skredfaren siden det kan gi større løsneområder.

Det er også gjort beregninger med den statistiske - empiriske Alfa-Beta modellen (Lien og Bakkehøi, 1980). Dette er en enkel modell som tar utgangspunkt i lengdeprofilet av fjellsiden. Over 210 skredhendelser med kjent rekkevidde ligger til grunn for modellen. Modellen er utviklet for betydelig større snøskredbaner enn de i Giske, så resultatene av denne modelleringen overestimerer trolig det mulige utløpet.

For begge typer modeller er det slik at brukeren i praksis «bestemmer» at skred faktisk løsner, for så å forsøke å finne det maksimale forventede utløpet. Sannsynligheten for utløsning av snøskred i områdene kartlagt i Giske, er imidlertid svart liten, og det er de fleste steder veldig usikkert om skred i det hele tatt vil kunne løsne. Derfor har

modellresultater ofte fått liten vekting i forhold til terrengobservasjoner, skredhistorikk og innhentet lokal kunnskap.

Modeller for steinsprang

Programvaren Rockyfor3D v5.2.1 (mars 2015) fra ecorisQ har blitt brukt til å modellere utløpet av steinsprangblokker. Dette er en simuleringsmodell som kalkulerer baner til individuelle fallende blokker. Modellen kombinerer fysiske deterministiske algoritmer og stokastiske metoder og er dermed en sannsynlighet- *og* prosessbasert steinsprang modell. Modellen tar altså hensyn til både fysiske parameter og sannsynligheten for at en blokk velger en spesiell bane. Steinsprangene blir simulert som en serie paraboliske baner der blokker treffer terrengoverflaten og spretter videre. Rulling blir representert som en serie av småhopp og gliding blir ikke modellert.

Modellen kan brukes regionalt, lokalt eller på en enkelt skråning. Den kan kjøres slik at parameterene blir bestemt dirkete fra terrengmodellen, eller ved at brukeren selv bestemmer desse. De viktigeste parameterene er terrengruhet, og jordtype. Det er ogå mulig å ta hensyn til skog og steinsprangnett i modelleringen. Tetthet, størrelse og formen på blokker som skal simuleres må alltid bestemmes, sammen med antall simuleringer som skal gjennomføres.

I Giske kommune er modelleringen utført på regional skala med automatisk valgte parameter. Terrengmodellen som er brukt har en oppløsning på 2 m. Det er kjørt 100 simuleringer pr celle med rektangulære blokker på størrelsen 1 m^3 og tettheten 2800 kg/m^3. For enkelte områder har det også utført modellering av større blokker. Resultatene er i hovedsak brukt som en enkel oversikt over hvor det er størst konsentrasjon av steinsprang og delvis forventet utløpslengder. Dette gir rom for feilkilder og «Rockyfor3D» er generelt mer nøyaktig på å bestemme utløpslengden til blokker fremfor spredningen. «Rockyfor3D» er derfor ikke optimal å bruke som strømningsmodell. Resultatene er vurdert sammen med observasjoner i feltundersøkelsene. Skog er ikke tatt hensyn til i modelleringen siden det er få plasser skogen er av den størrelsen og tettheten som vil ha betydning for utløpet til eventuelle steinsprang.

Resultatene i vedlegg 4 viser sannsynligheten for at en steinblokk når et punkt om det faller 100 blokker fra hver celle som har en helling på 45° grader eller mer. Det reelle antall blokker som løsner må derfor vurderest sammen med resultatet for å få den reelle sannsynligheten for at en blokk skal nå et punkt.

Som for snøskred er det også gjort beregninger med den steinsprangtilpassede versjonen av den statistiske - empiriske Alfa-Beta modellen (Lien og Bakkehøi, 1980). Resultatet av denne topografibaserte modelleringen ble vurdert i lys av våre feltregistreringer (steinblokker som har kommet lenger ut enn foten av ura eller informasjon om det).

Modeller for jordskred og flom- / sørpeskred

I denne studien er det utført beregning av jord/flomskredutløp ved hjelp av den dynamiske modellen RAMMS debris flow. Dette er en kommersiell programvare basert på den vel utprøvde Voellmy-modellen.

RAMMS debris flow krever at brukeren selv bestemmer en rekke parametrer som har betydning for beregningen. Generelt bør det legges vekt på å kalibrere

friksjonparametrene i modellen i forhold til kjente hendelser. I dette prosjektet er det ikke lagt vekt på dette da modellresultatene i hovedsak er benyttet til å se på potensielle skredbaner og i mindre grad utbredelse. Følgende standardinnstillinger er brukt:

$\mu = 0{,}2$
$\xi = 200\ m/s^2$

Volumet av massen som kan løsne i et jordskred blir avgjort av størrelsen på løsneområdet og mektigheten av tilhørende løsmasser. Løsneområdet digitaliseres inn på terrengmodellen basert på observasjoner i felt. Mektigheten bestemmes skjønnsmessig.

RAMMS debris flow har to alternativer for å introdusere skredvolumer til modellen; 1) block release der hele volumet kommer fra løsneområdet, eller 2) hydrograph der brukeren definerer en linje noe oppstrøms for avsetningsområdet som et gitt skredvolum passerer gjennom, uavhengig av løsneområdet. Vi har benyttet «block release» metoden. De utvalgte løsneområdene er enten områder der aktsomhetskartet for jord- og flomskred indikerer potensial for utløsning, eller områder som vi har identifisert som mulige kilder fordi terrenget er bratt nok,og gjerne konkavt slik at en del vann kan konsentreres i løsmassedekket.

Oppløsningen i terrengmodellen som brukes av programmet kan være avgjørende for skredets forløp dersom topografien er kompleks. Terrengmodellene i dette arbeidet er basert på LIDAR-data og har en oppløsning på 1x1 m. I simuleringene er det likevel brukt en modell med en cellestørrelse på 2x2 m.

Simuleringene for Giske tar ikke hensyn til skogens bremsende effekt på et skred. Figurene som presenterer resultatet av modelleringene av jord- eller flomskred (vedlegg 4), viser maksimal flytehøyde av sedimenter i et modellert skredløp. Vi har valgt å vise flytehøyde da vi mener dette gir den beste intuitive forståelsen av skredforløpet.

7. Vurdering av ulike datasett ved fastsetting av faresoner

Snøskred

Den endelige vurderingen av sannsynligheten for de ulike scenarioer og beregnede skredutløp har i stor grad vært basert på skjønn og erfaring. Dette vil si at vektlegging av ulike datasett og opplysninger (eks. terrengobservasjoner, resultat av numerisk modellering, skredhistorikk) ikke er standardisert, men er skjønnsmessig tilpasset de ulike skredbanene.
I samtlige kartleggingsområder er det ingen snøskredhistorikk og ingen lokal kunnskap om tidligere skred. Dette gjør resultatene av modellering svært usikre siden de ikke kan kalibreres. Viktigere er det at det utforderer den viktigste forutsetningen for modelleringen, nemmelig at et skred faktisk løsner. Et modellresultat har lite betydning om det aldri går et skred.

I slike tilfeller, der klimatiske forhold gjør utløsning av snøskred og bruddforplanting lite sannsynlig til tross for at andre fysiske forhold ligger til rette for skred, er det utfordrende å veie motstridende elementer opp mot hverandre.

I flere tilfeller er det vurdert at den maksimale rekkevidden beregnet med modellene kunne brukes som en indikasjon for skred med gjentaksintervall på 1000 eller 5000år.

Steinsprang

Fastsetting av den nominelle årlige sannsynligheten for steinsprang er basert på feltkartlegging, modellering og erfaring. Det har blitt lagt mest vekt på kartlagte steinsprangblokker, informasjon om tidligere hendelser, både fra skreddatabasen og samtale med lokalkjente.. Resultat frå modellering med Rockyfor3D har bidratt til bedre forståelse i områder med manglende feltdata/skredhistorikk. Modelleringen i Rockyfor3D er gjort med en standard blokkstørrelse for alle områder. Resultatene er i hovedsak nyttet som en flytmodell og tolking er gjort med hensyn til lokale forhold knyttet til blokkobservasjoner og potensielle løsneområder. Parameter har programvaren tatt direkte fra terrengmodellen , noe som gir større usikkerhet enn om detaljdata fra området ble benyttet. Det er derfor lagt større vekt på feltobservasjoner og resultater fra den statistiske - empiriske alfa-beta modellen til å vurdereutløpslengder.

100-årsgrensen for steinsprang er tegnet der det er områder med aktive urer, ferske steinsprangblokker og repeterende skredhendelser har tilknytting til løsneområder bestående av oppsprukket bergmasse. Modellering er kun benyttet som hjelp til å ekstrapolere linjene.

Faresonene med årlig nomell sannsynlighet på 1/1000 og 1/5000-årser basert på modellresultater og de kartlagte steinsprangblokkene med lengst utløp. Om de enkelte registrerte blokkene skulle tolkes som 1000 års- eller 5000 års- hendelser ble vurdert utfra deres antall og egenskaper (primært størrelse) i forhold til kildeområdene.

Alle disse elementene er vurdert i forhold til hverandre, og vektingen av de enkelte elementene i totalvurderingen varier mellom områdene. Observasjoner og erfaringer fra felt veier generelt svært tungt ved endelig fastsetting av faresonene.

Jord- og flom-/sørpeskred

Ved fastsetting av faresonene for jord- og flomskred har datagrunnlaget i all hovedsak vært spor etter tidligere jord- og flom-/sørpeskredaktivitet i dalsidene observert i felt, registrerte historiske hendelser, samt modellering. I tillegg er det gjort vurderinger av vegetasjon, størrelse på dreneringsområder og eventuelle menneskelige inngrep i dalsidene. Vurderingen gjort i felt og ved hjelp av flybildeanalyser har veid tyngst ved endelig fastsetting av grensene.

Verken modellering eller feltdata gir godt nok grunnlag for å fastsette en grense med å r l i g n o m i n e l l sannsynlighet for jord- og flomskred på 1/5000. Både et skred med gjentaksintervall på 1000 år og et skred med gjentaksintervall på 5000 år er store, sjeldne hendelser med en utløpsrekkevidde som er nær det som er fysisk mulig for et jord/flomskred. Det vil derfor ikke være så stor forskjell på utløpsrekkevidden, og 5000 års faresonen følger derfor stort sett 1000 års faresonen, og er bare lagt litt lenger ut i dalbunnen. 5000 års faresonen kan imidlertid i en del tilfeller være langt breiere enn 1000 års faresone, for å ta høyde for at skred kan ta nye løp. Dette kan for eksempel skje om

skredbanen tettes igjen eller fylles opp med materiale. I enkelte områder der vi anser den årlige nominelle sannsynligheten for jord/flomskred til å ligge mellom 1/1000 og 1/5000 har vi bare satt en 5000 års faresone.

Kun der det er flere historiske hendelser, store skredavsetninger i forhold til løpet, eller ved tegn på aktiv erosjon, er det også tegnet inn en 100 års faresone.

Det bør legges til at i feltkartleggingen er det lagt vekt på å gjøre geologiske vurderinger av prosesser og alder for tidligere skredhendelser. I en del områder anser vi det som sannsynlig at mye av skredaktiviteten foregikk rett etter siste istid, under andre forhold enn de vi har i dag.

8. Referanser

Dorren L.K.A., 2011. Rockyfor3D (v4.1) revealed – Transparent description of the complete 3D rockfall model. ecorisQ paper (www.ecorisq.org)

Fischer, L, Rubensdotter, L og Stasberg, K.: 2014: Aktsomhetskart for jord- og flomskred: Metodeutvikling og landsdekkende modellering. NGU-rapport 2014-01: 30 p

Vedlegg 2 - Klimaanalyser

For å beskrive kartleggingsområdets klimatiske trekk benyttes data fra stasjonene Vigra (22 moh) og Ålesund (15 moh), som er vist i figur 2.1. De øvrige stasjonene vist i figuren, dvs. Hildre, Bingsa, Brusdalsvatn og Emblem, vurderes å ligge alt for langt unna kartleggingsområdene til å kunne gi representative data. De to benyttede stasjonene har forholdsvis lange driftsperioder: Data fra Ålesund dekker perioden 1954 - 2004, mens data fra Vigra dekker perioden 1958 - 2014. Begge stasjoner har målt temperatur og nedbør, men bare Vigra har i tillegg registrert vindstyrke og vindretning.

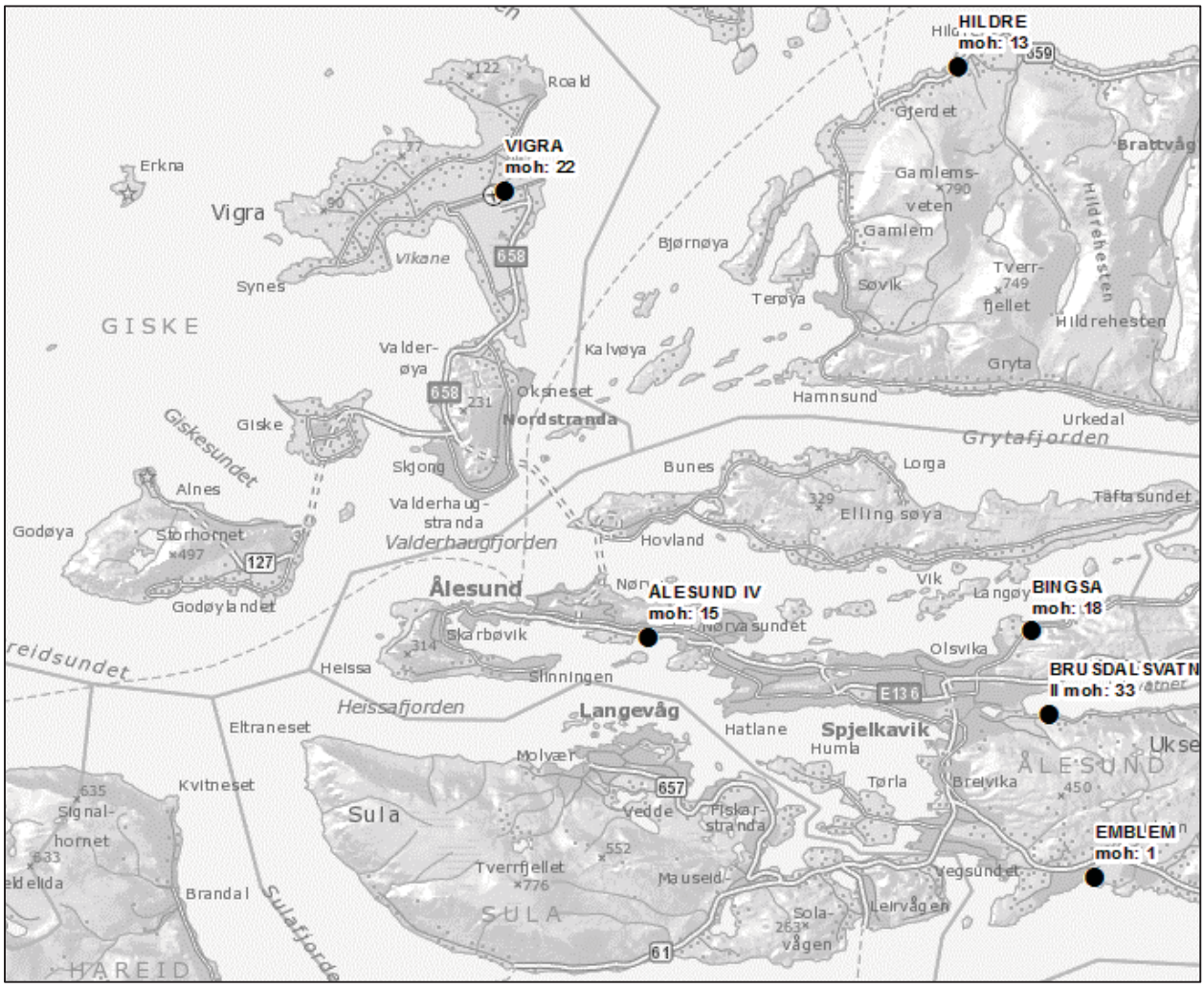


Fig.2. 1. Oversikt over relevante værstasjoner.

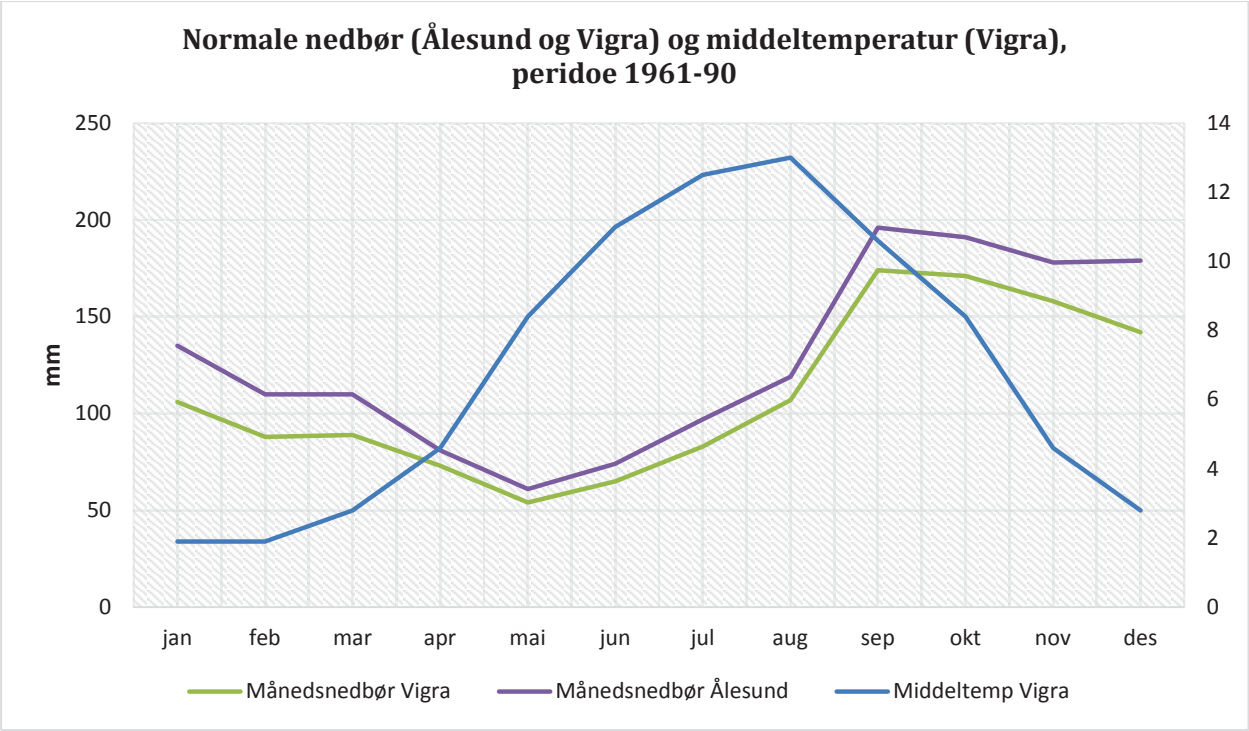


Fig.2. 2. Månedsnormaler av nedbør og middeltemperatur for Ålesund og Vigra (periode 1961-1990).

Det er fokusert på de vær- og klimaaspektene som har størst betydning for vurderingen av faren for snøskred og jordskred. For snøskred er det viktig å se på akkumulert snødybde og / eller døgnnedbør som kommer i formen av snø, samt fremherskende vindretning. For jordskred er ekstrem nedbør i form av regn av interesse. Det er derfor utført en statistisk analyse av de ekstremverdiene av følgende parametere:

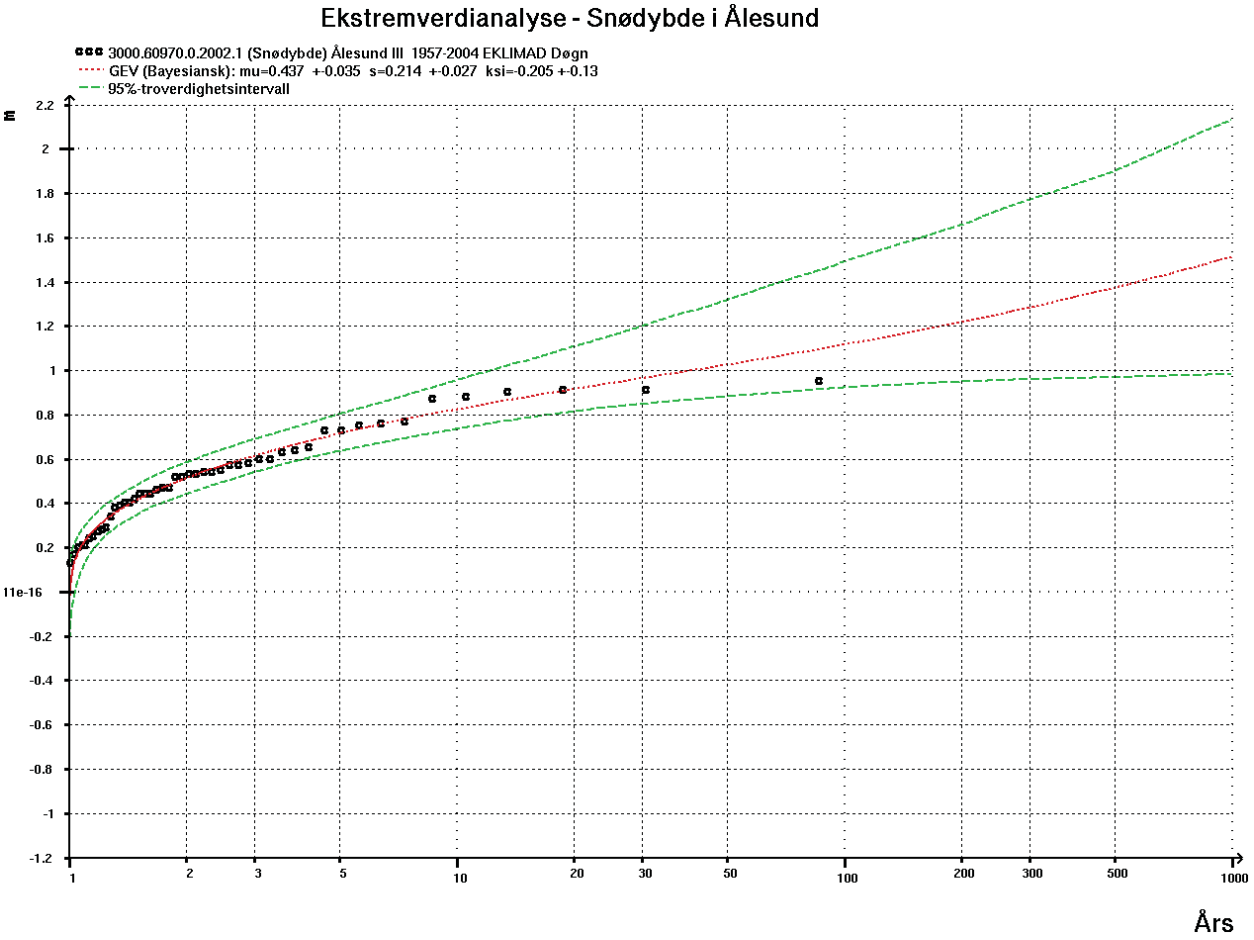
- Ekstrem snødybde for stasjonen i Ålesund
- Ekstrem døgnnedbør i perioden 15.11-15.04 (nedbør antatt som snø), i Ålesund og Vigra
- Ekstrem døgnnedbør i perioden 15.04-15.11 (nedbør antatt som regn), i Ålesund og Vigra

Målet er å identifisere ekstremverdier av snødybde, døgnnedbør i form av snø og regn med gjentaksintervall på 100 og 1000 år.

Ettersom dataserien er betydelig kortere enn de ønskede gjentaksintervallene, er ekstrapolering av observerte verdier nødvendig. Ekstrapolering er en utfordrende oppgave som krever omhyggelig håndtering, siden fordelingen av de særlig ekstreme hendelsene kan avvike fra de mindre ekstreme hendelsene. Prosedyren for ekstrapolering er å tilpasse halen i den empiriske fordelingen til en teoretisk modell og utvide denne til lengre returperioder. Det finnes flere teoretiske modeller for å løse denne oppgaven, og de beregnede verdier av døgnnedbør eller snødybder med valgte gjentaksintervaller varierer avhengig av de benyttede modeller og fordelinger. Beregningene presentert nedenfor benytter to ulike statistiske metoder / fordelinger (Gumbel og G.E.V.).

Data fra stasjonen i Ålesund (ikke presentert i figur) viser at en akkumulert snødybde på 1 m forekommer minst en gang hver annen vinter. Snødybder med gjentaksintervaller på 100 og 1000 år er beregnet til henholdsvis ca. 1,15 og 1,5 m, med den usikkerheten slike beregninger innebærer (Fig. 2.3). Dette er ikke store snødybder sammenlignet med andre steder i Norge, men undergraver den folkelige påstanden om at

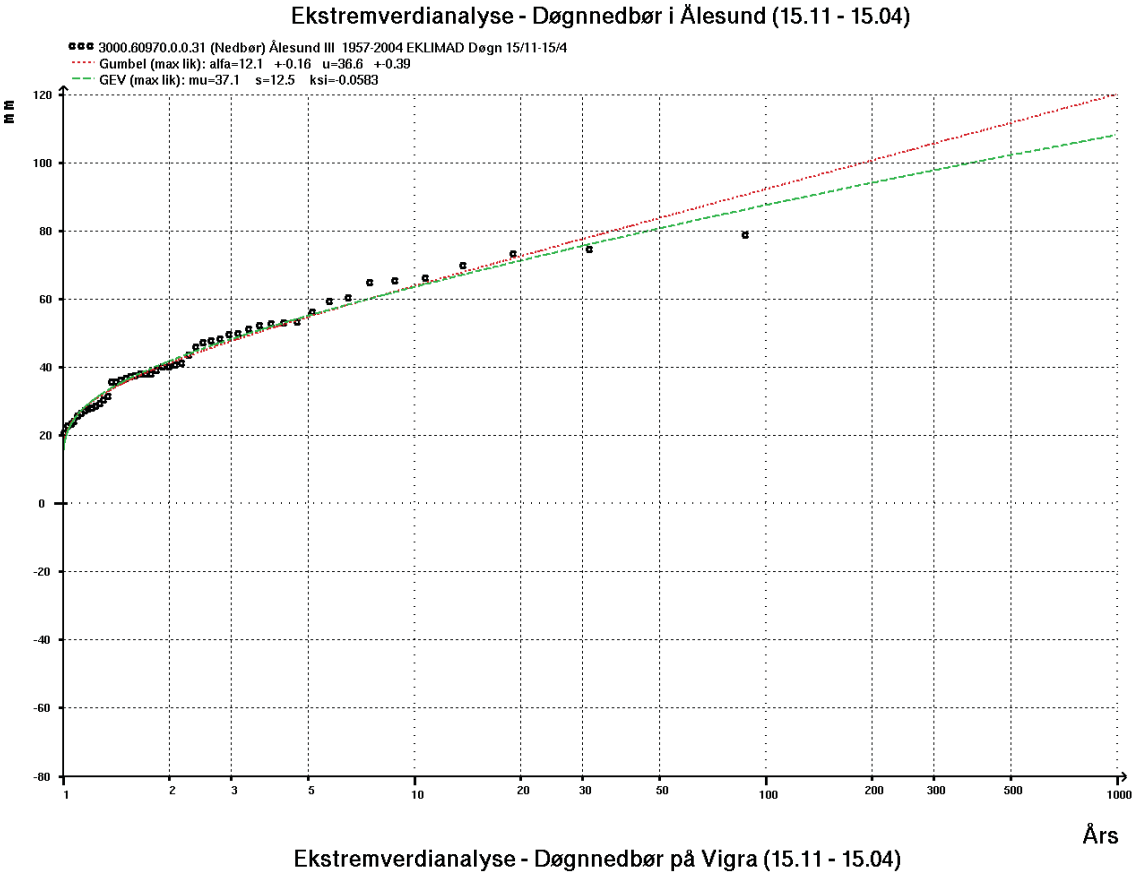
snø i de aktuelle kystområdene nesten aldri legger seg uten at den raskt smelter eller regner bort. Dette er noe som er viktig i forbindelse med snøskredmodellering og snøskredfarevurderingen.

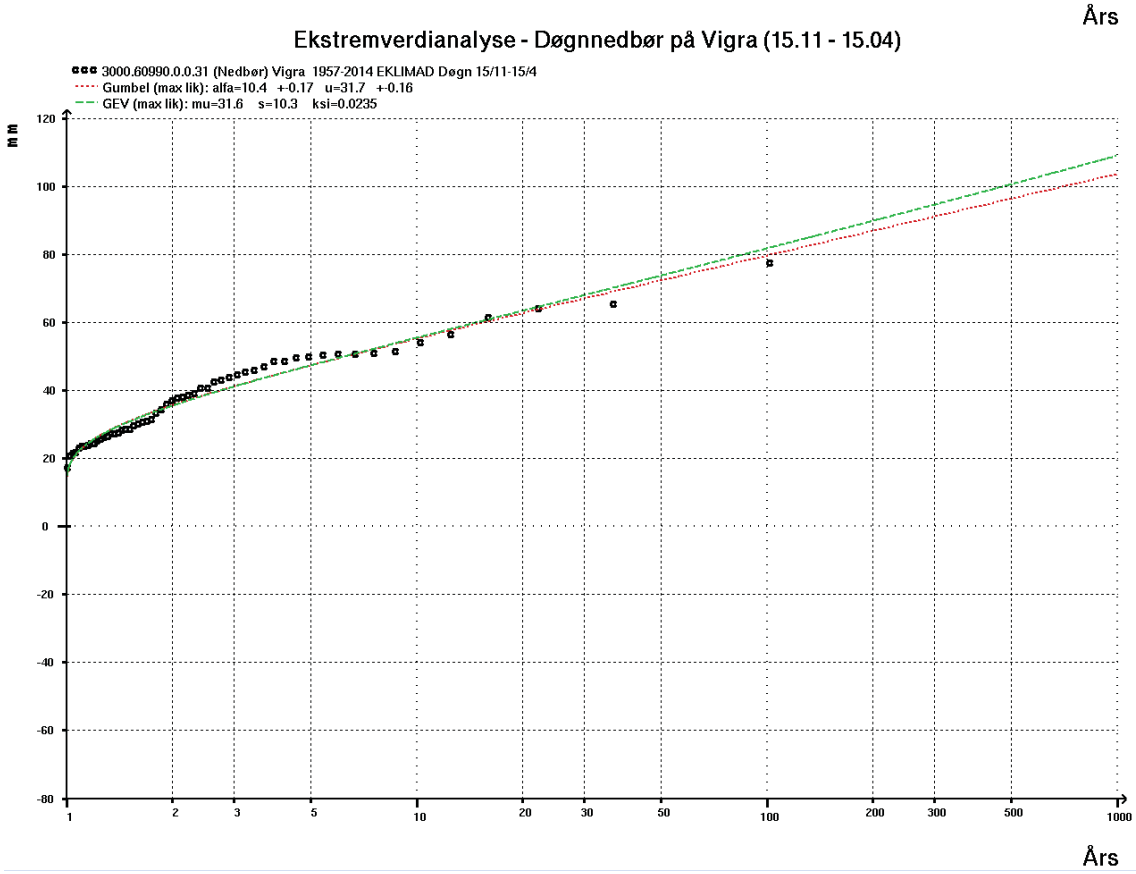


Figur 2.3. Beregnede snødybder for stasjonen i Ålesund.

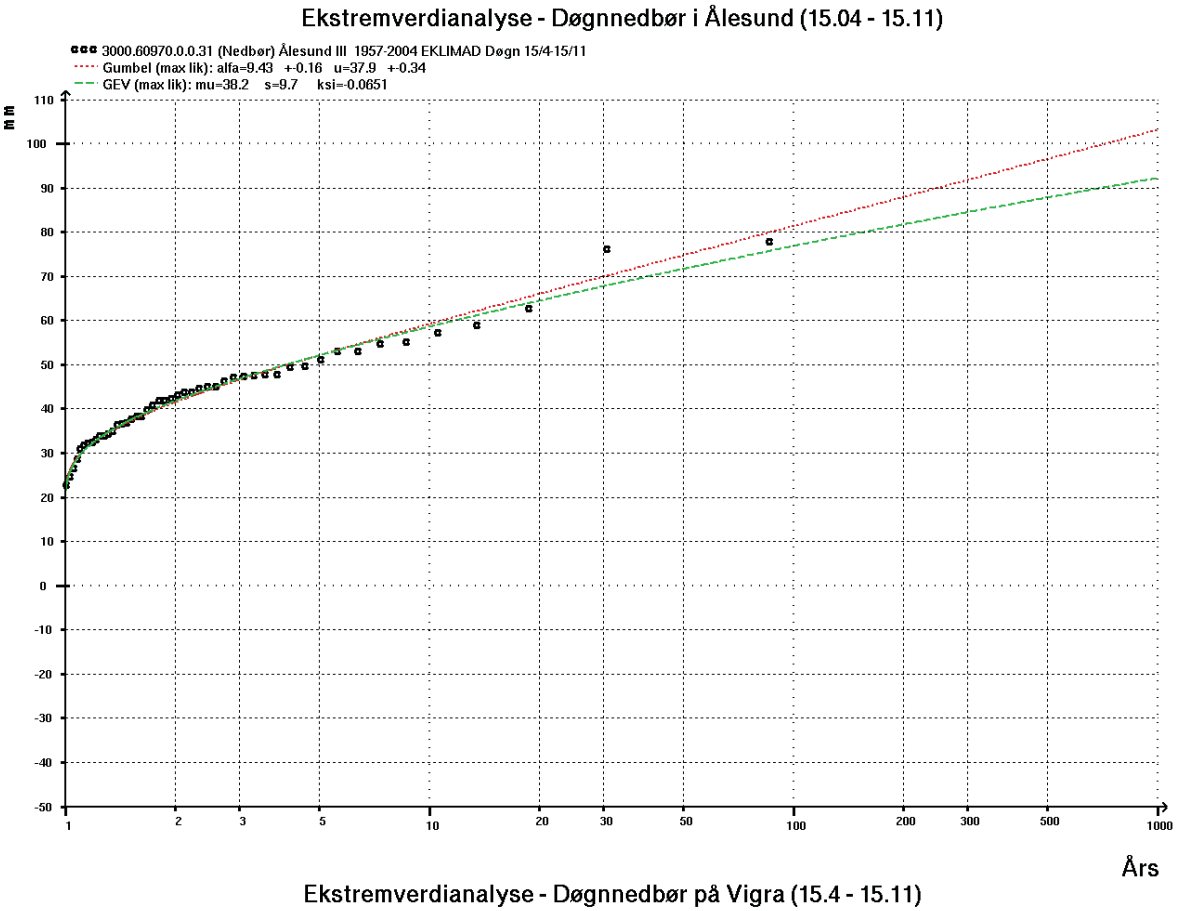
En tilsvarende analyse er gjort for døgnnedbør som antas å komme i formen av snø, ved å bruke data fra vinterhalvåret 15.november til 15.april. I figur 2.4 og 2.5 vises de beregnede døgnnedbørsverdiene for stasjonene Vigra og Ålesund, der døgnnedbør med gjentaksintervaller på 100 og 1000 år er henholdsvis på ca. 80-90 mm og 100-120 mm. Det at nedbør forekommer i perioden 15.11 – 15.04 betyr ikke nødvendigvis at den kommer i formen av snø, men vi antar at mye av dette vil være i formen av snø i en høyde på 300 – 500 m der de fleste løsneområdene for snøskred i Giske kommune ligger.

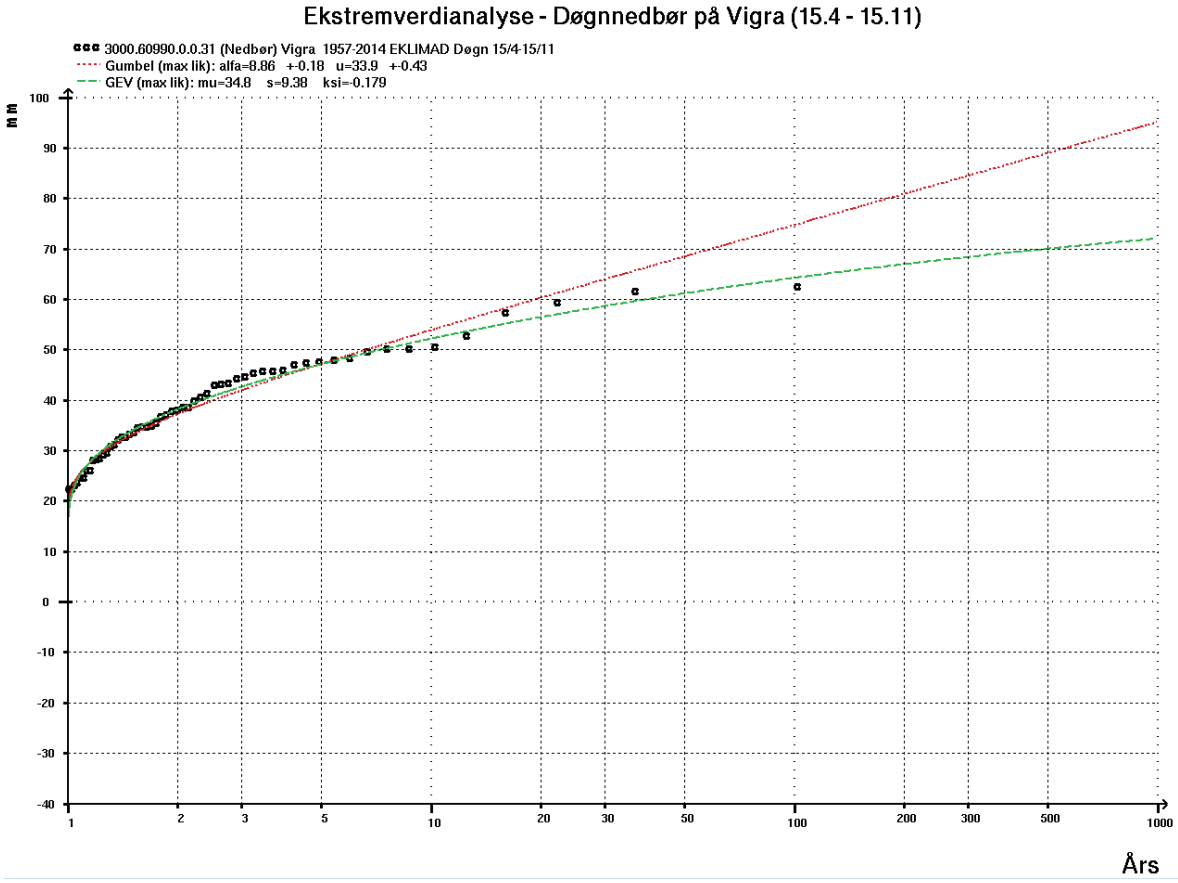
I figur 2.6 og 2.7 vises nok en lignende analyse, men for nedbør som er antatt å være i formen av regn, ved å benytte data fra perioden 15.4 – 15.11 for stasjonene Vigra og Ålesund. Døgnnedbørsverdiene med gjentaksintervaller på 100 og 1000 år er i dette tilfellet henholdsvis på ca. 65-80 mm og 70-105 mm.





Figur 2.4 og 2.5. Beregnede døgnverdier av nedbør antatt å være i formen av snø (periode 15.11 – 15.04) for stasjonene Vigra og Ålesund.





Figur 2.6 og 2.7. Beregnede døgnverdier av nedbør antatt å være i formen av regn (periode 15.4 – 15.11) for stasjonene Vigra og Ålesund

Videre viser erfaringer fra Norge at forekomsten av jordskred og flomskred ofte assosieres med regnmengder som i løpet av 12 timer overskrider 5 % av den normale årsnedbør, eller som i løpet av et døgn overskrider 8 % av den normale årsnedbør, eller som i løpet av ei uke overskrider 24 % av den normale årsnedbør. Med en normal årsnedbør på 1310 mm på Vigra, er ca. 105 mm/døgn den døgnnedbørsverdien som tilsvarer 8% av den normale årsnedbør ved denne stasjonen, dvs. den døgnnedbør som er regnet som erfaringsmessig kan forventes å medføre noe jordskredaktivitet. Samme enkle beregning for stasjonen i Ålesund gir 122 mm/døgn.

Ifølge den statistiske analysen oppsummert i figurer 2.6 – 2.7 har forekomsten av disse døgnnedbørsverdier et gjentaksintervall på over 1000 år. Det er viktig å merke seg at sannsynligheten for at meteorologiske forhold erfaringsmessig assosiert med skred forekommer, ikke er det samme som sannsynligheten for at skred faktisk utløses, da sistnevnte også avhenger av andre faktorer enn de rent meteorologiske. På den andre siden kan jord- og flomskred lokalt også utløses uten at de empiriske «terskelverdiene» av døgnnedbør overskrides, i så fall som et resultat av flere ugunstige forhold enn bare regnintensiteten.

Den fremherskende vindretningen har også betydning for snøskredfarevurdering. Den dominerende vindretningen i perioden november – april er presentert i figur 2.8. Figuren viser en dominans av vinder fra kvadranten sørvest til øst og differensierer ikke mellom vind i forbindelse med nedbør og vind ved oppholdsvær. De sterkeste vindene kommer klart fra sørvest. Lokal kunnskap indikerer at det er nordvestlig til sørvestlig vind som nedbør i de aktuelle områdene assosieres med, mens de østlige vindene dominerer i godværsperioder.

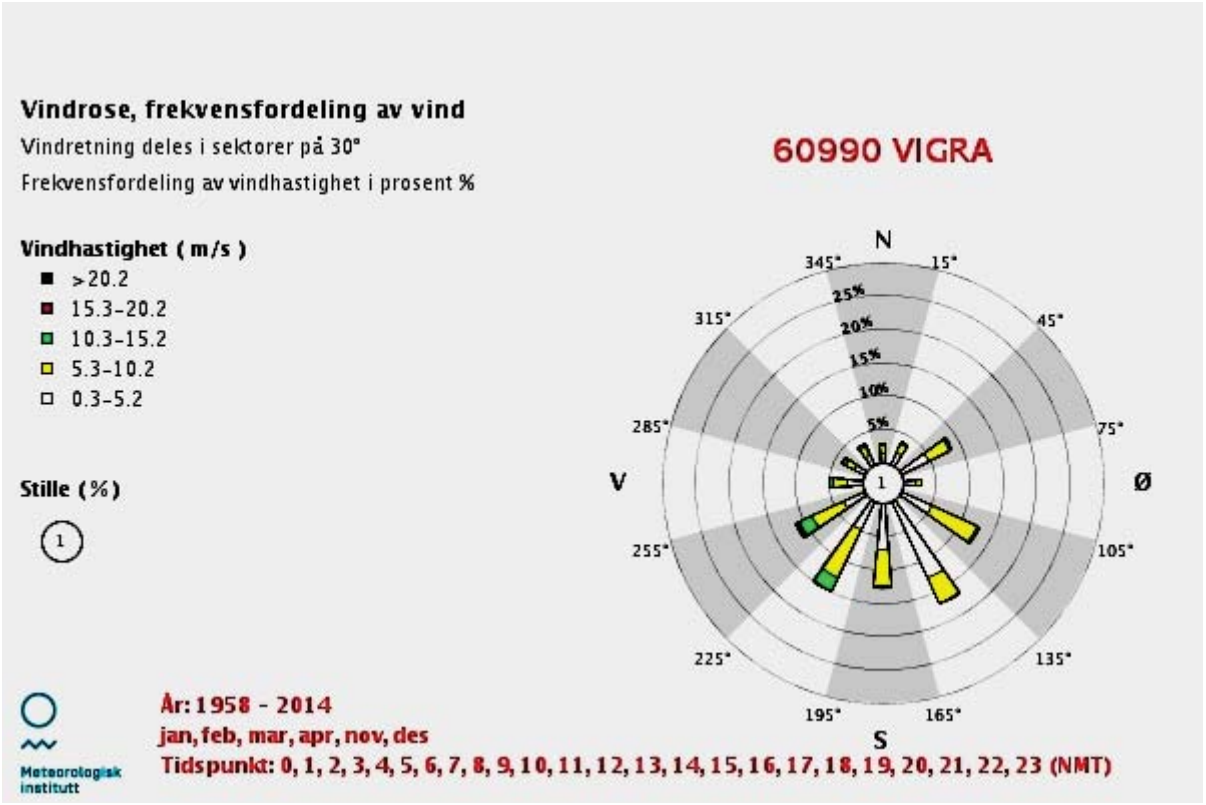
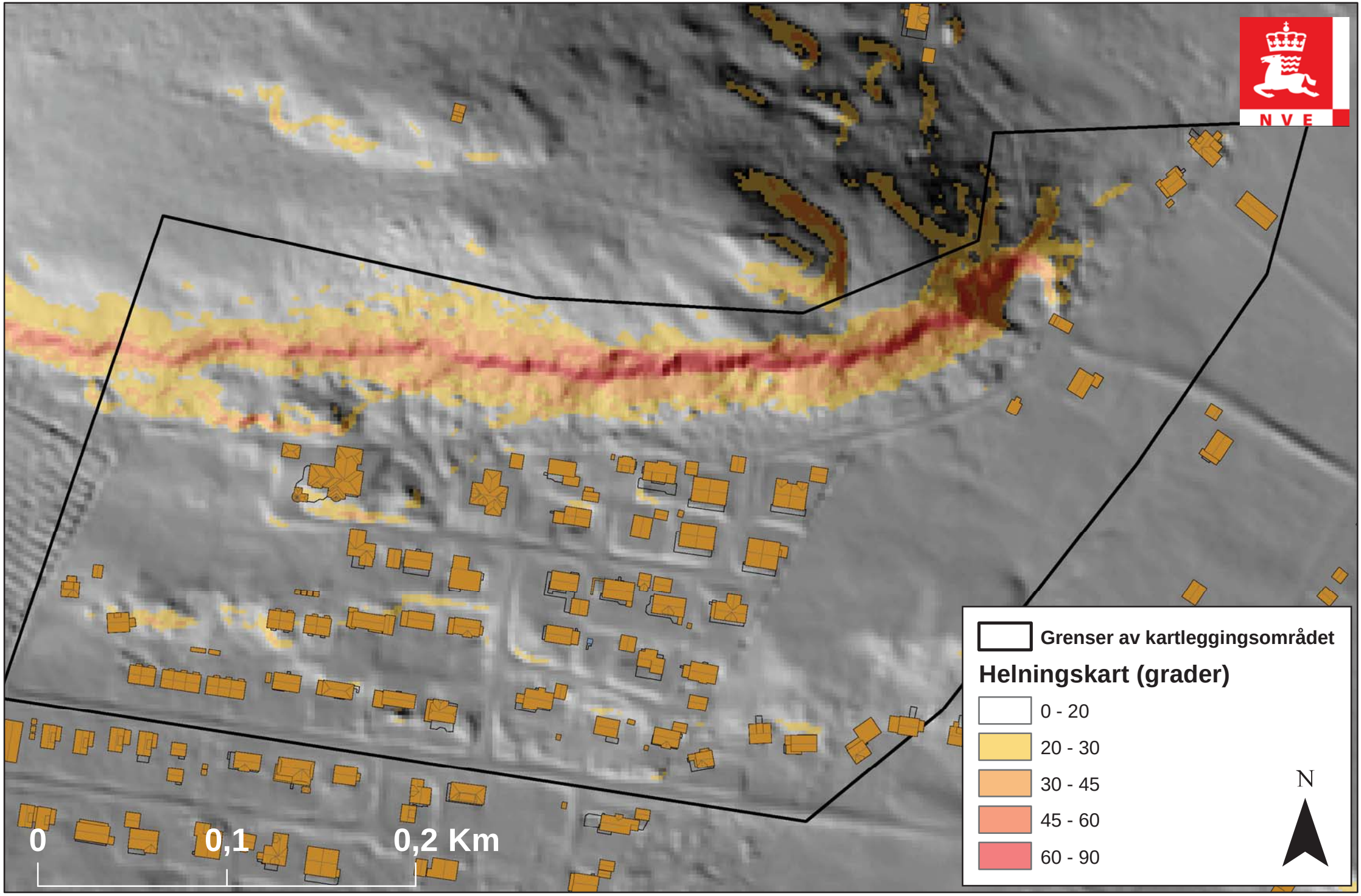


Fig. 2.8. Vindrose for månedene november – april på Vigra (1958 - 2014).

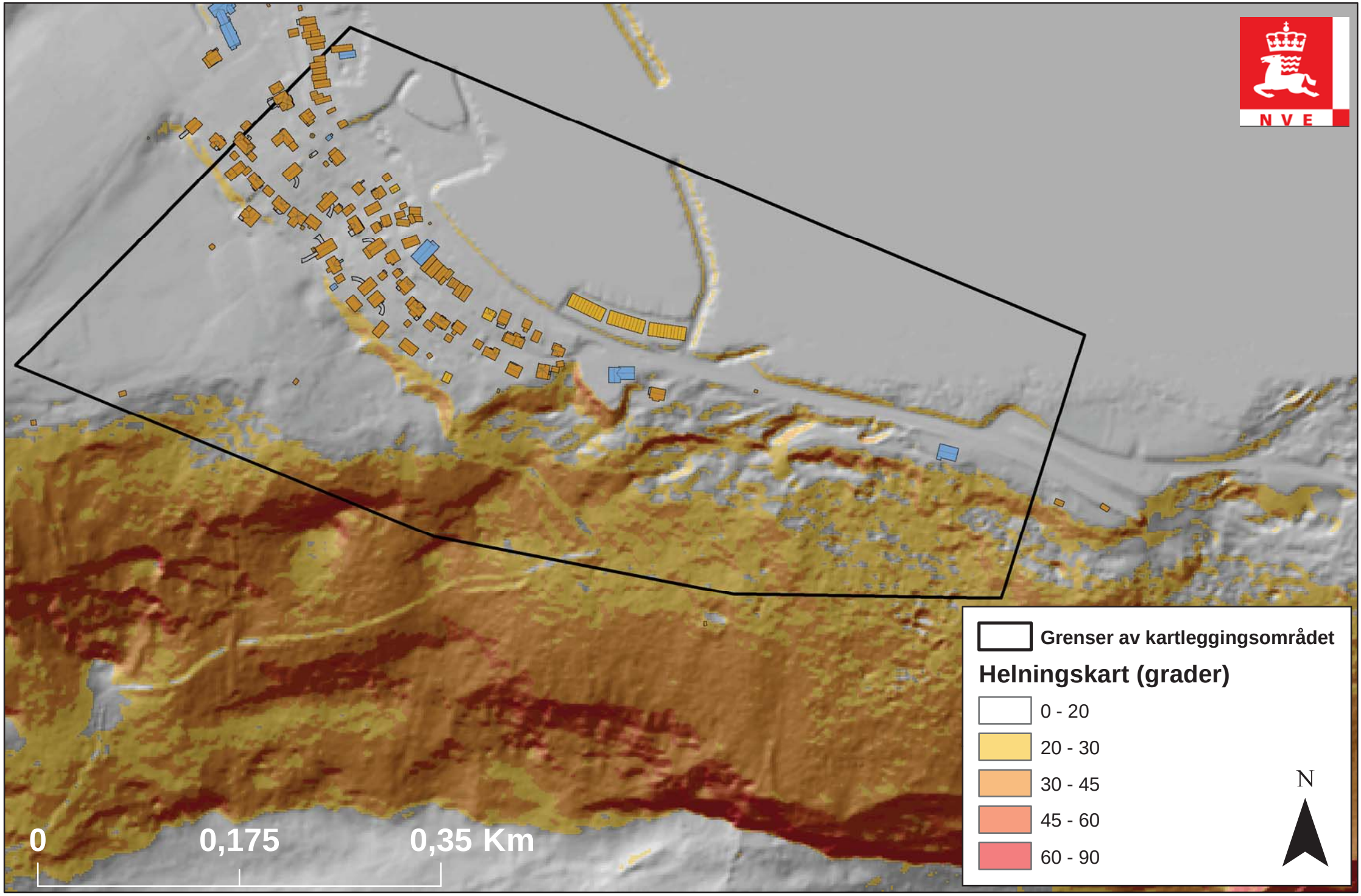
Vedlegg 3

Helningskart

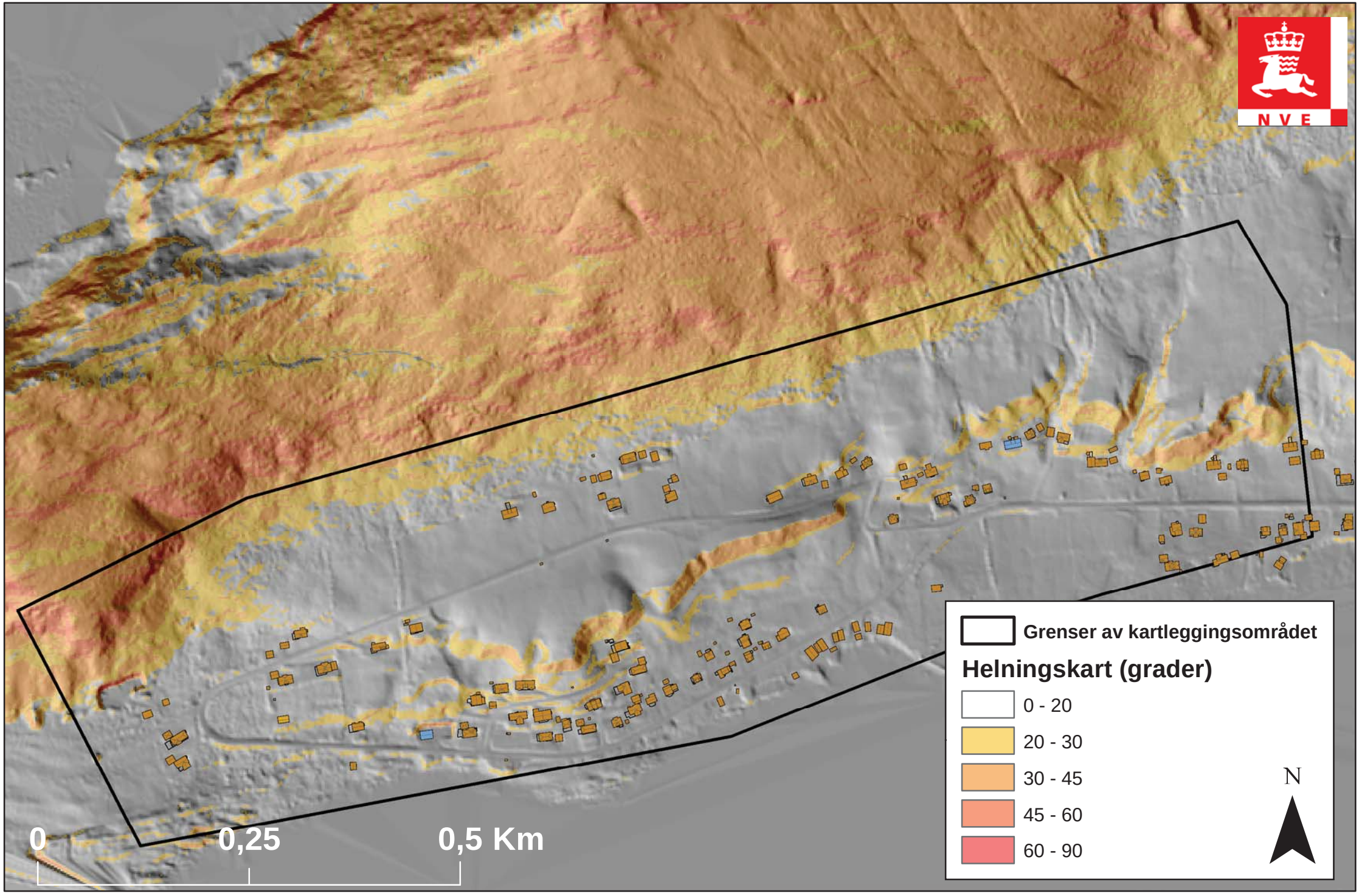
Område 1, Synes - Helningskart



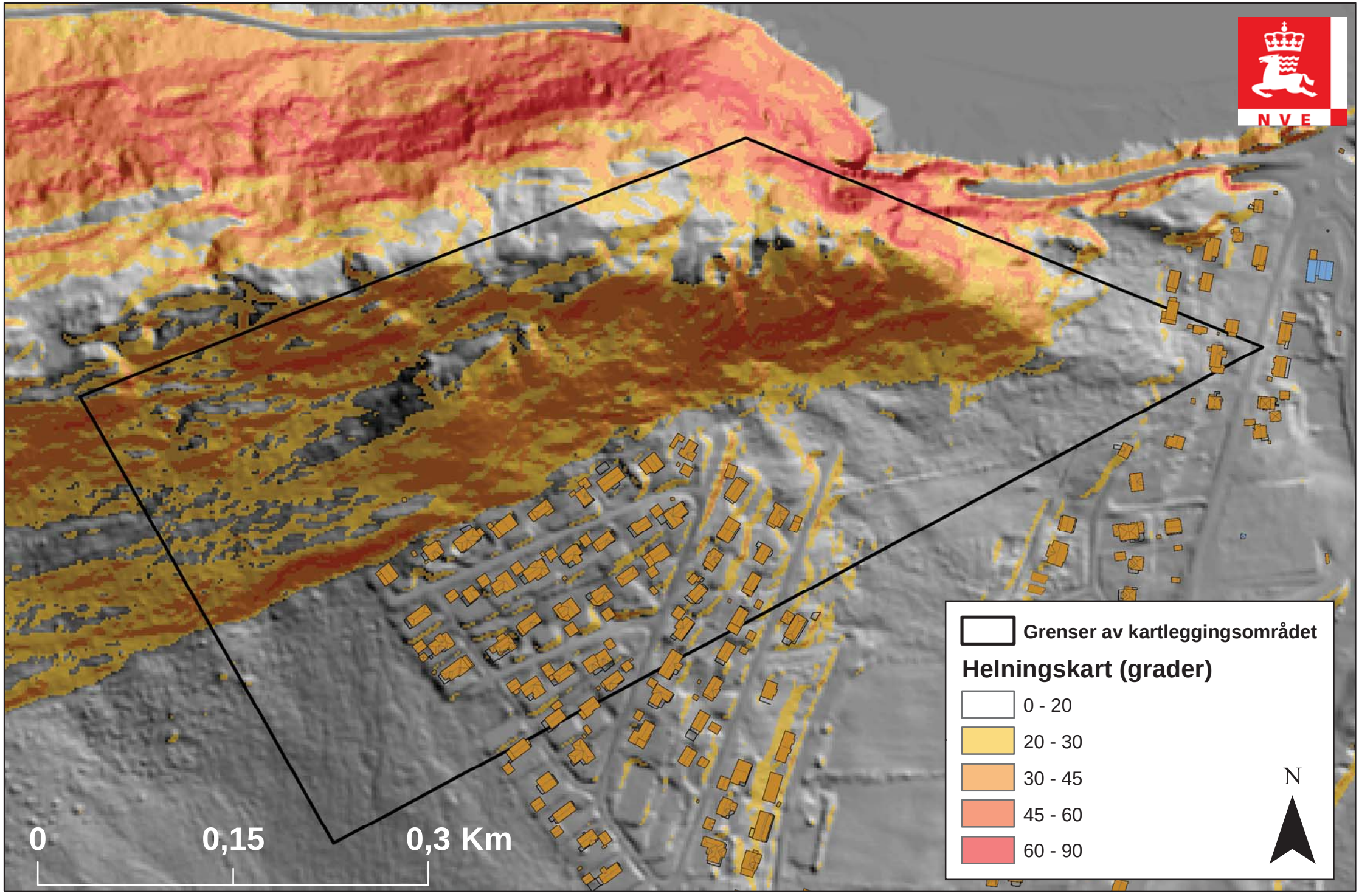
Område 2, Alnes - Helningskart



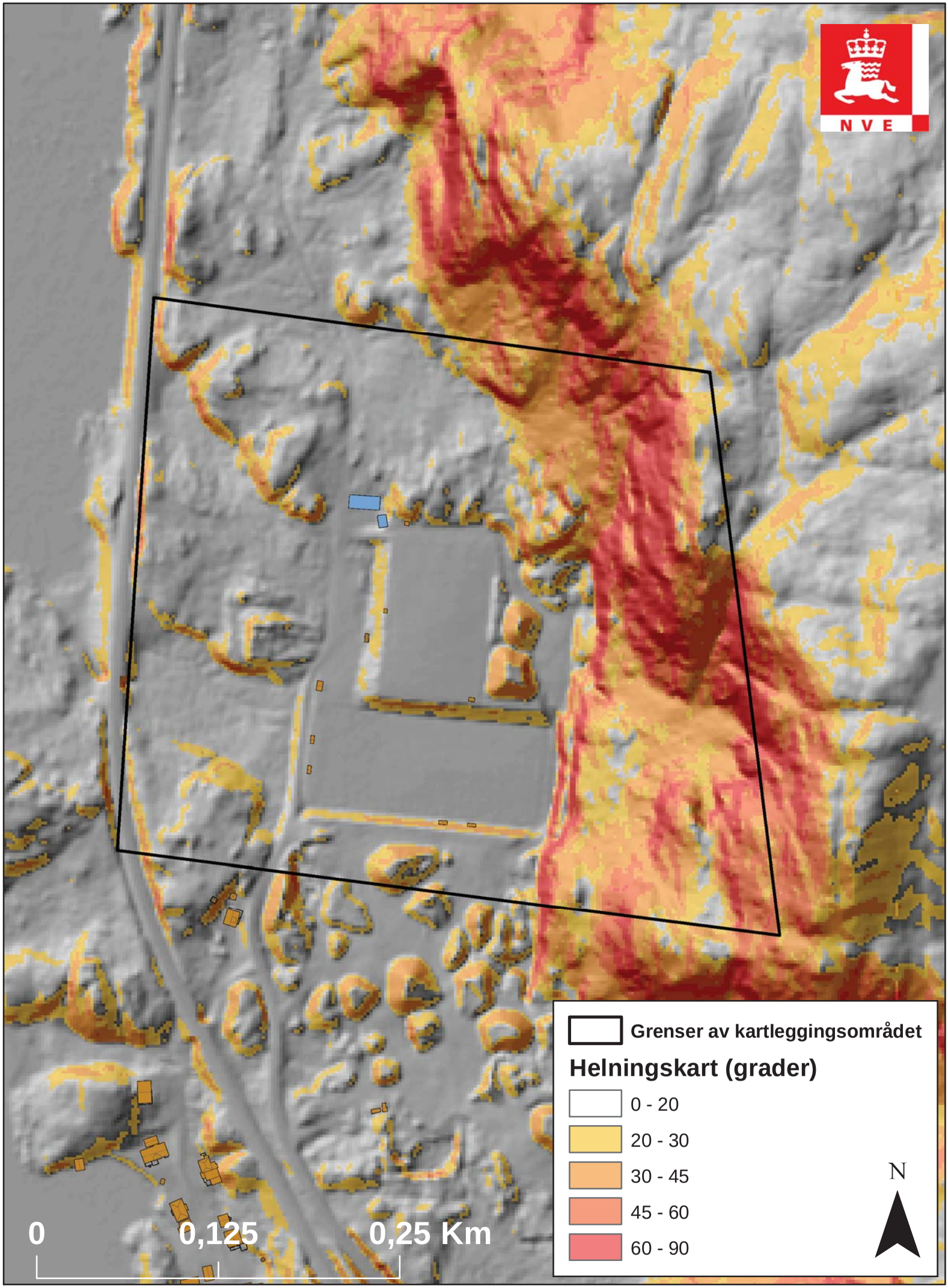
Område 3, Juv - Helningskart



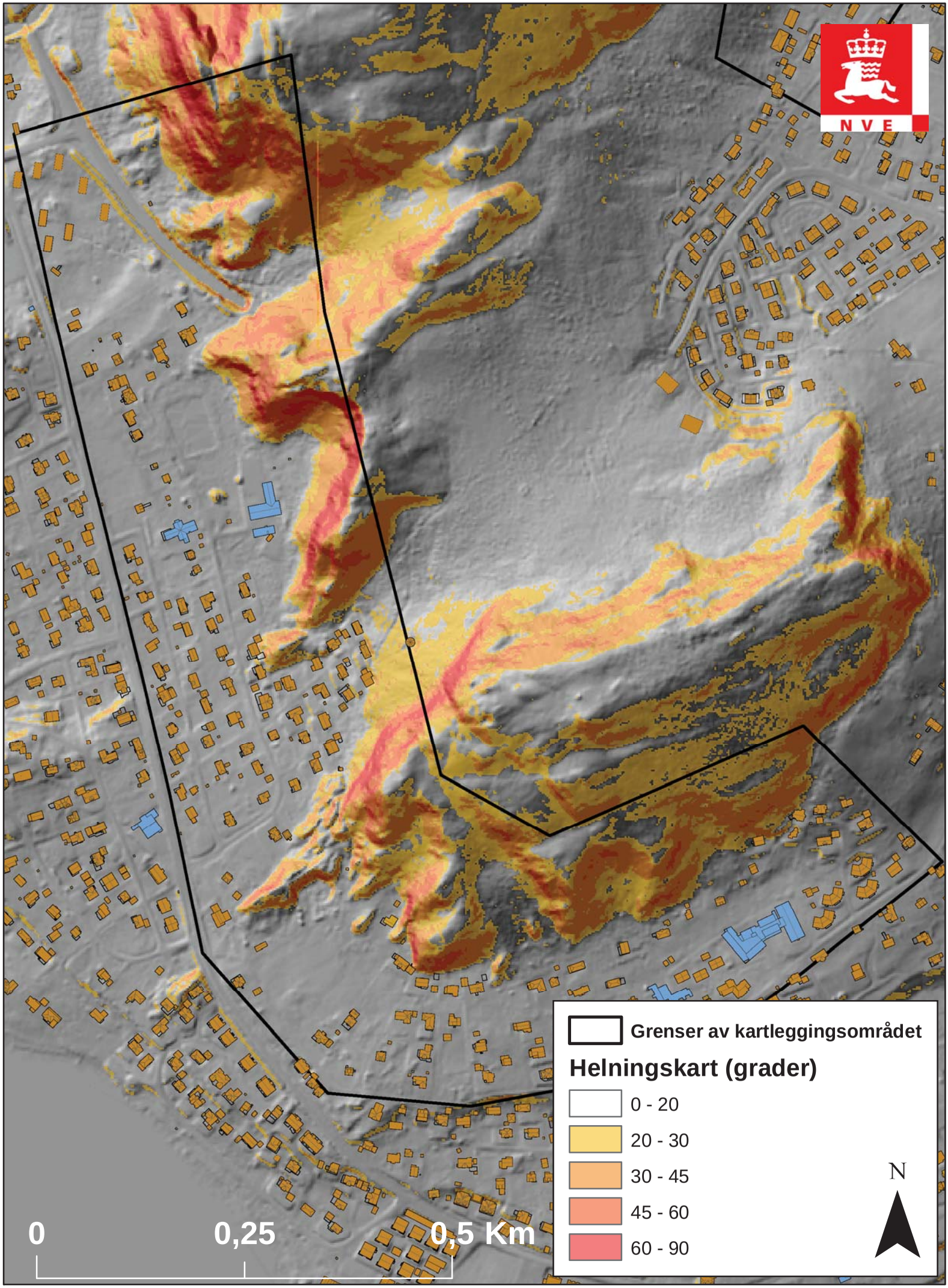
Område 4, Valkvæ - Helningskart



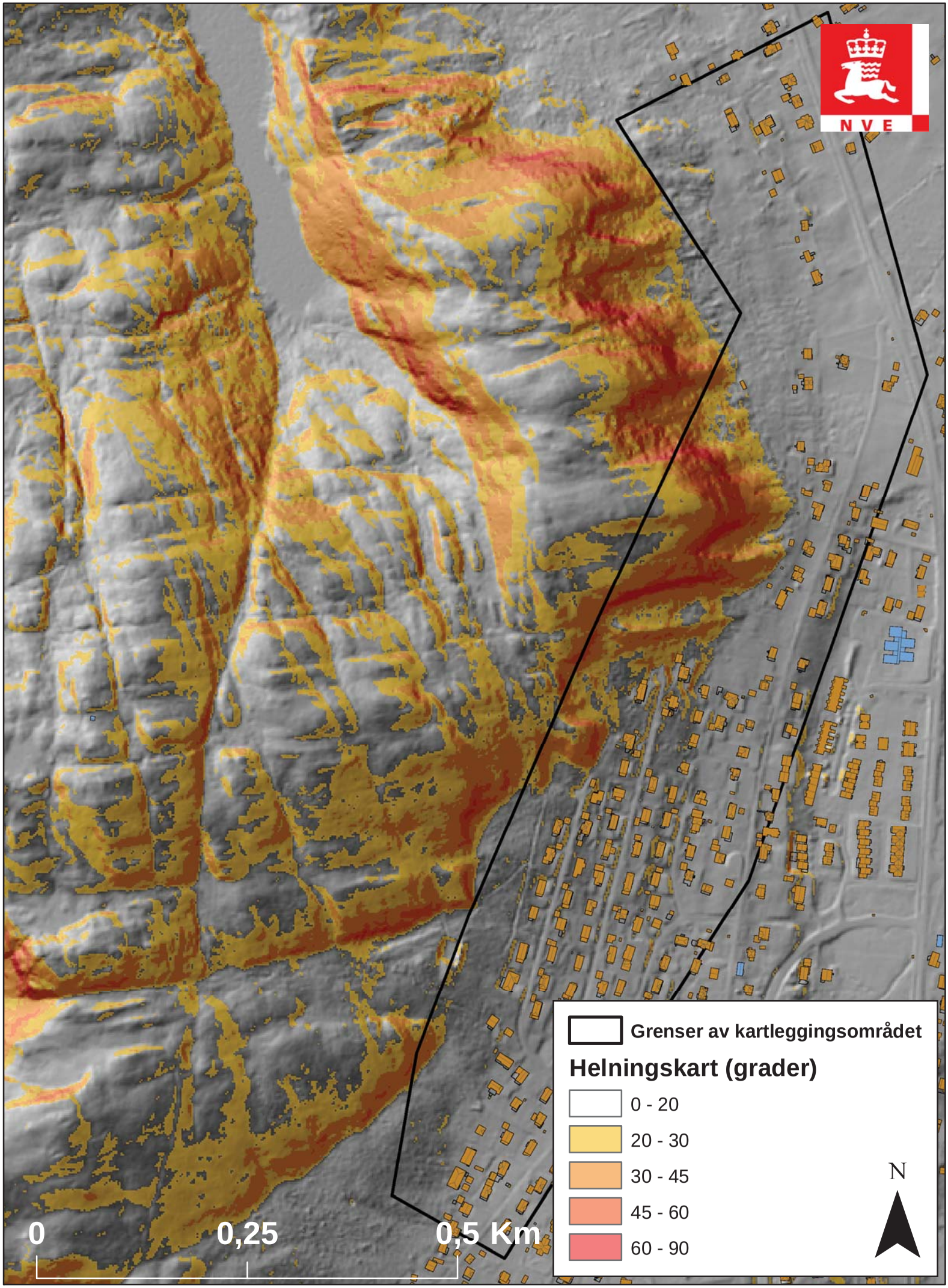
Område 5, delomr. Valdervoll - Helningskart



Område 5, delomr. Øvre Valderhaugstrand - Helningskart



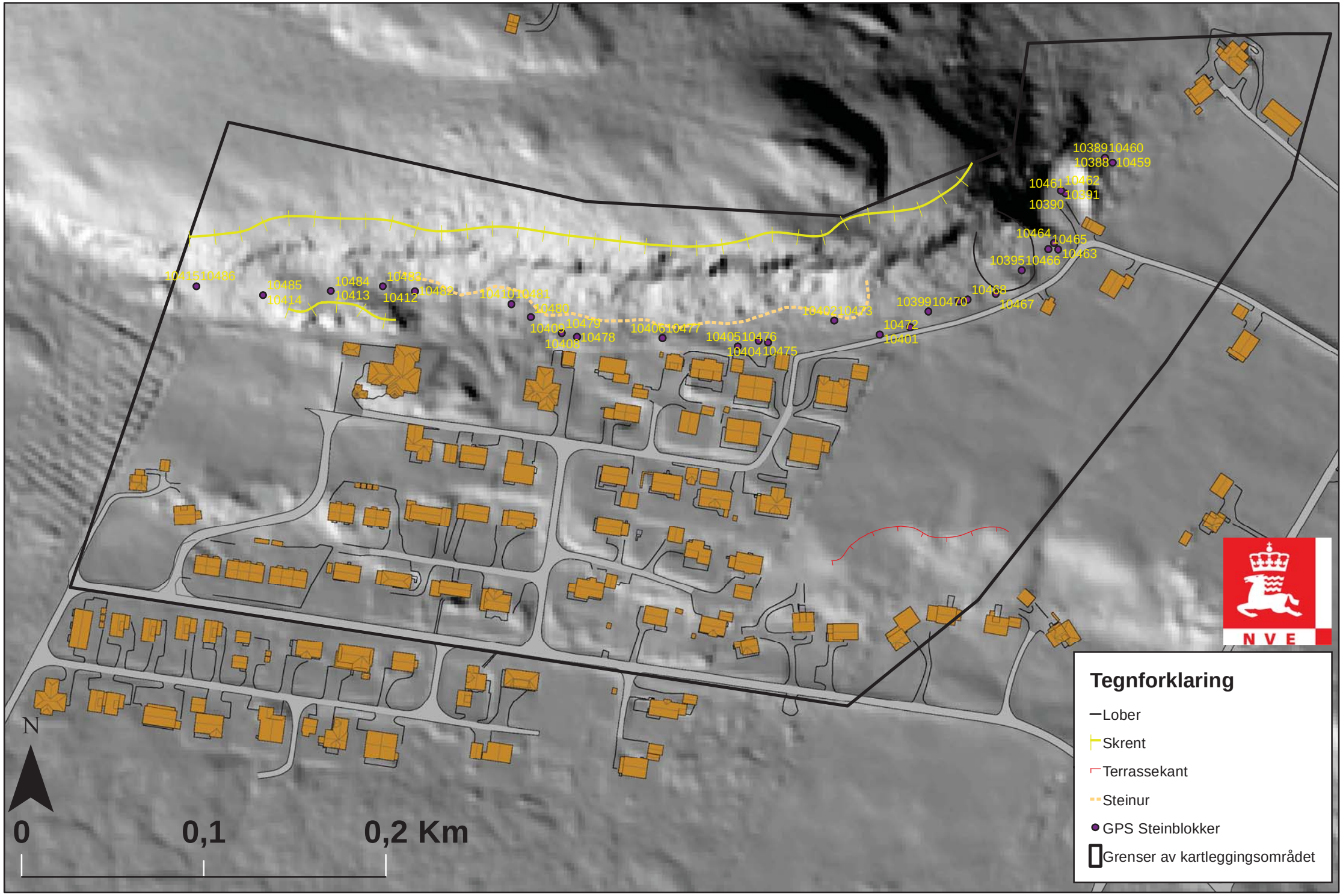
Område 6, Skaret - Øvre Nordstranda - Helningskart



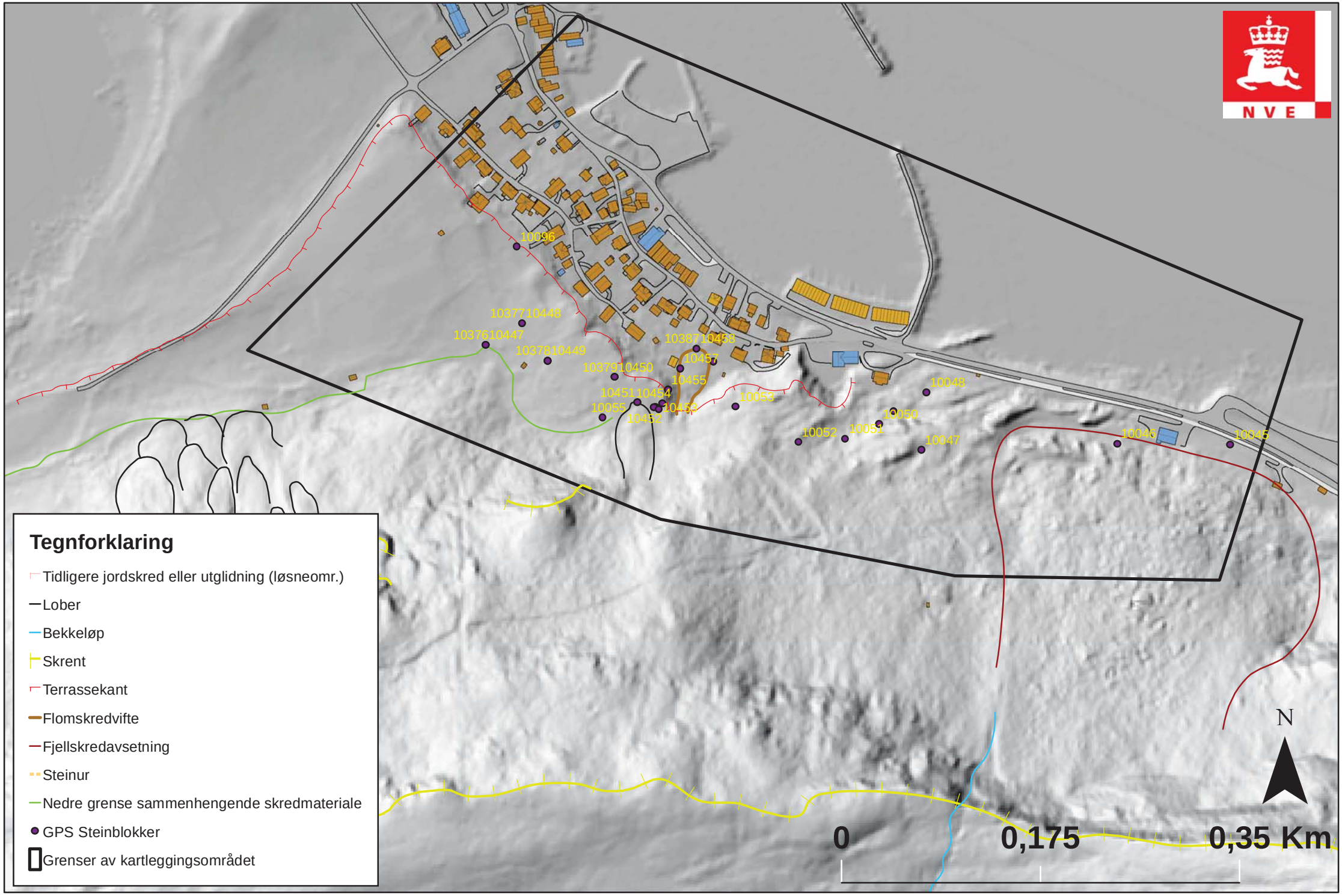
Vedlegg 4

Registreringskart

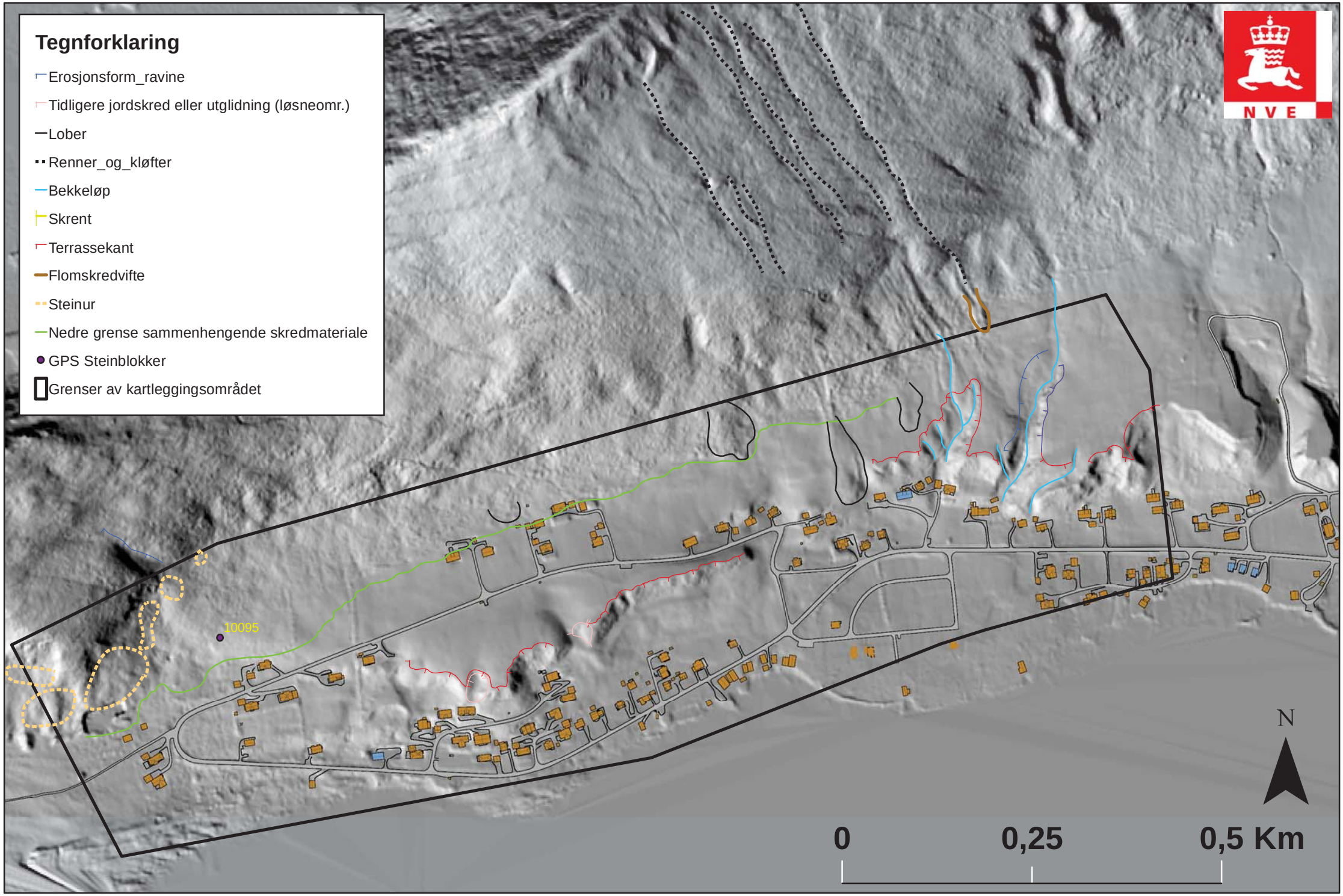
Område 1, Synes - Registreringskart



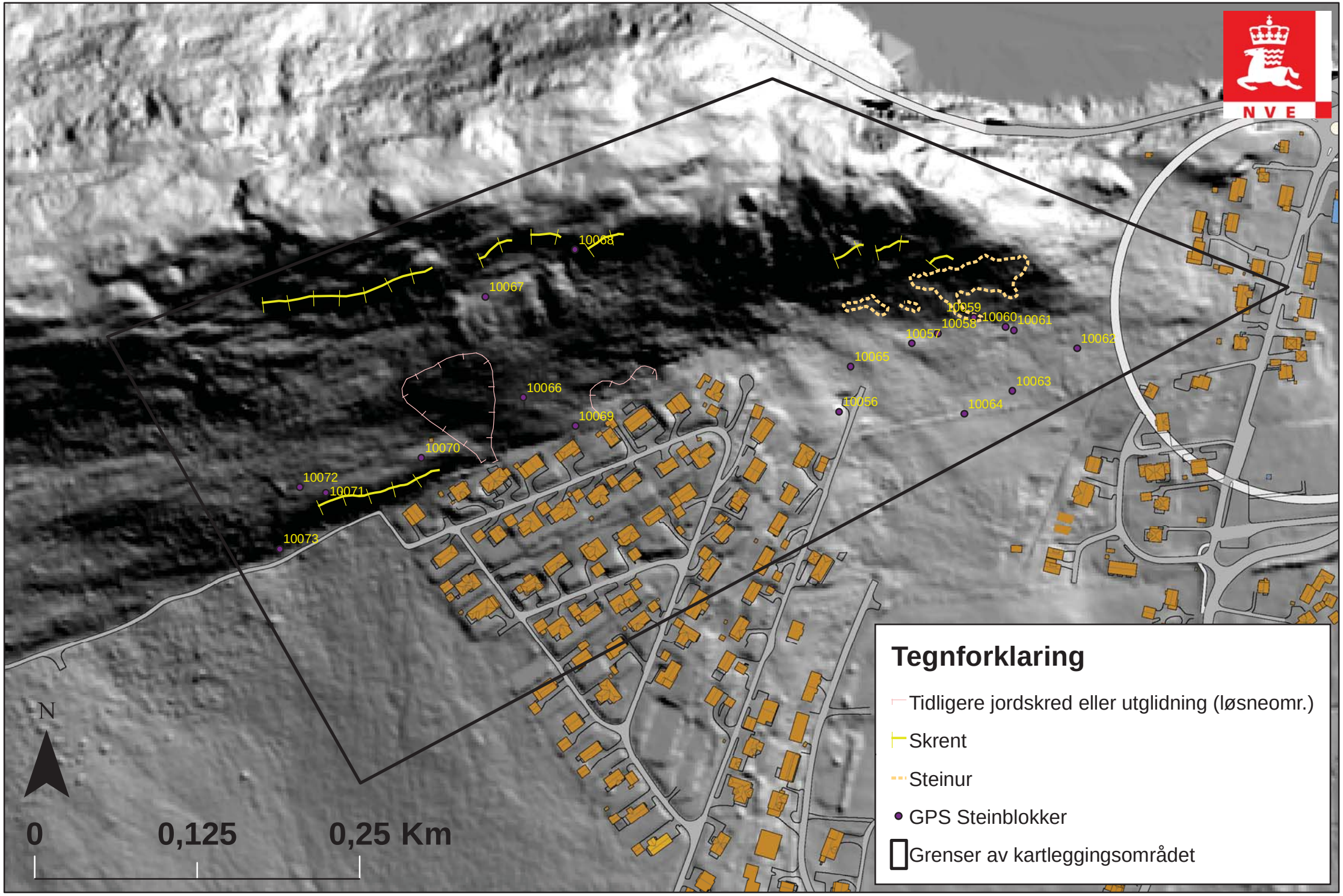
Område 2, Alnes - Registreringskart



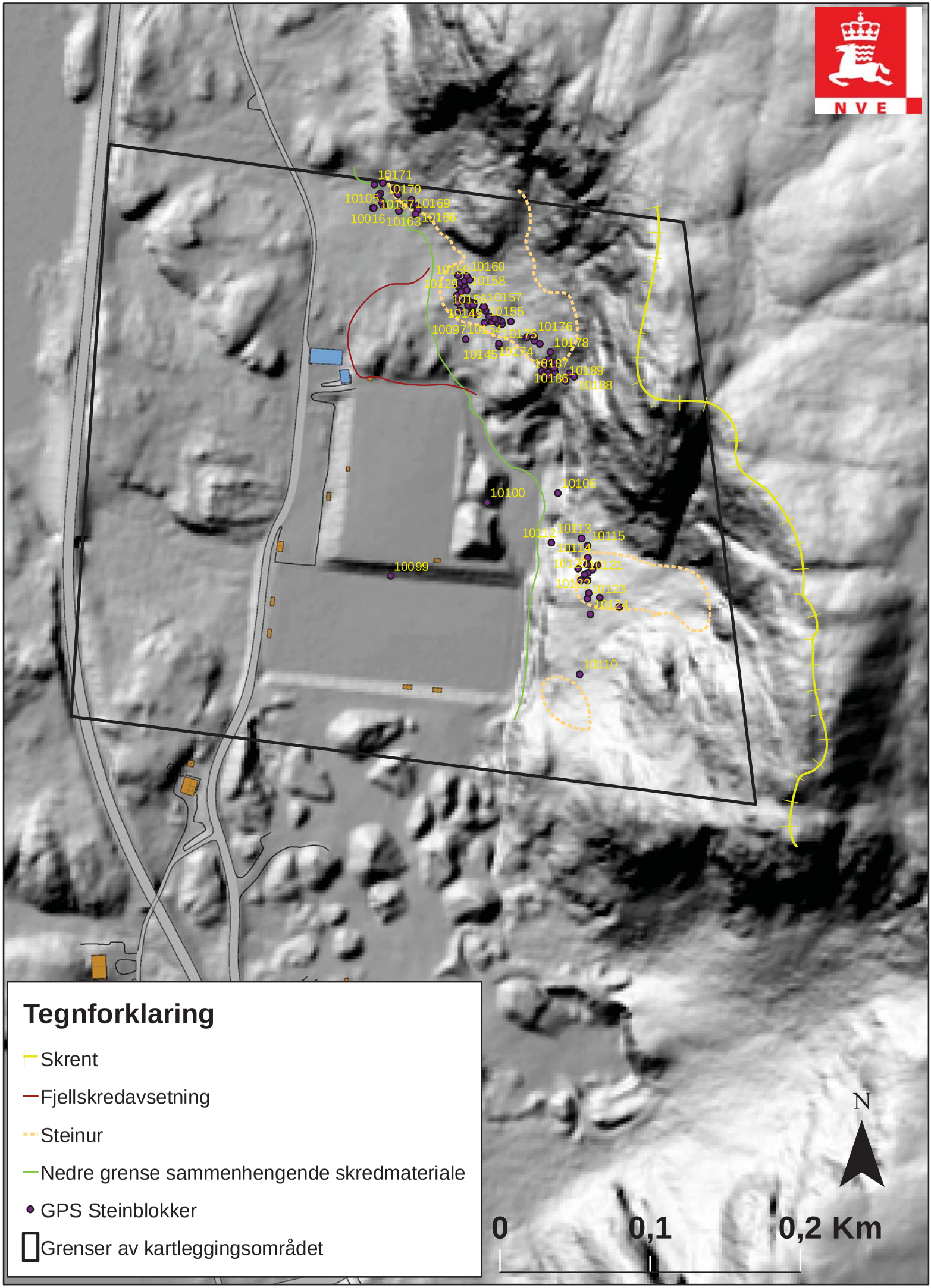
Område 3, Juv - Registreringskart



Område 4, Valkvæ - Registreringskart



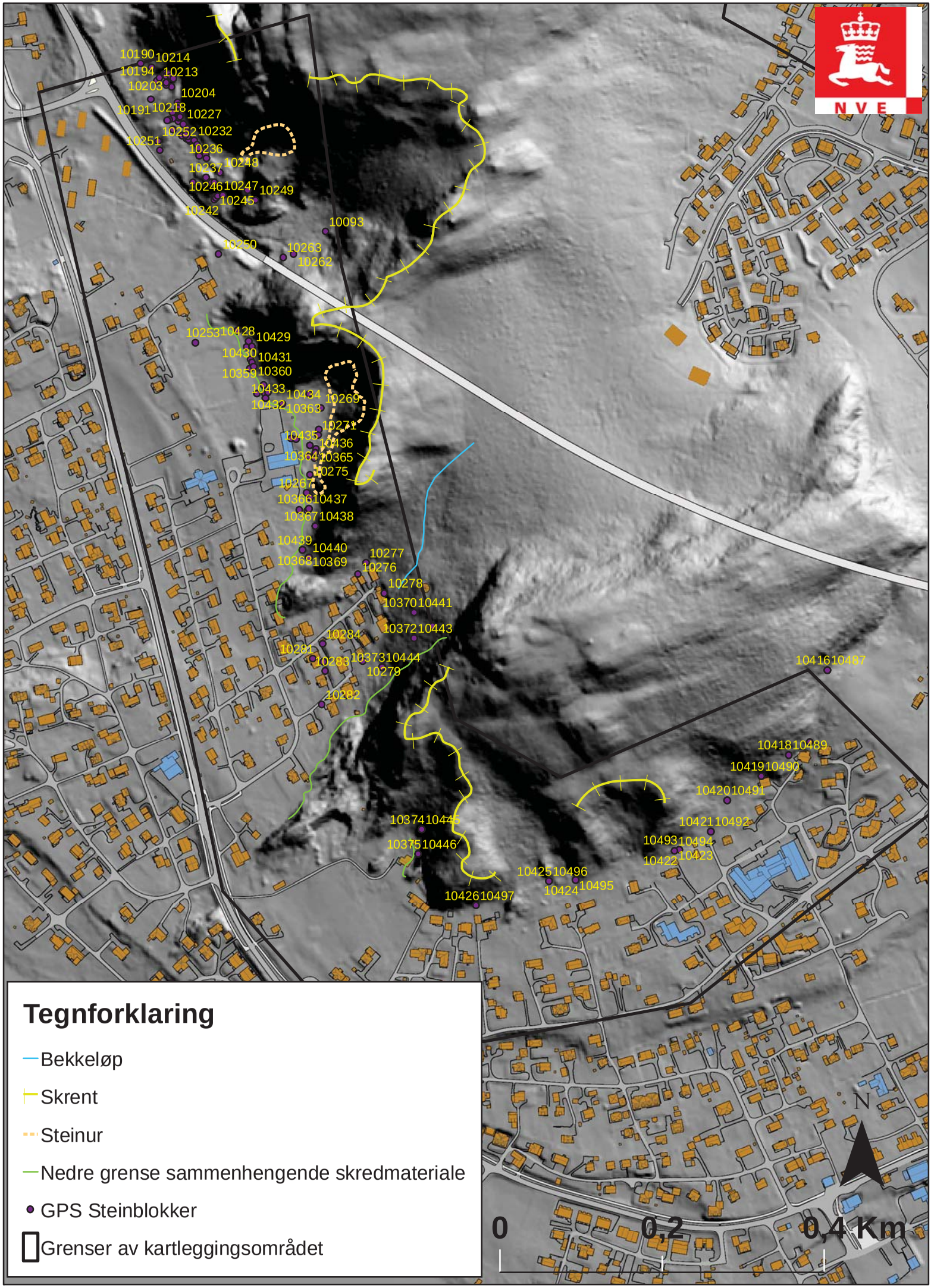
Område 5, delområde Valdervoll - Registreringskart



Tegnforklaring

- Skrent
- Fjellskredavsetning
- Steinur
- Nedre grense sammenhengende skredmateriale
- GPS Steinblokker
- Grenser av kartleggingsområdet

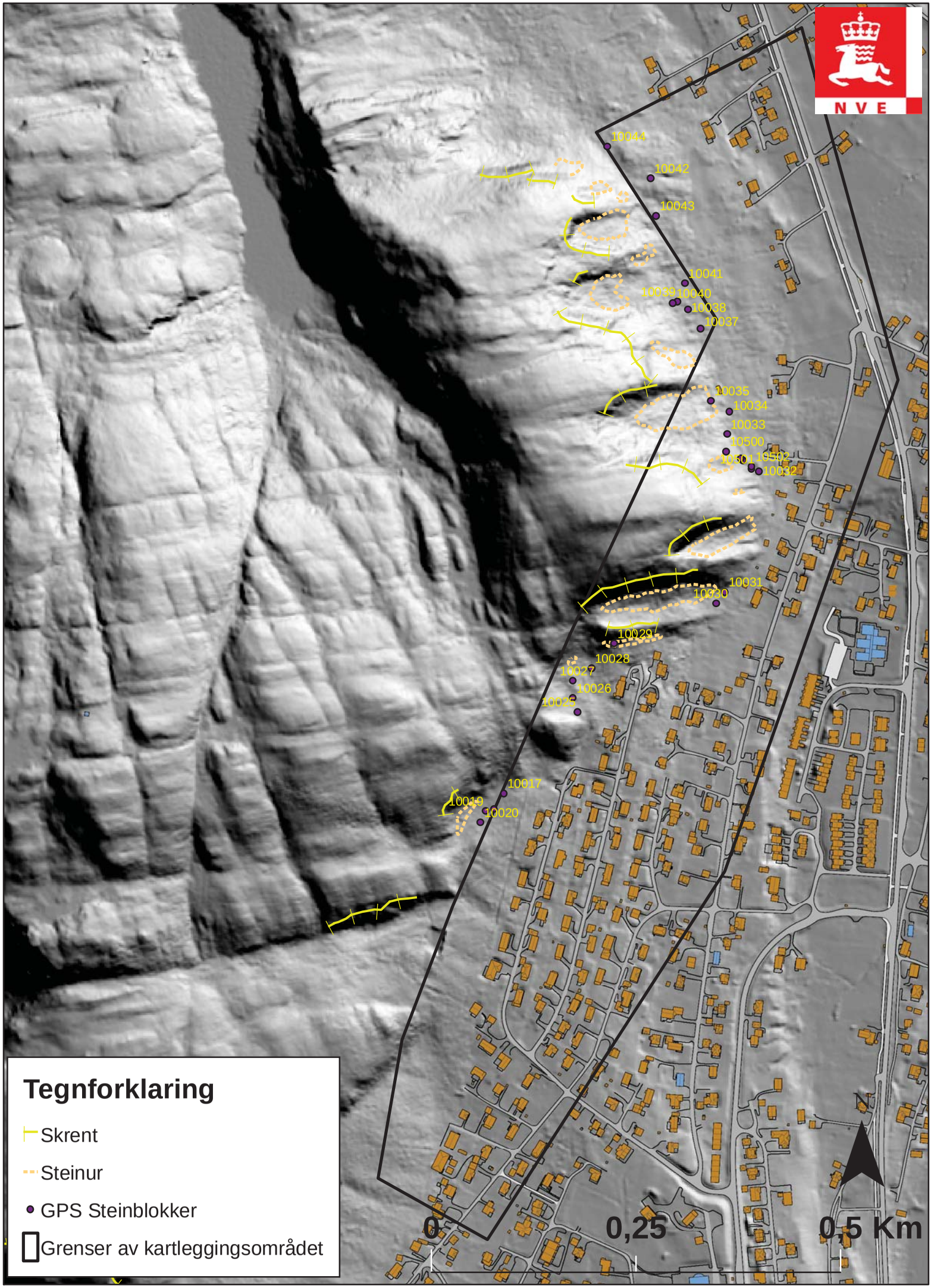
Område 5, delområde Øvre Valderhaugstrand - Registreringskart



Tegnforklaring

- Bekkeløp
- Skrent
- Steinur
- Nedre grense sammenhengende skredmateriale
- GPS Steinblokker
- Grenser av kartleggingsområdet

Område 6, Skaret-Øvre Nordstranda - Registreringskart



Registreringskart: GPS punkter og punkter kartlagt ut fra flybildeanalyse

Annet:

30589	109	Fuktig grunn. leirrikt. stabil skrent. Knaus over.
30590	110	Demning. bekk inn mot demning.
30591	111	bekk
30592	112	dreneringsbekk-avleder vann
30593	114	Talus. små blokker 1m 3
30595	116	bekk.blokkrikt område.
30604	125	myr. skoggrense.
30648	169	Voll slutt

Steinblokker

10011	99	St.blokk 5-10 m3
10012	100	St.blokk 3 m3
10013	101	St.blokk 5 m3
10014	102	3 st.blokker ca. 10 m3
10015	103	2 st.blokker 5 - 10 m3
10016	104	St.blokk 8 -10 m3
10017	105	Grense til blokkrikt område 2-3 m3
10018	106	blokk 1m 3
10019	107	2 st blokker. 5 - 7m 3. Ende av talus med lav og vegetasjon.
10020	108	blokk. 5-7m 3
10025	114	Talus. små blokker 1m 3
10026	115	fl.store blokker. minste 1.5m 3
10027	116	bekk.blokkrikt område.
10028	117	St.blokk. kantrundet. 8 - 10m 3
10029	118	blokkrikt skråning. Søyleformet.ingen tydelig kilde
10030	119	Rund blokk. Enden av talus..
10031	120	Talus grense og stein vegg. ca 30m fra hus.
10032	121	blokk. 20m 3. menneskelig aktivitet. blokkrikt området. tettere høyere oppe.
10033	122	2 blokker. 1- 3 m3.
10034	123	blokk. kantet. 3 m3
10035	124	blokk. 5 m3.
10037	126	blokk2-3 m3 delvis begravd. flere mindre blokkker i området.
10038	127	Blokkrikt område.
10039	128	blokkrikt. Avrundet blokk ca8 m3 exponerte blokker i skogen.
10040	129	Talus start. Granskog. gradienten av bakkeendrer seg.
10041	130	2 blokker. 3-4 m3 og 2 m3.
10042	131	blokk 3-5 m3.hauete terreng. talus ca 30 ovenfor
10043	132	blokk. 12-15 m3.
10044	133	blokk. 3-4m3. kantet
10045	134	
10046	135	
10047	136	
10048	137	
10049	138	
10050	139	

10051	140	
10052	141	
10053	142	
10054	143	
10055	144	
10056	145	
10057	146	2 blokker. 8m3 og 1 m3.
10058	147	blokk 1m3.
10059	148	blokk. 12 m3. mange mindre blokker rundt. forvitret fjell.
10060	149	2 blokker 1 m3.
10061	150	1 blokk 2 m3
10062	151	blokk 1.5 m3
10063	152	blokk 1 m3. Søyleformet.
10064	153	blokk 1 m3. myligens flyttet. rett ved gjerde med andre blokker.
10065	154	4-5 blokker 4-8 m3.
10066	155	blokk 2 m3. delt i to
10067	156	blokk 2 m3. flere andre i området.
10068	157	blokk 1m3 avløst...?
10069	158	Blokk 1 m3
10070	159	Blokk 1,5 m3
10071	160	Blokk 0,3 m3
10072	161	Blokk 2 m3
10073	162	
10093	182	5-6 blokker 2-4 m3
10094	185	
10095		St.blokk ca. 6 m3
10096		1 blokk kom omtr. hit i midten av 1900-
10097		Stor blokk (flybilde 1968)
10098		Stor blokk (flybilde 1968)
10099		Stor blokk (flybilde 1968)
10100		Stor blokk (flybilde 1968)
10101		Steinblokk 3-4m3
10102		Steinblokk 1 - 2 m3
10103		Steinblokk 1 - 2 m3
10104		Steinblokk 1 - 2 m3
10105		Steinblokk 4 - 6 m3
10106		Stor blokk (flybilde 1968)
10107		Stor blokk (flybilde 1968)
10108		Stor blokk (flybilde 1968)
10109		Stor blokk (flybilde 1968)
10110		Stor blokk (flybilde 1968)
10111		Stor blokk (flybilde 1968)
10112		Stor blokk (flybilde 1968)
10113		Stor blokk (flybilde 1968)
10114		Stor blokk (flybilde 1968)
10115		Stor blokk (flybilde 1968)
10116		Stor blokk (flybilde 1968)
10117		Stor blokk (flybilde 1968)
10118		Stor blokk (flybilde 1968)
10119		Stor blokk (flybilde 1968)

10120	Stor blokk (flybilde 1968)
10121	Stor blokk (flybilde 1968)
10122	Stor blokk (flybilde 1968)
10123	Stor blokk (flybilde 1968)
10124	Stor blokk (flybilde 1968)
10126	Steinblokk (flybilde 1968)
10127	Steinblokk (flybilde 1968)
10128	Steinblokk (flybilde 1968)
10129	Steinblokk (flybilde 1968)
10130	Steinblokk (flybilde 1968)
10131	Steinblokk (flybilde 1968)
10132	Steinblokk (flybilde 1968)
10133	Steinblokk (flybilde 1968)
10134	Steinblokk (flybilde 1968)
10135	Steinblokk (flybilde 1968)
10136	Steinblokk (flybilde 1968)
10137	Steinblokk (flybilde 1968)
10138	Steinblokk (flybilde 1968)
10139	Steinblokk (flybilde 1968)
10140	Steinblokk (flybilde 1968)
10141	Steinblokk (flybilde 1968)
10142	Steinblokk (flybilde 1968)
10143	Steinblokk (flybilde 1968)
10144	Steinblokk (flybilde 1968)
10145	Steinblokk (flybilde 1968)
10146	Steinblokk (flybilde 1968)
10147	Steinblokk (flybilde 1968)
10148	Steinblokk (flybilde 1968)
10149	Steinblokk (flybilde 1968)
10150	Steinblokk (flybilde 1968)
10151	Steinblokk (flybilde 1968)
10152	Steinblokk (flybilde 1968)
10153	Steinblokk (flybilde 1968)
10154	Steinblokk (flybilde 1968)
10155	Steinblokk (flybilde 1968)
10156	Steinblokk (flybilde 1968)
10157	Steinblokk (flybilde 1968)
10158	Steinblokk (flybilde 1968)
10159	Steinblokk (flybilde 1968)
10160	Steinblokk (flybilde 1968)
10161	Steinblokk (flybilde 1968)
10162	Steinblokk (flybilde 1968)
10163	Steinblokk (flybilde 1968)
10164	Steinblokk (flybilde 1968)
10165	Steinblokk (flybilde 1968)
10166	Steinblokk (flybilde 1968)
10167	Steinblokk (flybilde 1968)
10168	Steinblokk (flybilde 1968)
10169	Steinblokk (flybilde 1968)
10170	Steinblokk (flybilde 1968)

10171	Steinblokk (flybilde 1968)
10172	Steinblokk (flybilde 1968)
10173	Steinblokk (flybilde 1968)
10174	Steinblokk (flybilde 1968)
10175	Steinblokk (flybilde 1968)
10176	Steinblokk (flybilde 1968)
10177	Steinblokk (flybilde 1968)
10178	Steinblokk (flybilde 1968)
10179	Steinblokk (flybilde 1968)
10180	Steinblokk (flybilde 1968)
10181	Steinblokk (flybilde 1968)
10182	Steinblokk (flybilde 1968)
10183	Steinblokk (flybilde 1968)
10184	Steinblokk (flybilde 1968)
10185	Steinblokk (flybilde 1968)
10186	Steinblokk (flybilde 1968)
10187	Steinblokk (flybilde 1968)
10188	Steinblokk (flybilde 1968)
10189	Steinblokk (flybilde 1968)
10190	Steinblokk (flybilde 1968)
10191	Steinblokk (flybilde 1968)
10192	Steinblokk (flybilde 1968)
10193	Steinblokk (flybilde 1968)
10194	Steinblokk (flybilde 1968)
10195	Steinblokk (flybilde 1968)
10196	Steinblokk (flybilde 1968)
10197	Steinblokk (flybilde 1968)
10198	Steinblokk (flybilde 1968)
10199	Steinblokk (flybilde 1968)
10200	Steinblokk (flybilde 1968)
10201	Steinblokk (flybilde 1968)
10202	Steinblokk (flybilde 1968)
10203	Steinblokk (flybilde 1968)
10204	Steinblokk (flybilde 1968)
10205	Steinblokk (flybilde 1968)
10206	Steinblokk (flybilde 1968)
10207	Steinblokk (flybilde 1968)
10208	Steinblokk (flybilde 1968)
10209	Steinblokk (flybilde 1968)
10210	Steinblokk (flybilde 1968)
10211	Steinblokk (flybilde 1968)
10212	Steinblokk (flybilde 1968)
10213	Steinblokk (flybilde 1968)
10214	Steinblokk (flybilde 1968)
10215	Steinblokk (flybilde 1968)
10216	Steinblokk (flybilde 1968)
10217	Steinblokk (flybilde 1968)
10218	Steinblokk (flybilde 1968)
10219	Steinblokk (flybilde 1968)
10220	Steinblokk (flybilde 1968)

10221	Steinblokk (flybilde 1968)
10222	Steinblokk (flybilde 1968)
10223	Steinblokk (flybilde 1968)
10224	Steinblokk (flybilde 1968)
10225	Steinblokk (flybilde 1968)
10226	Steinblokk (flybilde 1968)
10227	Steinblokk (flybilde 1968)
10228	Steinblokk (flybilde 1968)
10229	Steinblokk (flybilde 1968)
10230	Steinblokk (flybilde 1968)
10231	Steinblokk (flybilde 1968)
10232	Steinblokk (flybilde 1968)
10233	Steinblokk (flybilde 1968)
10234	Steinblokk (flybilde 1968)
10235	Steinblokk (flybilde 1968)
10236	Steinblokk (flybilde 1968)
10237	Steinblokk (flybilde 1968)
10238	Steinblokk (flybilde 1968)
10239	Steinblokk (flybilde 1968)
10240	Steinblokk (flybilde 1968)
10241	Steinblokk (flybilde 1968)
10242	Steinblokk (flybilde 1968)
10243	Steinblokk (flybilde 1968)
10244	Steinblokk (flybilde 1968)
10245	Steinblokk (flybilde 1968)
10246	Steinblokk (flybilde 1968)
10247	Steinblokk (flybilde 1968)
10248	Steinblokk (flybilde 1968)
10249	Steinblokk (flybilde 1968)
10250	Steinblokk (flybilde 1968)
10251	Steinblokk (flybilde 1968)
10252	Steinblokk (flybilde 1968)
10253	Steinblokk (flybilde 1968)
10254	Steinblokk (flybilde 1968)
10255	Steinblokk (flybilde 1968)
10256	Steinblokk (flybilde 1968)
10257	Steinblokk (flybilde 1968)
10258	Steinblokk (flybilde 1968)
10259	Steinblokk (flybilde 1968)
10260	Steinblokk (flybilde 1968)
10261	Steinblokk (flybilde 1968)
10262	Steinblokk (flybilde 1968)
10263	Steinblokk (flybilde 1968)
10264	Steinblokk (flybilde 1968)
10265	Steinblokk (flybilde 1968)
10266	Steinblokk (flybilde 1968)
10267	Steinblokk (flybilde 1968)
10268	Steinblokk (flybilde 1968)
10269	Steinblokk (flybilde 1968)
10270	Steinblokk (flybilde 1968)

10271		Steinblokk (flybilde 1968)
10272		Steinblokk (flybilde 1968)
10273		Steinblokk (flybilde 1968)
10274		Steinblokk (flybilde 1968)
10275		Steinblokk (flybilde 1968)
10276		Steinblokk (flybilde 1968)
10277		Steinblokk (flybilde 1968)
10278		Steinblokk (flybilde 1968)
10279		Stor steinblokk (flybilde 1968)
10280		Stor steinblokk (flybilde 1968)
10281		Steinblokk (flybilde 1968)
10282		Steinblokk (flybilde 1968)
10283		Steinblokk (flybilde 1968)
10284		Steinblokk (flybilde 1968)
10356	33	Steinblokk (flybilde 1968)
10357	34	Steinblokk (flybilde 1968)
10358	35	Steinblokk (flybilde 1968)
10359	36	Steinblokk (flybilde 1968)
10360	37	Steinblokk (flybilde 1968)
10361	38	Steinblokk (flybilde 1968)
10362	39	Steinblokk (flybilde 1968)
10363	40	Steinblokk (flybilde 1968)
10364	41	Steinblokk (flybilde 1968)
10365	42	Steinblokk (flybilde 1968)
10366	43	Steinblokk (flybilde 1968)
10367	44	Steinblokk (flybilde 1968)
10368	45	Steinblokk (flybilde 1968)
10369	46	Steinblokk (flybilde 1968)
10370	47	Steinblokk (flybilde 1968)
10371	48	Steinblokk (flybilde 1968)
10372	49	Steinblokk (flybilde 1968)
10373	50	Steinblokk (flybilde 1968)
10374	51	Steinblokk (flybilde 1968)
10375	52	Steinblokk (flybilde 1968)
10376	53	Steinblokk (flybilde 1968)
10377	54	Steinblokk (flybilde 1968)
10378	55	Steinblokk (flybilde 1968)
10379	56	Steinblokk (flybilde 1968)
10380	57	Steinblokk (flybilde 1968)
10381	58	Steinblokk (flybilde 1968)
10382	59	Steinblokk (flybilde 1968)
10383	60	Steinblokk (flybilde 1968)
10384	61	Steinblokk (flybilde 1968)
10385	62	Steinblokk (flybilde 1968)
10386	63	Steinblokk (flybilde 1968)
10387	64	Steinblokk (flybilde 1968)
10388	65	Steinblokk (flybilde 1968)
10389	66	Steinblokk (flybilde 1968)
10390	67	Steinblokk (flybilde 1968)
10391	68	Steinblokk (flybilde 1968)

10392	69	Steinblokk (flybilde 1968)
10393	70	Steinblokk (flybilde 1968)
10394	71	Steinblokk (flybilde 1968)
10395	72	Steinblokk (flybilde 1968)
10396	73	Steinblokk (flybilde 1968)
10397	74	Steinblokk (flybilde 1968)
10398	75	Steinblokk (flybilde 1968)
10399	76	Steinblokk (flybilde 1968)
10400	77	Steinblokk (flybilde 1968)
10401	78	Steinblokk (flybilde 1968)
10402	79	Steinblokk (flybilde 1968)
10403	80	Steinblokk (flybilde 1968)
10404	81	Steinblokk (flybilde 1968)
10405	82	Steinblokk (flybilde 1968)
10406	83	Steinblokk (flybilde 1968)
10407	84	Steinblokk (flybilde 1968)
10408	85	Steinblokk (flybilde 1968)
10409	86	Steinblokk (flybilde 1968)
10410	87	Steinblokk (flybilde 1968)
10411	88	Steinblokk (flybilde 1968)
10412	89	Steinblokk (flybilde 1968)
10413	90	Steinblokk (flybilde 1968)
10414	91	Steinblokk (flybilde 1968)
10415	92	Steinblokk (flybilde 1968)
10416	93	Steinblokk (flybilde 1968)
10417	94	Steinblokk (flybilde 1968)
10418	95	Steinblokk (flybilde 1968)
10419	96	Steinblokk (flybilde 1968)
10420	97	Steinblokk (flybilde 1968)
10421	98	Steinblokk (flybilde 1968)
10422	99	Steinblokk (flybilde 1968)
10423	100	Steinblokk (flybilde 1968)
10424	101	Steinblokk (flybilde 1968)
10425	103	Steinblokk (flybilde 1968)
10426	104	Steinblokk (flybilde 1968)
10427	33	en blokk på 3 m3. ved bra kildeområde, men liten fallhøyde
10428	34	fire-fem blokker på 4 m3
10429	35	en blokk på 10m3, samt fire-fem blokker på 1-2m3
10430	36	1,5-2m3, 2 stk
10431	37	en stk på 5,5 m3, fire-fem stk på 1-5m3
10432	38	steinsprang med flere blokker, 2m3
10433	39	steinsprang med flere blokker, 2m3
10434	40	steinsprang med flere blokker, 2m3
10435	41	tre blokker på 1m3
10436	42	fem-seks blokker på 1-2m3
10437	43	blokker nært foten av ei ur, str på blokker >1m3
10438	44	0.5-1m3, ti stk blokker
10439	45	en blokk, str 1m3
10440	46	en blokk, str 1m3
10441	47	en blokk, str 0.2-0.3m3

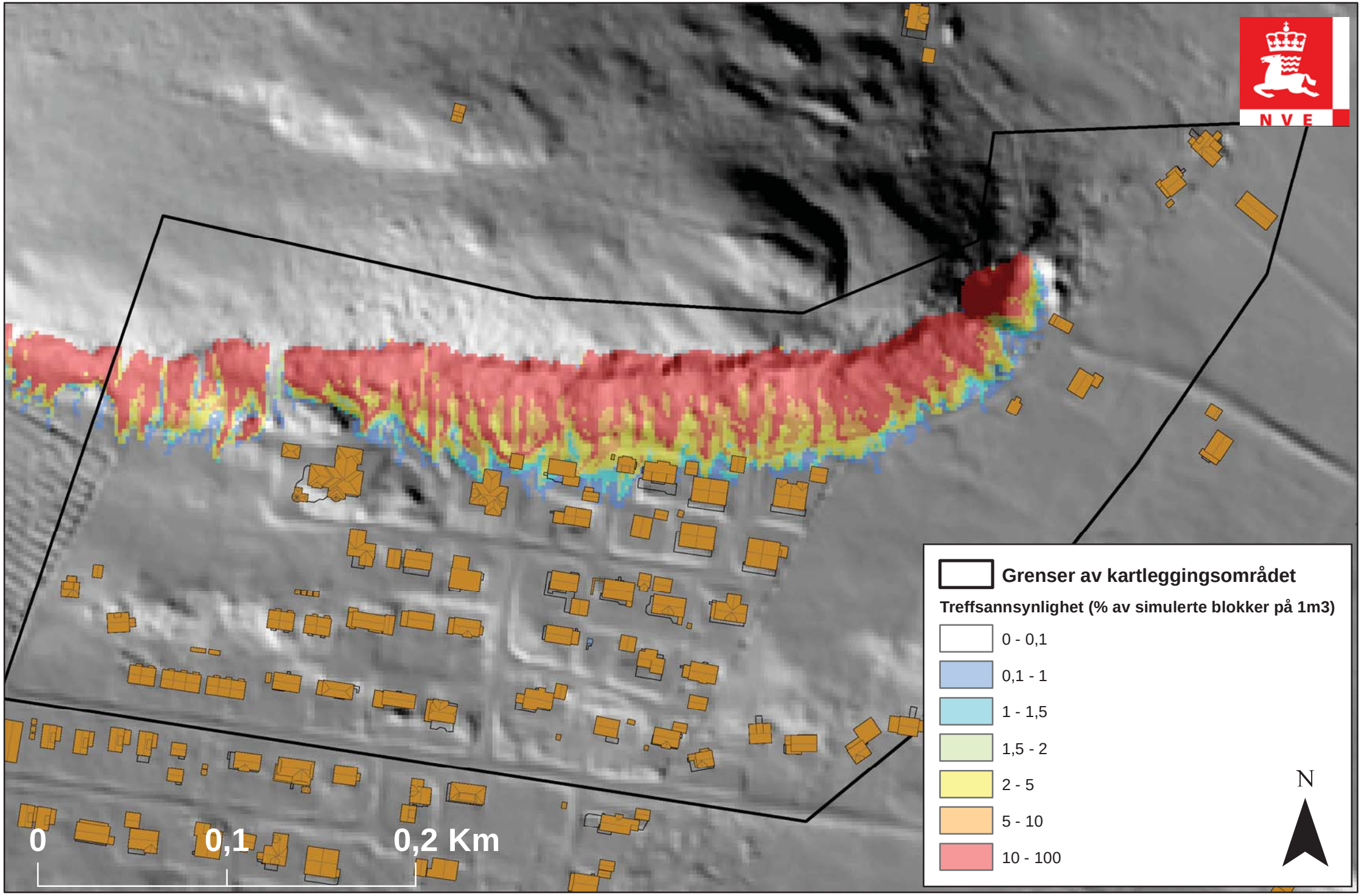
10442	48	en blokk, str 0.2-0.3m3
10443	49	en blokk, str 0.5m3
10444	50	en blokk, str 0.5m3
10445	51	en blokk, str 1m3
10446	52	en blokk, str 0.5- 1m3
10447	53	punkt enden av talus på ryddet jord, str 2-3m3
10448	54	på et jordet, str 2m3
10449	55	to stk blokker på et jordet, 1m3
10450	56	en stk blokk 0.5m3
10451	57	to stk blokker på 1-3m3
10452	58	en stk blokk 0.5m3
10453	59	en stk blokk 0.5m3
10454	60	en stk blokk 0.2m3
10455	61	to stk blokker på 0.75m3
10457	63	en stk blokk på 3m3
10458	64	en stk blokk, 1m3
10459	65	en stk blokk, 1.5m3
10460	66	en stk blokk på 1-1,5m3, en stk på 3m3
10461	67	en stk blokk på 8m3
10462	68	en stk blokk på 0,5m3
10463	69	fire stk blokker <7m3
10464	70	en stk blokk på 1.5m3
10465	71	to stk blokker på 1.5m3
10466	72	seks stk blokker som utgjør avgrensing av talus, 0.3-0.5m3
10467	73	tre stk blokker, str 1.5-3m3
10468	74	en stk blokk, str 1m3
10469	75	en stk blokk, str 4m3
10470	76	tre stk blokker, str 0.5m3
10471	77	en stk blokk, str 0.5m3
10472	78	fire stk blokker, str 1-3m3
10473	79	en stk blokk, str 2m3
10474	80	en stk blokk, str 1.5m3
10475	81	en stk blokk, str 1m3
10476	82	en stk blokk, str 1m3
10477	83	en stk blokk, str 3.5m3
10478	84	en stk blokk, str 3m3
10479	85	en stk blokk, 1m3
10480	86	fire stk blokker, str <7m3
10481	87	en stk blokk 1.5m3
10482	88	markerte enden av talus, str på blokker ca 1m3
10483	89	markerte enden av talus, str på blokker 1-2m3
10484	90	en stk blokk 7m3
10485	91	to stk blokker, str 1m3
10486	92	stor blokk, ca 15m3. Flere store i skråningen over.
10487	93	Ligg fleire ikkje ferske blokker ned til steingjerde
10488	94	Enkeltblokker 0,2-0,3 m2, løsna langs foliasjonen i skrent
10489	95	Blokk, 0,5 m3, grensar til hage, gammal
10490	96	3 blokker: 0,3 m3, 0,5 m3, 0,5m3
10491	97	Blokker, 5stk, 0,5-0,75m3
10492	98	Blokk, 0,5m3, langt ned i vegetasjonen

10493	99	Blokk, 1m3, frå steinsprang, brot langs foliasjon
10494	100	Fleire blokker, lita lobe
10495	101	Blokk, 1m3 (ikkje transportert langt)
10496	103	Blokker, 0,5-1 m3, frå lav skrent i området
10497	104	Enkelte blokker som har fått brot langs foliasjonen til skrent.

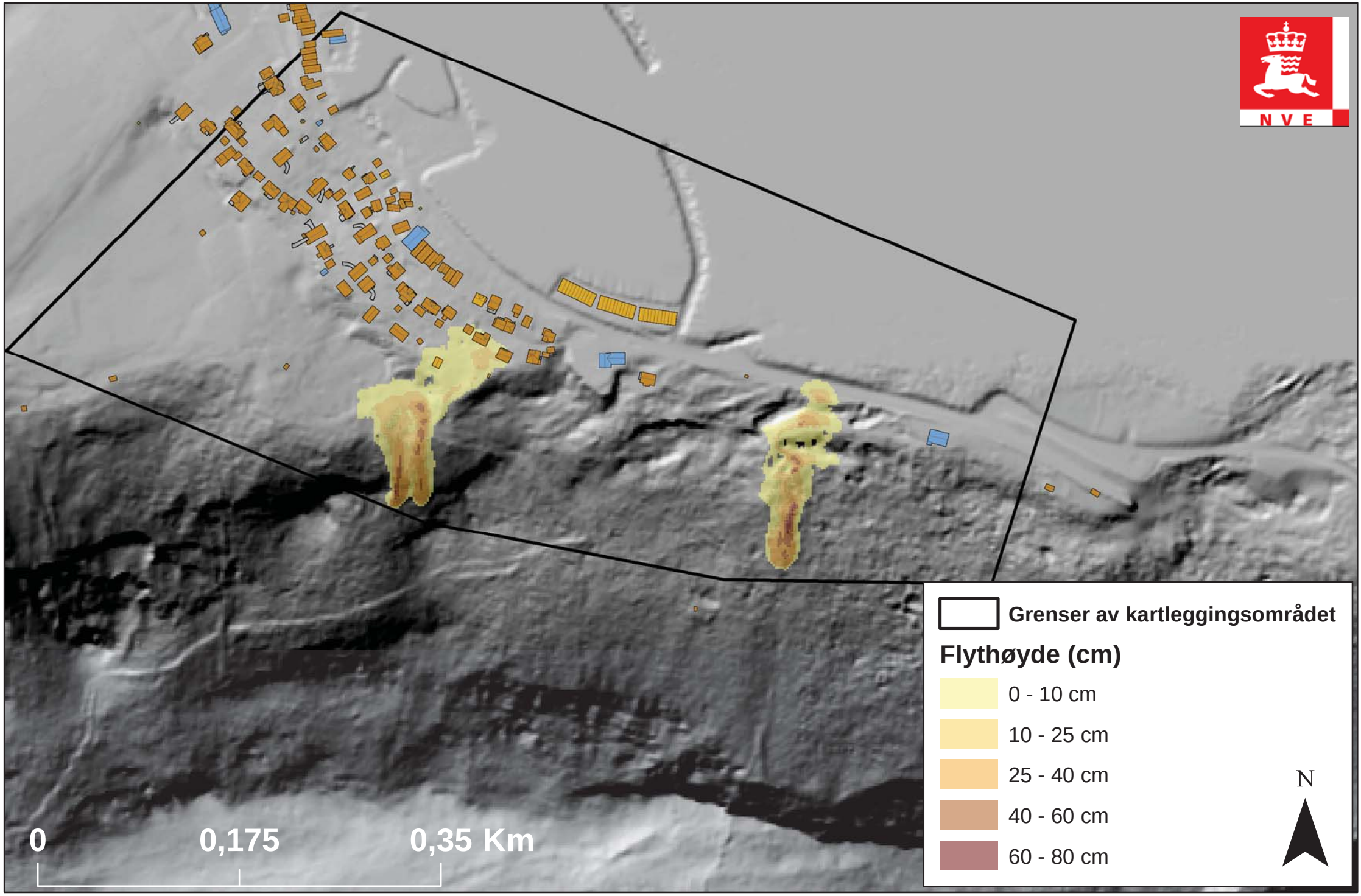
Vedlegg 5

Modelleringsresultater

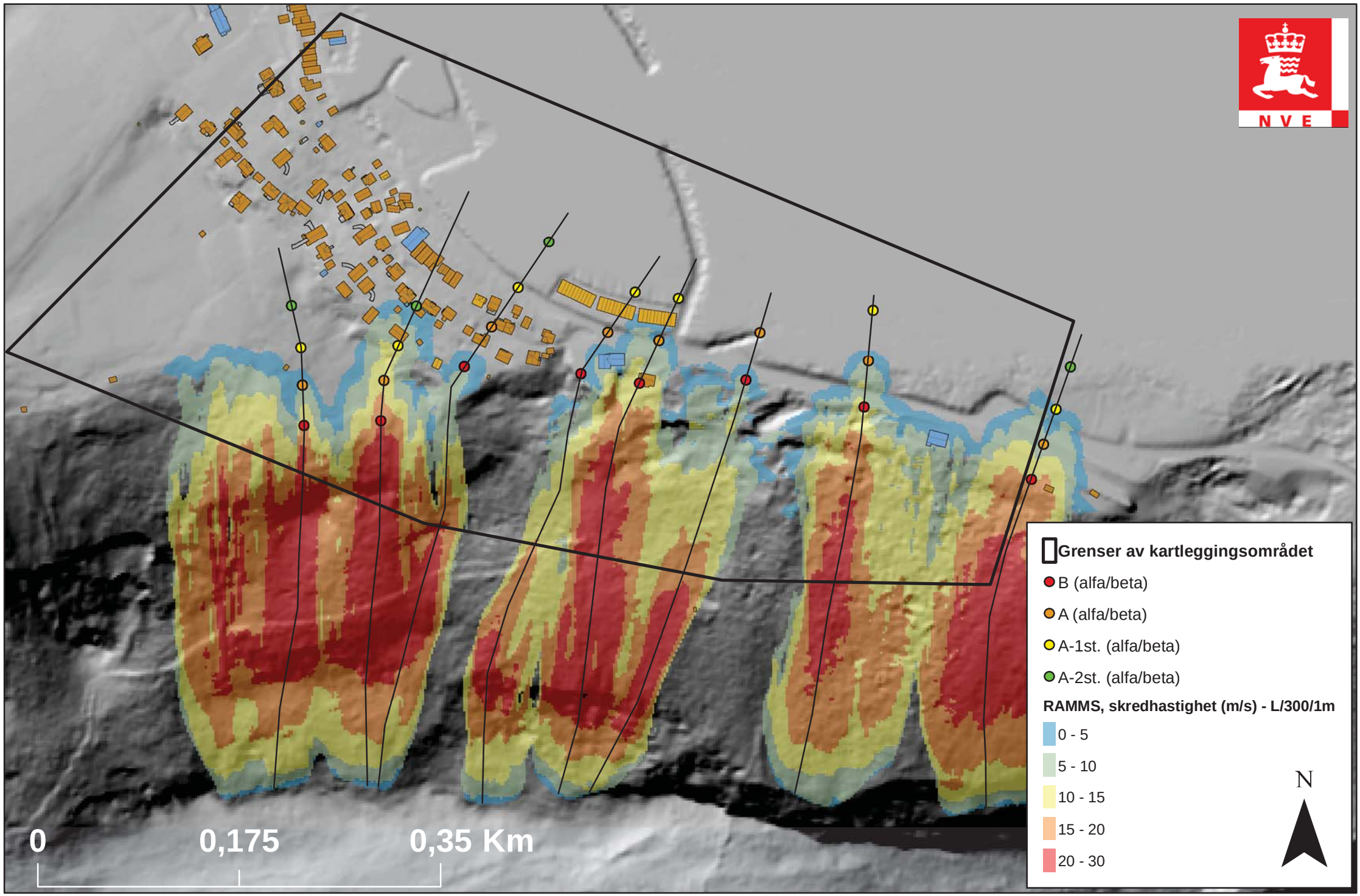
Område 1, Synes - Steinsprangmodellering



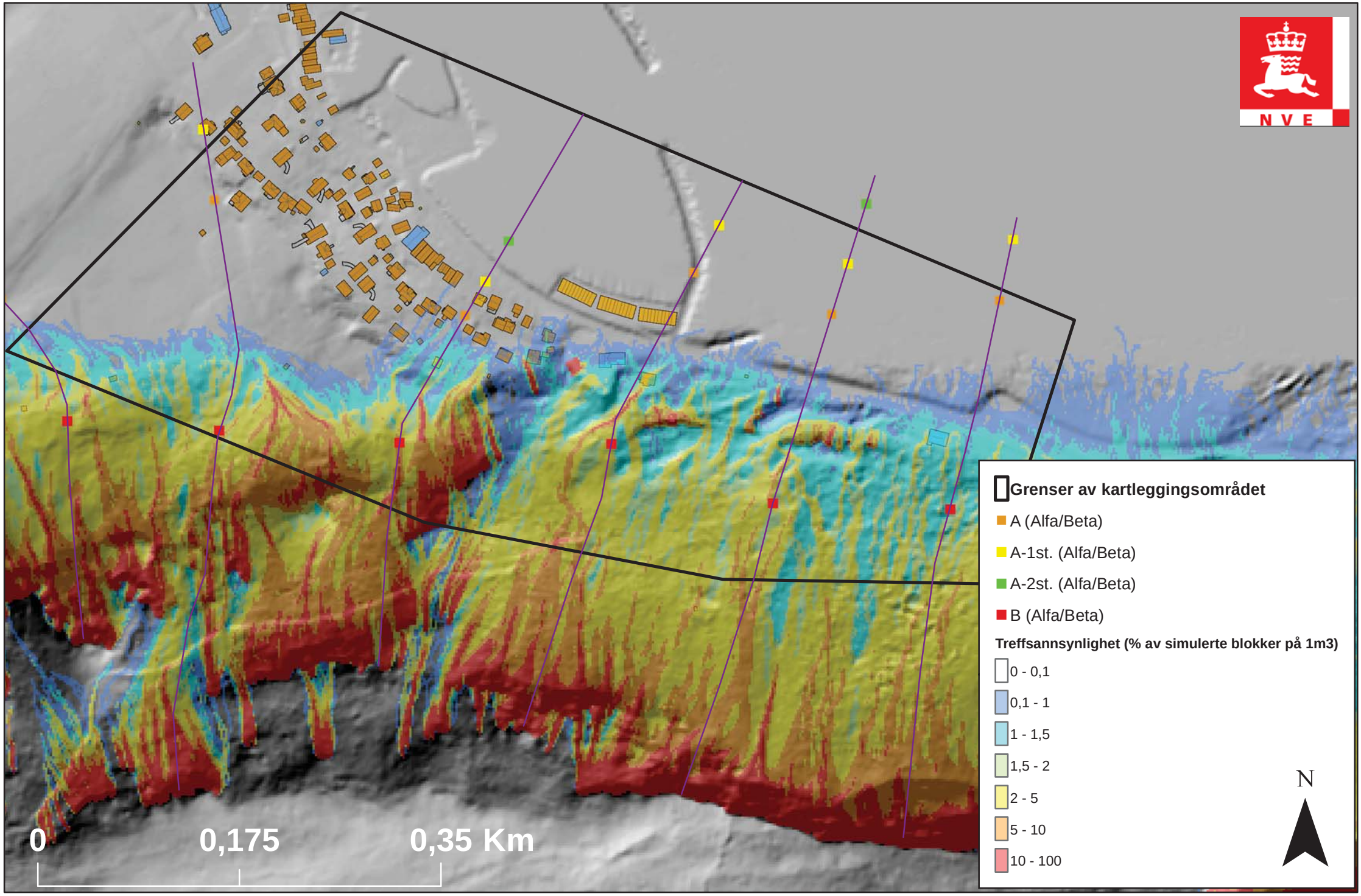
Område 2, Alnes - Jordskredmodellering



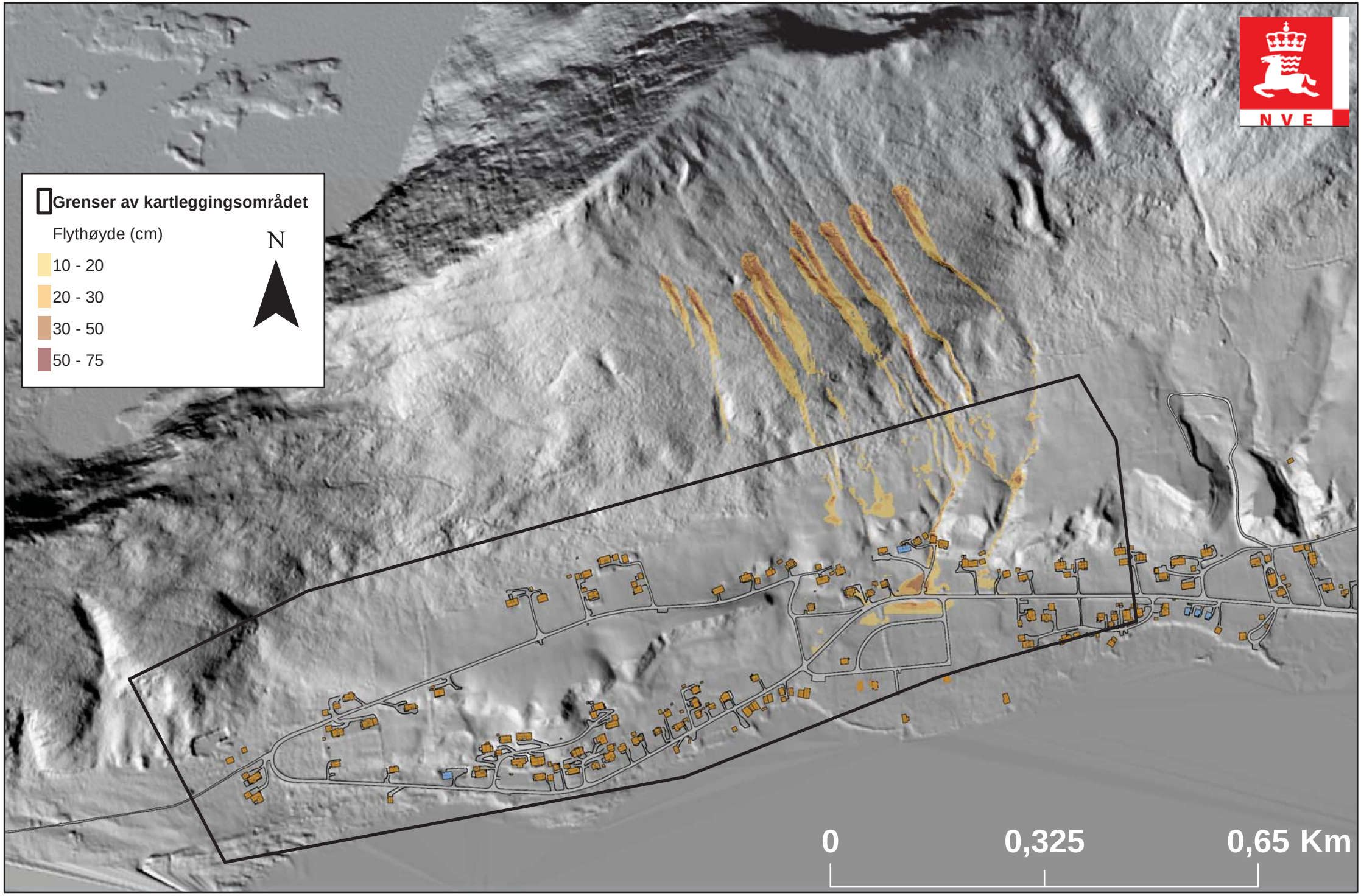
Område 2, Alnes -Snøskredmodellering



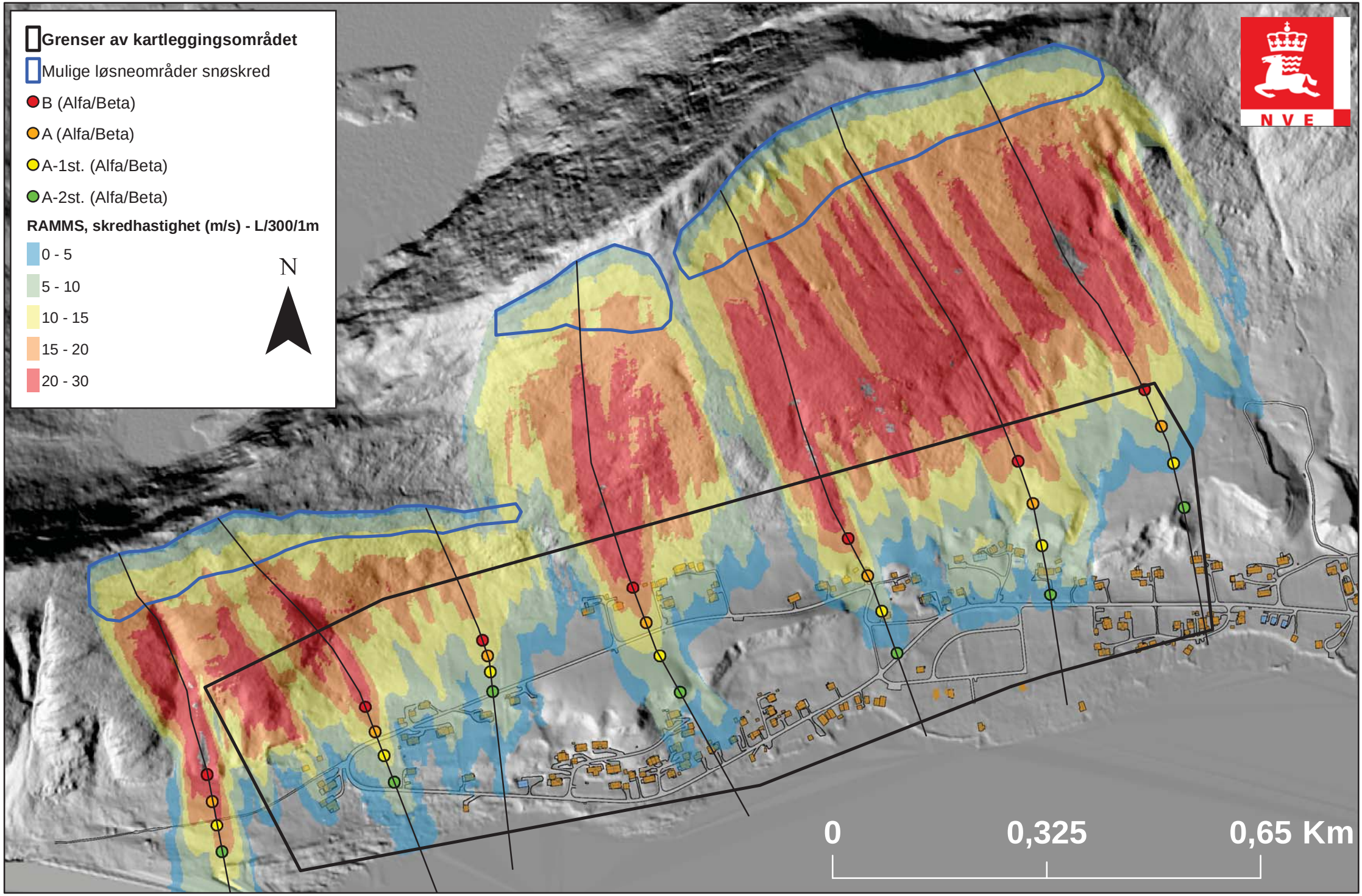
Område 2, Alnes - Steinsprangmodellering



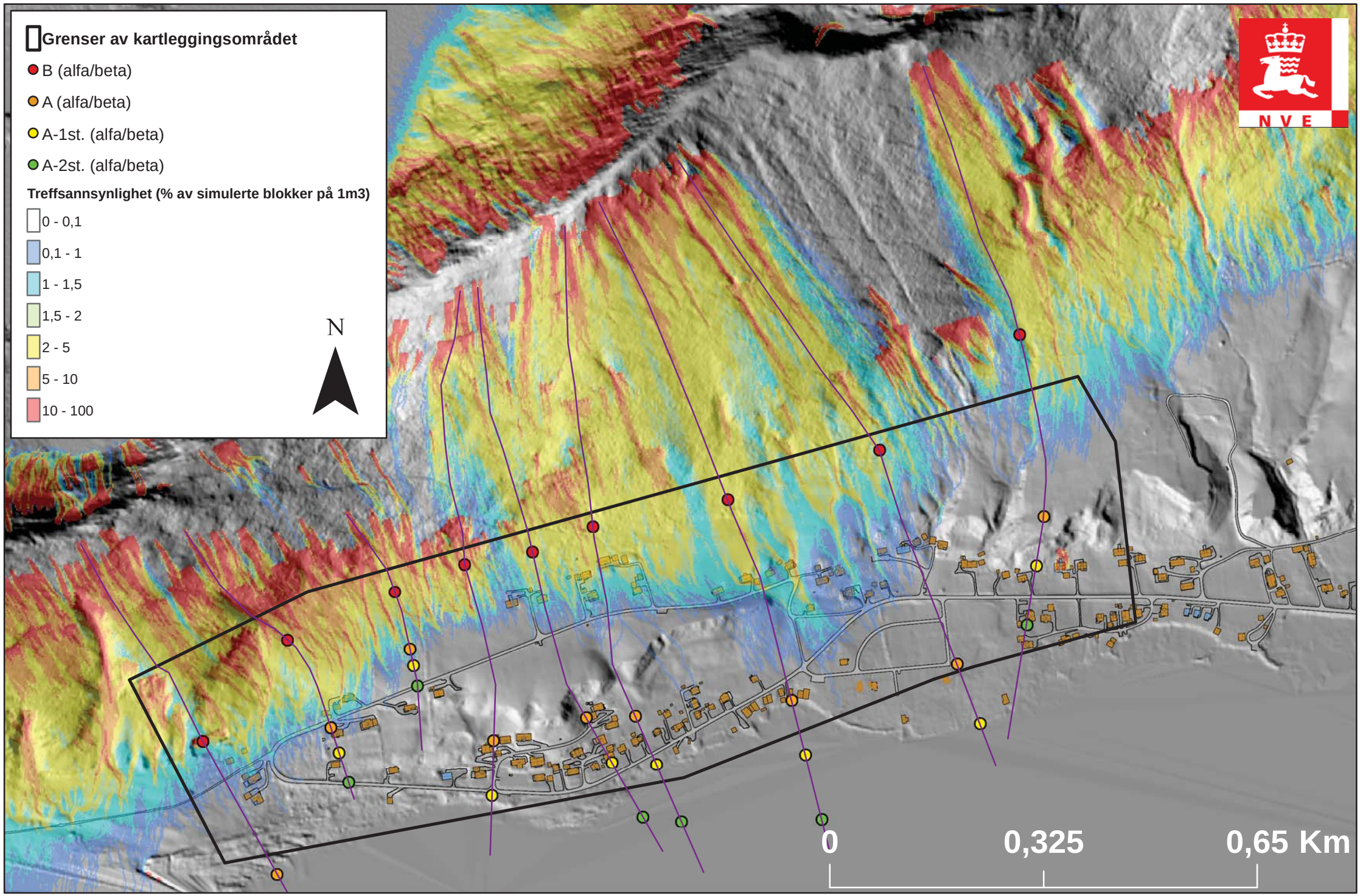
Område 3, Juv - Jordskredmodellering



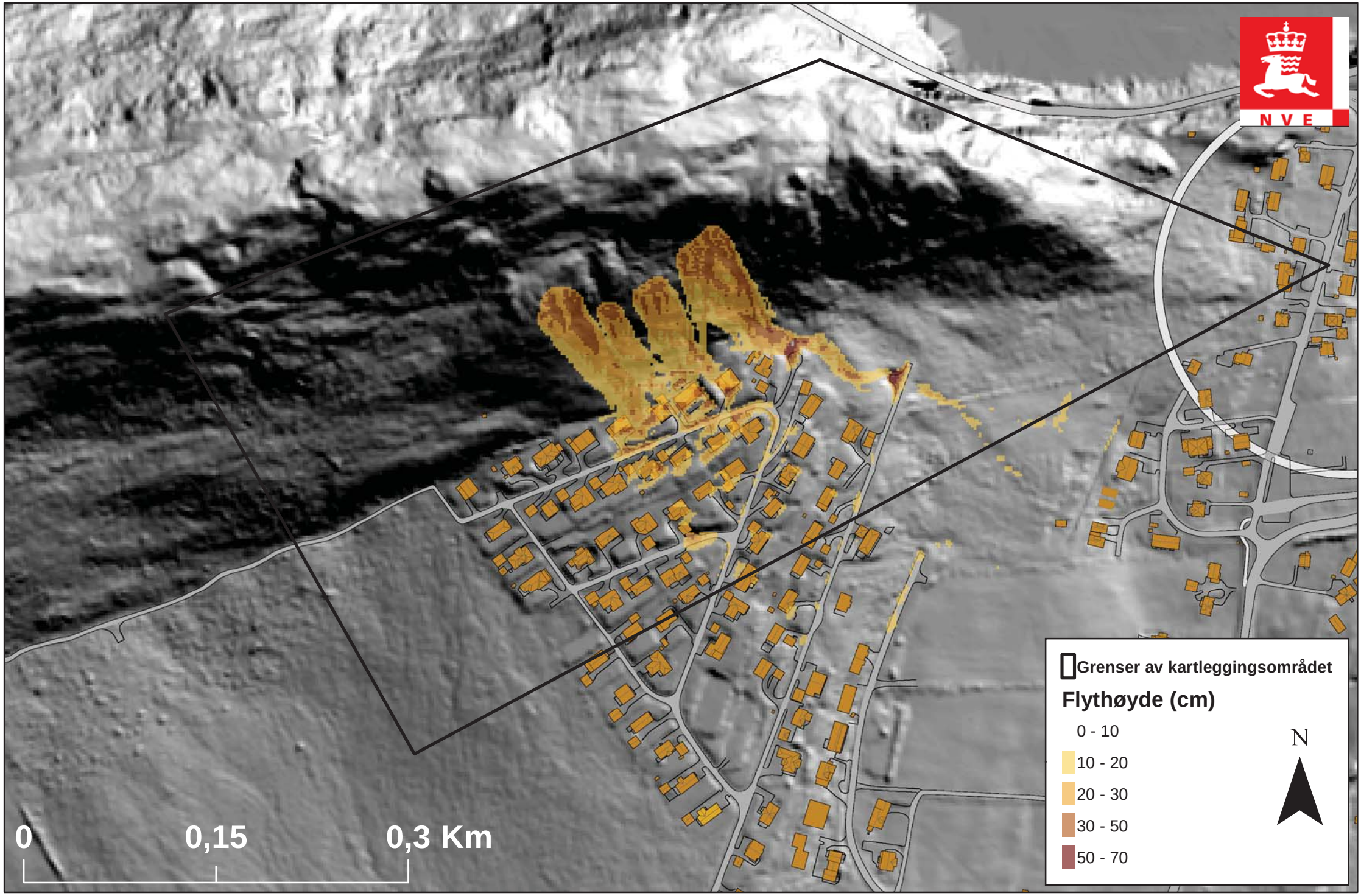
Område 3, Juv - Snøskredmodellering



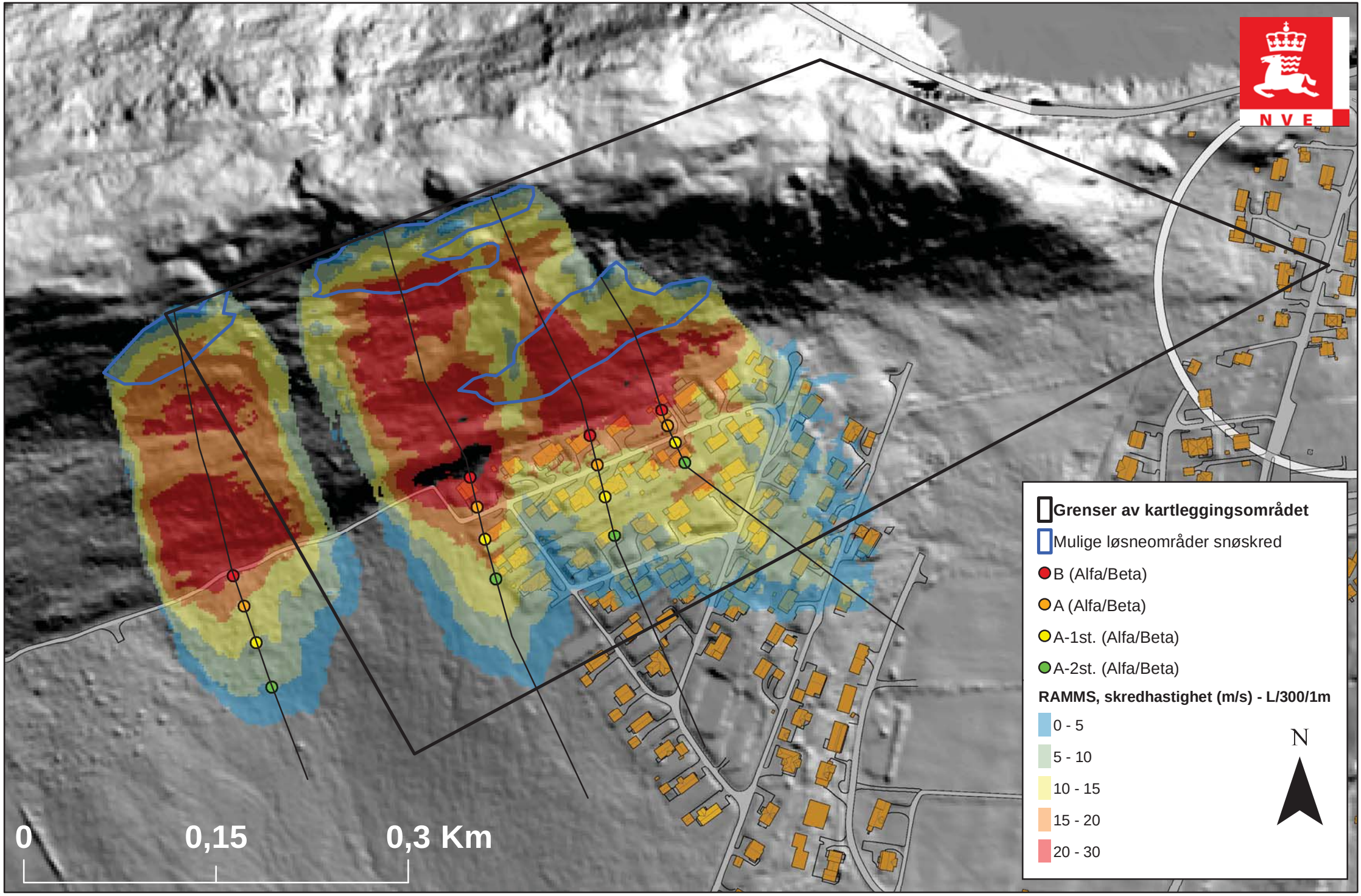
Område 3, Juv - Steinsprangmodellering



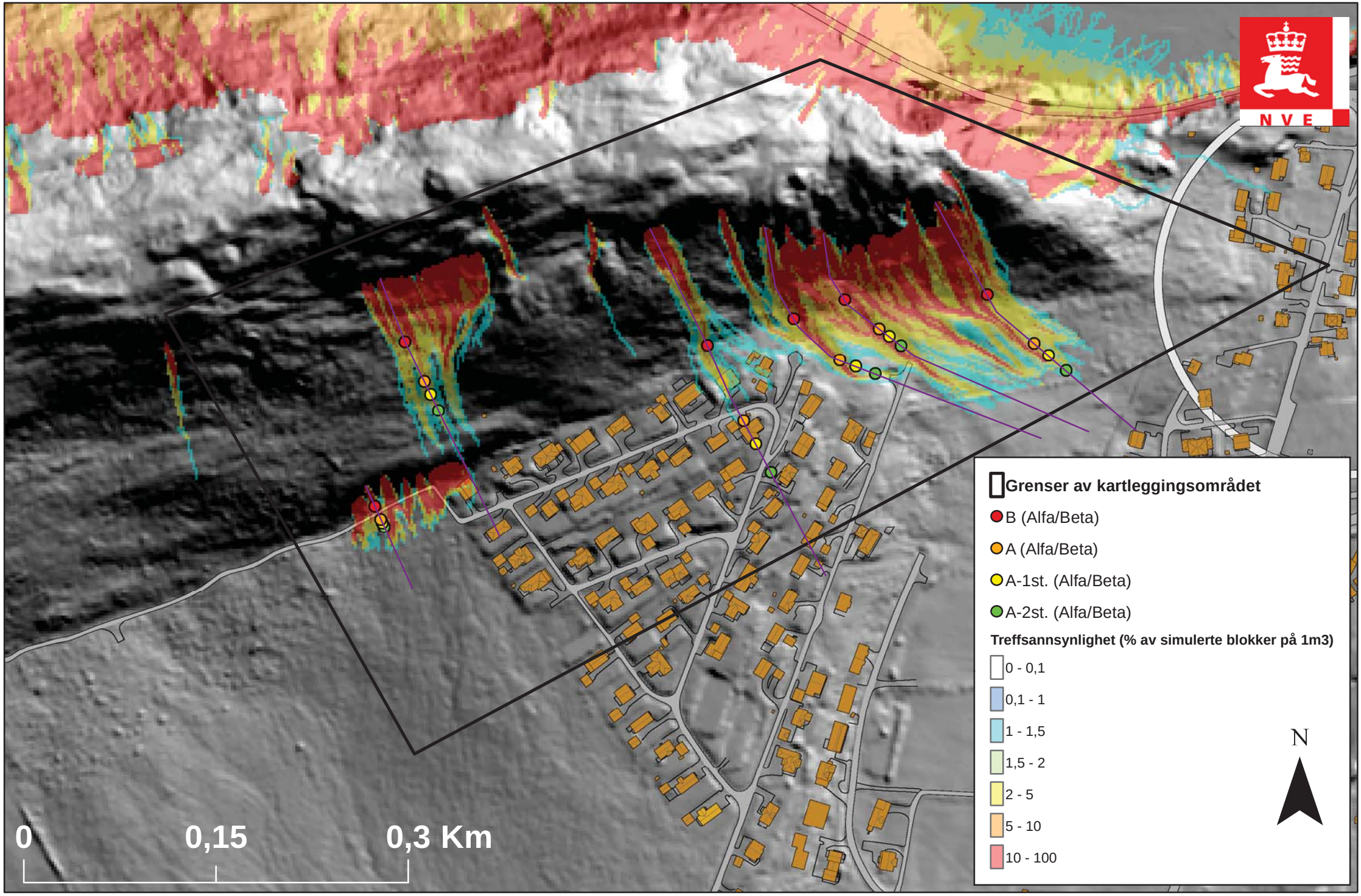
Område 4, Valkvæ - Jordskredmodellering



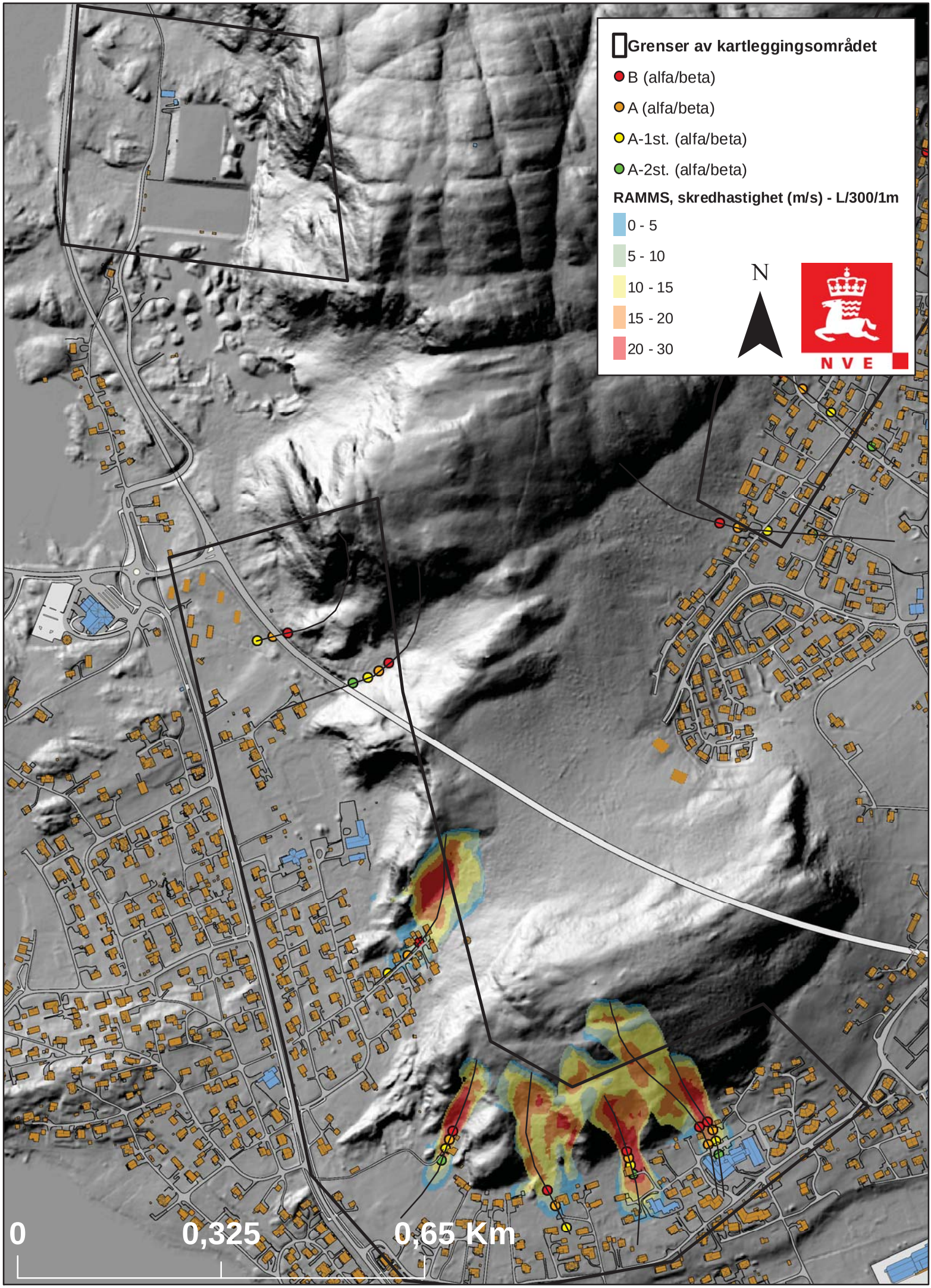
Område 4, Valkvæ - Snøskredmodellering



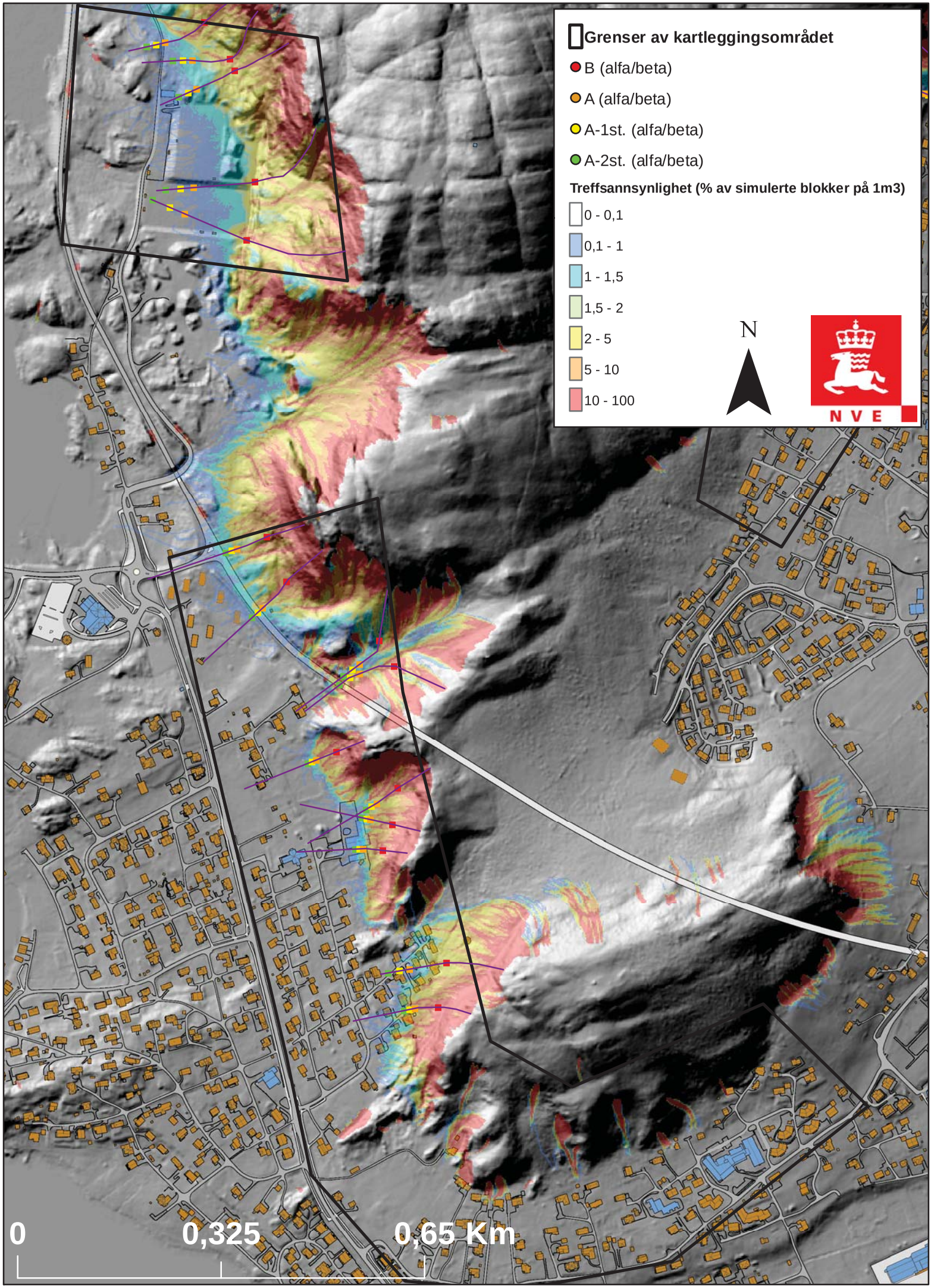
Område 4, Valkvæ - Steinsprangmodellering



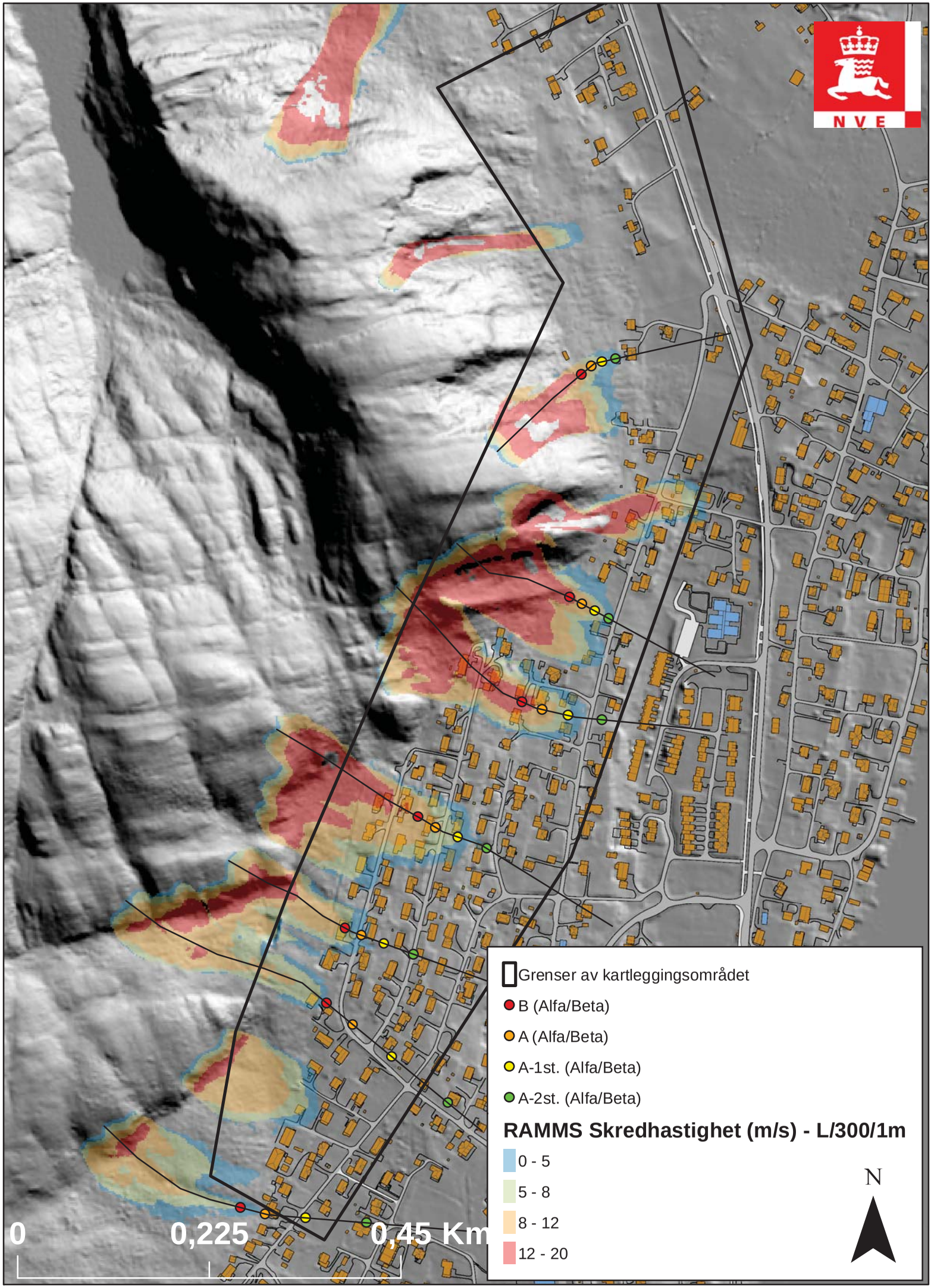
Omr. 5, Valdervoll - Øvre Valderhaugstrand - Snøskredmodellering



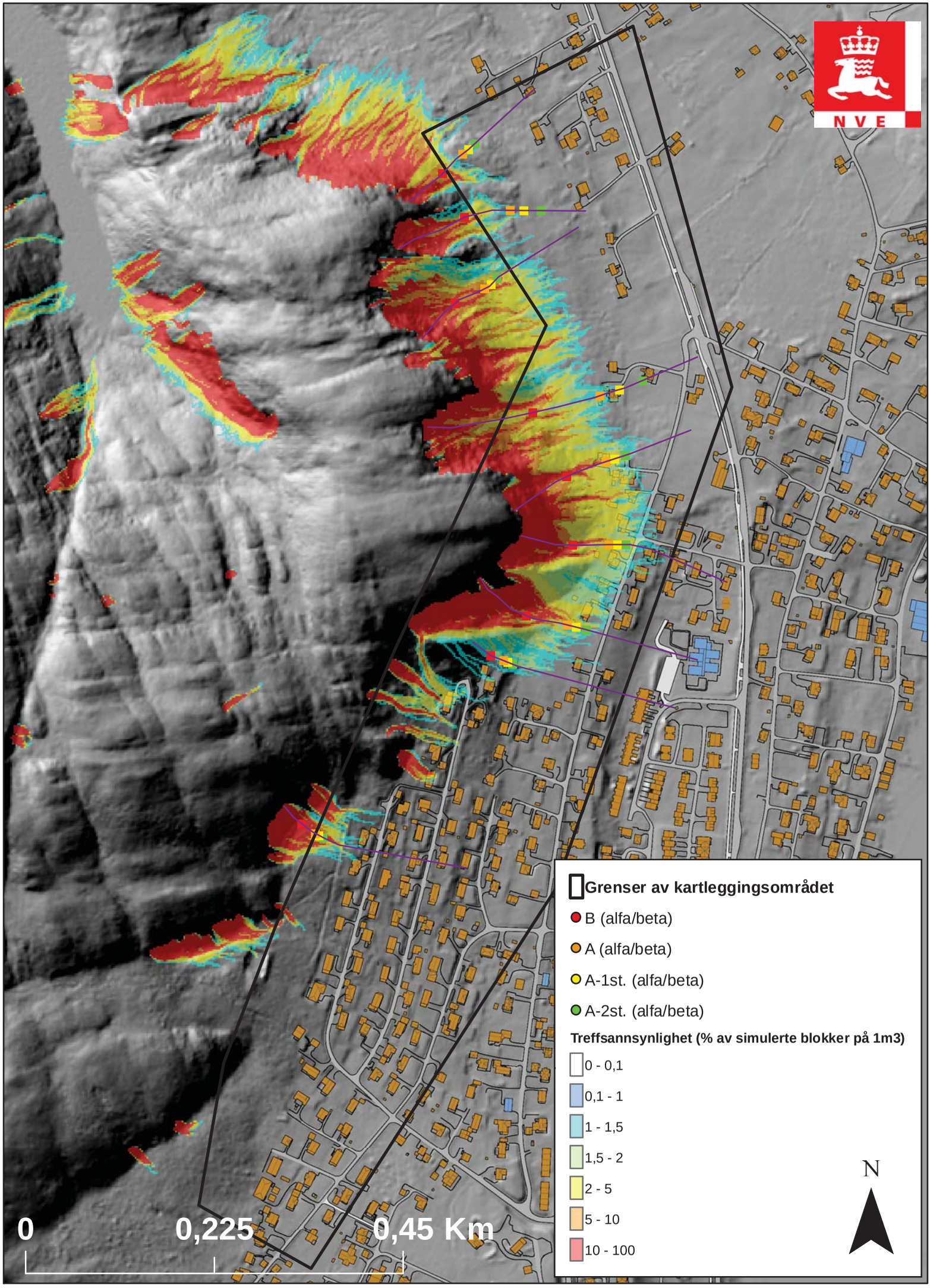
Omr. 5, Valdervoll - Øvre Valderhaugstrand - Steinsprangmodellering



Område 6, Skaret-Øvre Nordstranda - Snøskredmodellering



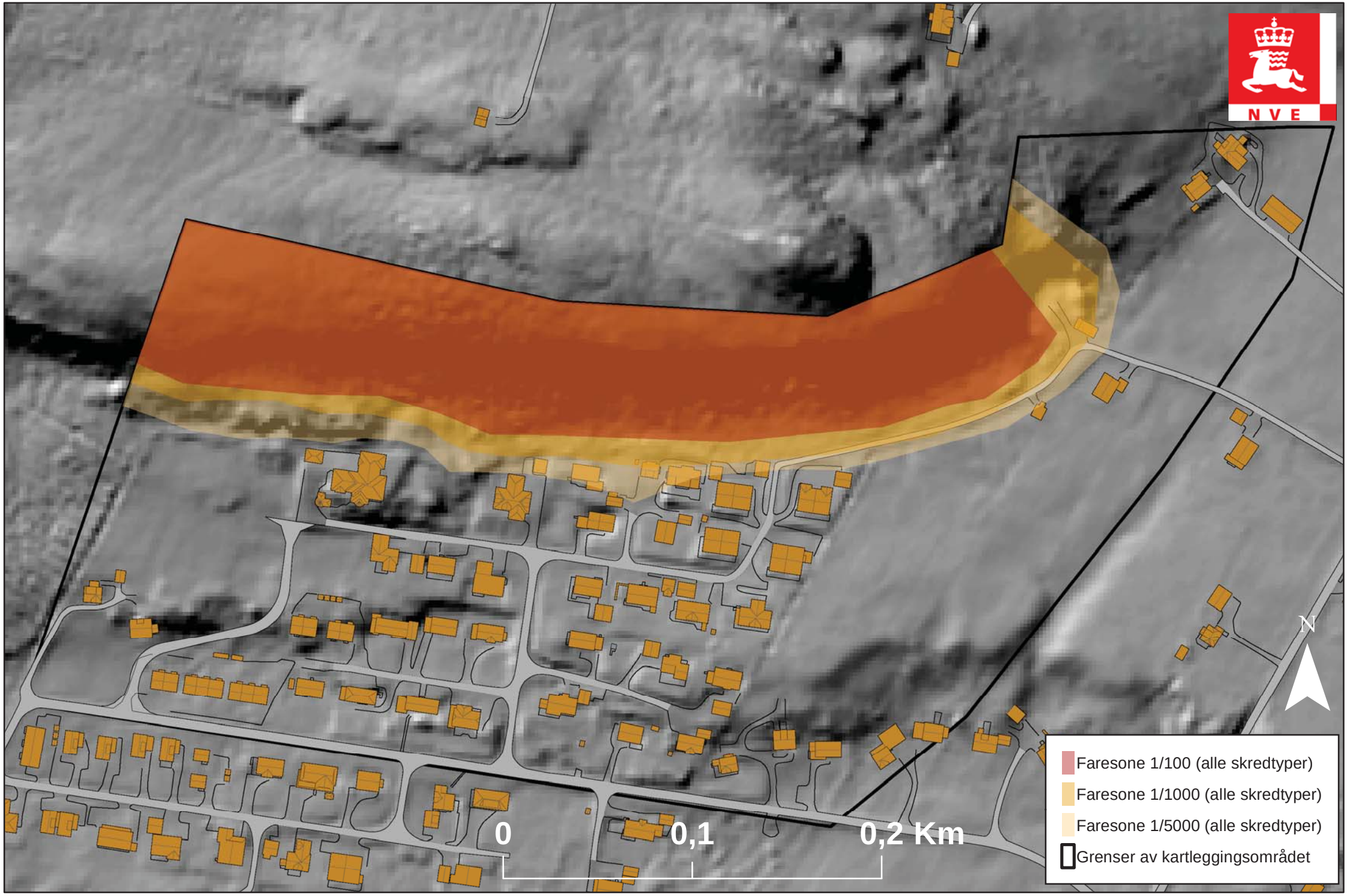
Område 6, Skaret-Øvre Nordstranda - Steinsprangmodellering



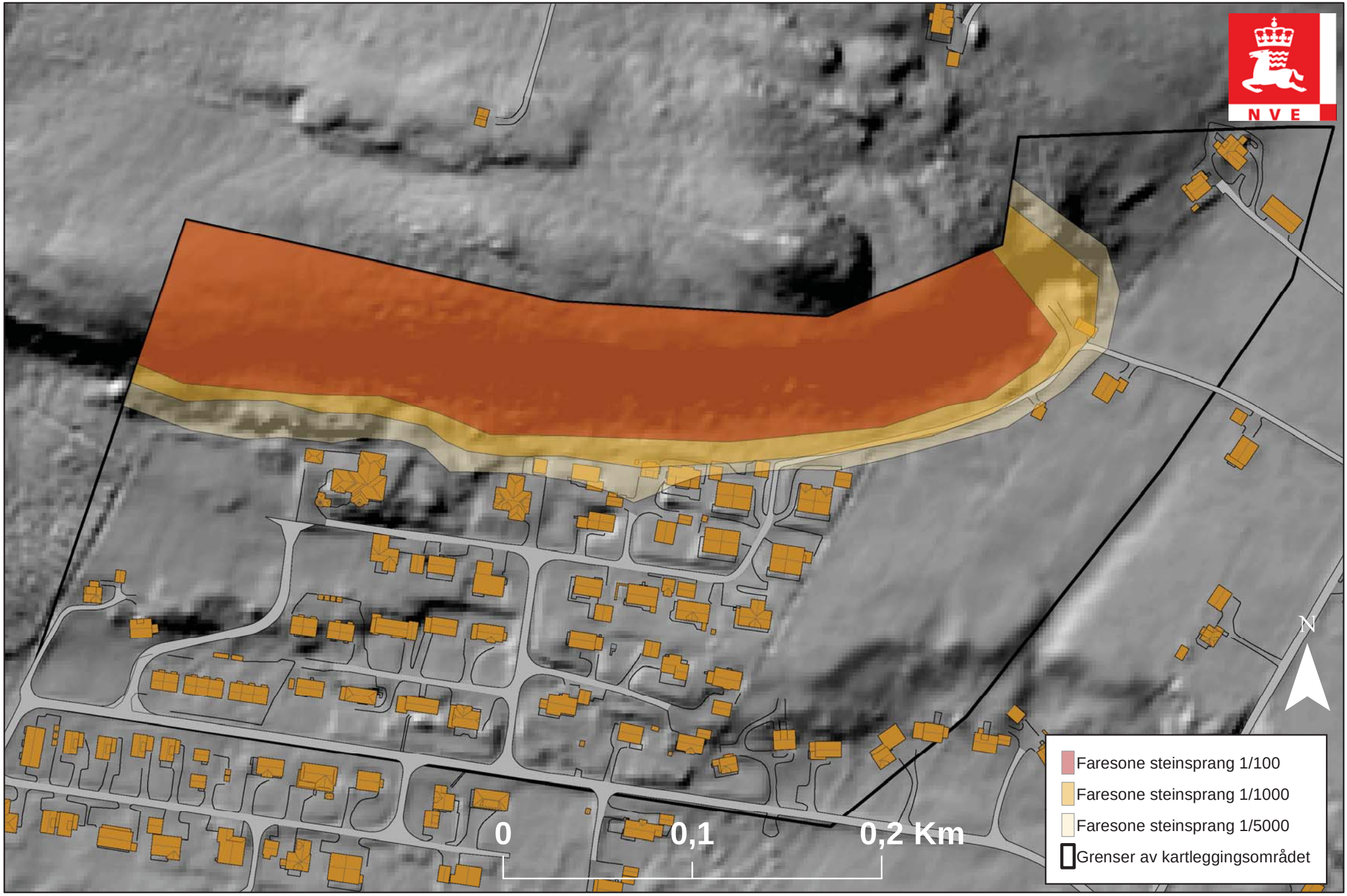
Vedlegg 6

Faresonekart

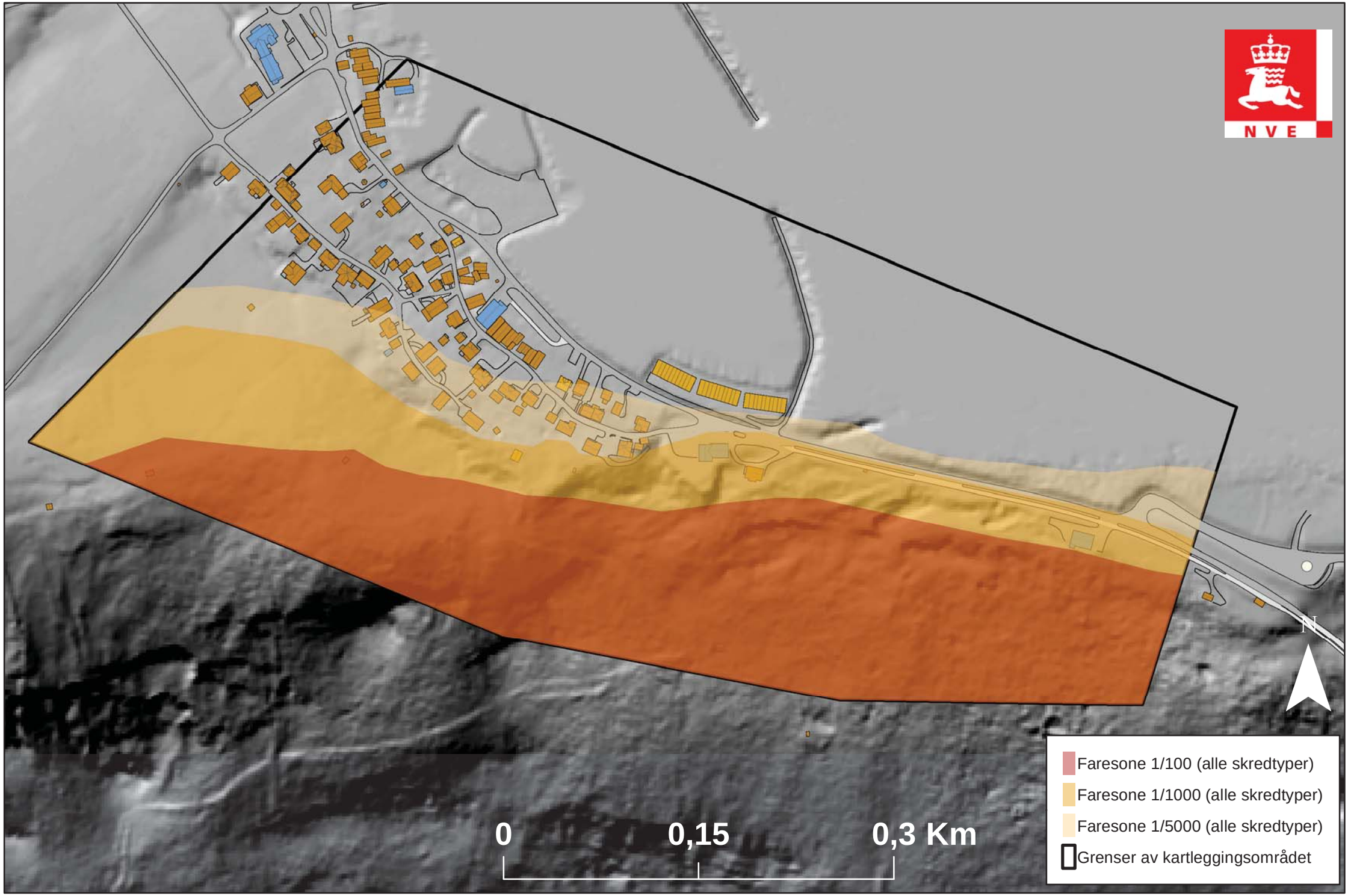
Område 1, Synes - Faresoner (alle skredtyper)



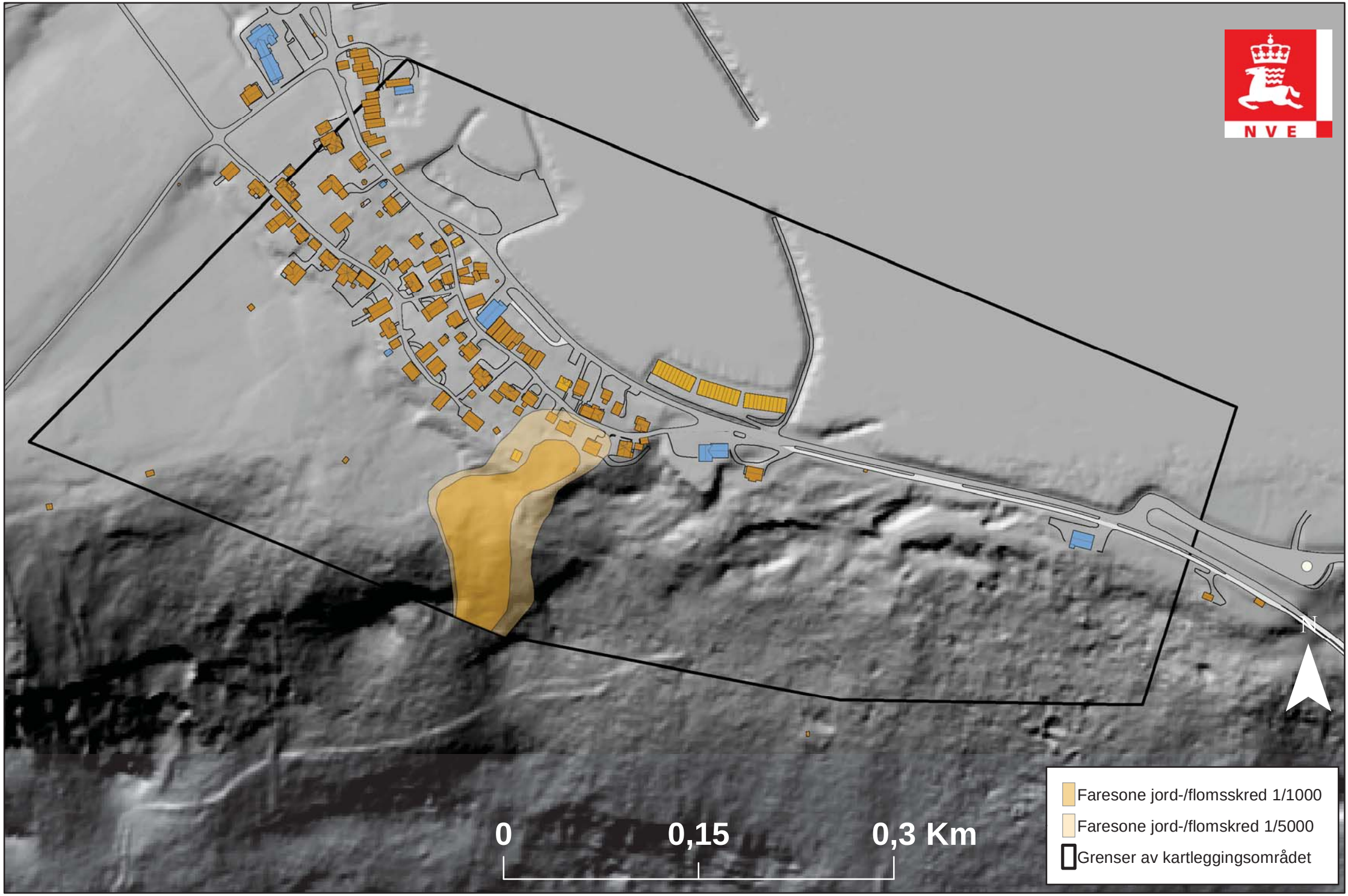
Område 1, Synes - Faresoner (steinsprang)



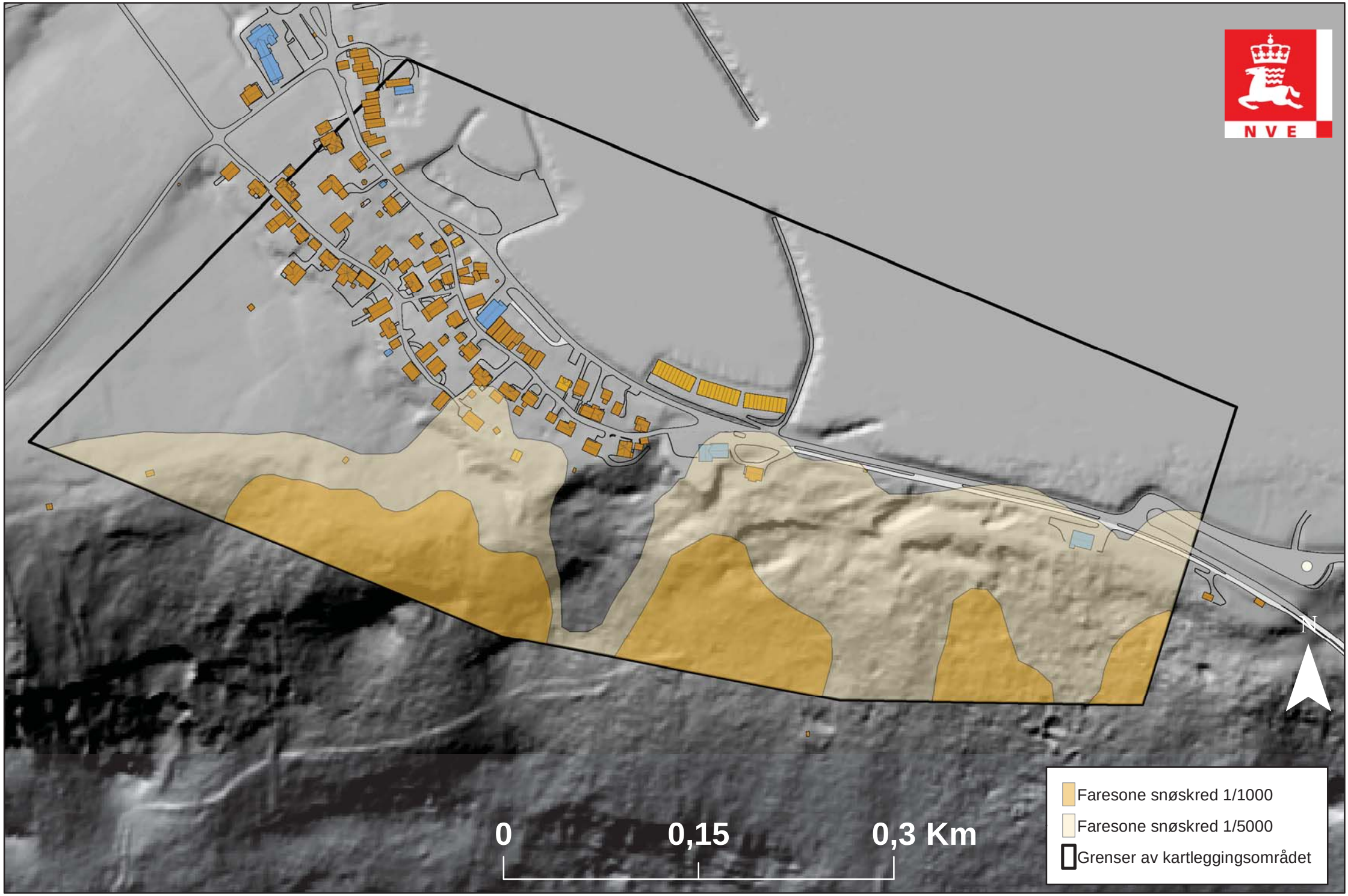
Område 2, Alnes - Faresoner (alle skredtyper)



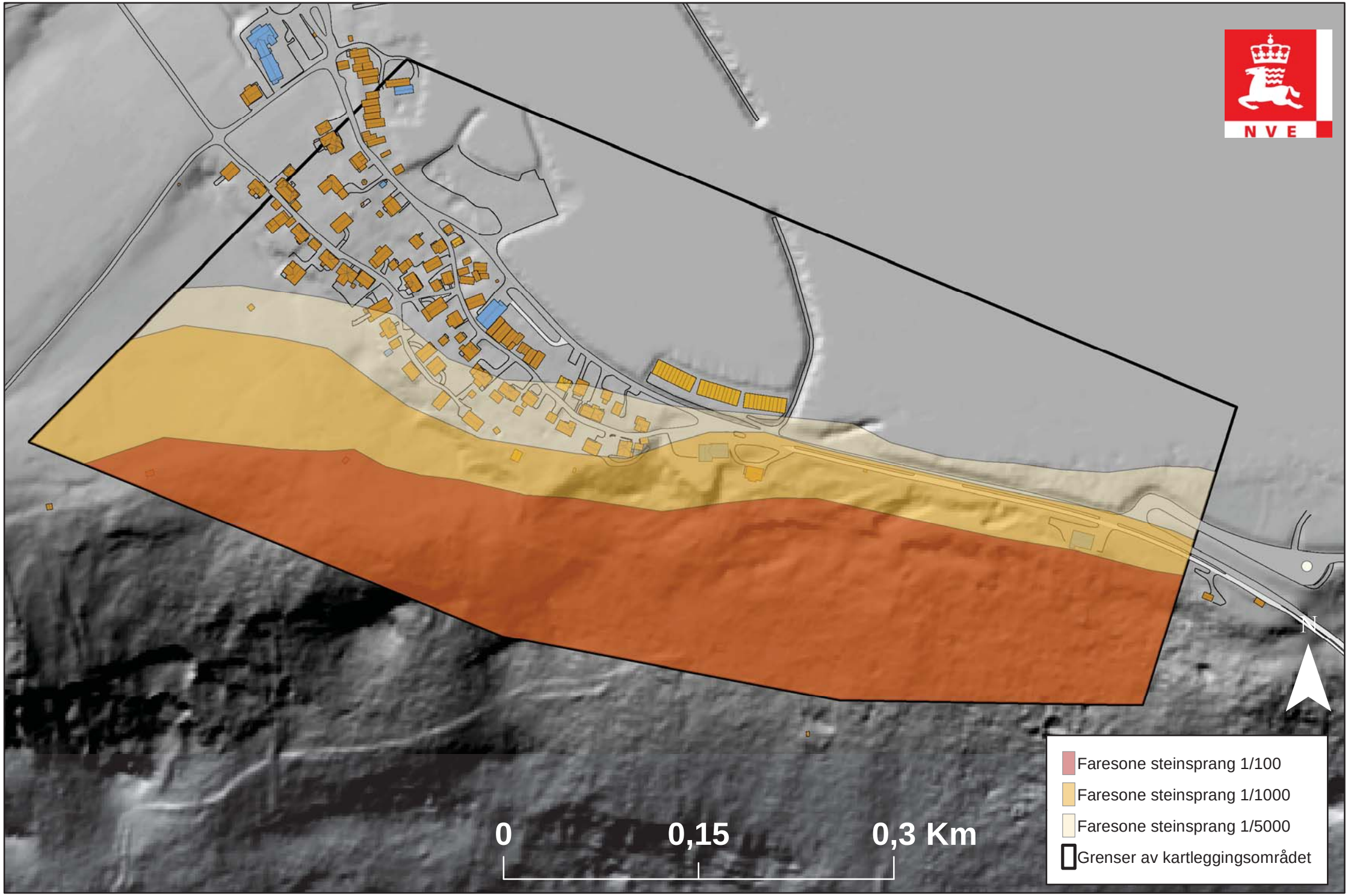
Område 2, Alnes - Faresoner (jord-/flomskred)



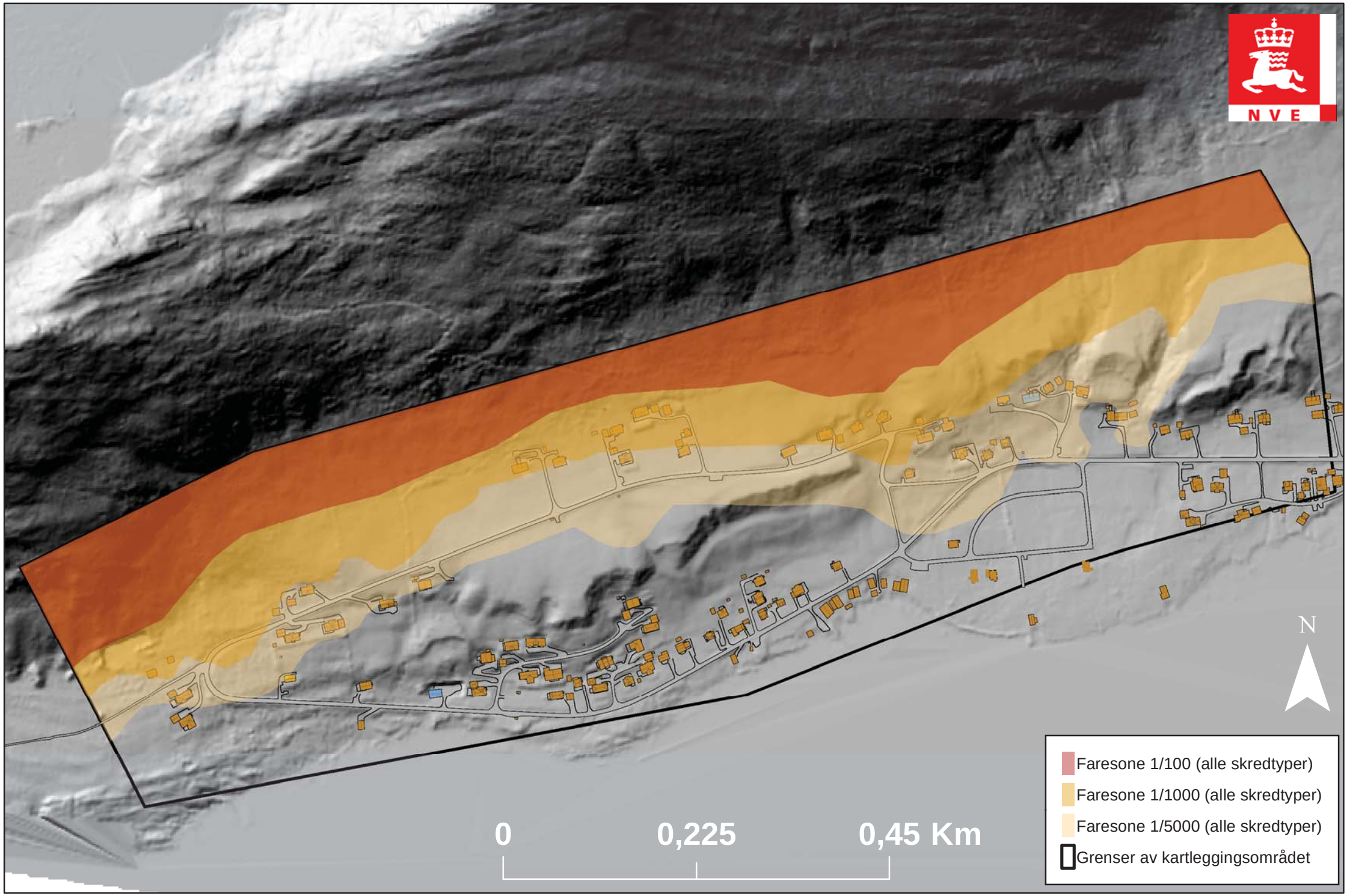
Område 2, Alnes - Faresoner (snøskred)



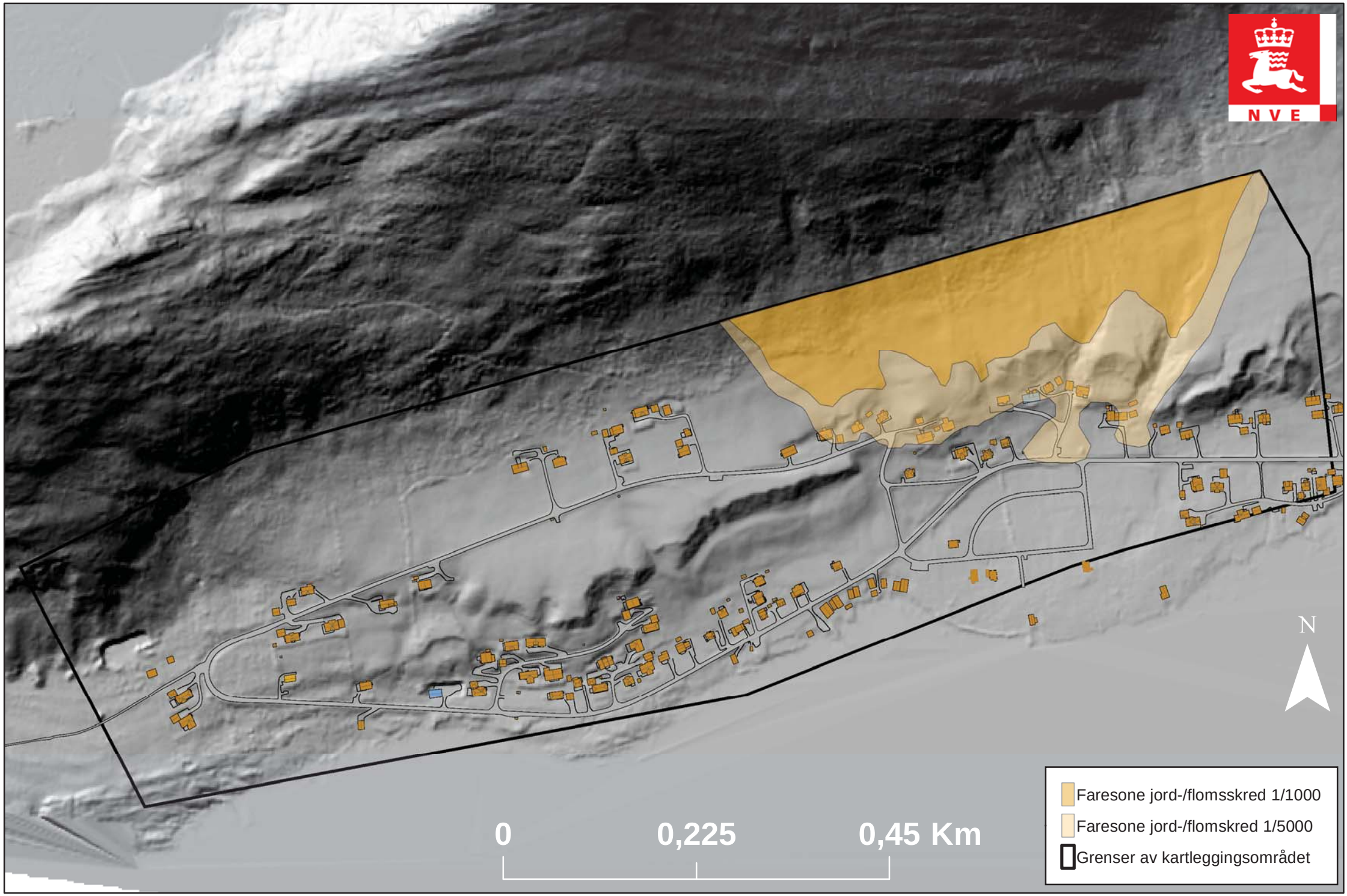
Område 2, Alnes - Faresoner (steinsprang)



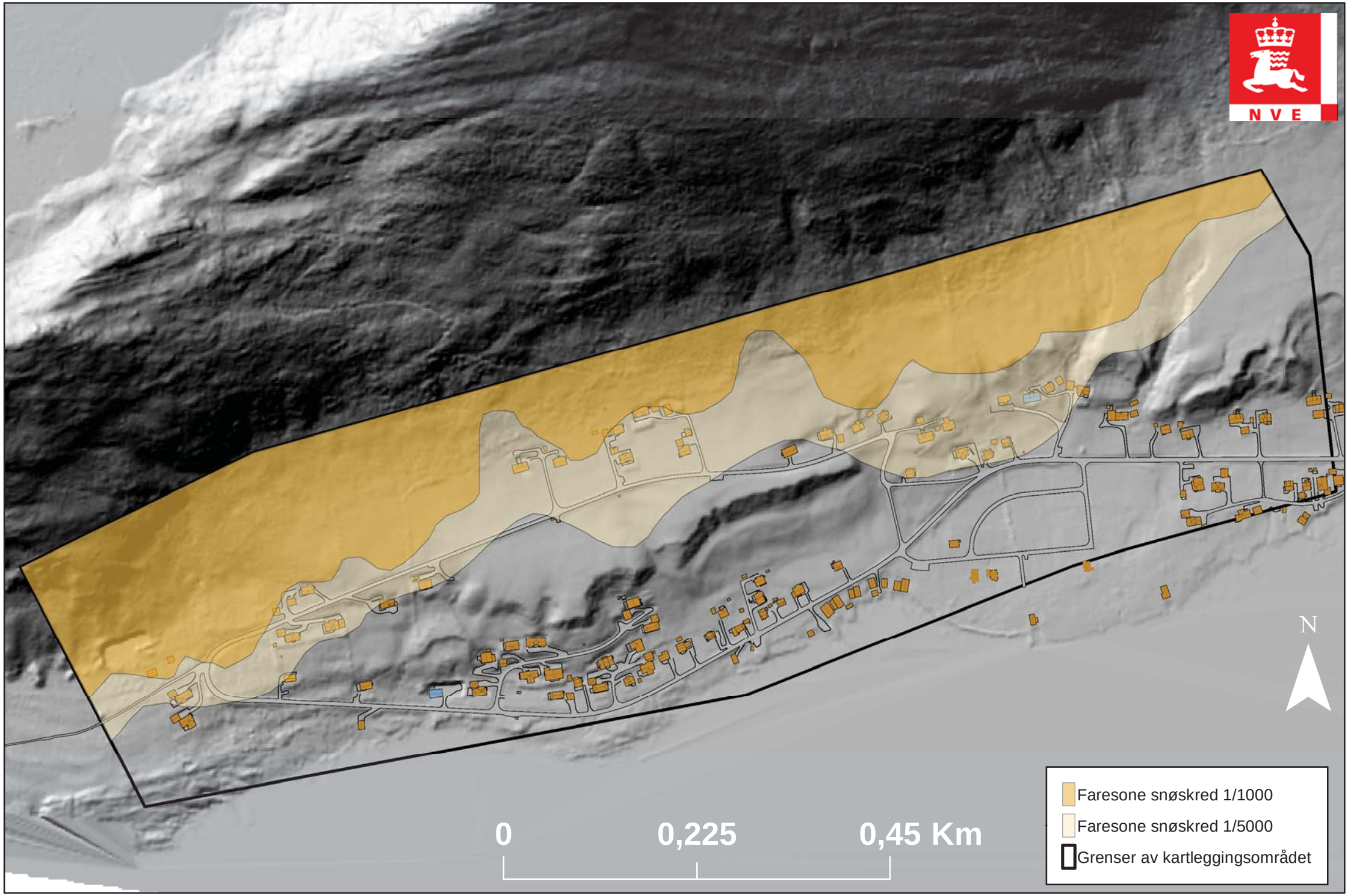
Område 3, Juv - Faresoner (alle skredtyper)



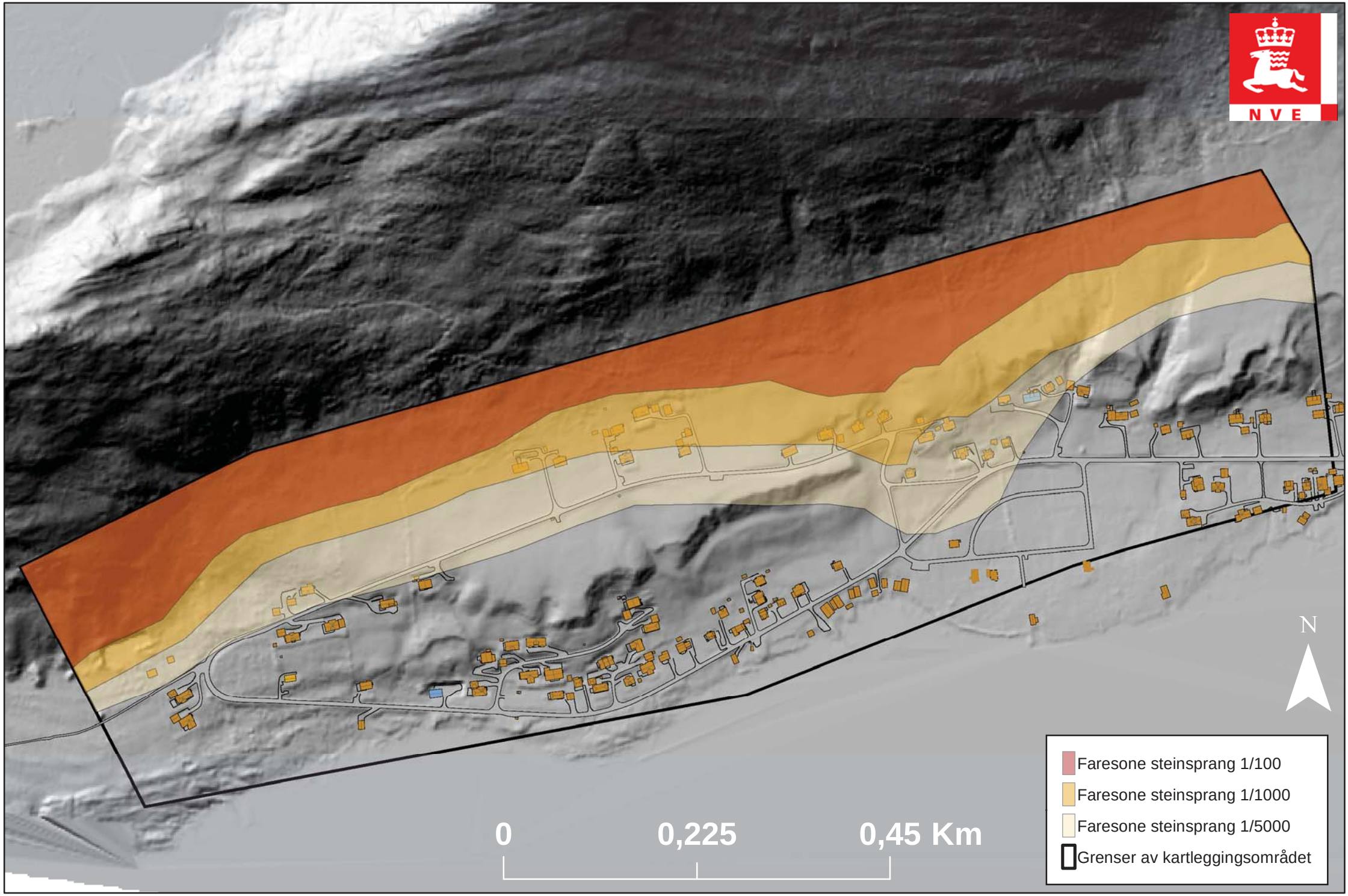
Område 3, Juv - Faresoner (jord-/flomskred)



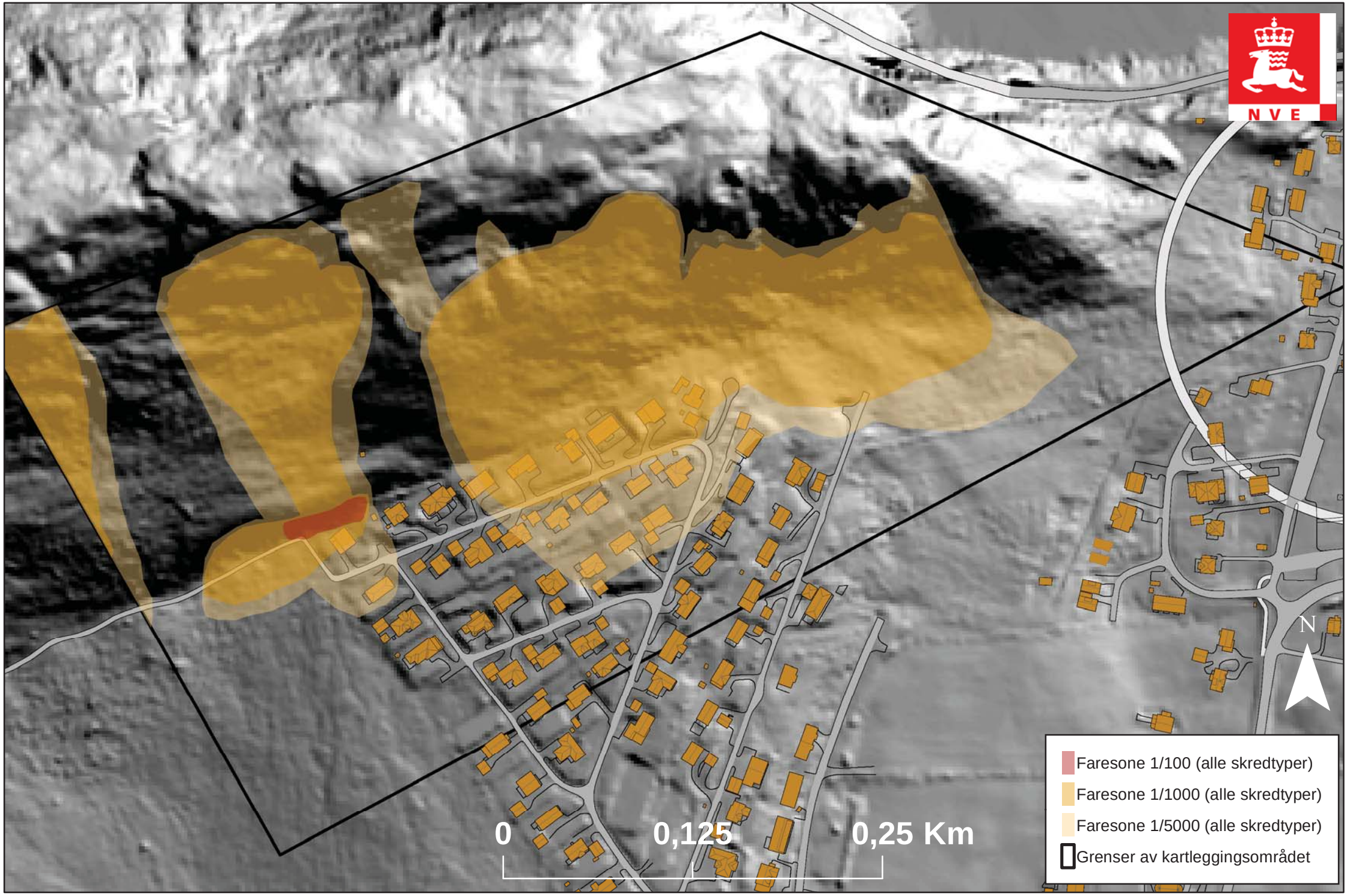
Område 3, Juv - Faresoner (snøskred)



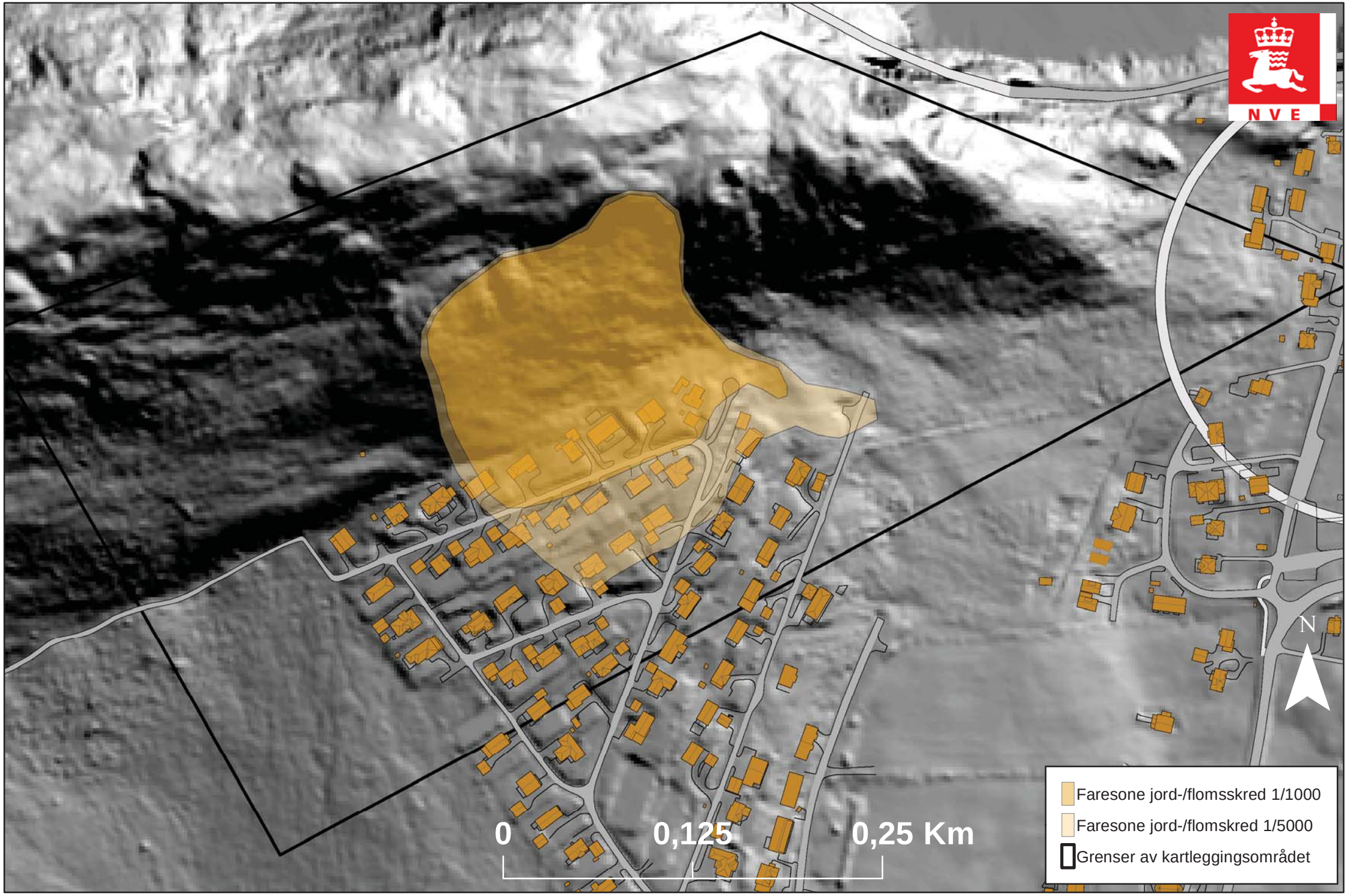
Område 3, Juv - Faresoner (steinsprang)



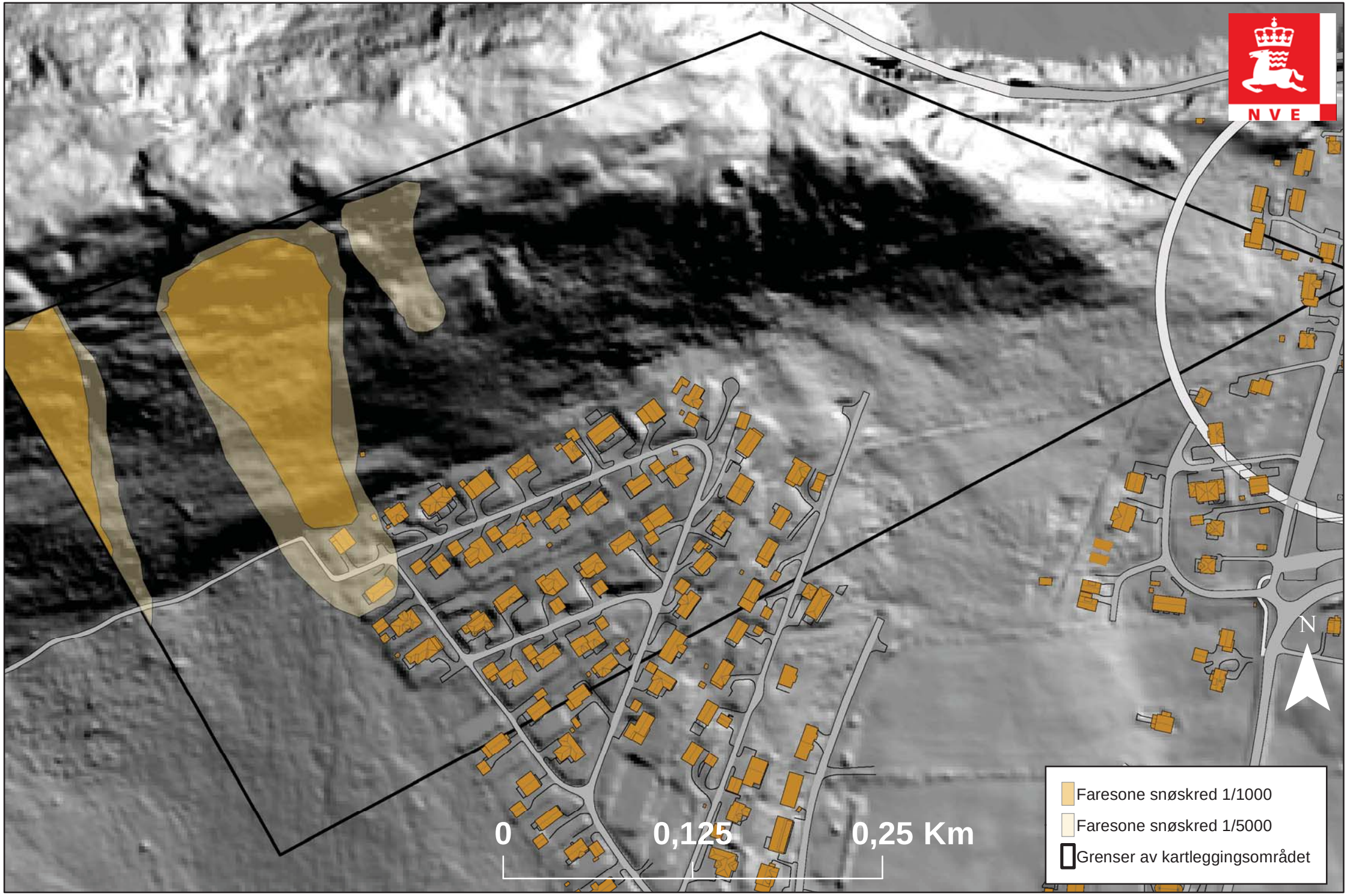
Område 4, Valkvæ - Faresoner (alle skredtyper)



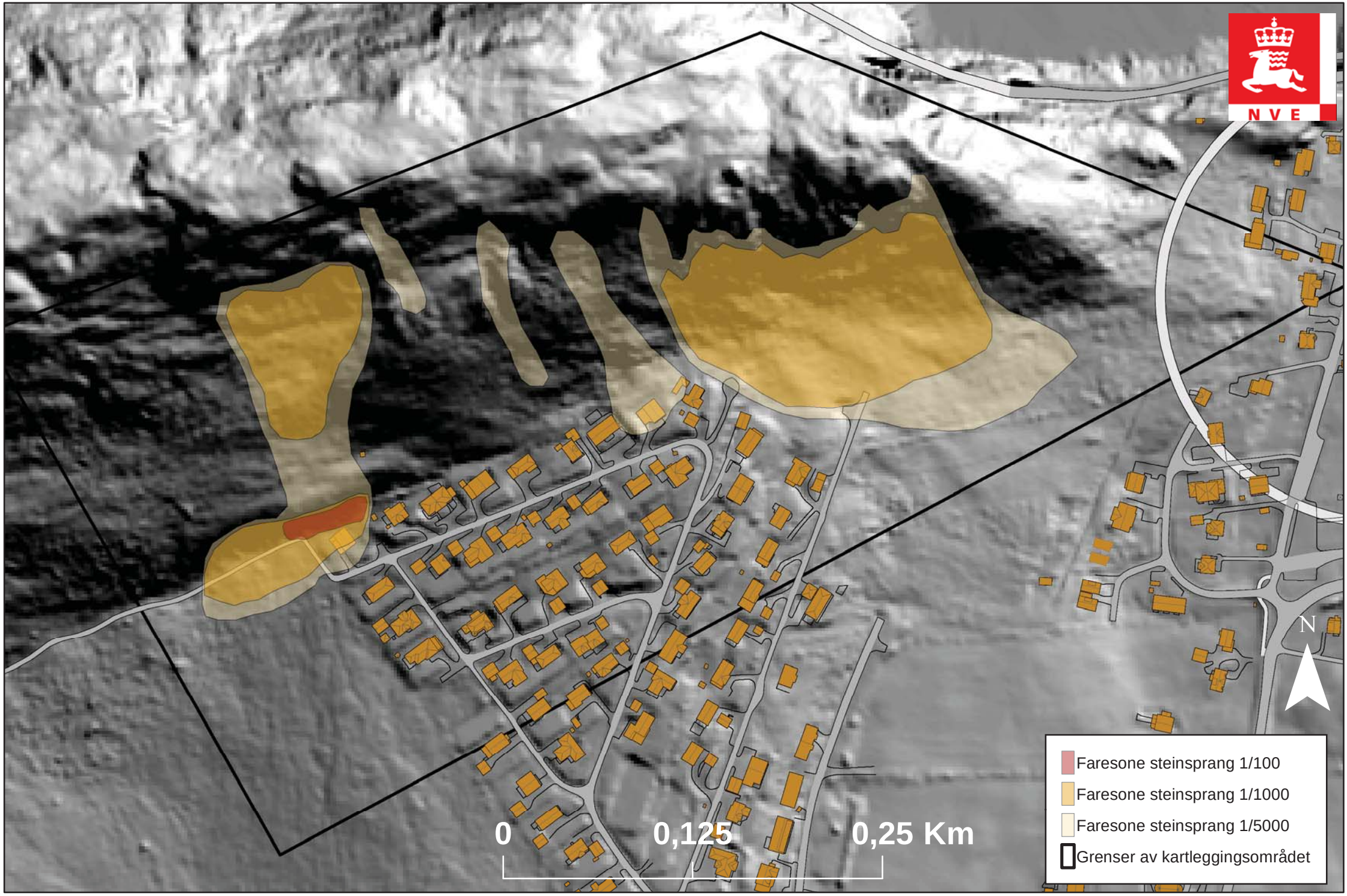
Område 4, Valkvæ - Faresoner (jord-/flomskred)



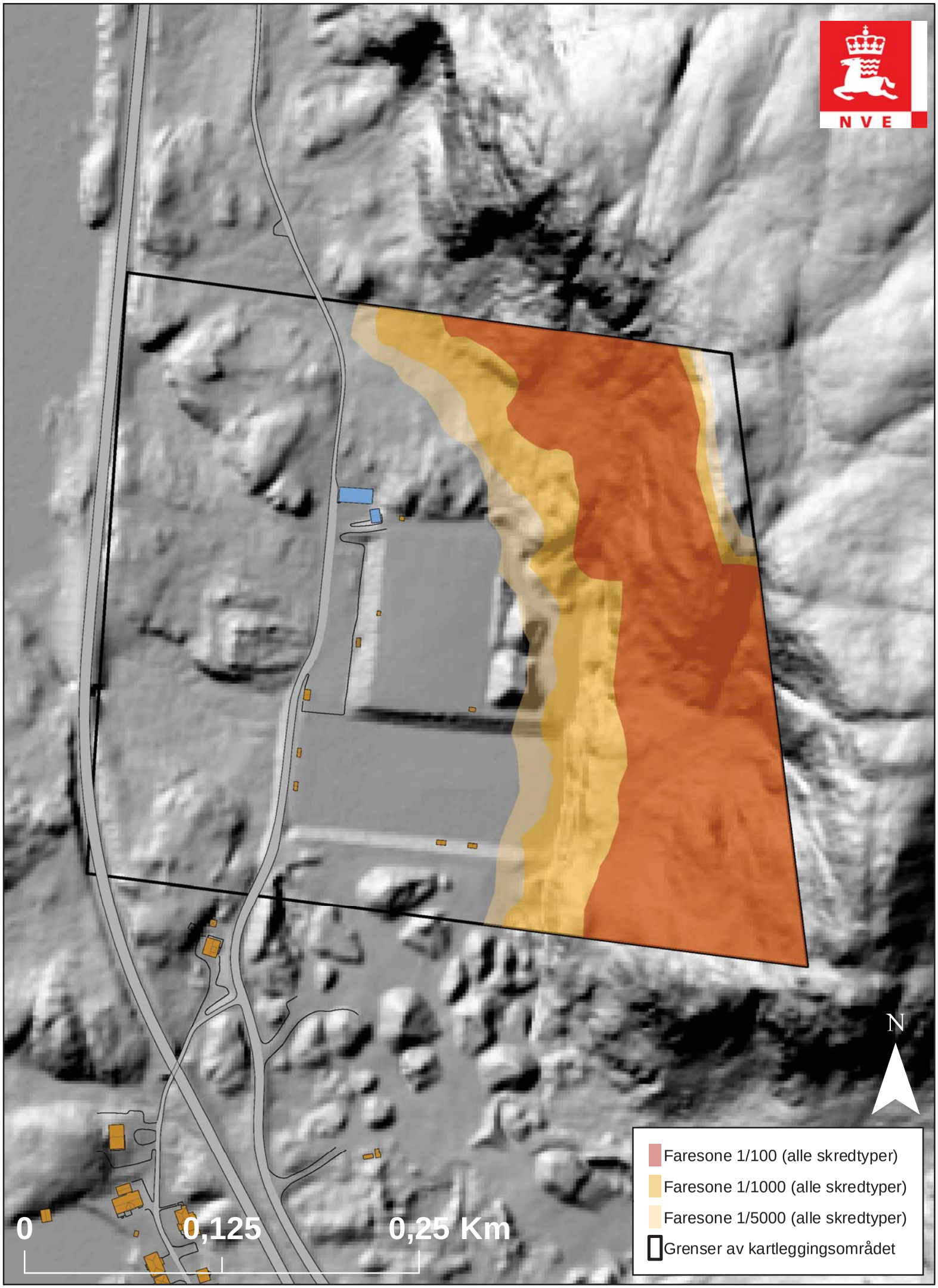
Område 4, Valkvæ - Faresoner (snøskred)



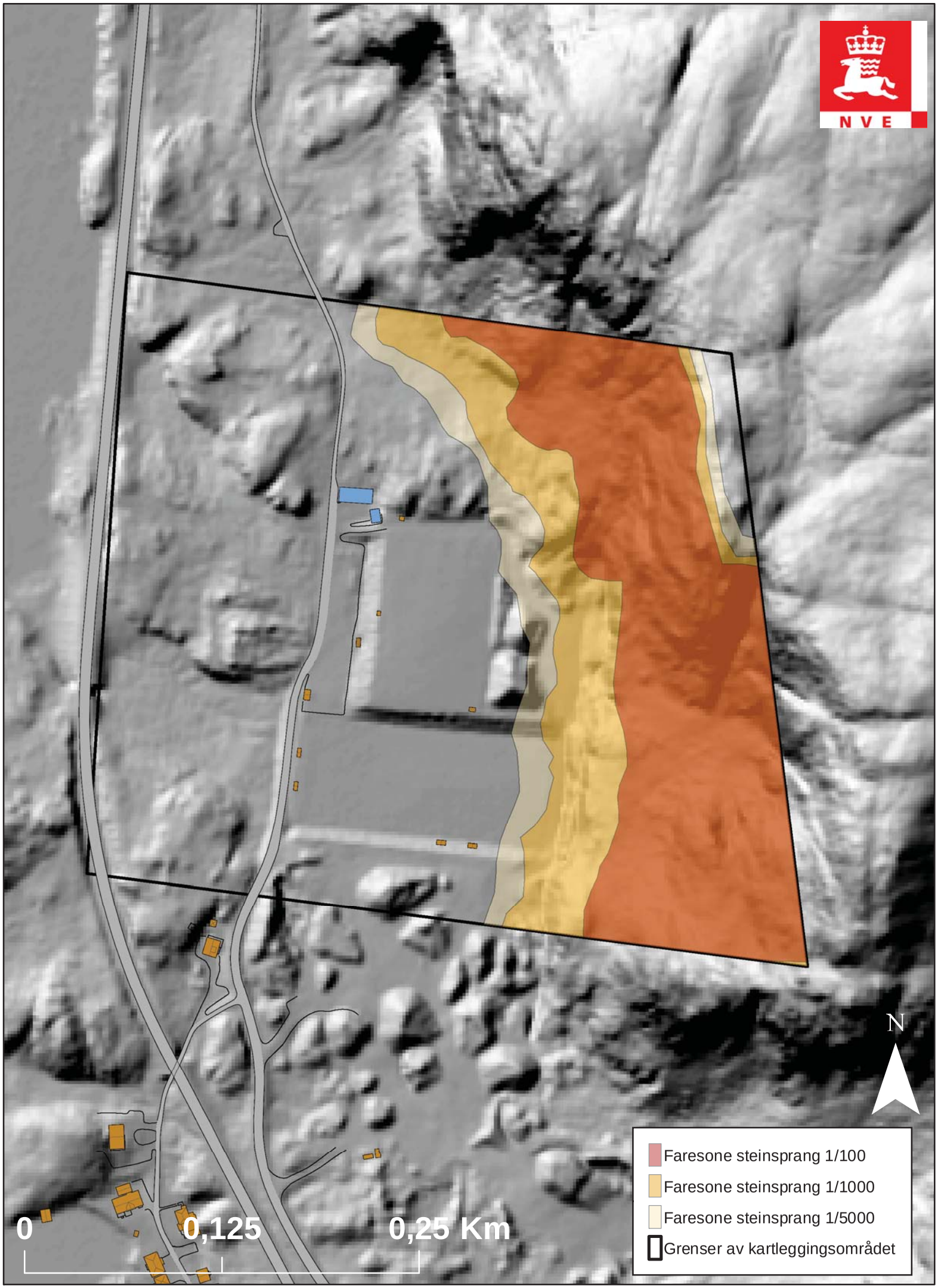
Område 4, Valkvæ - Faresoner (steinsprang)



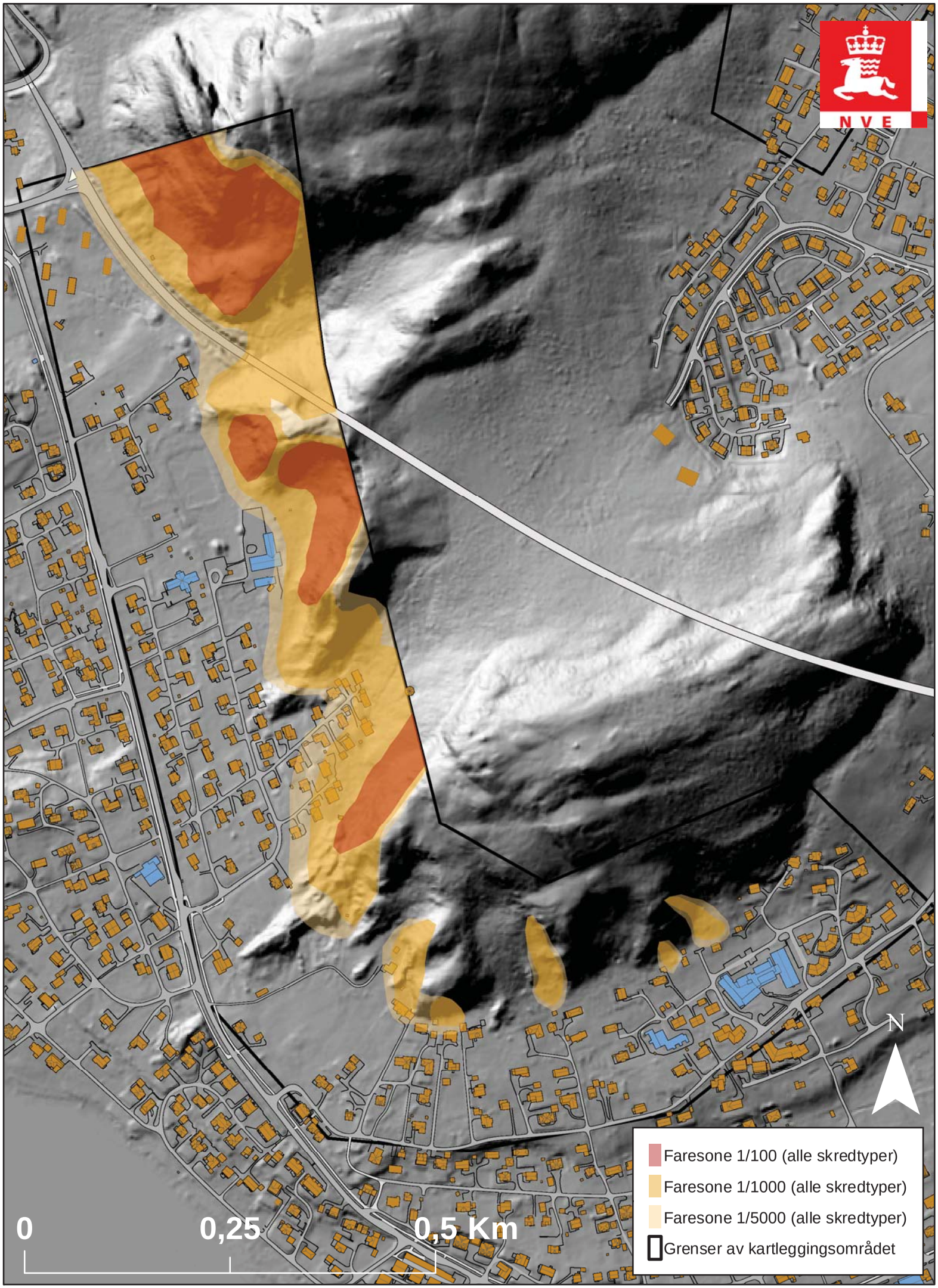
Område 5, delområde Valdervoll - Faresoner (alle skredtyper)



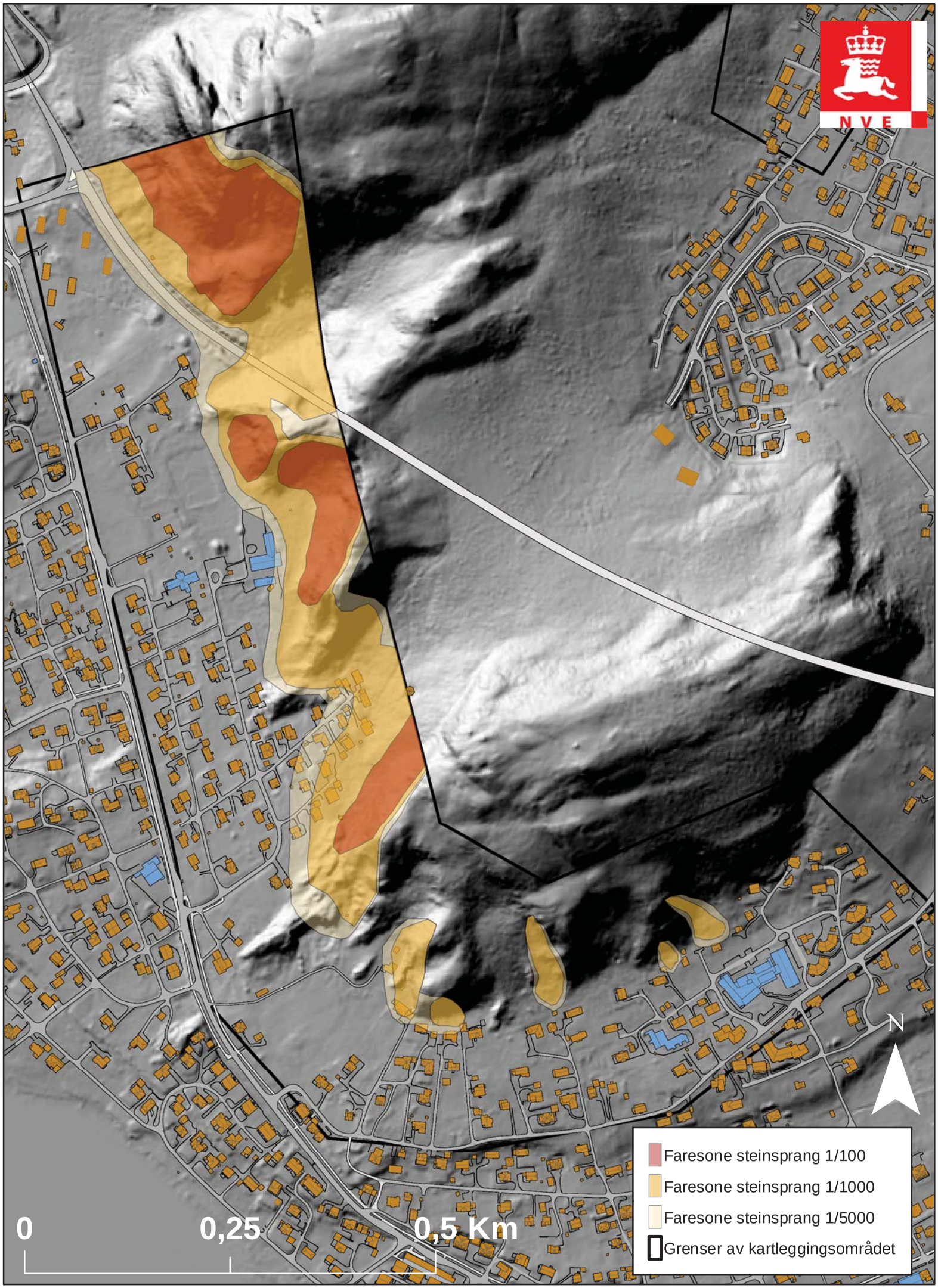
Område 5, delområde Valdervoll - Faresoner (steinsprang)



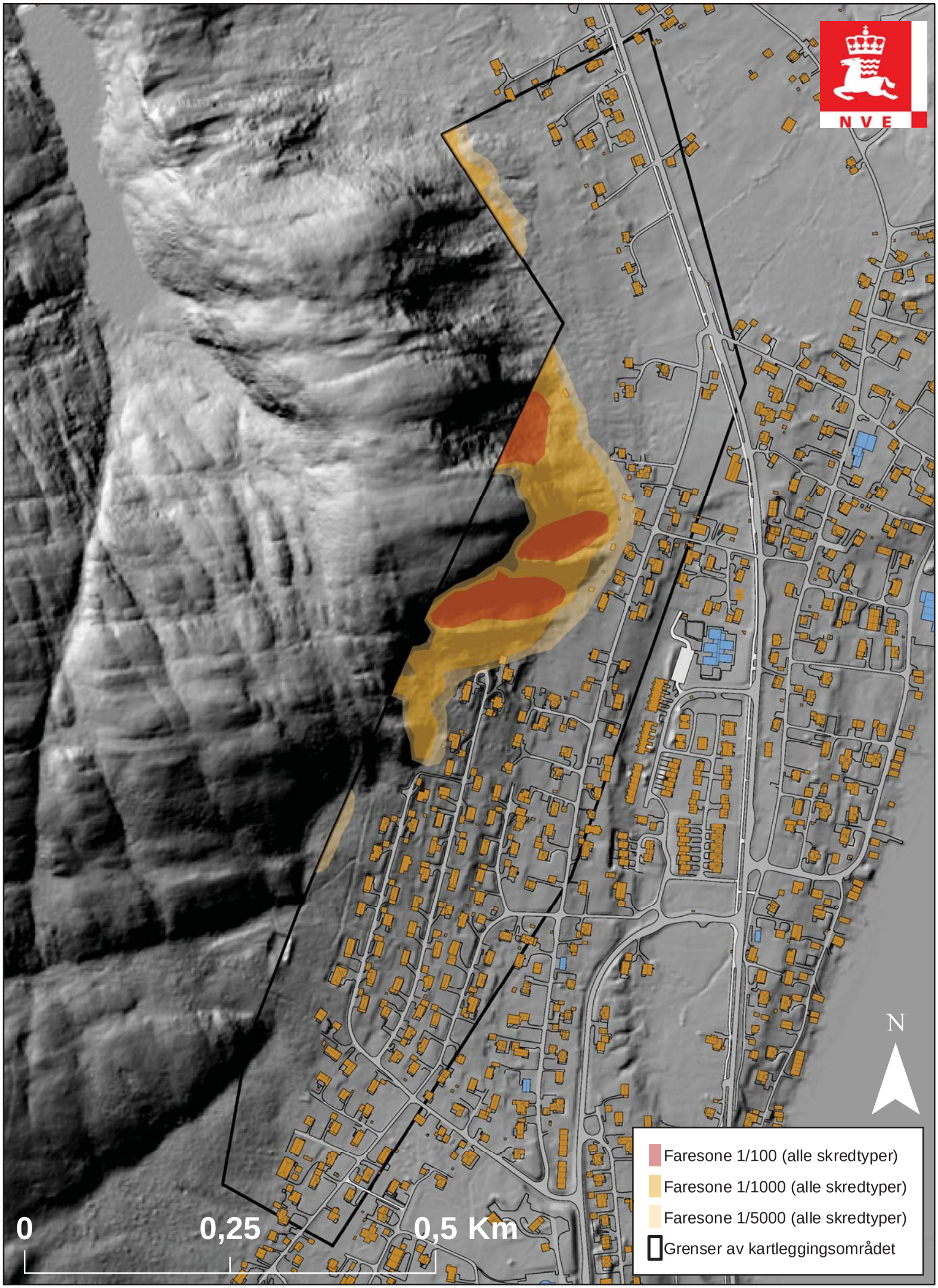
Område 5, delomr. Øvre Valderhaugstrand- Faresoner (alle skredtyper)



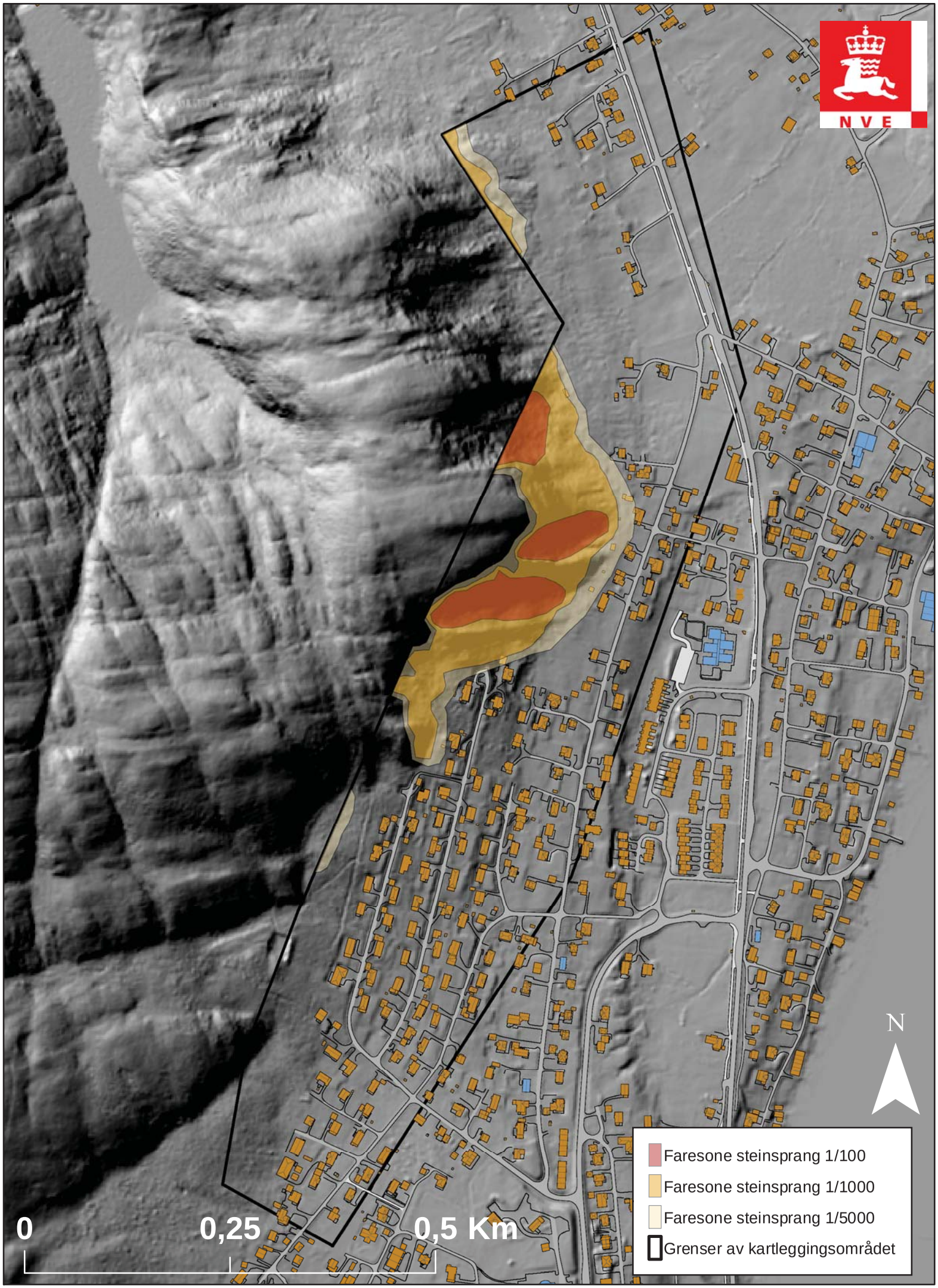
Område 5, delomr. Øvre Valderhaugstrand- Faresoner (steinsprang)



Område 6, Skaret - Øvre Nordstranda- Faresoner (alle skredtyper)



Område 6, Skaret - Øvre Nordstranda- Faresoner (steinsprang)



Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no

