

Dokument type
Notat

Dato
27.01.2022

SKREDFAREVURDERING TEIGANE



SKREDFAREVURDERING TEIGANE

Oppdragsnavn **Teigane**
Prosjekt nr. **1350044653-002**
Mottaker **Bergen kommune**
Dokument type **Notat**
Versjon **1**
Dato **27.01.2022**
Utført av **TANS**
Kontrollert av **LUBE**
Godkjent av **TANS**

1. FORORD

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17, kap 7.3) stiller krav til sikkerhet mot skred. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspiktig eller ikke, må det derfor dokumenteres at tilstrekkelig sikkerhet mot skredfare vil bli oppnådd i henhold til disse sikkerhetskravene.

Denne utredningen er utført av fagkyndig personell og følger NVEs veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak¹, og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang utredes.

2. OM OPPDRAGET

Oppdragsgiver: Bergen kommune

Utførende foretak:
Rambøll Norge AS

Skredfareutredning for:
Skisseprosjekt

Følgende tiltak og sikkerhetsklasse(r) er planlagt på eiendommen/planområdet:
Bolig sikkerhetsklasse S2

Befaring gjennomført, eventuelt hvorfor ikke:
Befaring gjennomført

Befaring gjennomført av og når:
TANS, 12.10.2021, 25.11.2021

¹ <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng>

3. INNHOLD

1.	Forord	3
2.	Om oppdraget	3
3.	Innhold	4
4.	innledning	5
4.1	Detaljnivå og bruk av skredfarevurdering	5
4.2	Gjeldende regelverk	5
4.3	Grunnlagsmateriale	6
5.	Områdebeskrivelse	7
6.	Skredfareutredning per skredtype	10
6.1	Steinsprang	10
6.1.1	Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?	10
6.1.2	Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet	10
6.1.3	Utredning av utløp	11
6.1.4	Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?	11
6.2	Steinskred	11
6.2.1	Er steinskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?	12
6.3	Snøskred	12
6.3.1	Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?	12
6.3.2	Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet	12
6.4	Jord- og flomskred	12
6.4.1	Er jord- og flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?	13
6.4.2	Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet	13
6.4.3	Utredning av utløp	13
6.4.4	Når jord- og flomskred inn i kartleggingsområdet?	13
6.5	Sørpeskred	14
6.5.1	Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?	14
6.6	Hva er den samlede skredfaren?	14
7.	Grunnlagsmateriale	16
7.1	Digital terrengmodell (DTM)	16
7.2	Historiske skredhendelser	16
7.3	Eksisterende sikringstiltak	16
7.4	Eksisterende skredfarevurderinger	16
7.4.1	Rasrisiko etter rekordnedbør 14. september 2005. Teigane i Arna (Multiconsult, 2006).	16
7.4.2	Teigane gnr 287 / bnr 923 – Vurdering av skredfare (Sweco, 2008).	17
7.4.3	Arnadalen, Bergen kommune. Kartlegging av faresoner for skred (NGI, 2011).	17
7.5	Klimatologiske data	18
8.	Referanser	19
9.	Vedlegg	20
9.1	Vedlegg - Helningskart	20
9.2	Vedlegg - Løsmassekart	21
9.3	Vedlegg - Berggrunnskart	22
9.4	Vedlegg - Registreringskart	23
9.5	Vedlegg - Vannveier	24
9.6	Vedlegg - Faresoner	25
9.7	Vedlegg - Modelleringsresultat	26

4. INNLEDNING

4.1 Detaljnivå og bruk av skredfarevurdering

Aktsomhetskart fra NVE (Norges vassdrag og energidirektorat) viser kun potensielle fareområder. Kartene er generert fra en grov terrengeanalyse, der lokale forhold ikke er tatt hensyn til. Sannsynligheten eller gjentaksintervallet for skred er ikke vurdert. I de fleste tilfeller vil en nærmere kartlegging føre til at utstrekningen av aktsomhetsområdene kan reduseres.

Rambøll har vurdert sannsynligheten for skred basert på kartanalyser, feltkartlegging, skredhistorikk og klimadata. Skredfarevurderingen er utført med en detaljeringsgrad og nøyaktighet som tilfredsstillende NVEs retningslinjer og veileder for utredning for regulering og byggesak.

Skredfarevurderingen gjøres uavhengig av avgrensningen på aktsomhetsområdene. Dette for å tilfredsstillende retningslinjene. Kartleggingen omfatter snøskred, sørpeskred, steinsprang, steinskred, jordskred og flomskred. For beskrivelse av skredtypene som er vurdert, vises det til NVEs veileder [1]. Vurdering av kvikkleireskred, fjellskred og flom er ikke inkludert i denne vurderingen.

Vurderingen legger til grunn dagens terreng, vegetasjonsforhold og klimadata, og gjelder skredfare fra naturlig bratt terreng.

Ved fastsettelse av faresoner for skred, vil disse gjelde over aktsomhetsområdene.

4.2 Gjeldende regelverk

Byggeteknisk forskrift TEK 17 og plan- og bygningsloven

Krav til sikkerhet mot skred og flom er gitt i Veiledning om tekniske krav til byggverk (TEK17), som inngår i plan- og bygningsloven. Ved plassering av byggverk i skredfarlige områder er det definert tre sikkerhetsklasser for skred, inndelt etter konsekvens og største nominelle årlige sannsynlighet for skred, se Tabell 1.

I vurderingen av hvilken sikkerhetsklasse byggverket havner i, må det tas hensyn til både konsekvenser for liv og helse, samt økonomiske verdier. I områder som kan utsettes for flere typer skred er det den samlede nominelle årlige sannsynligheten for skred som skal legges til grunn. Nominell sannsynlighet for skred er definert som sannsynlighet for skred per enhetsbredde på 30 meter på tvers av skredretningen, når tomtebredden ikke er fastlagt.

For bestemmelse av sikkerhetsklasse som skal legges til grunn i vurderingen vises det til beskrivende eksempler i TEK 17. Kort oppsummert:

Sikkerhetsklasse S1 – Byggverk der det normalt ikke oppholder seg personer og der det er små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempelvis garasje, uthus og båtnaust, mindre brygger og lagerbygning med lite personopphold.

Sikkerhetsklasse S2 - Byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempelvis enebolig, tomannsbolig, eneboliger i kjede/rekkehus/boligblokk/fritidsbolig, arbeids- og publikumsbygg, driftsbygning i landbruk, parkeringshus og havneanlegg.

Sikkerhetsklasse S3 - Byggverk der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer, eller der det er store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempelvis skole, barnehage, sykehjem og lokal beredskapsinstitusjon.

Kravet til sikkerhet for tilhørende uteareal kan ofte reduseres til et lavere sikkerhetsnivå, avhengig av eksponeringstid.

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde.

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

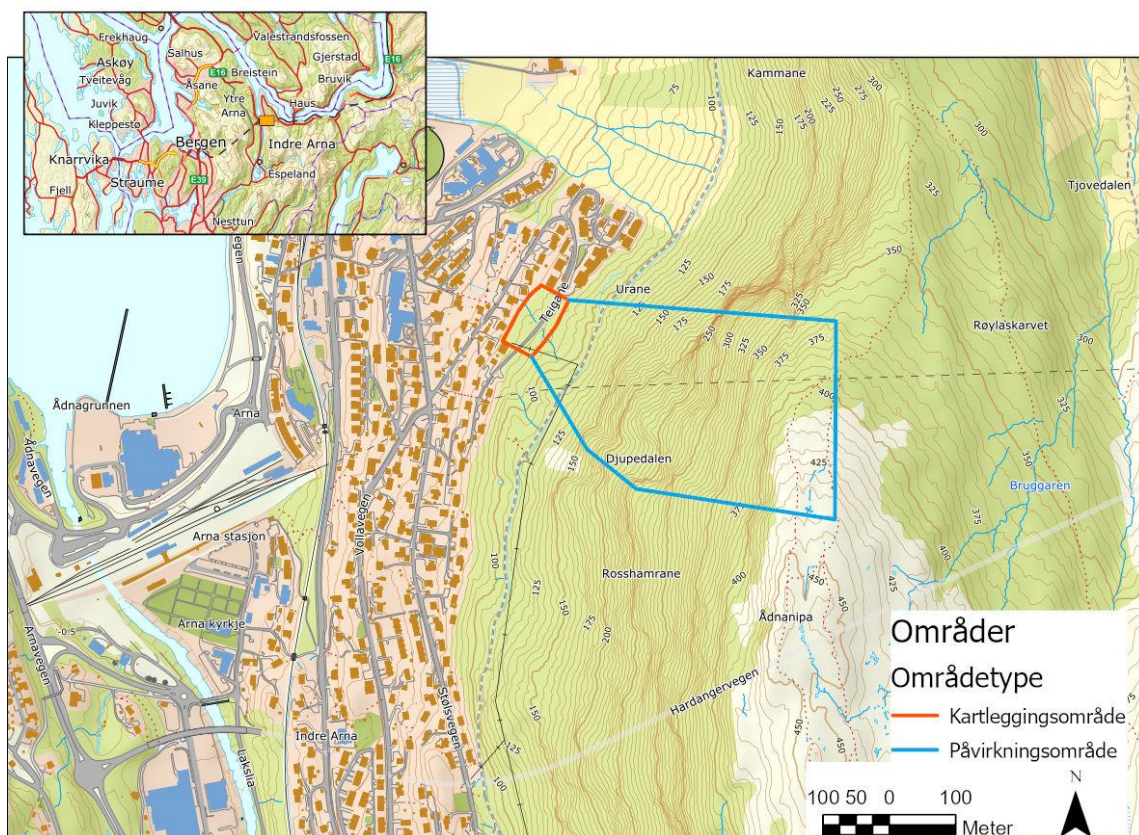
Aktuell sikkerhetsklasse

Tiltaket som planlegges i bygget i kartleggingsområdet vurderes å ligge i sikkerhetsklasse S2. For sikkerhetsklasse S2 tillates det at største nominelle årlige sannsynlighet for skred er 1/1000.

4.3 Grunnlagsmateriale

- Berggrunnskart og løsmassekart hentet fra www.ngu.no (NGU, 2021)
- Terrengmodell hentet fra www.hoydedata.no (Kartverket, 2021)
- Ortofoto hentet fra www.norgebilder.no
- Grunnlagskart hentet fra www.norgeskart.no
- Informasjon om skredhendelser hentet fra NVE Atlas (NVE, 2021)
- Veileder for sikkerhet mot skred i bratt terreng (NVE, VEILEDER FOR UTREDNING AV SIKKERHET MOT SKRED I BRATT TERRENG, 2020)
- Rasrisiko etter rekordnedbør 14. september 2005. Teigane i Arna. (Multiconsult, 2006)
- Teigane gnr 287 / bnr 923 – Vurdering av skredfare. (Sweco, 2008)
- Arnadalen, Bergen kommune. Kartlegging av faresoner for skred. (NGI, 2011)

5. OMRÅDEBESKRIVELSE



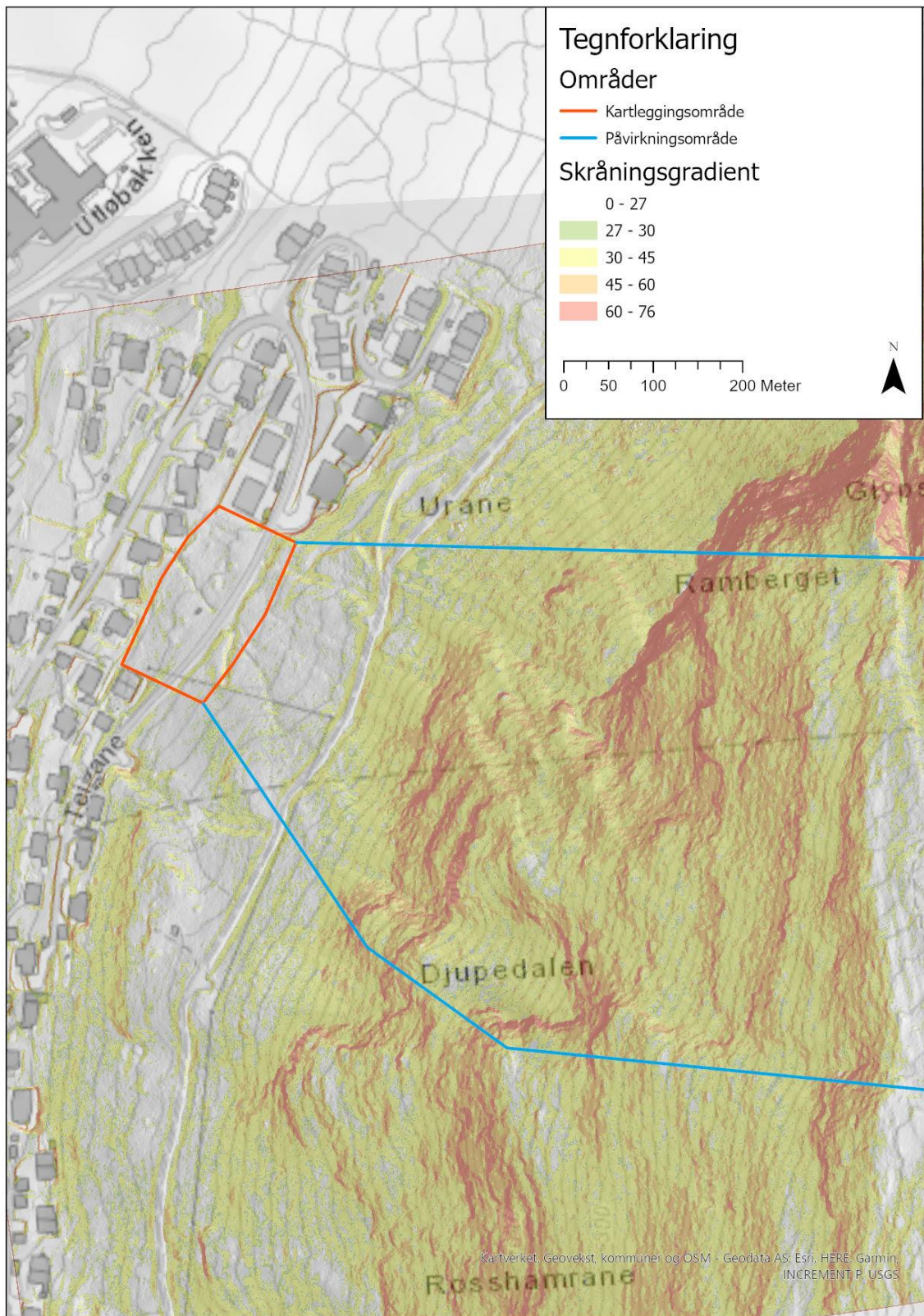
Figur 1: Oversikt over kartleggingsområdet og påvirkningsområdet og utsnitt av oversiktskart.

Kartleggingsområdet ligger på Teigane i Indre Arna. Kartleggingsområdet med påvirkningsområde er vist over i Figur 1. Området som skal utvikles ligger ved veien som heter Teigane mellom nr. 51 og 77. Dronebilde fra området er vist under i Figur 2. Tomten ligger ca. 70 meter over havet (moh). Helningskart er vist i Figur 3 og Vedlegg - Helningskart; over bilvegen, mot øst, går terrenget oppover 10-15° til turvegen som ligger ca. 110 moh. Videre østover går terrenget oppover mot Ådnanipa, her varierer skråningsgradienten fra 15-90°.



Figur 2: Oversiktsfoto tatt fra drone, mot nord. Blått område viser kartleggingsområdet.

Vegetasjonen i skråningen består hovedsakelig av lauvskog og mose. Løsmassene var vannmettet på befaringstidspunktet og en stor del av trærne har dårlige vekstforhold. Dette ser man i form av råtne trær og velt. Løsmassene i påvirkningsområdet er på NGUs kart (Vedlegg - Løsmassekart) vist som bart fjell, stedvis tynt løsmassedekke. Det går flere bekker ned fra påvirkningsområdet og inn i kartleggingsområdet disse er vist i Vedlegg - Vannveier. Berggrunnen er i NGUs N50-serie kartlagt som Anortositt (Vedlegg - Berggrunnskart) og er en del av Lindåsdekket.



Figur 3: Helningskart.

6. SKREDFAREUTREDNING PER SKREDTYPE

6.1 Steinsprang

Ifølge NVEs veileder for skredfare i bratt terreng (2020), brukes begrepet steinsprang om hendelser der én eller et fåtall steinblokker løsner og faller, spretter, ruller eller sklir nedover en skråning. Steinsprang har normalt et relativt lite volum, inntil noen hundre kubikkmeter. Steinblokkene beveger seg nedover stort sett uavhengig av hverandre, og vil tape energi når de slår ned i bakken og spretter, eventuelt knuses. I bratte fjellsider følger de terrenghelningen, men når terrenget blir slakere, kan blokkene bøye av og gå ut til sidene for fallretningen. Løse enkeltblokker som ligger i bratt terreng kan utgjøre en fare ved at de løsner igjen senere, såkalt remobilisering. I prinsippet kan alle blokker remobiliseres. Det gjelder særlig blokker som ligger fritt i hellende terreng, eller som ikke er låst i ur. Skog kan virke både drivende og bremsende på steinsprang. I løснеområder for steinsprang er trær i stor grad drivende på grunn av rotsprengning og rotvelt. I en steinsprangbane vil trær virke som en barriere, siden blokker mister energi når de treffer trestammer. Steinsprang kan forekomme gjennom hele året, men ofte ser vi en økt hyppighet om våren og høsten. Dette har bakgrunn i fryse/tine-prosesser, rotsprengning eller store nedbørsmengder som fører til høyt vanntrykk i sprekkene i fjellet.

Flogstein, eller steinsprut, oppstår typisk når en steinblokk faller ned fra en stor høyde og knuses mot en hard bergflate (sva) i foten av fjellsiden. Helningen ved foten av fjellsiden er normalt vesentlig slakere enn fjellsiden ellers (rundt 30°). Mindre steinfragmenter slynges da ut i stor hastighet og i stor høyde. Dette gir en ideell utslagsvinkel, og flogstein følger gjerne en uvanlig høy bane med resulterende langt utløp – nærmest som et prosjektil som skytes ut. Det er observert tilfeller hvor større blokker (inntil ca. 0,1 m³) har gått betydelig lenger ut enn øvrige skredmasser. Flogstein er likevel som oftest små, typisk mellom 0,001 og 0,01 m³, men erfaringer viser at flogstein kan ha landingshastighet på mellom 70 og 80 m/s og kan følgelig slå ned med betydelig kraft. Det betyr at flogstein kan gjøre mye skade, selv om fragmentet er små. (NVE, 2020).

6.1.1 Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?

I påvirkningsområdet er skråningsgradienten > 45° (Figur 3, Vedlegg - Helningskart). Steinsprang er derfor en aktuell prosess i påvirkningsområdet. I forbindelse med utbygging av nabotomter er steinsprang også vurdert som aktuell skredtype for gjeldende skråning i tidligere skredfarevurderinger (Multiconsult, 2006) (Sweco, 2008) (NGI, 2011).

6.1.2 Utredning av løснеområde og løsnesannsynlighet

Aktuelt løснеområde for steinsprang starter ca. 250 meter opp fra kartleggingsområdet, her er skråningen > 30° (Figur 3, Vedlegg - Helningskart) opp til platået til Ådnanipa (456 moh). Her er det mindre klipper, opptil 10 meter høye. Det er et større vertikalt bergparti ca. 600 meter fra kartleggingsområdet. Her er det kartlagt skredavsetninger under. Ellers er det ikke observert ferske utfall i påvirkningsområdet, ingen skader på trær eller sår i løsmassedecket. Løsnesannsynligheten anses derfor som liten.



Figur 4: Typisk vegetasjon og løsmasser i påvirkningsområdet. Bildet er tatt mellom turvei og bilvei, ca. 50 meter opp fra kartleggingsområdet. Bildet er tatt mot vest.

6.1.3 Utredning av utløp

Det er utført modellering av steinsprang i programvaren RAMMS Rockfall. Det er utført modellering med en 1x1m terrengmodell, tilpasset bergarten i området (2600kg/m^3) og løsmassedekket (medium). Det er modellert med blokkstørrelse 1m^3 for alle aktuelle løsneområder og 25^3 for et bergparti som naboer har vært bekymret for. Resultatene er vist i Vedlegg – Modelleringsresultater og viser at 95% av blokkene stopper før de når kartleggingsområdet. 4 blokker går inn i kartleggingsområdet, og stopper før bilvegen. I modelleringen med større blokker fra bergparti i sør så viser modellerte skredbaner at utløp går sør for kartleggingsområdet.

6.1.4 Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?

Steinsprang kan nå inn i kartleggingsområdet. Det vurderes at det er en liten risiko for steinsprang på østsiden av bilvegen. På vestsiden av bilvegen vurderes det som usannsynlig at det vil nå steinsprang. Det tegnes faresone i kartleggingsområdet basert på disse beregningene. NGI (NGI, 2011) har i sin faresonekartlegging tegnet $>1/5000$ -faresone lengre inn i kartleggingsområdet, på vestsiden av veien. Rambøll ser ikke hvordan denne er begrunnet og legger topografien, registrerte hendelser og egne modelleringsresultater til grunn for vurderingen.

6.2 Steinskred

Et steinskred er en massebevegelse der et større bergparti beveger seg ned en skråning. Partiklene i skredet interagerer og splittes ofte i mindre deler nedover i skredbanen. Energien i et

steinskred vil tapes på grunn av indre friksjon, altså støt mellom blokkene i skredet, og ved kontakten med underlaget.

Det antas at utløpet er økende med økende volum, men dette er også avhengig av de lokale topografiske forholdene, bruddmekanismen og om skredet er samlet (kanalisert) eller blir spredd. I en del tilfeller kan steinskred dra med seg løsmassene i en fjellside og til forveksling få utløpslengder som et fjellskred. En steinskredavsetning er vanligvis tungeformet bestående av steinmateriale delvis sortert med de største blokkene i foten av skråningen. (NVE, 2020).

6.2.1 Er steinskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det er ikke oppdaget større avløste partier som vurderes som ustabile. Dette kan likevel ikke utelukkes. Størrelsen på utfall av stein i området er på størrelse med at de går innunder kategorien steinsprang. Steinskred utredes ikke videre.

6.3 Snøskred

Ifølge NVEs veileder (2020) defineres et snøskred som snø i rask bevegelse nedover en fjellside eller en skråning. Snøskred deles gjerne inn i to hovedtyper, basert på hvordan de utløses; løssnøskred og flakskred. I tillegg har vi snøskredproblematikk relatert til skavlbrudd og skredvind.

Skog kan ha en forbyggende effekt på utløsning av snøskred. Effekten avhenger av treslag, og øker med økt stammetykkelse og kronedekning. Tilstedeværelse av trær hjelper også for å forhindre lagdeling av snø, som kan gi flakdannelse. Dette gjøres ved «mellomlagring» av snø i trærne og redusert vind mot snødekket.

6.3.1 Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Alle fjellsider og skrenter brattere enn 25 grader er regnet for å gi fare for snøskred - så fremt snømengden i året kan overstige 0,2 meter, og det ikke er tilstrekkelig skogdekning i området (NVE, 2020).

Det er skråninger $>30^\circ$ i påvirkningsområdet og gjennomsnittlig årlig maks snødybde er 20cm (7.5 Klimatologiske data, Vedlegg - Helningskart). Snøskred er derfor en aktuell prosess i påvirkningsområdet.

6.3.2 Utredning av løснеområde og løsnesannsynlighet

Det ble ikke observert skader på trær eller spor etter tidligere snøskredhendelser i noen deler av det aktuelle området. Det er heller ikke funnet kilder på tidligere snøskredhendelser i media, historiske flybilder, NVE Atlas eller Varsom RegObs (NVE, 2021). Områdets kima, terrengets ryggformasjoner, ruhet og terrassering gjør at det er lite sannsynlig at det samles nok snø på et stort nok område for å utløse snøskred. Det er for små sammenhengende områder mellom 30° og 55° , skråningsgradienten i påvirkningsområdet er for det meste under 30° eller over 55° . Begrensede snømengder gjør snøskred til en lite sannsynlig skredtype. Utløp utredes ikke videre.

6.4 Jord- og flomskred

Jordskred er utglidinger i vannmettede løsmasser i bratte skråninger, vanligvis brattere en $25-30^\circ$ (NVE, 2020). Skredene kan utløses og kanaliseres i bekkeløp og forsenkninger, eller opptre som såkalte grunne skred. Grunne skred utløses i finkornet jord og leire, og skjer ofte på dyrket mark eller i naturlig terrasseformede skråninger, gjerne om våren når løsmasser kan gli på teleoverflaten.

Forskning viser at skråninger i nedbørsrike områder er mer stabile under kraftigere nedbørintensiteter enn skråninger i områder der det normalt er tørt klima (Sandersen, Bakkehøi, Hestnes, & Lied, 1996). På generelt grunnlag sies det at det er rimelig å forvente at faren for utløsning av jordskred er stor dersom 1-døgns nedbørmengde utgjør ca. 8% av normal årsnedbør.

Flomskred er hurtige, flomlignende skred som opptrer langs elve- og bekkeløp, også der det vanligvis ikke er permanent vannføring. Vannmassene kan rive løs og transportere store mengder løsmasser, større steinblokker, trær og annen vegetasjon i og langs løpet. (NVE, 2020). For at et flomskred skal kunne forekomme trenger man en forsenkning eller bekkeløp som er brattere enn 15 grader. For at fare for flomskred skal utredes må det også være mulighet for løsmasser i disse forsenkningene eller bekkeløpene, eller løsmasser kan bli tilgjengelig som følge av for eksempel erosjon eller andre skredprosesser.

Skog og vegetasjon vil ha en stabiliserende effekt på løsmassedekket ved å binde materialer og fjerne vann fra systemet.

6.4.1 Er jord- og flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Skråningen i planleggingsområdet er bratt nok til at jordskred er en aktuell prosess. Flomskred er en aktuell prosess fordi det går bekker mot kartleggingsområdet Vedlegg - Registreringskart Vedlegg - Vannveier). Det er ikke observert tegn til løsmasseerosjon i skråningen ingen leveer, løsmassevifter eller tungeformer under befaring eller i GIS-analyser. Det er noe rotvelt, men det er som følge av et tynt løsmassedekke og dårlige forhold for vegetasjonen. Turvegen over kartleggingsområdet vil sannsynligvis fange opp eventuelle mindre utglidninger i terrenget over turvegen. Skråningsgradienten mellom turvegen og kartleggingsområdet er under 20°.

6.4.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

I enkelte områder i påvirkningsområdet er skråningsvinkelen bratt nok til at det teoretisk nok kan gå jordskred. Løsmassene er tynne og flere steder er det observert berg i dagen. Løsmassene er grove og framstår som stabile i felt. Det er ikke observert sig og erosjon i løsmassene, trær vokser rett opp. Det er ikke kartlagt vannveier som kan ha økt erosjonspotensiale ned mot kartleggingsområdet. Rotvelt kan dra med seg løsmasser, men det vurderes at de kun vil ha potensiale til å nå noen meter.

6.4.3 Utredning av utløp

Det vurderes at utløpslengden på eventuelle jordskred er liten på grunn av forhold beskrevet over. Ved flom kan det ikke utelukkes at en får erosjon i løsmassene og at de kan nå kartleggingsområdet.

6.4.4 Når jord- og flomskred inn i kartleggingsområdet?

Det vurderes at jord -og flomskred ved ekstrem nedbør kan nå inn i kartleggingsområdet. Dette er lite sannsynlig på grunn av topografien i den nærmeste skråningen, turvegens skredreducerende effekt, tynt løsmassedekke og ingen observerte tegn etter erosjon. Jord - og flomskred er inkludert i faresonekartet.

Drenering, overvann og erosjonssikring bør prosjekteres av VA for å sikre gode dreneringsforhold. Det er også viktig at stikkrenner og inntak holdes åpne og vedlikeholdes jevnlig.

6.5 Sørpeskred

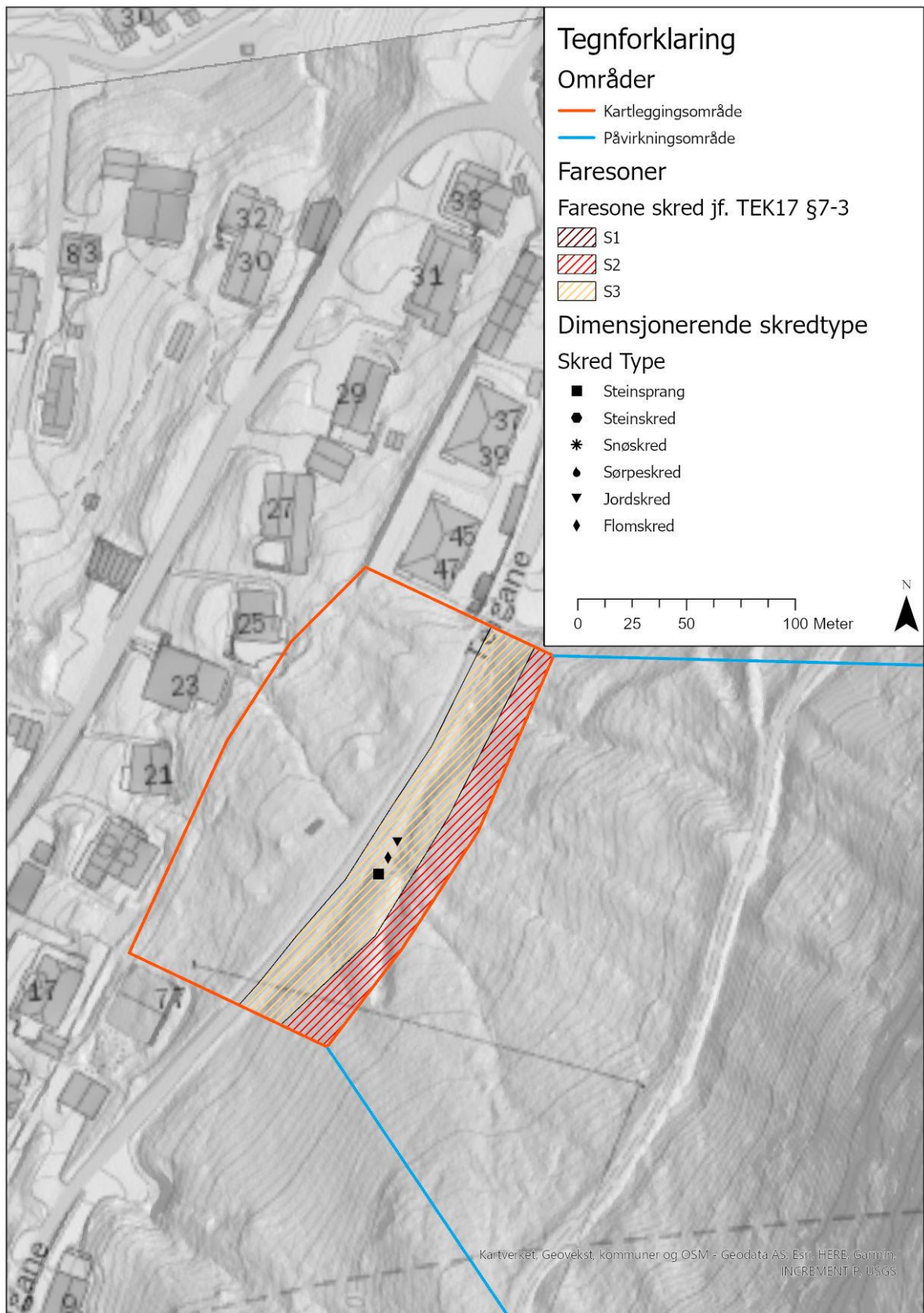
Sørpeskred er hurtige, flomlignende skred av vannmettet snø med varierende innhold av sediment. De blir utløst når vann tilføres snødekket raskere enn det kan dreneres, slik at vann samles i snødekket. Dette fører til at bindingene mellom snøkrystallene svekkes og brytes ned, slik at det faste snødekket endrer form og oppfører seg som en væske. (NVE, 2020).

6.5.1 Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det er ingen definerte forsenkninger eller bekkeløp som kan samle vann og lede sørpeskred nedover skråningen. Det er ingen oppdemningsområder i påvirkningsområdet. Det vurderes at sørpeskred ikke er en aktuell prosess i påvirkningsområdet.

6.6 Hva er den samlede skredfaren?

Den samlede skredfaren består av steinsprangfare fra berghammere 200-600 meter øst for kartleggingsområdet. Det vurderes at steinsprang utgjør en fare for østsiden av bilvegen, inkludert veien. I tillegg kan det ved ekstrem nedbør gå jord- og flomskred ned til kartleggingsområdet. Det tegnes S3 og S2-faresone for dette området, basert på den kombinerte faren fra stein, jord og flomskred. Faresonene er vist på Figur 5. Det er vurdert at det ikke er skredfare fra andre typer skred.



Figur 5: Faresonekart.

7. GRUNNLAGSMATERIALE

7.1 Digital terrengmodell (DTM)

Det er benyttet terrengmodell med navn Bergen 5pkt 2018 hentet fra hoydedata.no.

7.2 Historiske skredhendelser

Det er ikke registrert skredhendelser i eller i nærheten av kartleggingsområdet og påvirkningsområdet i NVEs skredhendelsesdatabase (NVE, 2022).

7.3 Eksisterende sikringstiltak

I forbindelse med bygging av leilighetsbygg i Teigane 78-82 er det etablert en voll over gjeldene bygg. Det er benyttet stedlige masser og vollen er om lag 1,5 høy. Disse leilighetsbyggene ligger i utløpet fra Ramberget, ca. 70-200 meter nord for kartleggingsområdet. Vollen er vist under i Figur 6.



Figur 6: Voll over Teigane 78-82. Bildet er tatt mot nord.

7.4 Eksisterende skredfarevurderinger

7.4.1 Rasrisiko etter rekordnedbør 14. september 2005. Teigane i Arna (Multiconsult, 2006).

Multiconsult utførte i 2006 en vurdering bestilt av beboerne i Teigane 27, 52 og 66 m.fl. Dette er bebyggelse som ligger ca. 200 meter nord for kartleggingsområdet, under Ramberget. Vurderingen konkluderer med at denne bebyggelsen er utsatt for steinsprang anbefaler avbøtende tiltak i form av voll. Skredfarevurderingen henviser til eldre rapport fra Kolderup, Børberg, Selmer-Oslen og Skjerlie som beskriver et oppsprukket bergparti som ligger lengre sør; i

Djupedalen, over Teigane 9. Dette partiet er vurdert som rasutsatt, men det foreligger ingen vurdering av utløp i disse rapportene. Rambøll har utført modellering av utløp fra dette partiet i denne rapporten, de er vist i Figur 16.

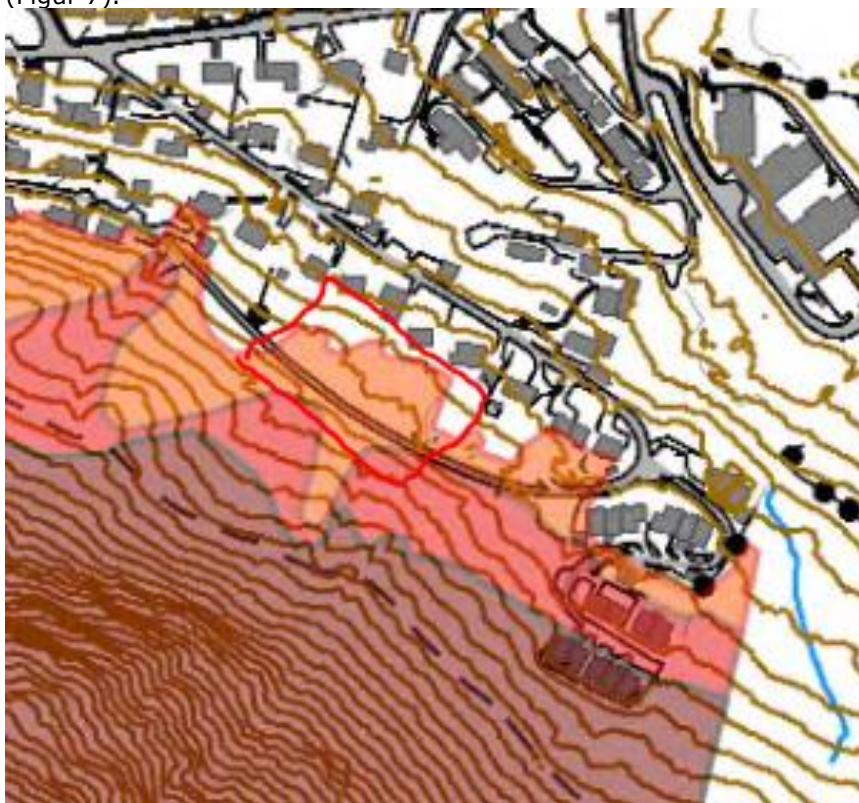
7.4.2 Teigane gnr 287 / bnr 923 – Vurdering av skredfare (Sweco, 2008).

Sweco utførte i 2008 vurdering av rasfare ved gnr 287 / bnr 923, disse har adresse Teigane 78-82 og er vist på Figur 6. Bebyggelsen ligger 55-200 meter nord for kartleggingsområdet.

Vurderingen konkluderer med at det er steinsprangfare for bebyggelsen og at det må etableres en voll. Det er i dag etablert en voll over bebyggelsen, Rambøll har ikke undersøkt effekten av vollen siden den ligger utenfor kartleggingsområdet.

7.4.3 Arnadalen, Bergen kommune. Kartlegging av faresoner for skred (NGI, 2011).

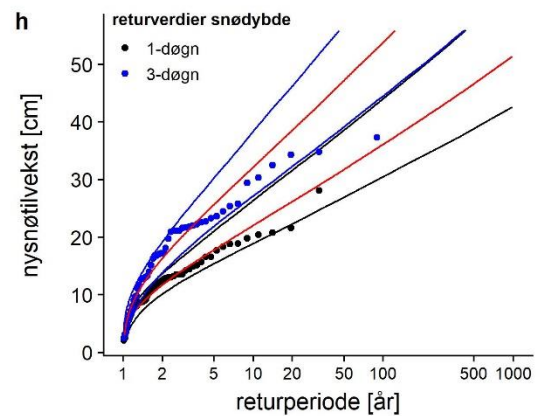
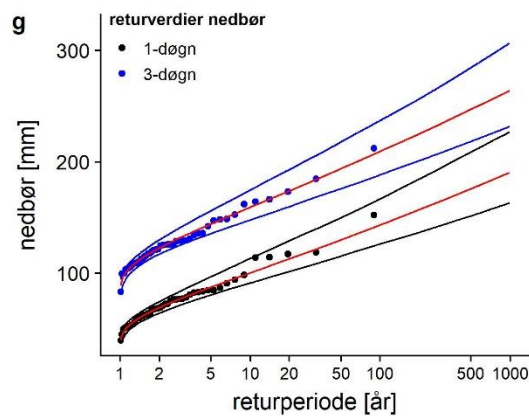
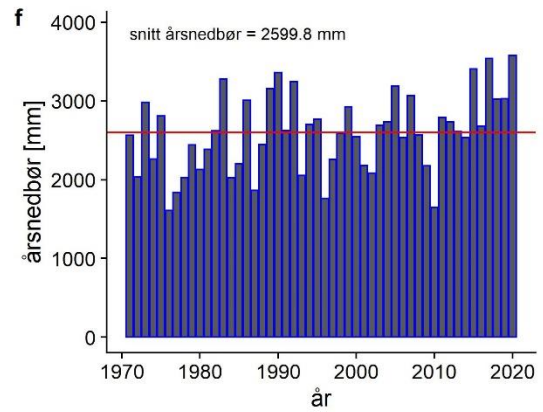
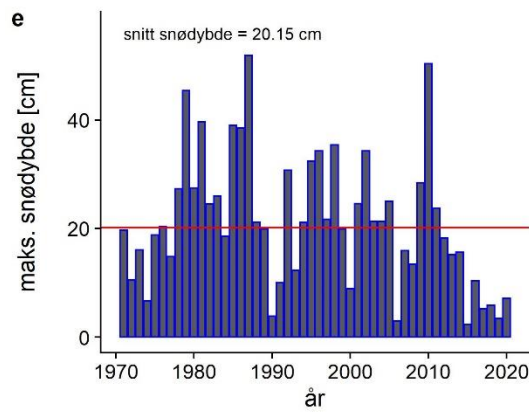
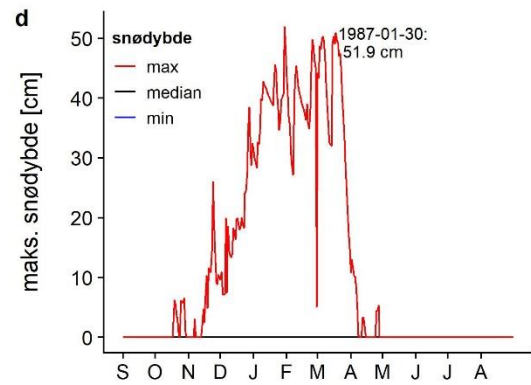
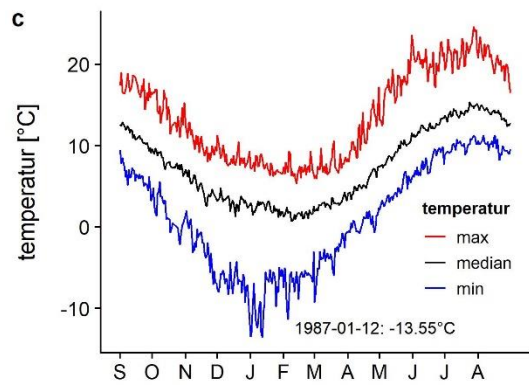
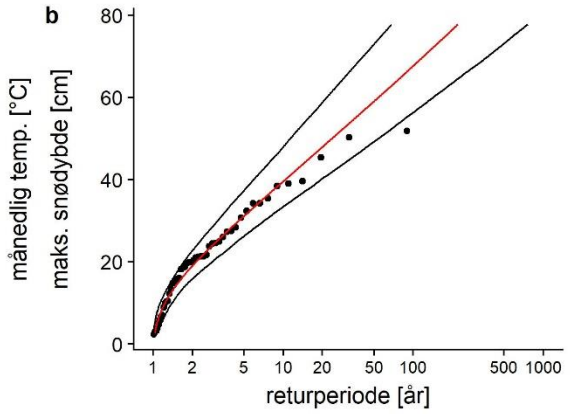
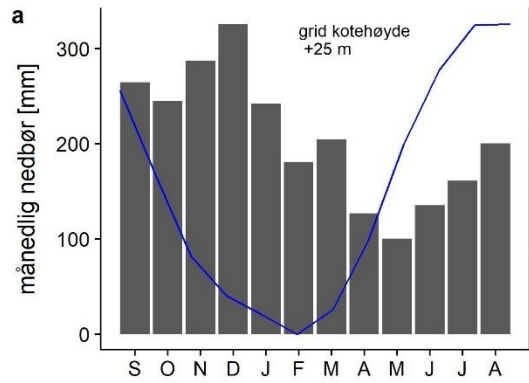
NGI utførte i 2011 faresonekartlegging i Arnadalen, Teigane var ett av områdene som ble kartlagt. Rapporten konkluderer med at bebyggelsen nord for kartleggingsområdet er utsatt for steinsprang og Teigane 44-60, og 78-82 er vurdert innenfor årlig skredsannsynlighet på $>1/1000$. Vollens effekt er ikke inkludert i beregningene, men NGI skriver i rapporten at den sannsynligvis vil redusere faresonene noe. For kartleggingsområdet er det vurdert at deler av tomten er utsatt for steinsprang, vestsiden av bilvegen er i faresone med største årlige sannsynlighet $>1/5000$ (Figur 7).



Figur 7: Utklipp fra skredfarevurdering (NGI, 2011). Rødt område viser omtrentlig kartleggingsområde.

NGI vurderer at løsmasseskred med en årlig sannsynlighet på $>1/5000$ kan nå bilveien i kartleggingsområdet.

7.5 Klimatologiske data



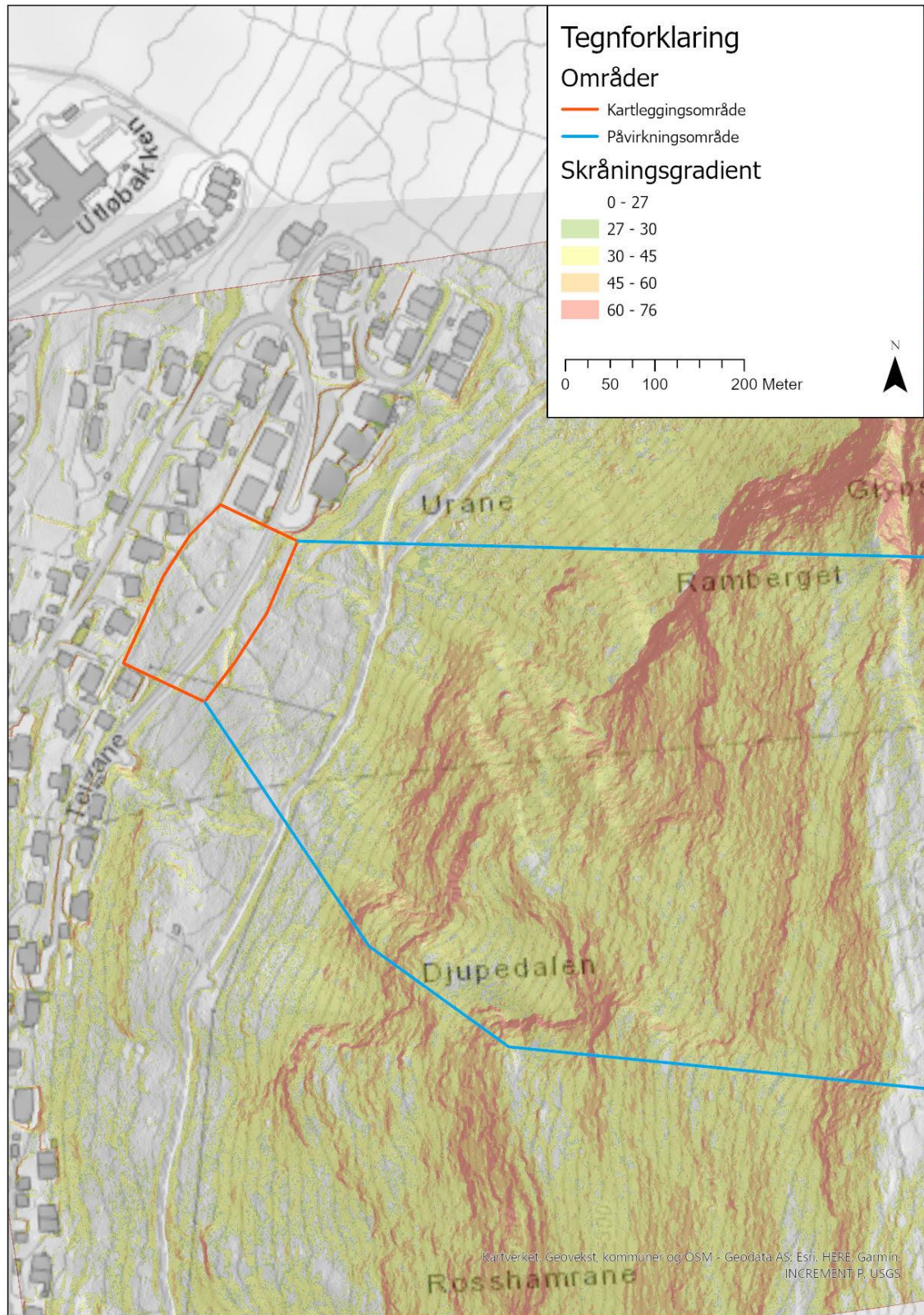
Figur 8: Klimaanalyse for kartleggingsområdet, utført i R (Ragulina & Reitan, 2017). Interpolerte data fra valgt gridcelle (1*1 km) på kote (se på figur). Dataperiode: 1970 – 2020. (tar alltid 50 år fra i fjor, dvs. i 2021: 1971-2021 etc.) a) Månedsnedbør og – lufttemperatur. b) returverdier for årlig maks snøhøyde. Daglig minimum, maksimum og gjennomsnittlig (median) lufttemperatur (c) og snøhøyde (d). Tidsserier av årsnedbør (e) og årlig maks snøhøyde (f). Returverdier for 1- og 3-døgns nedbør (g) og nysnøtilvekst (h).

8. REFERANSER

- Kartverket. (2021, 12). *www.hoydedata.no*.
- Multiconsult. (2006). *Rasrisiko etter rekordnedbør 14. september 2005. Teigane i Arna.* .
- NGI. (2011). *Arnadalen, Bergen kommune. Kartlegging av faresoner for skred.* .
- NGU. (2021). *NGU Kartdata*. Hentet fra NGU Kartdata: <https://www.ngu.no/emne/kart-pa-nett>
- NVE. (2020). *Veileder - Sikkerhet mot skred i bratt terreng*. NVE.
- NVE. (2020, 12). *VEILEDER FOR UTREDNING AV SIKKERHET MOT SKRED I BRATT TERRENG*.
Hentet fra <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng>
- NVE. (2021). *NVE Atlas*. Hentet fra NVE Atlas: <https://atlas.nve.no/>
- NVE. (2022). *NVE Atlas*. Hentet fra <https://atlas.nve.no/>
- NVE. (2022). *NVE Atlas*. Hentet fra NVE Atlas: <https://atlas.nve.no/>
- Ragulina, G., & Reitan, T. (2017). Generalized extreme value shape parameter and its nature for extreme precipitation using long time series and the Bayesian approach. *Hydrological Sciences Journal*.
- Sandersen, F., Bakkehøi, S., Hestnes, E., & Lied, K. (1996). *The influence of meteorological factors on the initiation of debris flows, rockfalls, rockslides and rockmass stability*. NGI.
- Sweco. (2008). *Teigane gnr 287 / bnr 923 – Vurdering av skredfare*.

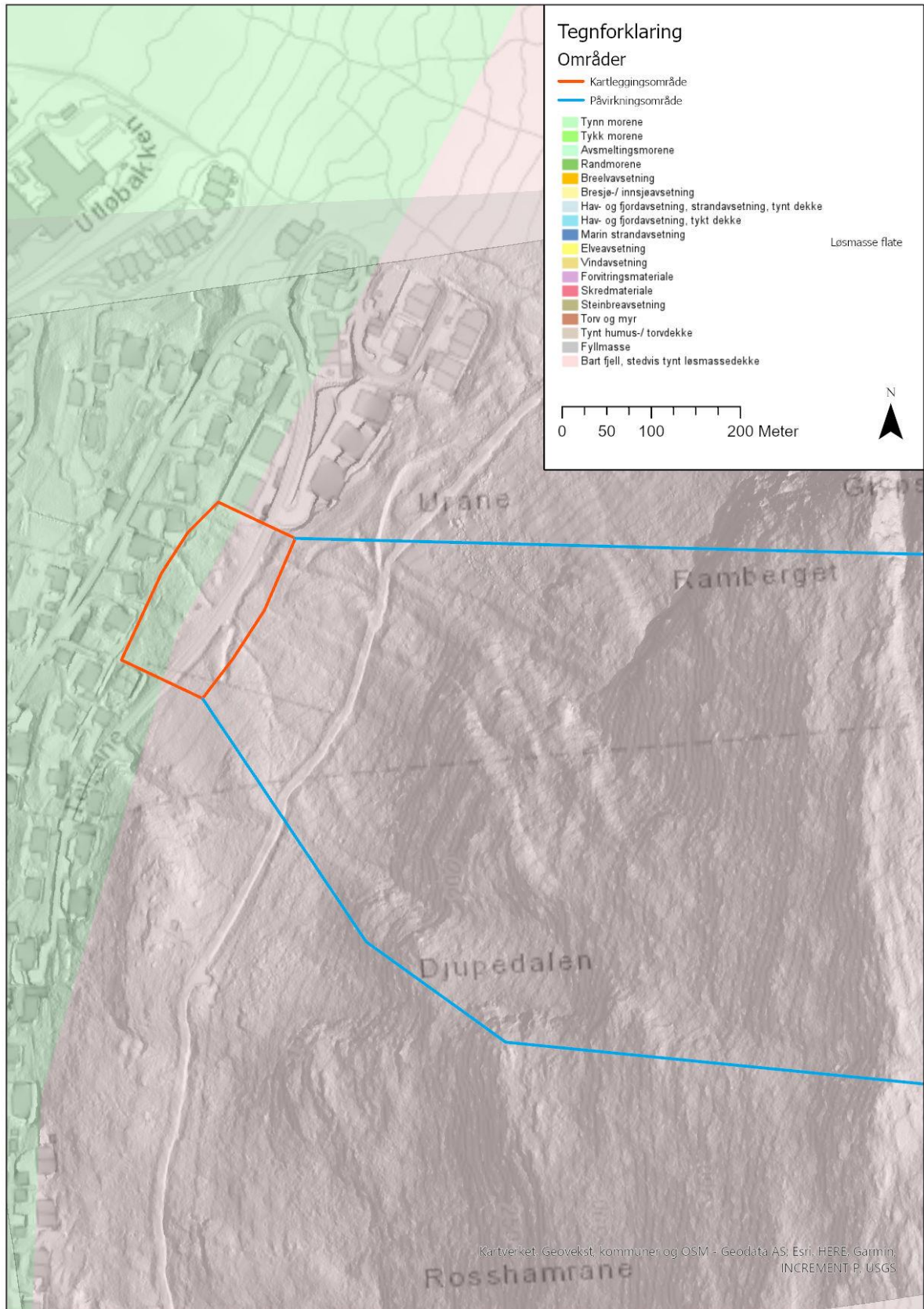
9. VEDLEGG

9.1 Vedlegg - Helningskart



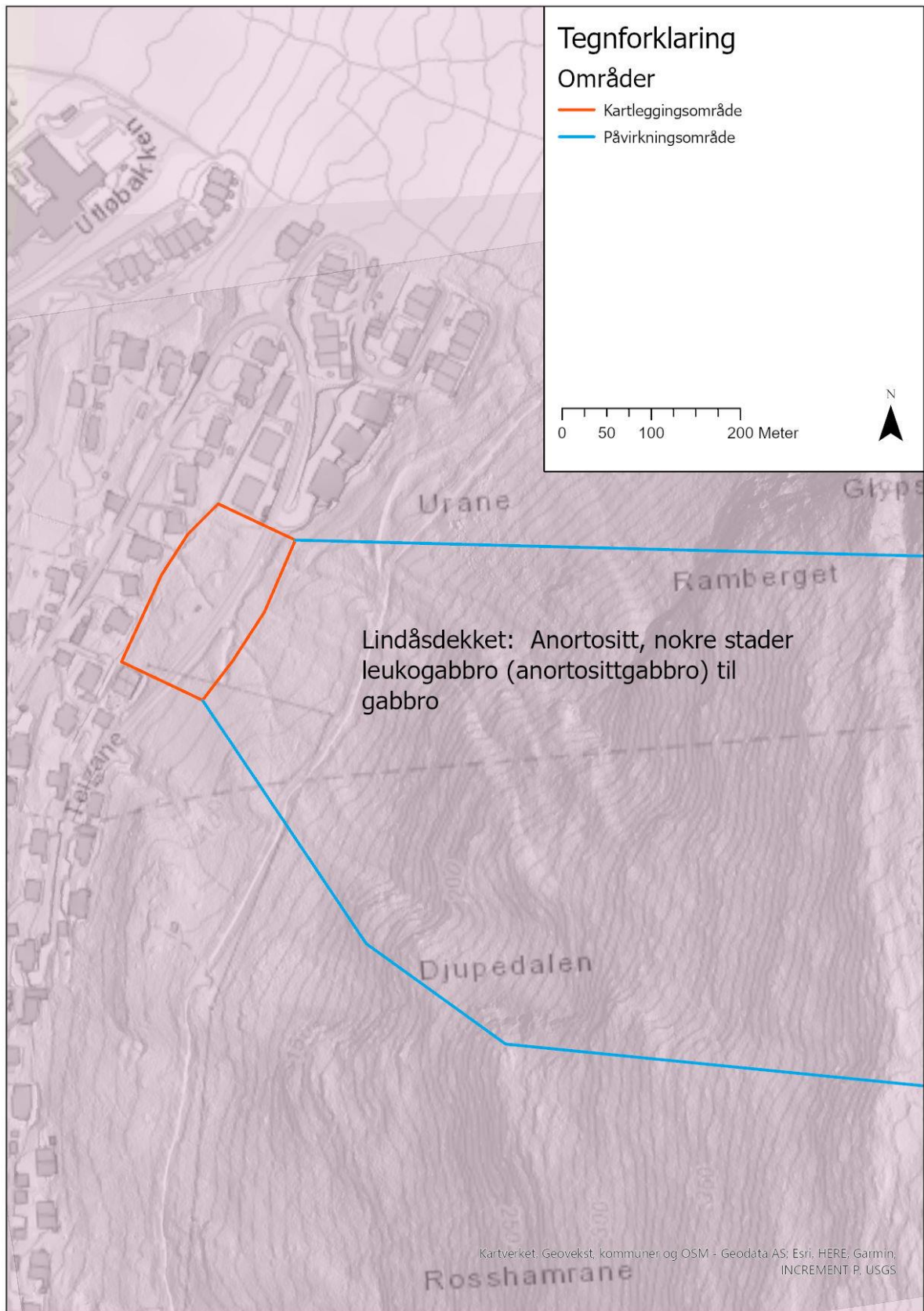
Figur 9: Helningskart.

9.2 Vedlegg - Løsmassekart



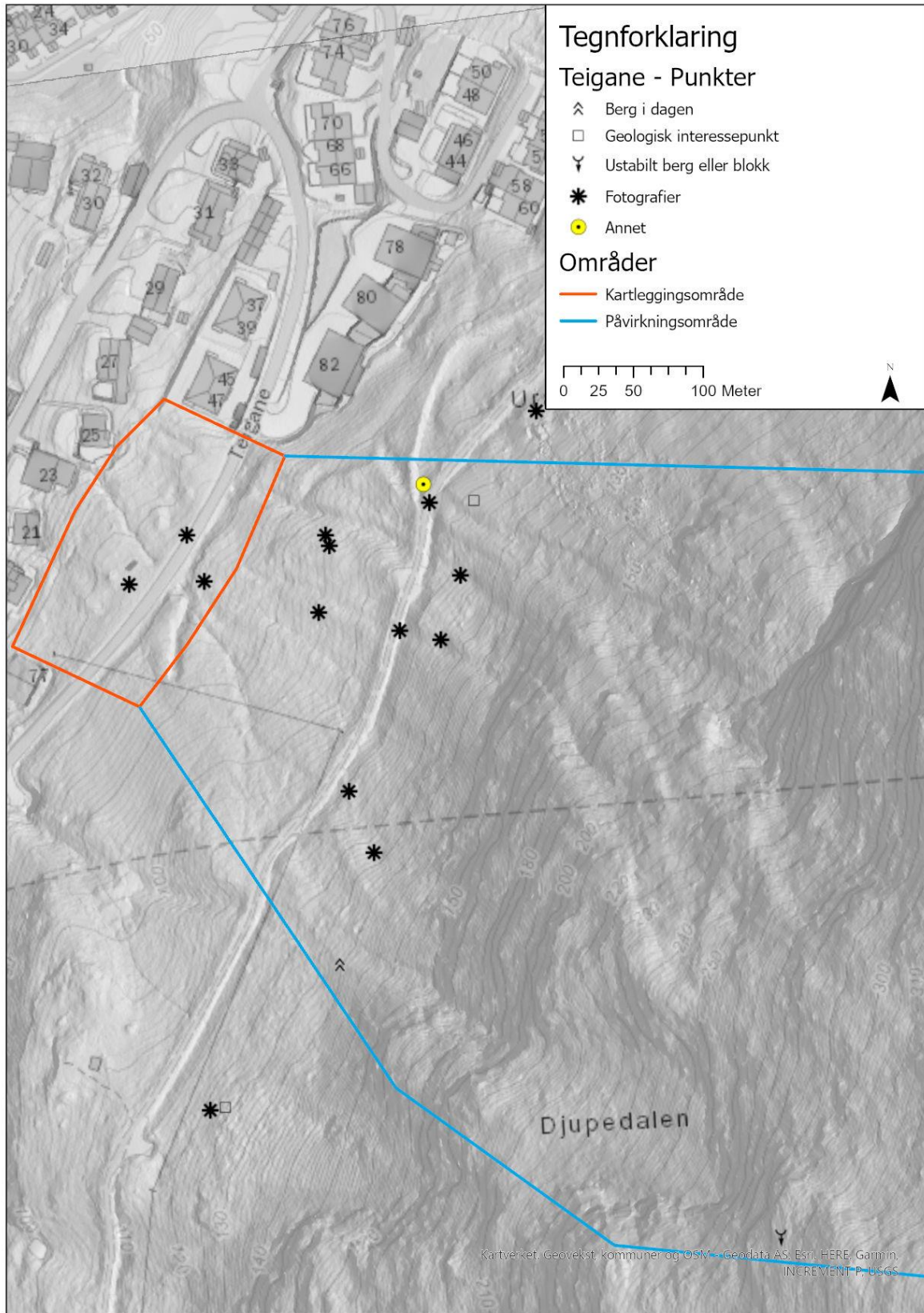
Figur 10: Løsmassekart (NGU, 2021).

9.3 Vedlegg - Berggrunnskart



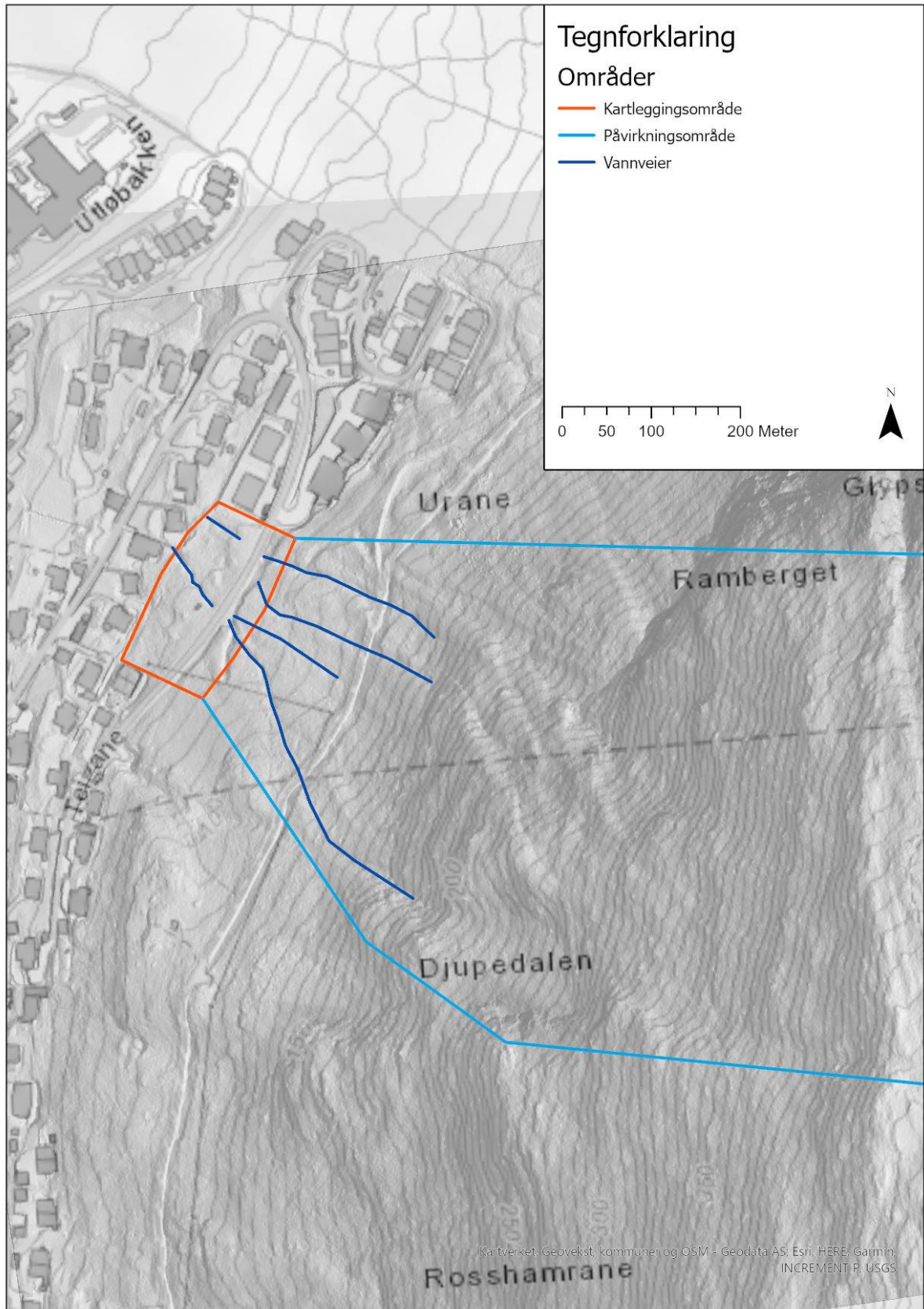
Figur 11: Berggrunnskart (NGU, 2021).

9.4 Vedlegg - Registreringskart



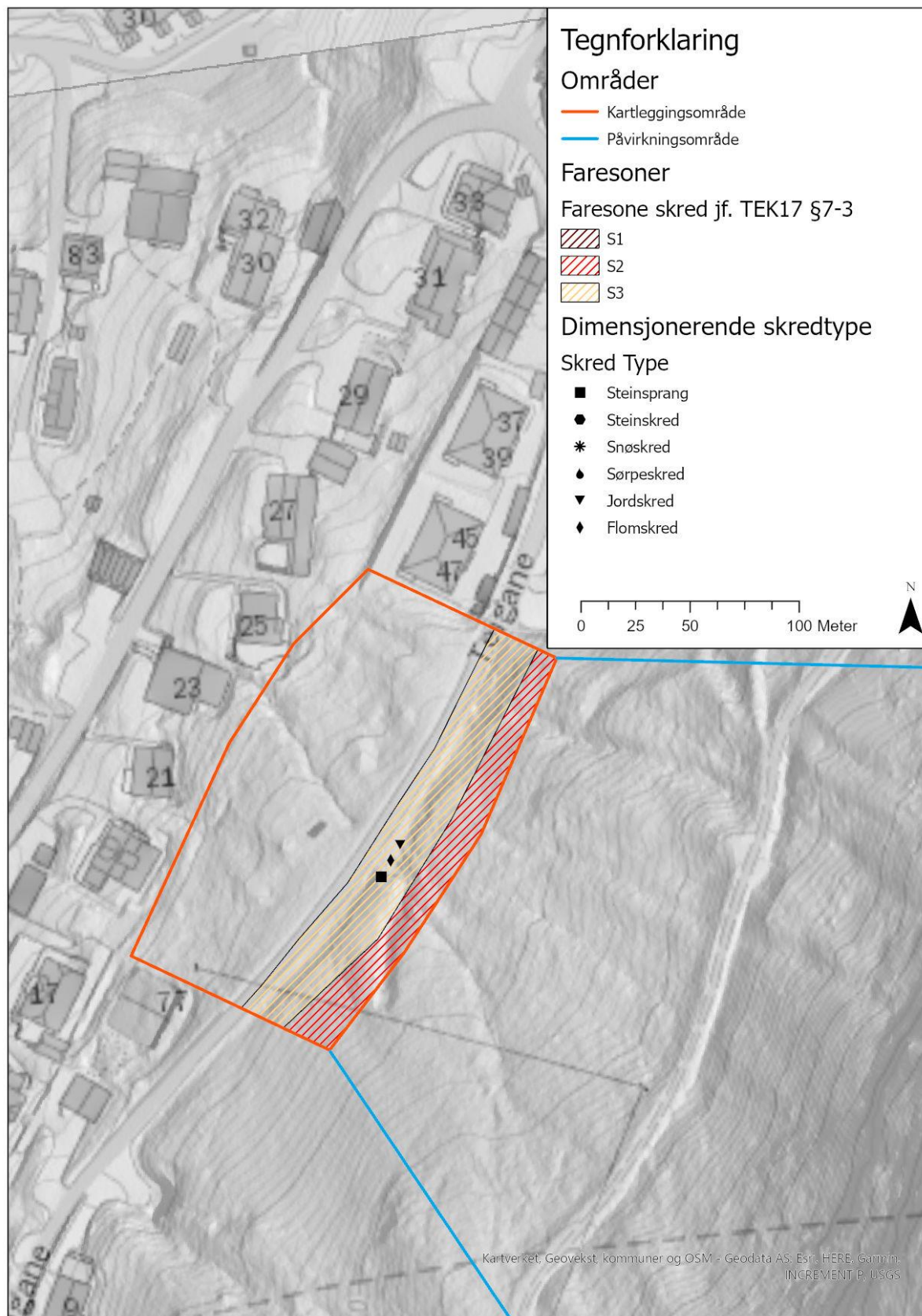
Figur 12: Registreringskart.

9.5 Vedlegg - Vannveier



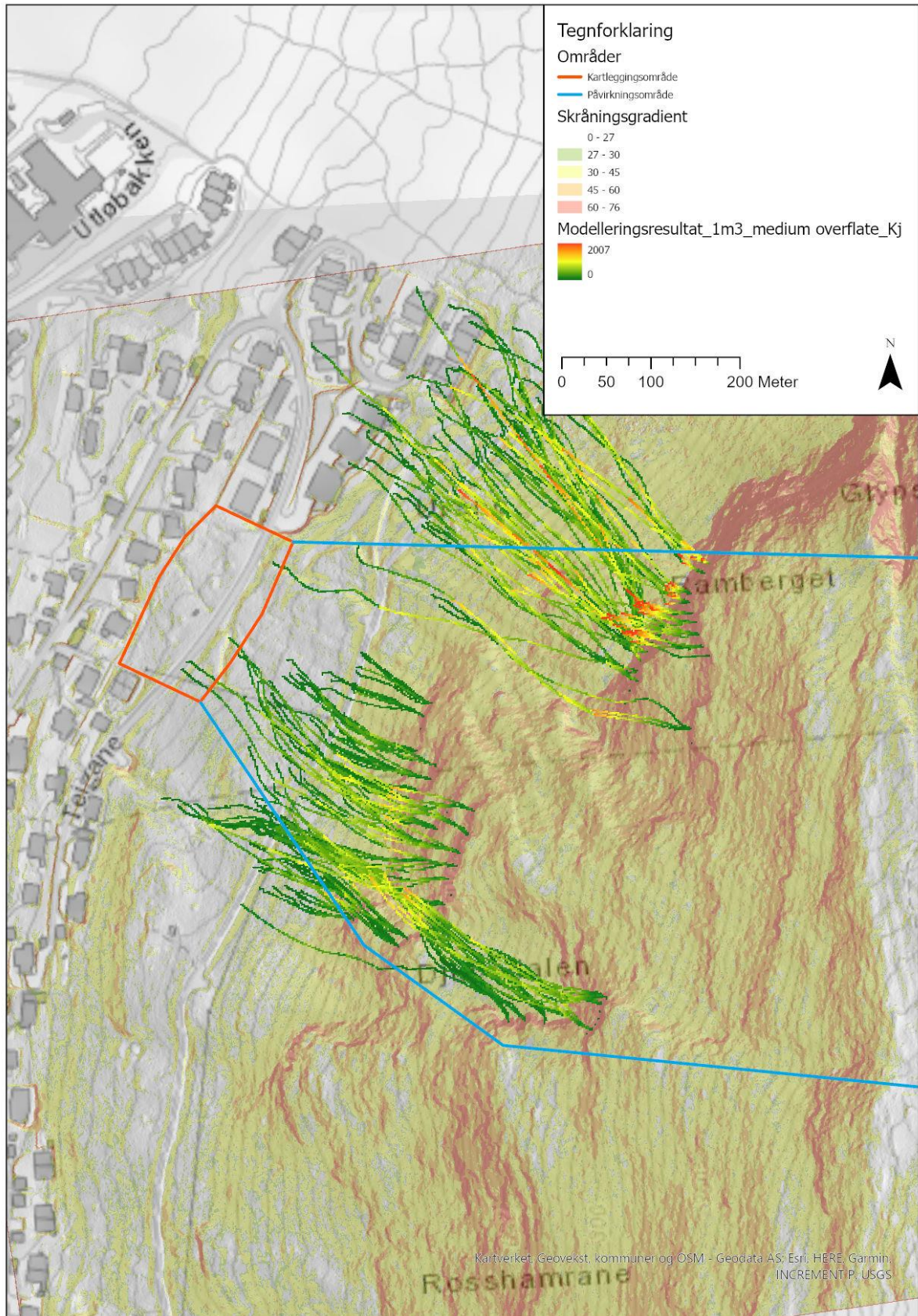
Figur 13: Kartlagte vannveier i påvirkningsområdet og kartleggingsområdet.

9.6 Vedlegg - Faresoner

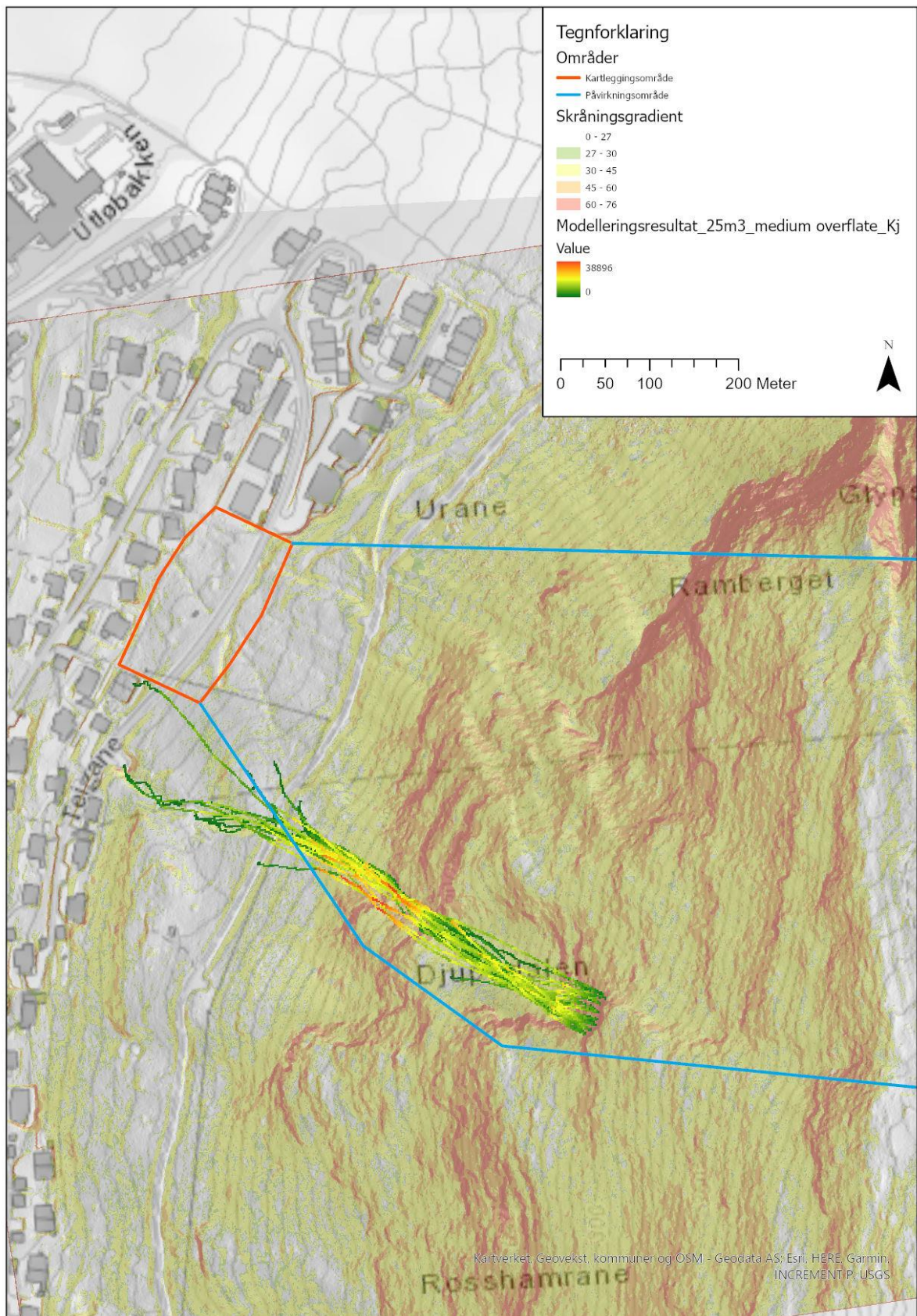


Figur 14: Faresonekart.

9.7 Vedlegg - Modelleringsresultat



Figur 15: Modelleringsresultater for steinsprang fra RAMMS. 1m³ blokk.



Figur 16: Modelleringsresultater for steinsprang fra RAMMS. 25m³ blokk.