

Oppdragsgiver	Navn Abo Plan & Arkitektur AS	Kontaktperson Turid Verdal
Oppdrag	Nummer og navn 21330 Kvam, Kvamskogen – Flomfarevurdering for kommunedelplan	Oppdragsleder Espen Eidsvåg
Dokument	Nummer 21330-01-3 Utført av Ingrid Alne, Ragnhild Hammeren	Dato 2022-09-30 Kontrollert av Petter Reinemo

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
3	30.09.22	IA	RH	Inkludert faresoner for Eikedalsvatnet
2	22.08.22	IA	RH	Innarbeidet innspill fra Kvam kommune
1	04.04.22	RH, IA	PR	Utkast

Flomfarevurdering Kvamskogen KDP

Sammendrag

I forbindelse med ny kommunedelplan på Kvamskogen i Kvam kommune er Skred AS bedt om å utføre en skred- og flomfarevurdering av området. Denne rapporten omfatter flomfarevurderingen. Planområdet har flere større og mindre vassdrag som ifølge NVE sine aktsomhetskart for flom utgjør en potensiell flomfare. Det er også kjente utfordringer knyttet til kjøve og isoppdemming, som ønskes vurdert. Krav til sikkerhet mot flom gitt av TEK17 §7-2 er lagt til grunn for vurderingene.

Det er beregnet dimensjonerende vannvannføring for 20- og 200-års gjentaksintervall inkludert klimapåslag, samt dimensjonerende vannstand i Langvotnevatnet. Det er etablert hydrauliske modeller for de største vassdragene som anses mest kritiske for planlagt og eksisterende bebyggelse. Elvene renner i definerte, bratte løp i øvre del som flater ut nedi dalen. Beregningene viser at det er i hovedsak de slakere områdene der elvene munner ut i Langvotnevatnet som er flomutsatt. I tillegg er de slake myrområdene og parkeringsplassene langs blant annet Røyro utsatt for flom. De samme områdene er også utsatt for isoppdemming/kjøve i elvene som gjør at kapasiteten til elva og spesielt bruene er begrenset. Dette gjør at vannet flyter utover områdene på vinterstid selv om det ikke er høy flomvannføring.

Basert på resultater fra modelleringen og analysene er det tegnet opp faresone for flom for de vurderte vassdragene. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for flom med

en årlig sannsynlighet større enn 1/20 år og 1/200 i år 2100, som tilsvarer sikkerhetsklasse F1 og F2 i TEK17. Det er også tegnet inn hensynssone for isoppdemming og erosjonsfare.

Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresonen for flom. For å ta høyde for usikkerheter i modellen og vannføringene anbefales det å benytte en sikkerhetsmargin på 0,3 - 0,5 meter på beregnet vannstand. Eventuelle tiltak for å redusere faresonen må verifiseres hydraulisk slik at de ikke skaper økt flomulempe for omkringliggende bebyggelse.

For å sikre at ny bebyggelse ikke tar skade av erosjon skal bygninger plasseres minst 20 meter fra erosjonsutsatt elvekant. Dersom bygninger skal plasseres nærmere et vassdrag enn 20 meter anbefales det at det gjøres en vurdering av erosjonssikkerheten.

For mindre bekker som ikke er dekket av aktsomhetszone eller flomsonekart, anbefales det å sette av en hensynssone på 5 meter på hver side av bekken. I tillegg anbefales det å ta inn en bestemmelse i kommunedelplanen om at bekkelukkinger skal vurderes med hensyn på flomvei/kapasitet/tilstand dersom tiltaket kan påvirkes av at en nærliggende bekkelukking går tett eller full. Denne bestemmelsen bør gjelde uavhengig av avstanden til bekken.

Innhold

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn.....	6
1.2	Befaring.....	6
1.3	Forbehold.....	6
2	Krav til sikkerhet	7
2.1	Lovverket	7
2.2	Flom	7
2.2.1	Aktuelle krav.....	8
2.3	Iskjøving og sørpeskred	8
2.3.1	Overgangsformer mellom flom og skred	8
2.3.2	Håndtering av iskjøving/sørpeskred i faresonekartlegging	9
3	Vurderte vassdrag og avgrensning av kartlegging	10
3.1	Tidligere flomfarevurderinger	10
3.1.1	Teigaelva og Eikedalsvatnet	10
3.1.2	Måvotsvatnet og Vetlevatnet	11
3.1.3	Lølihaugen	11
3.2	Vurderte vassdrag.....	12
3.2.1	Detaljert vurdering av bekker med aktsomhetszone.....	12
3.2.2	Andre bekker som har aktsomhetszone	12
3.2.3	Mindre bekker uten aktsomhetszone	12
4	Beskrivelse av området	13
4.1	Område og elveløp	13

4.2	Konstruksjoner.....	16
4.3	Grunnforhold	17
5	Flomberegning	19
5.1	Metode	19
5.2	Beskrivelse av nedbørfelt	19
5.3	Beregning med utvalgte metoder	20
5.3.1	Målestasjoner og flomfrekvensanalyse	20
5.3.2	Flomformler for små nedbørfelt	23
5.3.3	PQRUT	24
5.3.4	Rasjonale metoden.....	27
5.4	Klimaframskrivninger.....	28
5.5	Vurdering av grunnlag og resultater.....	28
5.5.1	Feltstørrelse 0 -4 km ²	28
5.5.2	Feltstørrelse > 6 km ²	29
5.6	Dimensjonerende vannføringer	30
5.7	Klassifisering av flomberegning.....	31
6	Hydraulisk modellering.....	32
6.1	Metode	32
6.2	Oppsett av modell	32
6.2.1	Modelloppsett.....	32
6.2.2	Dimensjonerende vannstand i Langvotnevatnet.....	32
6.2.3	Konstruksjoner	33
6.3	Resultater fra modelleringen.....	33
6.3.1	Røyro – øvre del	33
6.3.2	Røyro – nedre del	34
6.3.3	Tryglakleivbekken.....	34
6.3.4	Furedalsbekken	34
6.3.5	Mødalselva	35
6.3.6	Hjeltelibekken.....	35
6.3.7	Kvernelva	36
6.3.8	Skarbekken	36
6.3.9	Hjartåna.....	37
6.4	Sensitivitetsanalyse	37
7	Isproblematikk og kjøve	38
7.1	Generelt	38
7.2	Hydraulisk modellering av ispropper.....	40
8	Faresoner for flom og hensynssoner for ispropper/kjøve	41
8.1	Faresone F1 og F2.....	41
8.2	Hensynssone for isoppdemming	42
8.3	Kotehøyder for flomsikkert areal	42
9	Vurdering av erosjonssikkerhet	44

9.1	Erosjonssikkerhet.....	44
10	Risikoreduserende tiltak.....	45
10.1	I vurderte områder.....	45
10.2	Mindre bekker uten detaljert flomvurdering eller aktsomhetszone.....	45
11	Konklusjon	46
12	Referanser	47
	Vedlegg	48

Figurer

Figur 1:	Lokaliseringen av det vurderte området, ved Kvamskogen i Kvam kommune.	6
Figur 2:	Grense kommunedelplan med planforslag.....	10
Figur 3:	Oversikt over området og bekkene som er vurdert.....	14
Figur 4:	Nedre del av Røyro ved samløpet til Mødalselva sett mot Langvotnevatnet	15
Figur 5:	Utløpet av Hjartåna og Langvotnevatnet sett mot nedbørfeltet til Hjartåna.	15
Figur 6:	Karakteristiske bilder av Røyro i øvre del (venstre) og nedre del (høyre).	16
Figur 7:	Kulverter i øvre del av Røyro ved Dalen er sårbare for gjentetting, spesielt vinterstid.	16
Figur 8:	Kulverter i Hjartåna ved parkeringsplassen oppstrøms fylkesvegen har lite fall og er påvirket av vannstanden i Langvotnevatnet.	17
Figur 9:	Løsmassekart, NGU	18
Figur 10:	Feltgrensene til vurderte bekker/elver innenfor kommunedelplanen.....	20
Figur 11:	Lokasjon til utvalgte målestasjoner.	21
Figur 12:	Hypsografisk kurve til Røyro og Kvernelva og vurderte målestasjoner.....	22
Figur 13:	Lokasjon til nedbørstasjon (døgn) i forhold til vurderte nedbørfelt på Kvamskogen.	25
Figur 14:	Resultater fra PQRUT for Røyro ved Langvotnevatnet, 200-årsflom.....	26
Figur 15:	Resultater fra PQRUT for Kvernelva ved Langvotnevatnet, 200-årsflom.	26
Figur 16:	Sammenligning mellom vurderte IVF-kurver for 200-års nedbør.	27
Figur 17:	Simulerte flomforløp i Kvernelva og Røyro sammen med resulterende vannstand i Langvotnevatnet.....	33
Figur 18:	Røyro ved Furedalen hvor det er mye vann og snø i elva. Foto: Kvam kommune ...	38
Figur 19:	Oversvømmelse ved Løken vinterstid. Foto: Kvam kommune	39
Figur 20:	Bilde av snøoppdemming ved en kulvert i Røyro ved Dalen. Foto: Kvam kommune	39
Figur 21:	Hendelser knyttet til isoppstuvning sammen med blokkerte bruer i modellen.....	40
Figur 22:	Faresone F1 og F2 for området.....	41
Figur 23:	Hensynssoner hvor det kan oppstå oversvømmelse som følge av isoppstuvning.	42
Figur 24:	Illustrasjon av sikkerhetssone mot erosjon (gjengitt fra TEK17 §7-2 fjerde ledd)....	44

Tabeller

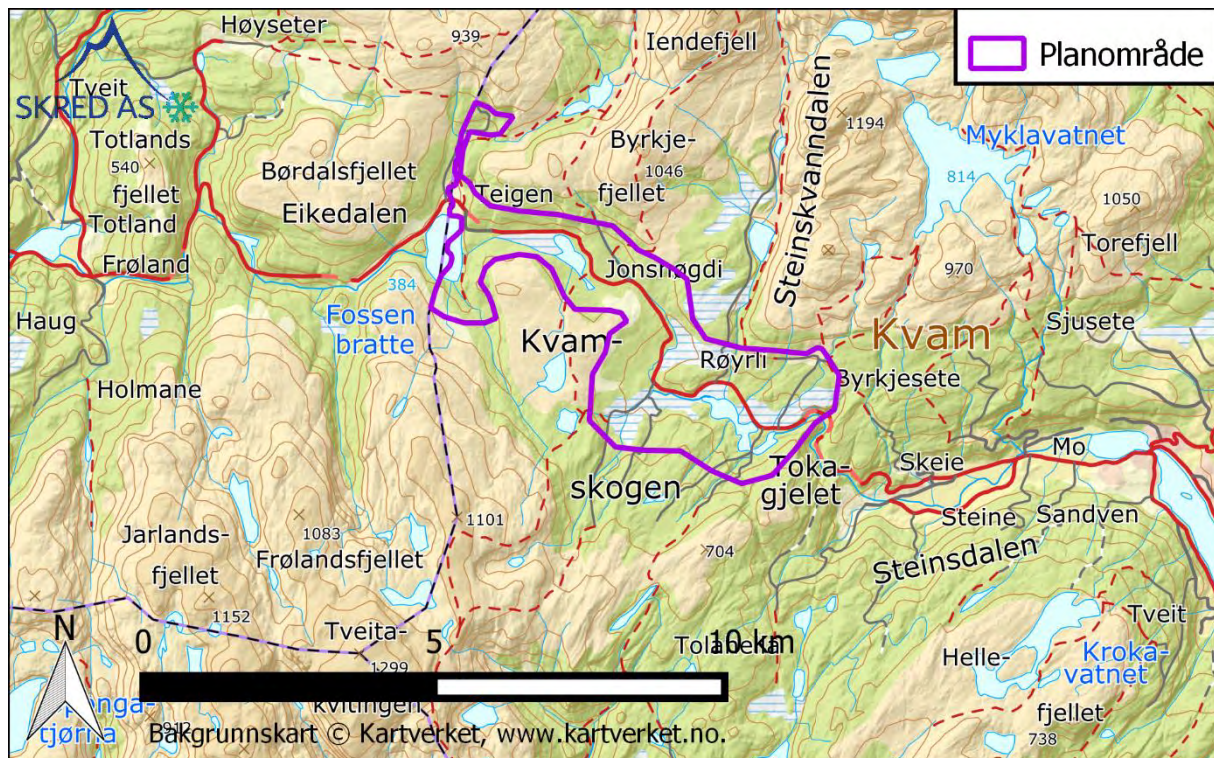
Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggt teknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2018).	7
Tabell 2: Feltkarakteristika til Røyro/Steinsdalselvi med sidevassdrag.	19
Tabell 3: Utvalgte målestasjoner som er vurdert representative for de største vassdragene innenfor kommunedelplanen.....	22
Tabell 4: Resultater fra flomfrekvensanalyse på årsflommer.	23
Tabell 5: Forholdstall mellom kulminasjon- og døgnmiddel vannføring fra NVE (2015a) og beregnet.	23
Tabell 6: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for vassdrag innenfor kommunedelplanen (kulminasjon).	24
Tabell 7: Resultater fra frekvensanalyse på nedbør.	25
Tabell 8: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonale metoden (kulminasjon).	27
Tabell 9: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.) for de minste vassdragene.....	28
Tabell 10: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.) for Mødalselva. Vekstkurven fra NIFS formelen er benyttet med referansefelt.....	30
Tabell 11 : Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.) for Kvernelva. Vekstkurven fra NIFS formelen er benyttet med referansefelt.	30
Tabell 12: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.) for Røyro. Vekstkurven fra NIFS formelen er benyttet med referansefelt.....	30
Tabell 13: Benyttede flomverdier (kulm.) for de vurderte vassdragene inkludert klimapåslag.	30
Tabell 14: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for vassdragene.	32
Tabell 15: Beregnede kotehøyder og anbefalte flomnivåer.	43

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med ny kommunedelplan på Kvamskogen i Kvam kommune er Skred AS bedt om å utføre en skred- og flomfarevurdering av området. Planområdet har flere større og mindre vassdrag som ifølge NVE sine aktsomhetskart for flom utgjør en potensiell flomfare. Det er også kjente utfordringer knyttet til kjøve og isoppdemming, som ønskes vurdert. Krav til sikkerhet mot flom gitt av TEK17 §7-2 skal legges til grunn for vurderingene.

Lokasjon av det vurderte området er vist på Figur 1.



Figur 1: Lokaliseringen av det vurderte området, ved Kvamskogen i Kvam kommune.

1.2 Befaring

Befaring av området og elvestrekningen ble utført 11. og 12. oktober 2021 av Ragnhild Hammeren og Ingrid Alne (Skred AS). Det var bar bakke og generelt gode befaringsforhold. Registreringer ble gjort til fots og med drone.

1.3 Forbehold

Flomvurderinger er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik det fremsto på vurderingstidspunktet. Hvis terreng eller vegetasjon endres betydelig, kan det ha betydning for flomforholdene. Det kan innbefatte fysiske endringer i vassdraget eller endring i klimaframskrivninger. Da anbefales det å utføre en ny vurdering.

Informasjon om tidligere flomhendelser er viktige for vurderingene. Dersom det kommer mer informasjon om tidligere hendelser, bør det tas med i betraktningene.

2 Krav til sikkerhet

2.1 Lovverket

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

«Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.»

2.2 Flom

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-2 definerer krav til sikkerhet mot flom og stormflo for nybygg. Paragrafen gjelder for saktevoksende flommer som normalt ikke medfører fare for menneskeliv. Sannsynligheten i tabell 1 angir største årlige sannsynligheten for flom. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres i henhold til aktuell sikkerhetsklasse. I veilederen til TEK17 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for flom (DiBK, 2018).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2018).

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	Liten	1/20
F2	Middels	1/200
F3	Stor	1/1000

Sikkerhetsklasse F1 omfatter byggverk der oversvømmelse har liten konsekvens, både økonomisk og samfunnsmessig. Det innebærer byggverk med lite personopphold som garasjer og lagerbygninger.

Sikkerhetsklasse F2 omfatter tiltak der flom vil føre til middels konsekvenser. Dette innebærer de fleste byggverk beregnet for personopphold som bolighus, hytter, kontorer, skoler og barnehager. Det kan tillates større økonomiske konsekvenser, men kritiske samfunnsfunksjoner skal ikke påvirkes.

Sikkerhetsklasse F3 omfatter tiltak der flom vil føre til store konsekvenser. Sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk der oversvømmelse kan påføre omgivelsene stor forurensning ligger innenfor sikkerhetsklassen. Sykehjem, beredskapsfunksjoner, kritisk infrastruktur og avfallsdeponier er nevnt som eksempler.

I paragrafens fjerde ledd er det gitt at byggverk skal plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Avstanden til erosjonsutsatt elvekant bør være minst like stor som høyden på elvekanten og ikke under 20 meter. Dersom vassdraget sikres mot erosjon kan avstanden være mindre.

2.2.1 Aktuelle krav

I retningslinjene til TEK17 er det gitt ulike eksempler, beskrevet på forrige side, på hva slags bebyggelse som ligger innenfor de ulike sikkerhetsklassene mot flom. Sikkerhetsklasse F1 og F2 legges til grunn for vurderingene.

2.3 Iskjøving og sørpeskred

2.3.1 Overgangsformer mellom flom og skred

I området finnes det en rekke hendelser som trolig ligger i grenseland mellom flomprosesser og skredprosesser, spesielt knyttet til iskjøving/isgang og sørpeskred. Fellesnevnerne ved disse hendelsene er at det gjerne har foregått rask snøsmelting og/eller nedbør i form av regn på et eksisterende snødekke. For disse hendelsene har vi beskrivelser og bilder som tyder på at vann og våte snømasser har kommet på avveie ut av definerte bekkeløp. Det er imidlertid ikke alltid tydelig hvordan en slik hendelse har oppstått. Opprinnelsen til slike hendelser kan i prinsippet tenkes å komme av flere ulike prosesser:

- Svelling/kjøving etter våte perioder med påfølgende kuldeperiode hvor grunnvannet siger opp fra grunnen og danner islag som fryser oppå hverandre og kan fylle hele bekken. Det samme kan forekomme ved dannelse av bunnis i kalde perioder der underkjølte ispartikler skaper sarr som fester seg til elve- eller bekkedunn. Ved en mildværsperiode med regn kan da vannet ta seg nye veier fordi elveløpet er fylt med is.
- Isgang i elva etter langvarige kuldeperioder når store ismasser løsner og driver med strømmen. Ismassene kan stoppe opp i rolige partier, ved brå svinger eller ved innsnevring og broer. Da er kapasiteten vesentlig redusert og vannet kan ta nye veier dersom isproppen ikke løsner. Gradvis brist av slik oppdemming kan også føre til betydelig økt vannføring og flom. Plutselig brist av slik oppdemming kan føre til en slags flodbølge bestående av vann og is nedover løpet, som også kan dra med seg løsmasser
- Oppdemming av bekker og elver som følge av snøskred som fyller opp løpet. Som for oppdemming av is, vil dette også kunne føre til både vann på avveie, gradvis brist med påfølgende flom og plutselig brist med påfølgende flodbølge.
- Sørpeskred utløses normalt når snø blir overmettet på vann. De fleste sørpeskred utløses i bekkeløp og mindre forsenkninger (NGI, 2021), men de kan også forekomme i en rekke andre topografiske setninger, f.eks. flatere områder som myrer.

De rapporterte beskrivelsene av slike hendelser i området sier sjelden noe om hvor og hvordan en slik hendelser har oppstått, bare om hva som har skjedd i de påvirkede områdene. Det er ofte vanskelig å avgjøre nøyaktig hva som har skjedd basert på tilgjengelig informasjon. De ulike prosessene kan ha ganske lignende resultat, og i tillegg vil en prosess kunne endres underveis i forløpet, f.eks. at det som starter som en vanlig flom med vann på avveie drar med seg (eroderer) vannmettet snø i noe brattere partier og utvikler seg til et sørpeskred. I tillegg er brøyting og annen endring i snødekket (f.eks. preparering av skiløyper) en betydelig faktor på Kvamskogen som kan føre til at vann (og evt. snø/is/skredmasser) tar andre veier enn det ellers ville gjort.

Mange av de samme prinsippene som er diskutert over vil også gjelde for overgangsformer mellom flom og flomskred (masseførende strømmer). I utgangspunktet er ikke det en like aktuell prosess på Kvamskogen, og det er dermed ikke utdypet nærmere.

2.3.2 Håndtering av iskjøving/sørpeskred i faresonekartlegging

I DiBK sin veileder til TEK17 § 7-2 gis det følgende redegjørelse (vår utheving):

«Med flom menes her oversvømmelse ved økt vannføring og vannstand i elver, bekker og vann som følge av stor nedbør eller snøsmelting, og oppdemming som følge av isgang eller skred. Bestemmelsene i § 7-2 gjelder sikkerhet mot saktevoksende flommer som normalt ikke medfører fare for menneskeliv. [...]

***For typer av flommer som kan medføre fare for tap av menneskeliv, gjelder kravene for skred, § 7-3.** Under flommer i bratte vassdrag med løsmasser kan det oppstå sterk erosjon og massetransport, og bølger av løsmasser og vann nedover løpet, såkalte flomskred. Massene og vannet vil ha høy hastighet og stor kraft, og kan føre til fare for tap av menneskeliv. Også situasjoner der bekker og elver brått tar nye løp, og der en kan få flodbølger etter oppdemminger fra skred, vil være farlige.»*

Videre står det i TEK17 § 7-2, andre ledd (vår utheving):

*(2) For byggverk i flomutsatt område skal det fastsettes sikkerhetsklasse for flom etter tabellen under. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen ikke overskrides. **Dersom det er fare for liv, fastsettes sikkerhetsklasse som for skred, jf. § 7-3.***

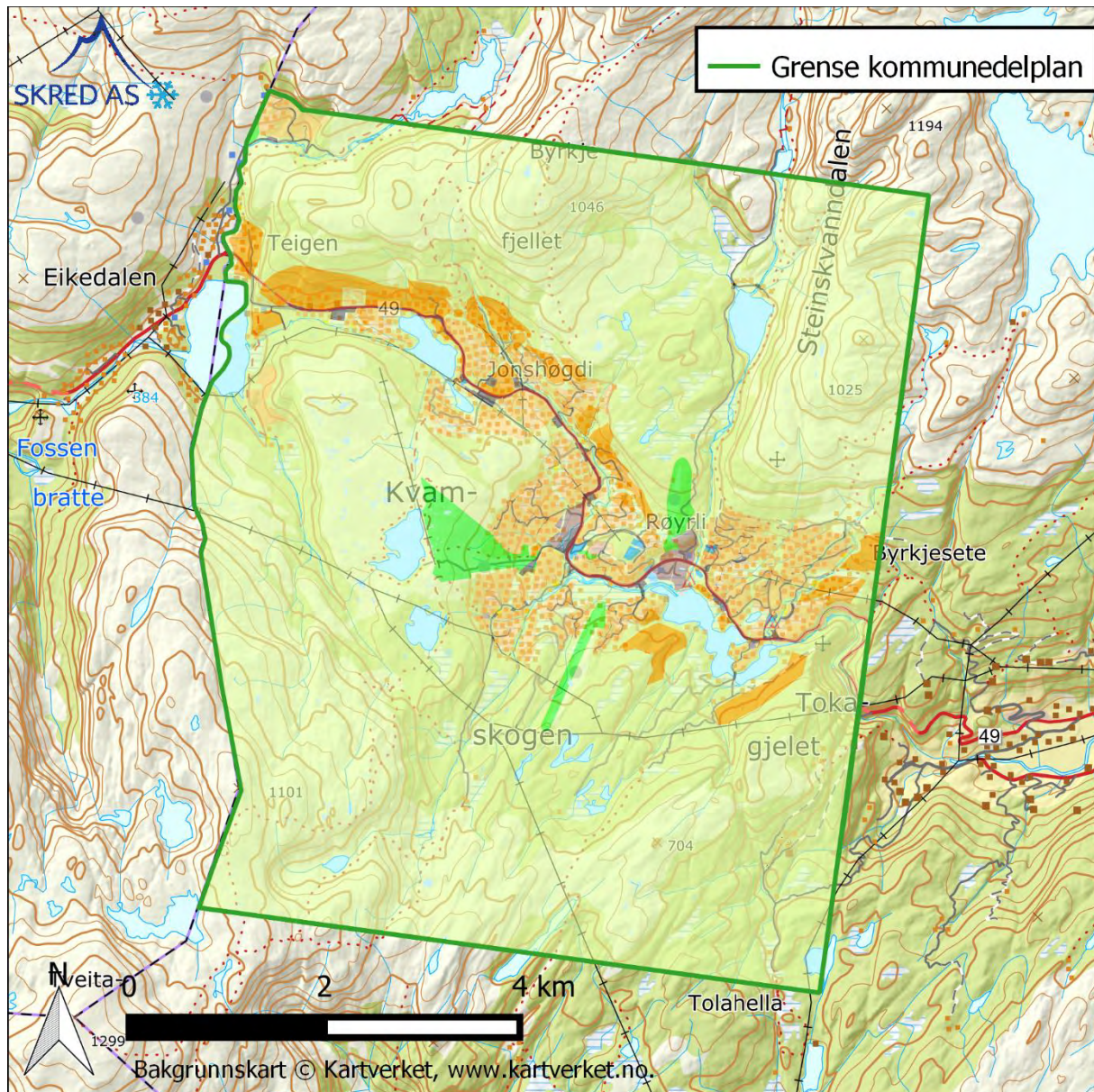
Disse formuleringene kan etter vår tolkning leses på to ulike måter:

- a) Når flommer kan medføre fare for liv, så skal det gjennomføres en flomfarevurdering iht. § 7-2, men ved å bruke sikkerhetskravene som gjelder for skred (§ 7-3). For eksempel ved å tegne faresoner for 1000-årsflom (S2) der kravet normalt ville vært i stedet for 200-årsflom (F2).
- b) Når flommer kan medføre fare for liv, så skal det gjennomføres en skredfarevurdering iht. §7-3. Overgangsprosesser mellom flom og skred som kan medføre fare for liv håndteres dermed som om de er skred, og utredes iht. NVEs veileder for skred i bratt terreng.

Det er valgt å benytte tolkning b for vurderingene i denne rapporten. Det er dermed vurdert som skred der vassdragene er bratte og det kan oppstå store hastigheter, mens det er vurdert som flomproblematikk i nedre del hvor det største problemet er vann som brer seg utover som følge av tilstopping i elveløp.

3 Vurderte vassdrag og avgrensning av kartlegging

Området for kommunedelplanen strekker seg fra Eikesdalsvatnet i vest til Tokagjelet i øst som vist i Figur 2. Det er svært mange vassdrag innenfor planområdet hvor en del har tidligere flomfarekartlegginger, mens andre har aktsomhetszone fra NVE samt mange små bekker som ikke har aktsomhetszone, men som renner tett på bebyggelsen.



Figur 2: Grense kommunedelplan med planforslag.

3.1 Tidligere flomfarevurderinger

3.1.1 Teigaelva og Eikedalsvatnet

For nedre del av Teigaelva og Eikedalsvatnet er det tidligere utført flomsonekartlegging av Norconsult i forbindelse med omlegging av fylkesvegen (Norconsult AS, 2018). Det er bemerket i rapporten at flomsonekartleggingen er utført med tanke på fylkesvegen og ikke annen infrastruktur eller bebyggelse. Det bemerkes også at flomsone sannsynligvis er

konservative da det ikke er gjort oppmålinger av elvebunnen og det er antatt samtidig kulminasjon i Teigaelva og Eikedalsvatnet (Norconsult AS, 2018).

Det er satt opp en endimensjonal modell for Teigelva for fremtidig 200-årsflom og 50-årsflom for å vurdere endring i flomvannstander som følge av planlagt veitrasé (Norconsult, 2019). Den nye veitraseen gir kun økning i to av profilene der den nye veien er planlagt. Traseén går gjennom deler av området som er satt av til ny bebyggelse i kommunedelplanen. Beregnet vannstand langs utbyggingsområdet ligger på kote 388 i øvre del og kote 385.2 i nedre del. Beregnet vannstand i Eikedalsvatnet er 385,0 moh og 385,2 moh for henholdsvis 50-års og 200-års gjentakintervall (med klimapåslag). Det er vurdert at resulterende faresoner kan benyttes i kommunedelplanen, og at det benyttes en sikkerhetsmargin på 0,5 m ved tiltak i faresonen som angitt i Tabell 15.

For Teigaelva oppstrøms veien anses det som tilstrekkelig å benytte aktsomhetskartet som faresone i kommunedelplanen, da nye utbyggingsområder i stor grad ligger utenfor sonen og eksisterende hytte som ligger innenfor aktsomhetssonen anses å kunne være flomutsatt. Ved Kråni er aktsomhetssonen nokså stor og anses tilstrekkelig dekkende også for snødemming, som tidligere har vært et problem ved noen av bruene her.

3.1.2 Måvotsvatnet og Vetlevatnet

For Måvotsvatnet og Vetlevatnet er det tidligere utført flomsonekartlegging av Multiconsult i forbindelse med detaljregulering av Skårane, Dalen, Leite og Vassværena (Multiconsult Norge AS, 2020), i tillegg til vurdering fra Norconsult i forbindelse med ny fylkesveg (Norconsult AS, 2018). De to rapportene konkluderer med tilnærmet lik vannstand i Måvotsvatnet ved 200-årsflom inkl. klimapåslag på 437,7 moh. (Norconsult AS, 2018) og 437,9 moh. (Multiconsult Norge AS, 2020). Ulikheten i vannstand skyldes trolig noe ulik flomvannføring på hhv. 17,8 m³/s mot 21,5 m³/s. Valgt klimapåslag er også ulikt med 20 % mot 40 %.

Det er vurdert at flomsonene fra Multiconsult sin rapport har tilstrekkelig nøyaktighet til bruk i kommunedelplanen, men Skred AS har digitalisert faresonen manuelt slik at den er mer kontinuerlig enn den vist rett fra modellen i Multiconsult sin rapport. Nedstrøms kartleggingsområdet i Frølandselva anbefales det å legge aktsomhetssonen til grunn, da den ikke påvirker eksisterende eller planlagt bebyggelse og Norconsult sin faresone anses for grov.

3.1.3 Lølihaugen

Det er foretatt en detaljert flomfarevurdering av en bekk ved Lølihaugen i forbindelse med reguleringsplan (Sunnfjord Geo Center, 2021). Faresonen her anses god nok til å benyttes direkte i kommunedelplanen.

3.2 Vurderte vassdrag

3.2.1 Detaljert vurdering av bekker med aktsomhetssone

Den østre delen av kommunedelplanen som drenerer mot Langvotnevatnet er kartlagt i denne rapporten. I første omgang er de største elvene som er omfattet av NVEs aktsomhetssoner for flom og som samtidig ligger nær eksisterende eller planlagt bebyggelse, kartlagt og det er tegnet faresoner for disse. Dette gjelder for følgende vassdrag:

- Røyro til og med Langvotnevatnet
- Tryglakleivbekken
- Furedalsbekken
- Mødalselva
- Hjeltelibekken
- Kvernelva
- Skarbekken
- Hjartåna

3.2.2 Andre bekker som har aktsomhetssone

NVE har også angitt aktsomhetssone for Sevjena, Tordalselva, Tverrbekken, Langvotnebekken samt bekker ved Vassværena og Kleiven innenfor kommunedelplanen. Det er vurdert at planlagte utbyggingsområder (mottatt 09.02.2022) langs disse ligger langt nok unna elveløpene slik at det ikke er nødvendig med en detaljert flomfarekartlegging, men at aktsomhetssonene kan legges inn i planen som en konservativ flomsone for Tordalselva, Tverrbekken, og Langvotnebekken. Bekkene ved Vassværena og Kleiven er vurdert overordnet ettersom flere eksisterende hytter ligger innenfor aktsomhetssonen. Det vurderes at for bekken ved Vassværena er det tilstrekkelig med en 10 m hensynssone på hver side av bekken, mens bekken ved Kleiven bør ha en 5 m hensynssone fra bekkekant. For bekken ved Kleiven gjør det at to hytter berøres av hensynsonen, som vurderes som realistisk. Man «frikjenner» imidlertid en hytte på nedsiden av veien som ligger innenfor aktsomhetssonen, men denne kan påvirkes dersom bekkeinntaket oppstrøms skulle gå tett eller ikke ha kapasitet som gjør at vann havner på avveie. Dette vil imidlertid bli fanget opp dersom man legger inn bestemmelsen beskrevet i neste avsnitt.

3.2.3 Mindre bekker uten aktsomhetssone

Det er ønskelig at de små bekkene uten aktsomhetssone også blir fanget opp i byggesaksbehandling ved at de tillegges en hensynssone i planen. Bekkene av denne størrelsen på Kvamskogen renner gjerne i bratt terreng, i små definerte løp og i stor grad på fjell. Det anbefales derfor å sette av en hensynssone på 5 meter på hver side av mindre bekker hvor det bør gjøres en detaljert vurdering dersom man skal bygge nærmere enn dette. Det er mange veier og kryssinger over bekkene som ofte har begrenset kapasitet, og utgjør sårbare punkter som kan gjøre at vann havner på avveie ved gjentetting eller for liten kapasitet. Fare for vann på avveie er derfor i stor grad knyttet til bekkelukkinger. Det anbefales å legge inn en bestemmelse om at det skal utføres en vurdering av nærliggende bekkelukkinger med hensyn på kapasitet/tilstand og flomvei dersom man skal utføre tiltak i nærheten av en kryssing, uavhengig av om det er mindre enn 5 meter avstand til bekken.

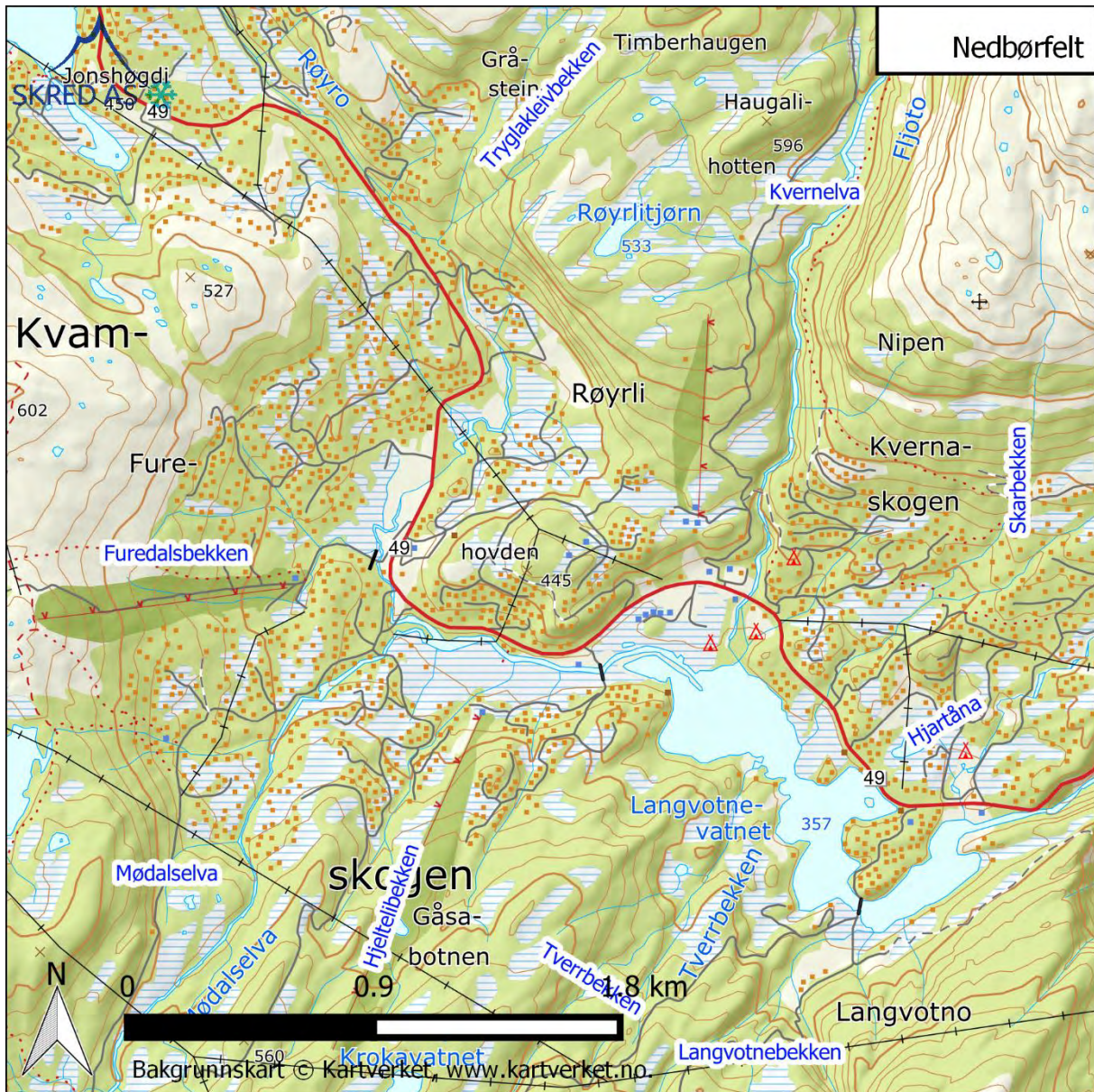
4 Beskrivelse av området

4.1 Område og elveløp

Hele den østre delen av Kvamskogen drenerer ut i Langvotnevatnet som er en del av Steinsdalselva som renner ned til Norheimsund. Den vestre delen av området drenerer til Måvotsvatnet hvor elva renner et kort stykke før utløpet i Eikedalsvatnet. I Eikedalen renner Teigaelva i dalbunnen og munner ut i Eikedalsvatnet.

Elvene som drenerer til Røyro og/eller Langevotnevatnet har nokså lik karakteristikk ved at de er bratte i øvre del og flater ut i nedre del før utløpet i vannet/elva. Kvernelva, Hjartåna og Skarbekken er de største elvene som renner direkte ut i Langvotnevatnet tett på eksisterende hytter, campingplasser og annen infrastruktur. Elvene starter gjerne som små bekker ved den øverste bebyggelsen, men er definerte elveløp i nedre del før utløp i Langvotnevatnet. Vannstanden i Langvotnevatnet forventes å kunne påvirke vannstanden i elvene, spesielt i nedre del av Røyro, Hjartåna, Kvernelva og Skarbekken. En oversikt over de vurderte elvene er vist i Figur 3.

De fleste elvene renner på fjell i øvre del, men det er avsatt noe løsmasser i nedre del av elvene som tyder på at det er potensiale for massetransport. Tilgjengelige løsmasser vurderes å være størst ved veifyllinger, brukonstruksjoner og parkeringsplasser hvor det er tilført masser. Potensialet for massetransport vurderes derfor som lav til moderat. Figur 4 og Figur 5 viser dronebilder fra Røyro oppstrøms Langvotnevatnet og utløpet av Langvotnevatnet. Figur 6 viser et karakteristisk bilde av Røyro i øvre og nedre del.



Figur 3: Oversikt over området og bekkene som er vurdert.



Figur 4: Nedre del av Røyro ved samløpet til Mødalselva sett mot Langvotnevatnet



Figur 5: Utløpet av Hjartåna og Langvotnevatnet sett mot nedbørfeltet til Hjartåna.



Figur 6: Karakteristiske bilder av Røyro i øvre del (venstre) og nedre del (høyre).

4.2 Konstruksjoner

Det er mange kulverter og bruer som krysser elvene, spesielt i nedre del hvor det er mer bebyggelse og veier. Mange av disse er godt dimensjonert, men spesielt rørkulverter er sårbare for gjentetting. Eksempler på kulverter i området er vist i Figur 7 og Figur 8.



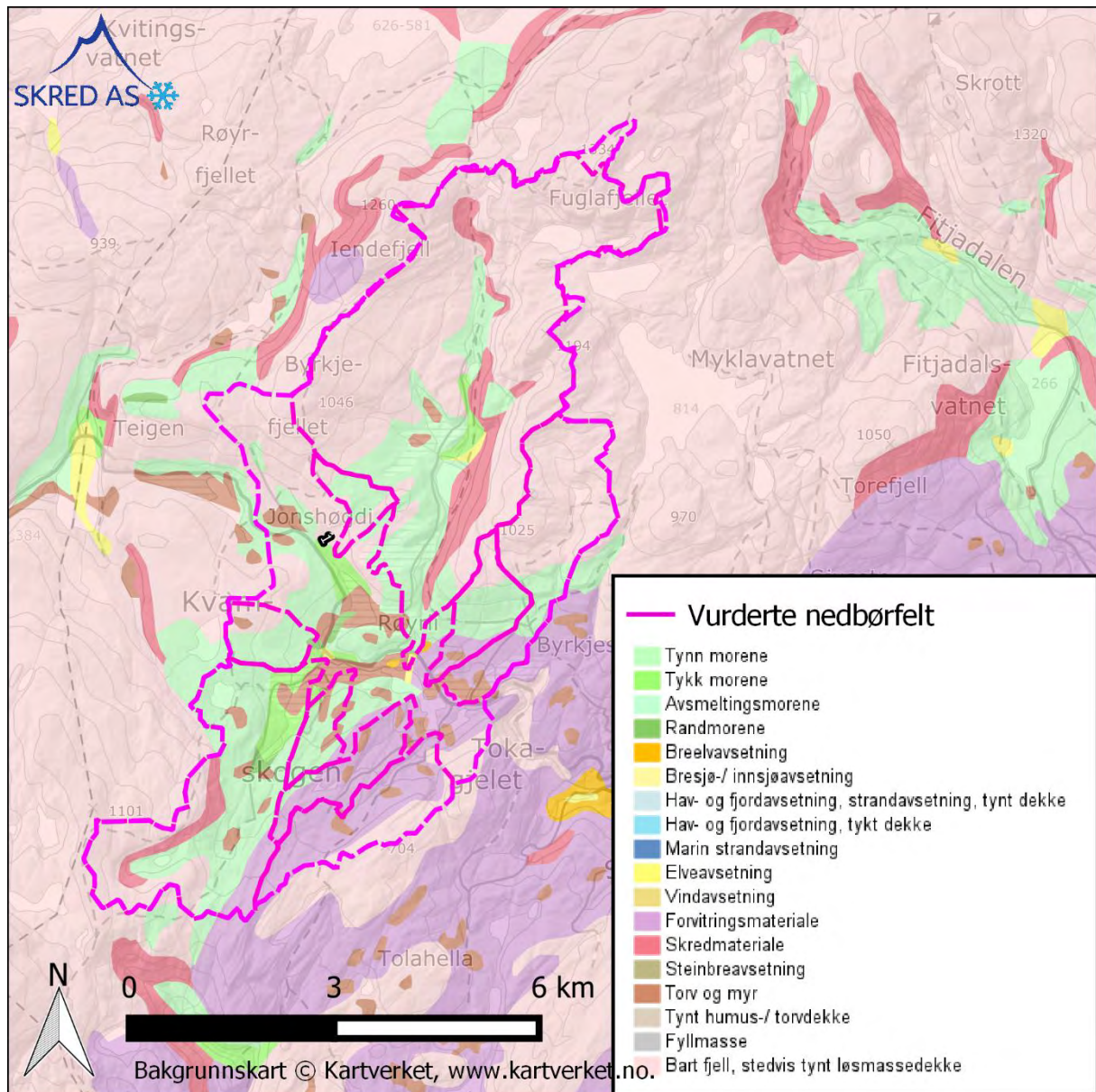
Figur 7: Kulverter i øvre del av Røyro ved Dalen er sårbare for gjentetting, spesielt vinterstid.



Figur 8: Kulverter i Hjartåna ved parkeringsplassen oppstrøms fylkesvegen har lite fall og er påvirket av vannstanden i Langvotnevatnet.

4.3 Grunnforhold

Området består ifølge NGU sitt løsmassekart av bart fjell i nord og morene i sør, med noe torv og myr i dalbunnen (kartlagt i 1:50 000), se Figur 9. Det forventes at myrene og områdene med morenemasser kan bidra til noe naturlig fordrøyning i feltene, men i situasjoner der myrene er metta før en nedbørhendelse forventer man rask avrenning også her.



Figur 9: Løsmassekart, NGU

5 Flomberegning

5.1 Metode

Hvilke metoder som bør benyttes ved en flomberegning avhenger av flere forhold. Valg av metode må blant annet gjøres ut fra geografiske- og meteorologiske parametere, om det finnes målestasjoner i vassdraget eller i nærliggende vassdrag, kvalitet og lengde på eventuelle måleserier, samt det aktuelle nedbørfeltets størrelse og feltkarakteristika. Metodene benyttet i flomberegningene er beskrevet under.

Veileder for flomberegninger (NVE, 2022) er lagt til grunn for flomberegningene.

5.2 Beskrivelse av nedbørfelt

Nedbørfeltet til hovedvassdraget i planområdet, Røyro/Steinsdalselvi, drenerer østover mot Tokagjelet. Nedbørfeltet består av omtrent like mye skog som snaufjell, og den effektive sjøprosenten er relativt lav. Langvotnevatnet er det største vannet i feltet og tar imot avrenning fra samtlige av de vurderte sidevassdragene. Røyro går i bunnen av dalen og er generelt slakere enn sidevassdragene.

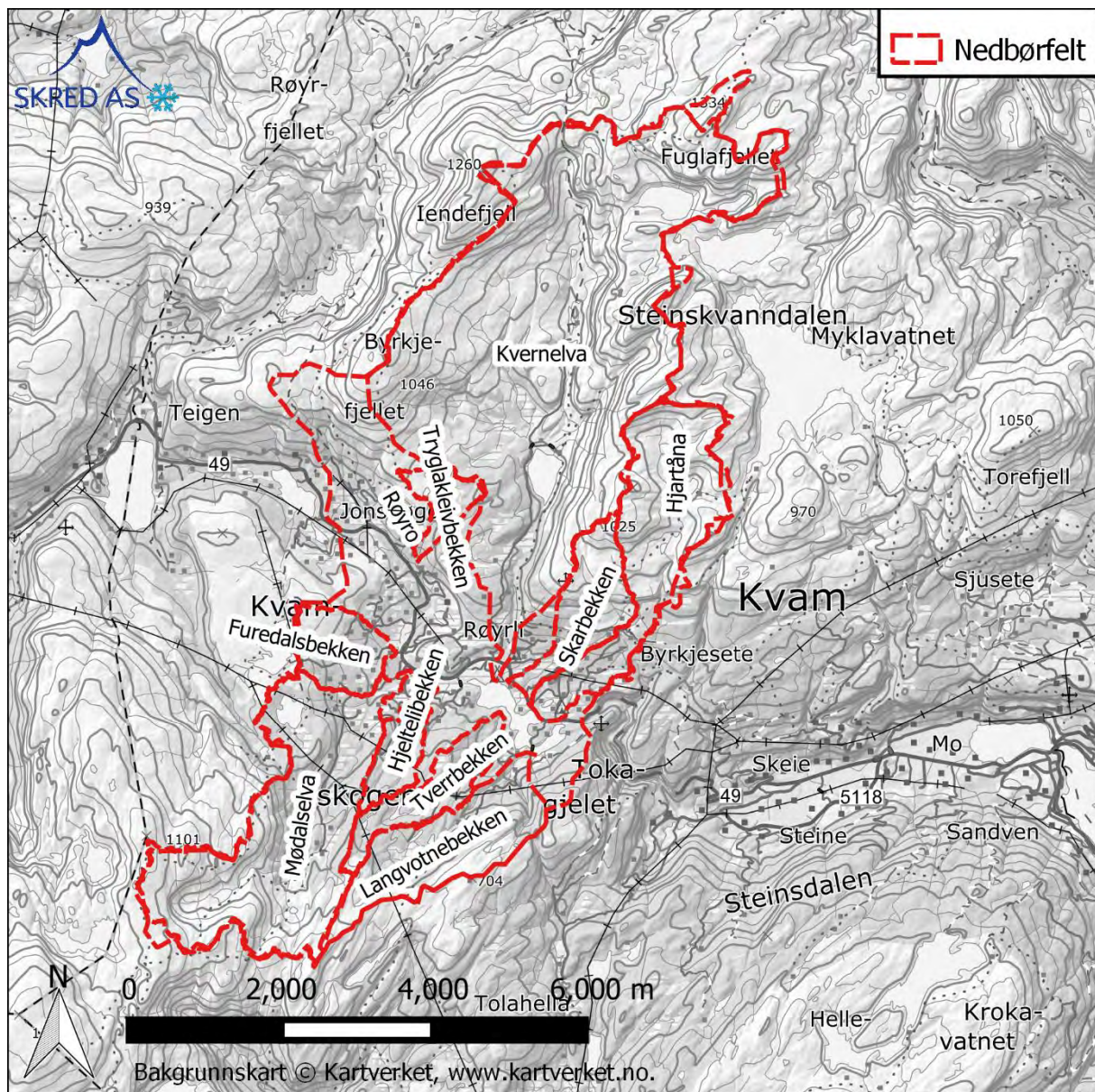
Sidevassdragene er forholdsvis små og bratte, med liten naturlig demping med unntak av i Tverrbekken og Kvernelva hvor det er en sjøprosent av betydning. Andelen snaufjell i forhold til skog avgjør hvor rask avrenningskarakteristikken er og varierer blant de mindre vassdragene.

Feltkarakteristika til de vurderte vassdragene er vist i Tabell 2 og feltgrensene er vist i Figur 10. Feltene er ikke påvirket av regulering. Ved utløpet av Langvotnevatnet inngår samtlige av vassdragene i det som videre betegnes som Steinsdalselvi. Andelen skog, myr og snaufjell/åpen fastmark er basert på AR5.

Tabell 2: Feltkarakteristika til Røyro/Steinsdalselvi med sidevassdrag.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	q _N * [l/s*km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Snaufjell [%]	Høydeint. [moh.]
Tryglakleivbekken	0.6	93	0.68	26	0	69	428-702
Hjeltelibekken	0.75	88	0	49	46	0	359-588
Furedalen	1.1	85	0	25	3	66	364-599
Skarbekken	1.5	95	0	28	12	56	358-897
Tverrbekken	1.2	92	3.4	66	23	5	359-671
Røyro ved Dalen	2.3	103	0	30	14	51	429-993
Longvotnebekken	2.5	96	0.61	45	14	37	357-767
Hjartåna	3.8	117	0.43	13	7	75	359-1087
Mødalselva	6.2	108	0.23	29	13	53	359-1078
Røyro ved utløp i Longvotnevatnet	14.8	98	0.04	32	16	44	358-1078
Kvernelva	17.9	122	1.31	13	3	78	357-1320
Steinsdalselvi ved Tokagjelet	44.5	109	1.00	25	10	59	355-1331

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90.



Figur 10: Feltgrensene til vurderte bekker/elver innenfor kommunedelplanen.

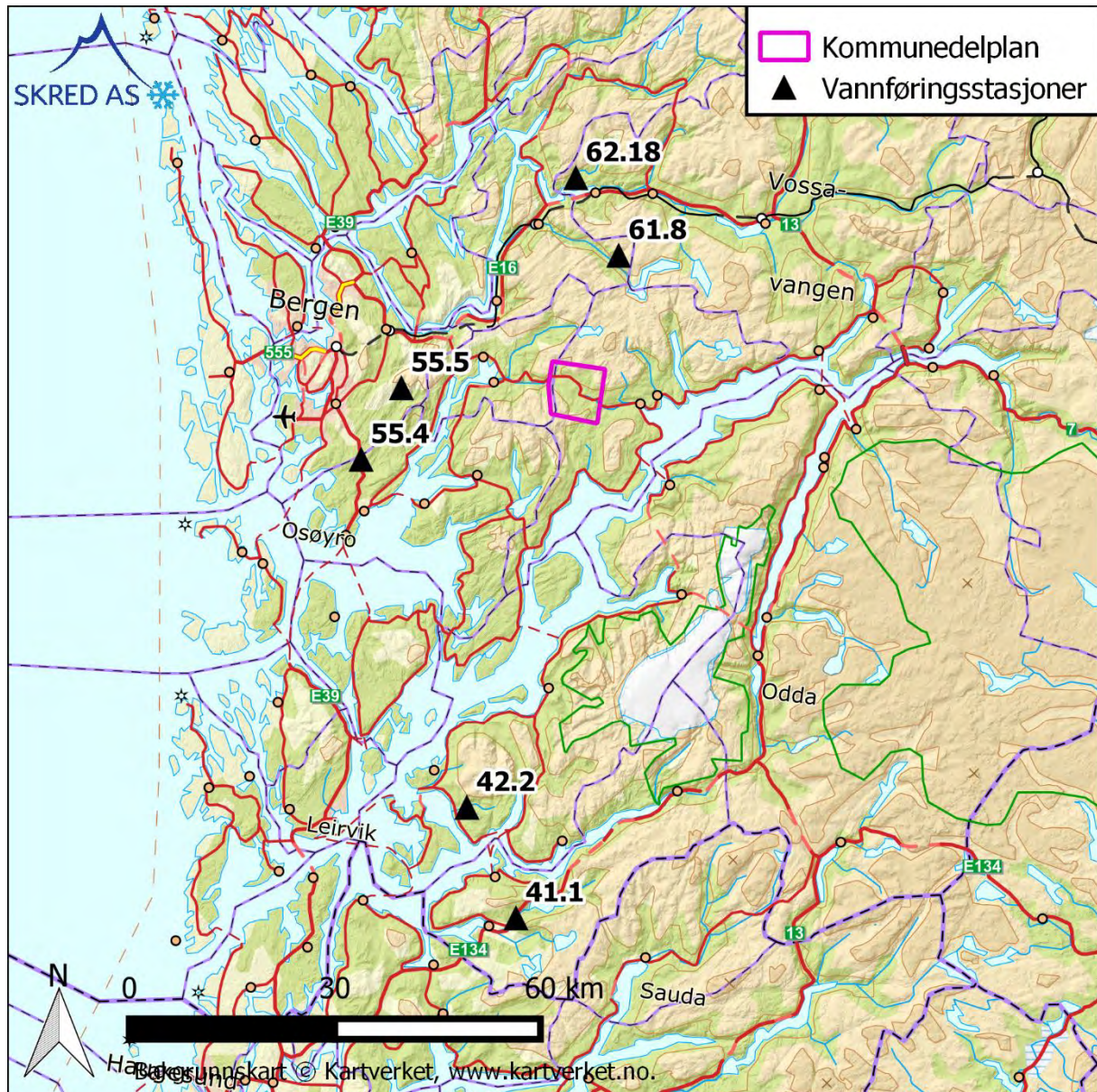
5.3 Beregning med utvalgte metoder

5.3.1 Målestasjoner og flomfrekvensanalyse

Det foreligger ingen kjente målinger av flomvannføring innenfor området for kommunedelplanen. Det er derfor funnet et utvalg målestasjoner i områdene rundt som sammen kan gi en indikasjon på flomforholdene i de største vurderte elvene. Indikasjonen fås gjennom beregning og vurdering av spesifikk middelflom og flomfrekvensanalyse, samt analyse av feltkarakteristika opp mot aktuelt nedbørfelt.

I Tabell 3 er det gitt et utvalg målestasjoner, inkludert feltkarakteristika, som sammen kan gi en indikasjon på flomforholdene i de største vurderte nedbørfeltene. Det er valgt ut

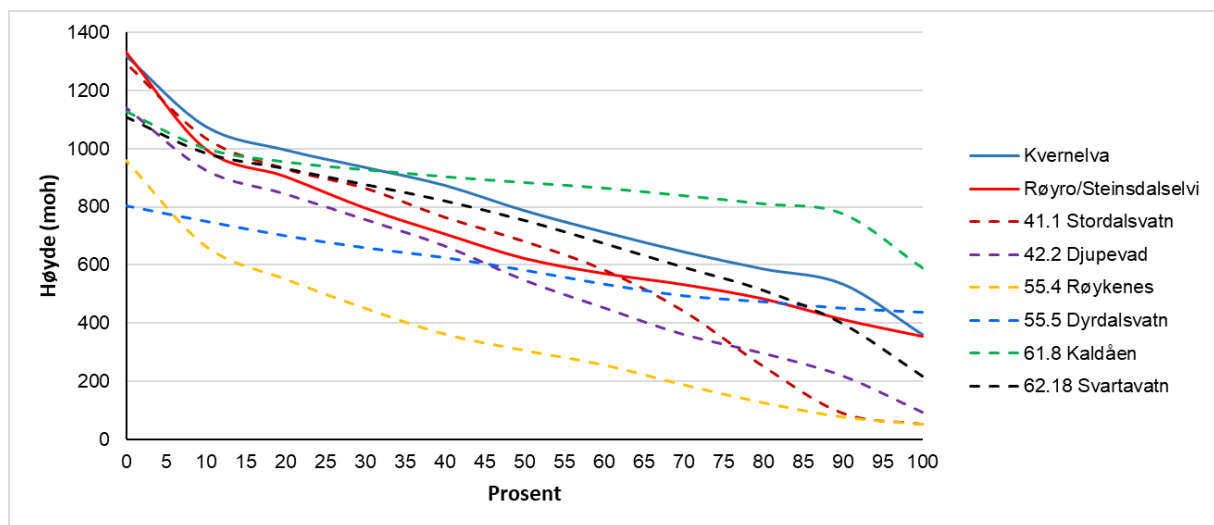
stasjoner som ikke er påvirket av regulering og hvor det foreligger et datagrunnlag med tilstrekkelig kvalitet. Middellavrenning (q_n) er beregnet basert på måleserien ved hver stasjon. Hypsografisk kurve til stasjonene er vist i Figur 12 sammen med kurven til Røyro og Kvernelva, som er de to største elvene i området. Beliggenhet til stasjonene er vist i Figur 11.



Figur 11: Lokasjon til utvalgte målestasjoner.

Tabell 3: Utvalgte målestasjoner som er vurdert representative for de største vassdragene innenfor kommunedelplanen.

Målestasjon	Feltareal [km ²]	Målinger [år]	Q _N beregnet [l/s*km ²]	Q _N 61-90 [l/s*km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Snau-fjell [%]	Høyde [moh.]
55.4 Røykenes	50.1	1934-2020	96	94	2.2	52	32	53-960
55.5 Dyrdalsvatn	3.3	1977-2020	125	137	4.0	0	94	436-581
61.8 Kaldåen	15.3	1985-2019	98	107	0.1	4	93	591-1128
62.18 Svartavatn	72.4	1987-2020	112	98	0.3	21	65	219-1109
42.2 Djupevad	31	1963-2020	103	116	0.3	41	52	92-1141
41.1 Stordalsvatn	130.7	1912-2020	99	103	6.7	25	58	51-681



Figur 12: Hypsografisk kurve til Røyro og Kvernelva og vurderte målestasjoner.

Vannføringsmålinger fra de aktuelle målestasjonene er hentet ut og analysert gjennom NVE-databasen Hydra2. Det er gjort flomfrekvensanalyse av måleseriene på årsflommer med både døgn- og timesverdier for de mest relevante stasjonene. Kvaliteten til vannføringskurvene er gitt av NVE sin vurdering av aktuell kurve, noe som er avgjørende for kvaliteten til måledataene. Vekstfaktoren fra døgndata er benyttet ettersom det foreligger flere år med data, men er kontrollert opp mot vekstfaktoren beregnet fra kulminasjonsdata. Resultatene samsvarer nokså bra.

For hver måleserie er det gjort et valg av type frekvensfordeling basert på serielengde og frekvenskurven sin tilpasning til dataene. Resultatene fra analysen er presentert i Tabell 4.

Tabell 4: Resultater fra flomfrekvensanalyse på årsflommer.

Målestasjon	År døgn/ fin	Middelflom (døgn)		Middelflom (kulm.)		Q ₂₀ / Q _M	Q ₂₀₀ / Q _M	Metode	Kurvekvalitet (flom)
		Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]	Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]				
55.4 Røykenes	87 /42	51.5	1029	67.6	1349	1.67	2.4	GEV (l- mom)	Usikker
55.5 Dyrdalsvatn	38/42	4.2	1284	7.4	2245	1.55	2.06	GEV (max.lik)	Meget bra
61.8 Kaldåen	32/24	15.3	998	35.1	2294	1.52	1.82	GEV (l- mom)	Middels
62.18 Svartavatn	33/-	81.8	1130	-	-	1.37	1.47	GEV (l- mom)	Usikker
42.2 Djupevad	57/ 24	34.0	1095	73.3	2365	1.60	2.27	GEV (l- mom)	Meget bra
41.1 Stordalsvatn	108/-	74.8	572	-	-	1.58	2.53	GEV (l- mom)	Bra

5.3.1.1 Forholdstall mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring

Kulminasjonsvannføringen kan være vesentlig større enn døgnmiddelvannføringen beregnet i Tabell 4. Generelt er forholdstallet ofte størst i små og bratte nedbørfelt med liten innsjødempning. I NVE (2015a) er forholdet mellom kulminasjon- og døgnmiddelflom ved et utvalg målestasjoner i Norge der feltareal er mindre enn 50 km² beregnet. Det er også gjort egne beregninger ved å sammenligne forholdstallet mellom de største flomverdiene fra døgn – og timesdata. Tabell 5 viser forholdstall ved vurderte målestasjoner.

Tabell 5: Forholdstall mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring fra NVE (2015a) og beregnet.

Målestasjon	Areal [km ²]	Eff. sjø [%]	Kulm/døgn (fra NVE (2015a))	Kulm/døgn Fra Hydra II	Dato for flomhendelse
41.1 Stordalsvatn	129	6.4	1.07	-	-
42.2 Djupevad	31.9	0.3	1.97	1.95	14.09.05
55.4 Røykenes	50.1	2.2	1.35	1.42	14.09.05
55.5 Dyrdalsvatn	3.3	4.1	1.88	1.95	14.09.05
61.8 Kaldåen	15.9	0.1	2.54	1.75	31.10.2007
62.18 Svartavatn	72.1	0.1	1.76	-	-

5.3.2 Flomformler for små nedbørfelt

I NVE (2015a) presenteres et nasjonalt formelverk for flomberegninger i nedbørfelt der feltareal er mindre enn 60 km². Inngangsparameterne til formelen er feltareal, midlere avrenning og effektiv sjøprosent. Den største usikkerheten i formelverket er estimat av middelflom, og resulterende vekstkurve vurderes som robust. Det betyr at et godt estimat av middelflom vil redusere usikkerheten i beregningene betraktelig.

Det er benyttet middelavrenning fått fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-1990 i flomformelverket. Verdiene beregnet fra de fleste stasjonene i området ligger noe under verdiene fra avrenningskartet, men det er forholdsvis liten forskjell.

Resultatene gitt fra flomformelverket for små nedbørfelt er presentert i Tabell 6. Det er gitt resultater for middelestimat, samt øvre- og nedre konfidensintervall (95%) for de største vassdragene, samt Tverrbekken som har en spesiell feltkarakteristikk. For de resterende sidevassdragene med feltstørrelse under 4 km² er karakteristikken og dermed spennet i resultatet nokså likt.

Tabell 6: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for vassdrag innenfor kommunedelplanen (kulminasjon).

Vassdrag	Feltareal [km ²]	Eff. sjø [%]	q _M [l/s*km ²]	Q ₂₀ /Q _M	Q ₂₀₀ /Q _M
Andre sidevassdrag	0 - 4	0 - 1	900 - 2300 - 4800	1.60	2.48
Tverrbekken	1.4	3.37	730 - 1500 - 2900	1.62	2.59
Mødalselva	6.5	0.23	950 - 1900 - 3800	1.59	2.45
Kvernelva	17.9	1.31	780 - 1560 - 3100	1.59	2.46
Røyro ved utløp i Langvotnevatnet	14.8	0.04	800 - 1680 - 3400	1.60	2.46
Steinsdalselvi ved Tokagjelet	44.5	1.00	650 - 1300 - 2600	1.59	2.47

5.3.3 PQRUT

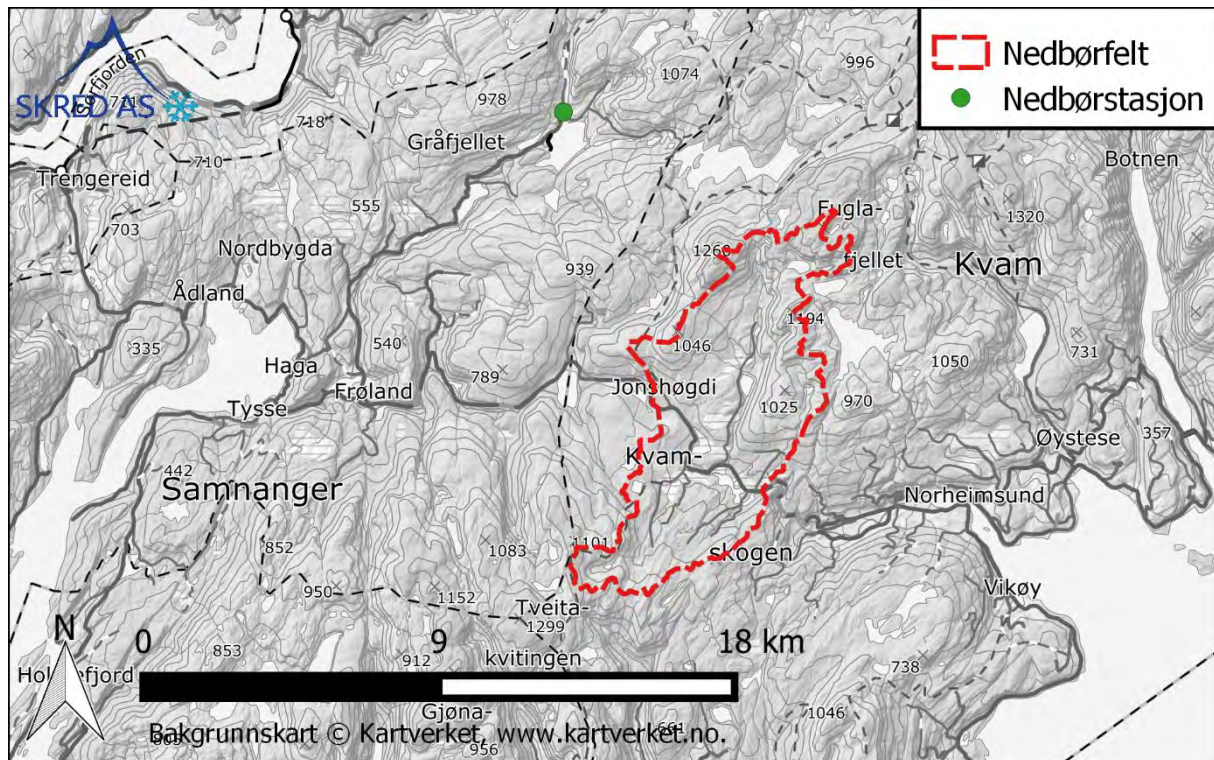
PQRUT er en nedbør-avløpsmodell som er utformet som en lineær karmodell. Modellen er en forenklet versjon av HBV-modellen. I NVE (2022) er det gitt en beskrivelse av modellen og hvordan den kan benyttes i små nedbørfelt. Det er flere usikkerhetsmomenter som ligger i bruken av modellen for mindre felt, slik at usikkerheten i resultatene forventes å være stor.

Metoden er brukt for flomberegning for de to største elvene, Røyro og Kvernelva, ved utløpet i Langvotnevatnet.

I henhold til anbefalinger i NVE (2015b) benyttes det et dimensjonerende nedbørforløp på 24 timer og et tidsskritt på 1 time. Konsentrasjonstiden til feltene er estimert til ca. 1 time basert på den pragmatiske metoden.

Det ligger en stor grad av usikkerhet i valget av dimensjonerende nedbørverdier og nedbørforløp. Det foreligger ingen nærliggende målestasjoner med oppløsning på 1 time eller finere, der stasjon Sædalen er den nærmeste men denne har få år med data. Ca. 11 kilometer nordvest for planområdet finnes det en nedbørstasjon, 50350 Samnanger, med døgndata som virker representative hvor det foreligger en måleserie på 101 år. Lokasjon er vist i Figur 13.

Det er utført frekvensanalyse på nedbørdataene der resultatene er presentert i Tabell 7. For å justere fra døgnnedbør til vilkårlig 24-timers nedbør er det multiplisert med en faktor på 1,13 (MET, 2015).

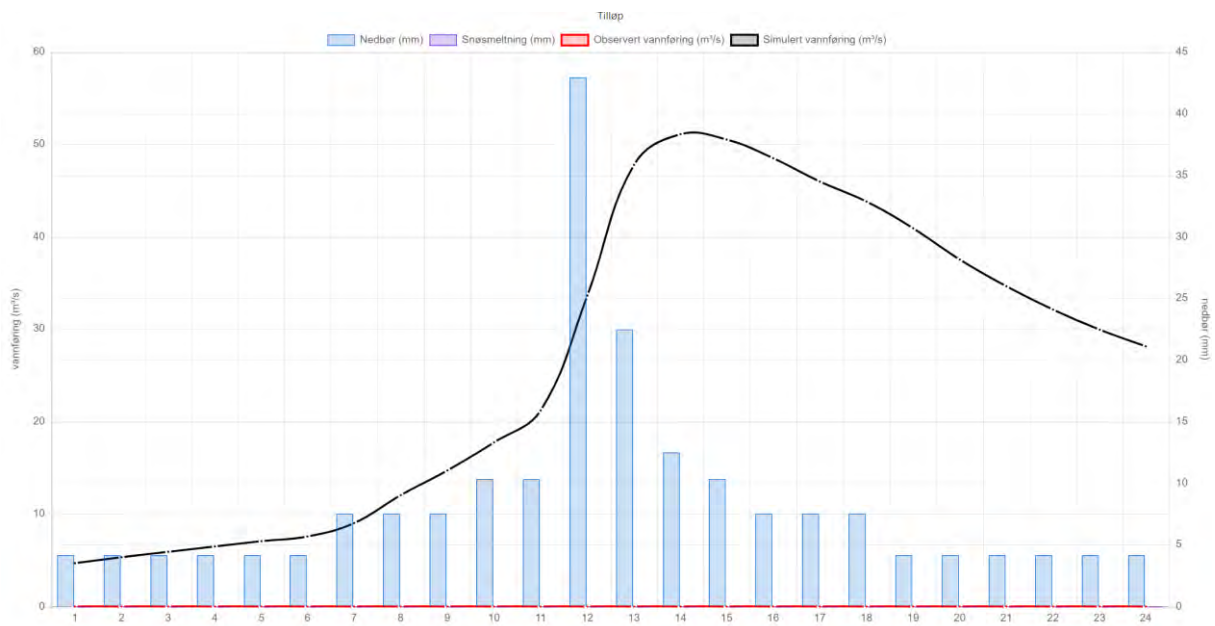


Figur 13: Lokasjon til nedbørstasjon (døgn) i forhold til vurderte nedbørfelt på Kvamskogen.

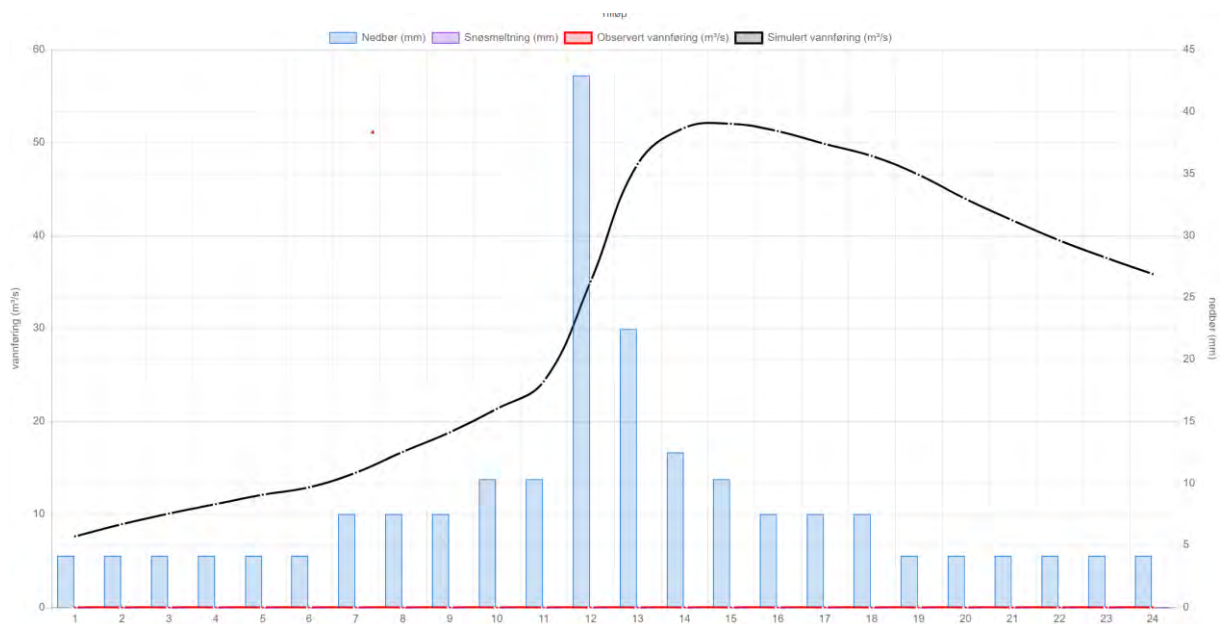
Tabell 7: Resultater fra frekvensanalyse på nedbør.

Nedbørstasjon	Måleperiode [år]	Høyde [moh.]	200-årsnedbør [mm]		Metode
			Døgn [mm]	24-timer [mm]	
50350 Samnanger	1900-2001	370	186	210	GEV (max.lik.)

Fra frekvensanalysen er 210 mm satt som dimensjonerende 24-timers nedbør. For varigheter ned mot 1 time er det skalert mot METs kurve for region 5. For å regne om fra punktverdi til arealnedbør, er arealreduksjonsfaktorer benyttet i henhold til anbefalinger (NVE, 2022). Det er videre konstruert et 200-års nedbørforløp som er tilnærmet symmetrisk om den mest intensive nedbørperioden. Initialvannføringen i PQRUT er satt til henholdsvis 4,4 m³/s og 6,6 m³/s for Røyro og Kvernelva som tilsvarer ca. tre ganger middelvannføringen. PQRUT-modellen gir en estimert 200-årsflom på ca. 51 m³/s i Røyro og 52 m³/s i Kvernelva ved utløp i Langvotnevatnet, vist i Figur 14 og Figur 15.



Figur 14: Resultater fra PQRUT for Røyro ved Langvotnevatnet, 200-årsflom.

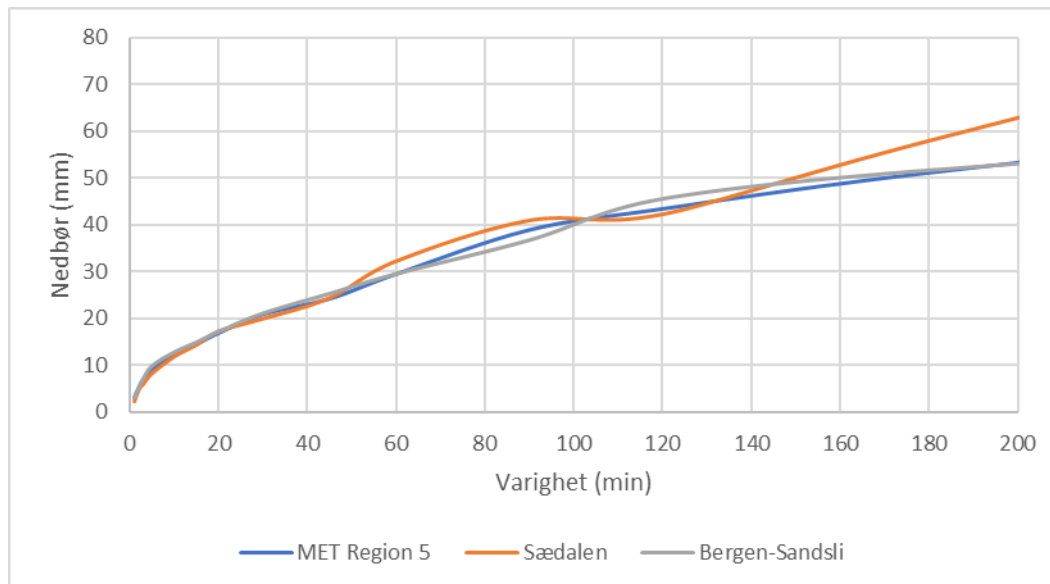


Figur 15: Resultater fra PQRUT for Kvernelva ved Langvotnevatnet, 200-årsflom.

5.3.4 Rasjonale metoden

Den rasjonale formelen beregner flomvannmengde basert på nedbørstatistikk, feltareal og antatt avrenningskoeffisient. Dimensjonerende nedbør hentes fra relevant IVF-kurve eller nedbørstatistikk, basert på estimert konsentrasjonstid. Det foreligger ulike anbefalinger til hvor store felt formelen bør benyttes til. Anbefalingene varierer mellom 0,2 og 5 km², men iht (NVE, 2022) er den kun benyttet for felt under 2 km². Generelt bør formelen benyttes forsiktig i naturlige felt og helst benyttes i kombinasjon med andre metoder.

Det ligger stor grad av usikkerhet i valget av dimensjonerende nedbørverdier. Det er valgt å bruke den regionale IVF-kurven fra MET for region 5. Kurven ligger omtrent likt med kurve for Sædalen og Bergen-Sandsli, men lavere enn kurve for Sandsli for varigheten fra ca. 160 min. Kurven for Sædalen har kun 10 sesonger og er dermed svært usikker for 200-års gjentaksintervall. De tre vurderte kurvene er vist i Figur 16.



Figur 16: Sammenligning mellom vurderte IVF-kurver for 200-års nedbør.

Konsentrasjonstiden til feltene er beregnet ved bruk av formel for naturlig felt gitt i SINTEF (1992). Avrenningskoeffisient (C-verdi) er satt basert på anbefalinger i aktuelle veiledere og erfaringsdata, med utgangspunkt i 0,7 for snaufjell, 0,25 for skog og 0,5 for myr. Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonale metoden er vist i Tabell 8.

Tabell 8: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonale metoden (kulminasjon).

Vassdrag	Areal [ha]	Kons. tid [min]	I_{200} [l/s*ha]	C-verdi	q_{200} [l/s*km ²]	Q_{200} [m ³ /s]
Tryglakleivbekken	70	80	75.1	0.4	4500	3.2
Hjeltelibecken	80	80	75.1	0.5	3000	2.4
Furedalen	100	60	81.7	0.6	4900	4.9
Skarbekken	130	60	81.7	0.5	4100	5.3
Tverrbekken	140	200	45.6	0.3	1400	1.9
Røyro ved Dalen	230	60	81.7	0.6	4100	9.4

Longvotnebekken	250	130	58.0	0.5	2900	7.3
-----------------	-----	-----	------	-----	------	-----

5.4 Klimaframskrivninger

I henhold til anbefalinger i (NVE, 2022) blir et klimapåslag på 40 % benyttet for alle felt under 10 km², da disse er spesielt utsatt for økning i korttidsnedbør. For felt større anbefales en klimafaktor på minst 20 %. Det er valgt å benytte et klimapåslag på 30 % for de største vassdragene, da de er såpass små at man forventer at de vil respondere raskt på intensiv nedbør.

5.5 Vurdering av grunnlag og resultater

Hordaland er blant områdene med høyest «observerte» flomverdier som spenner fra 4000 – 5300 l/s km² i felt med størrelse på 3,3 - 37,3 km² (NVE, 2015a) . Dette er spesielt i bratte felt med mye snaufjell med liten naturlig demping. De fleste av feltene på Kvamskogen har denne type karakteristikk der snaufjell dominerer, og man må dermed kunne forvente høye spesifikke flomverdier. Dette gjenspeiles i den høye spesifikke avrenningen i feltene og de høye middelflomverdiene ved de vurderte stasjonene.

5.5.1 Feltstørrelse 0 -4 km²

For de minste vassdragene vil man kunne forvente en høy spesifikk avrenning i flomsituasjoner, da det er mye snaufjell og skrint terreng, bratt og liten demping i de fleste feltene. Anbefalinger for mikrofelt (< 1km²) er at den spesifikke flomverdien for 200-årsflom forventes å ligge mellom 2000-5000 l/s km² (NVE, 2015a).

Ved stasjon 55.5 Dyrdalsvatn, som vurderes mest relevant for de små feltene, ligger kulminert spesifikk middelflom på 2250 l/s km², og spesifikk 200-årsflom på 5510 l/s km² beregnet med vekstfaktoren fra formelverket for små nedbørfelt. Medianestimatet fra flomformelverket gir spesifikke middelflomverdier på 2100 til 2400 l/s km² for de små feltene uten effektiv sjøprosent. Ved Tverrbekken og Longvotnebekken får man vesentlig lavere verdier (1500 og 1800 l/s km²), som følge av effektiv sjøprosent. Verdiene fra flomformelverket ligger opp mot verdien fått fra målestasjonen på de minste feltene, som virker rimelig ettersom 55.5 Dyrdalsvatn har vesentlig mer snaufjell enn de fleste av nedbørfeltene på Kvamskogen. Vekstkurven fra formelverket er imidlertid en del brattere, som gjør at spesifikke verdier for 200-årsflom samsvarer nokså bra med den fått fra stasjon 55.5 Dyrdalsvatn.

Vekstfaktoren til de to stasjonene med lengst måleserie (87 og 102 år) ligger mellom 2,4-2,5 for 200-årsflom og 1,6-1,7 for 20-årsflom, og samsvarer bra med vekstkurven til formelverket for de ulike feltene. Resultatene fra den rasjonale formel ligger noe under medianestimatet fra flomformelverket, men har svært stor usikkerhet i inputparameterne og vektlegges dermed i mindre grad.

Tabell 9: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.) for de minste vassdragene.

Metode	q _m [l/s*km ²]	q ₂₀ [l/s*km ²]	q ₂₀₀ [l/s*km ²]
--------	---------------------------------------	--	---

Vurdert fra referansefelt	2250	3710	5510
Formelverk for små nedbørfelt (median)	1800-2400	2400-3900	3800 - 5900
Rasjonale formel	-		1400 - 4900

5.5.2 Feltstørrelse > 6 km²

Mødalselva, Røyro og Kvernelva er de største vassdragene i området. Røyro består av en stor andel skog og noe snaufjell, og det er liten dempning i elva ved innløpet til Langvotnevannet. Kvernelva har noe mer snaufjell enn skog, og en høyere effektiv sjøprosent.

Avrenningskarakteristikken til Kvernelva og Røyro forventes å være nokså lik og det virker sannsynlig at disse vil kulminere nokså likt. Mødalselva er et vesentlig mindre felt som består av omtrent like mye skog og snaufjell. På bakgrunn av feltstørrelsen forventes det noe høyere spesifikk avrenning.

41.1 Stordalsvatn er et vesentlig større felt enn samtlige av de vurderte på Kvamskogen, og er derfor noe mindre relevant. De resterende stasjonene gir nokså like verdier for døgnmiddelflom (1000-1300 l/s km²) og kulminert middelflom ved de tre mest relevante stasjonene (2200-2400 l/s km²). 61.8 Kaldåen er meget representativt på bakgrunn av feltstørrelse og karakteristikk for Røyro og Kvernelva, men den har en del mer snaufjell som indikerer en lavere spesifikk avrenning i de to vassdragene. Til gjengjeld ligger en del av feltet høyere og det er mye slakere enn Røyro og Kvernelva. 55.4 Røykenes har usikre måledata og bør dermed vektlegges i mindre grad. Fra målestasjonene vurderes en spesifikk døgnmiddelflom på ca. 1000-1100 l/s km² realistisk for Røyro og Kvernelva. Mødalselva er et vesentlig mindre felt med liten dempning og forventes å ha noe høyere spesifikk avrenning. Basert på 55.5 Dyralsvatn virker en spesifikk døgnmiddelflom på ca 1200 l/s km² realistisk for Mødalselva. Beregnede kulminasjonsverdier med de høyeste forholdstallene fra Tabell 5 (1,95 for 61.8 Kaldåen og 42.2 Djupevad) er vist i tabellene under.

Vurdert middelflom fra stasjonene ligger litt over middelestimatet fått fra flomformelverket. Det vurderes at PQRUT underestimerer flomvannføringen i Kvernelva og Røyro, da den ligger en del under middelestimatet. Metoden er ikke benyttet for Mødalselva, ettersom usikkerheten er stor for så små felt hvor flomtoppen kan inntreffe på under en time.

Resultatene fra de ulike flomberegningsmetodene for Mødalselva, Kvernelva og Røyro er oppsummert i henholdsvis Tabell 10, Tabell 11 og Tabell 12. Ettersom man har flere relevante stasjoner i området som antyder at middelflommen ligger over flomformelverket, er det valgt å benytte middelflomverdien fått fra stasjonene.

Vekstfaktoren til de to stasjonene med lengst måleserie (87 og 102 år) ligger mellom 2,4-2,5 for 200-årsflom og 1,6-1,7 for 20-årsflom, som samsvarer bra med vekstkurven til formelverket for de ulike feltene. Det er derfor valgt å benytte vekstkurven fra NIFS formelverk.

Tabell 10: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.) for Mødalselva. Vekstkurven fra NIFS formelen er benyttet med referansefelt.

Metode	q_m [l/s*km ²]	q_{20} [l/s*km ²]	q_{200} [l/s*km ²]
Vurdert fra referansefelt	2350	3870	5760
Formelverk for små nedbørfelt	950 – 1900 - 3800	1520-3050-6100	2300 - 4700 - 9300

Tabell 11 : Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.) for Kvernelva. Vekstkurven fra NIFS formelen er benyttet med referansefelt.

Metode	q_m [l/s*km ²]	q_{20} [l/s*km ²]	q_{200} [l/s*km ²]
Vurdert fra referansefelt	2200	3710	5400
Formelverk for små nedbørfelt	780 – 1560 - 3100	1240-2500-5000	1900 – 5100 - 7700
PQRUT	-	-	2900

Tabell 12: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.) for Røyro. Vekstkurven fra NIFS formelen er benyttet med referansefelt.

Metode	q_m [l/s*km ²]	q_{20} [l/s*km ²]	q_{200} [l/s*km ²]
Vurdert fra referansefelt	2200	3710	5400
Formelverk for små nedbørfelt	840 – 1680 - 3400	1340-2700-5400	1600 – 5100 - 8200
PQRUT	-	-	3450

5.6 Dimensjonerende vannføringer

Dimensjonerende vannføringer for samtlige vassdrag benyttet videre er vist i Tabell 13.

For de minste vassdragene er det valgt å benytte middelestimatet fra NIFS formelverk sammen med resulterende vekstkurve, som vurderes som robust. For de største vassdragene er det valgt å justere opp middelflommen til kulminasjonsverdien fra de mest relevante stasjonene, da disse ligger noe over middelestimatet fra flomformelverket. Vekstkurven fra formelverket samsvarer bra med den fra de to måleseriene med lengst data, og benyttes derfor direkte. Beregnet spesifikk 200-årsflom med 30 % og 40 % klimapåslag varierer fra ca. 5300 til 8300 l/s km², hvor de fleste ligger på over 7000 l/s km².

Tabell 13: Benyttede flomverdier (kulm.) for de vurderte vassdragene inkludert klimapåslag.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	q_m^* [l/s*km ²]	Klimapåslag [%]	Q_{20} [m ³ /s]	q_{20} [l/s km ²]	Q_{200} [m ³ /s]	q_{200} [l/s km ²]
Tryglakleivbekken	0.7	2084	40	3.3	4668	5.1	7265
Hjeltelivbekken	0.8	2395	40	4.3	5365	6.7	8315
Furedalen	1.0	2266	40	5.1	5076	7.9	7899
Skarbekken	1.3	2395	40	7.0	5365	10.8	8282
Tverrbekken	1.4	1455	40	4.6	3300	7.4	5276
Røyro ved Dalen	2.3	2373	40	12.2	5316	18.7	8139
Longvotnebekken	2.5	1818	40	10.2	4072	15.8	6312
Hjartåna	4.0	2087	40	18.7	4675	28.5	7129
Mødalselva	6.5	2350	30	31.6	4857	48.7	7485

Røyro ved utløp i Longevotnevatnet	14.8	2200	30	67.7	4576	104	7036
Kvernelva	17.9	2200	30	81.4	4547	126	7036
Steinsdalselvi ved Tokagjelet	44.5	1800	30	165.6	3721	257	5780

5.7 Klassifisering av flomberegning

Det foreligger observasjoner i flere vassdrag med lignende karakteristikk, men disse ligger et stykke unna det vurderte området. Noen av observasjonene har god kvalitet på flom og det er ikke store gradienter i spesifikke flomstørrelser på de mest relevante og nærliggende stasjonene. På bakgrunn av dette vurderes det hydrologiske grunnlaget for flomberegninger til klasse 3 (på en skala fra 1 – 5 der 1 er best). Det tilsvarer klassifiseringskriteriet «Brukbart hydrologisk datagrunnlag, men store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området.» Det henvises til Veileder for flomberegninger (NVE, 2022) for nærmere forklaring av kriteriene.

6 Hydraulisk modellering

6.1 Metode

I beregning av vannlinje og hydrauliske parametere er programvaren Hec-Ras versjon 6.1 benyttet. De viktigste inngangsparameterne til Hec-Ras modellen er geometri (terrengmodell, grid, elvebanker og konstruksjoner), ruhet, grensebetingelser og vannføring. For å best mulig vurdere strømningsforholdene er det satt opp 2-dimensjonale modeller.

6.2 Oppsett av modell

6.2.1 Modelloppsett

Basert på bakkepunkter fra LiDAR-data av området fra 2011 er det etablert en terrengmodell med horisontal oppløsning på 0,5 x 0,5 meter. Det er gjort tilpasninger av terrengmodellene der det er nødvendig, f.eks. ved bruer eller dype elvestrekninger. Det er satt opp en hydraulisk modell for hvert av de største vassdragene. For å beregne vannstand i Langvotnevatnet som utgjør nedre grensebetingelse for mange av vassdragene, er det kjørt en ruting gjennom magasinet i HEC-RAS for 20- og 200-års gjentaksintervall.

Benyttede parametere i modellen fremkommer av Tabell 14.

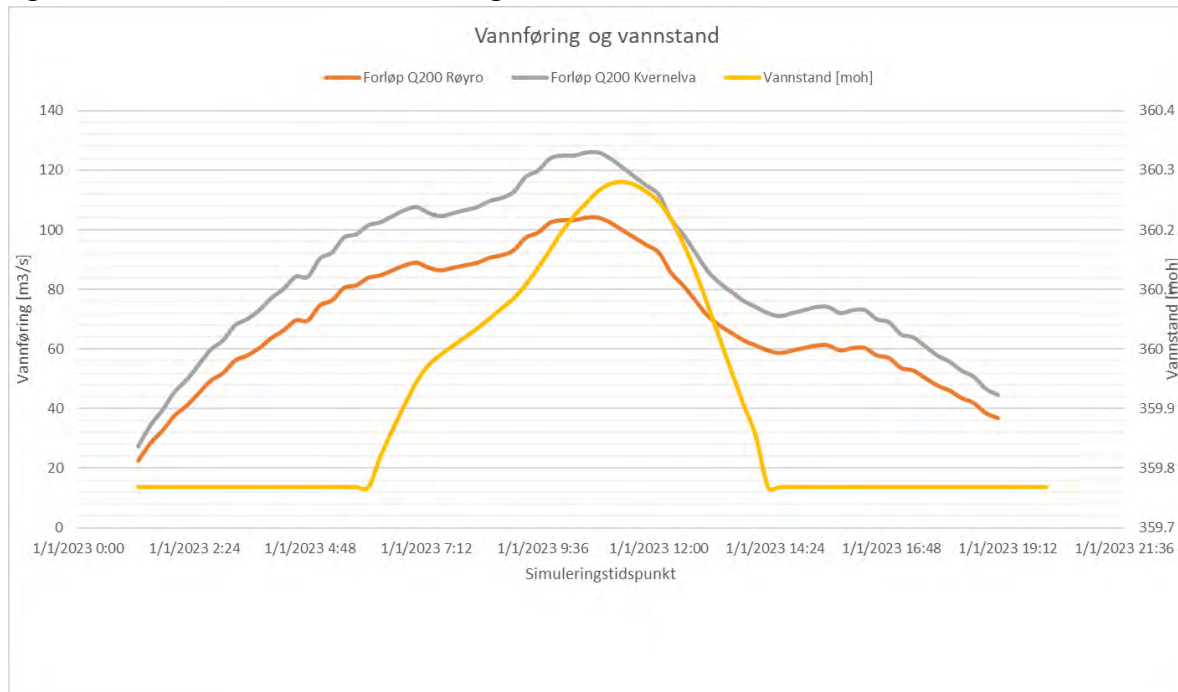
Tabell 14: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for vassdragene.

Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	0,5 x 0,5 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Vannstand ved Q20 eller Q200/Normalstrømning
Cellestørrelse beregningsgrid	Fra 2 x 2 meter til 5 x 5 meter
Likningssett	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av courant-number mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	Basert på AR5-data: Elvebunn: 15-25, skog: 10-15, åpen fastmark: 30

6.2.2 Dimensjonerende vannstand i Langvotnevatnet

For å beregne dimensjonerende vannstand i Langvotnevatnet ved en 20- og 200-årsflom, er det kjørt en ruting gjennom magasinet i HEC-RAS. Det er generert et flomforløp basert på kulminasjonsdata fra stasjon 42.2 Djupevad under en flomhendelse den 14.09.2005. Denne er skalert mot beregnet 20- og 200-års vannføring i Røyro og Kvernelva, som utgjør ca 75 % av nedbørfeltet til Langvotnevatnet og har nokså lik karakteristikk, som beskrevet tidligere. Det er derfor lagt til grunn at disse to kan kulminere tilnærmet samtidig og at bidraget fra disse to vil gi dimensjonerende vannstand i Langvotnevatnet. De andre vassdragene som renner ut i Langvotnevatnet er vesentlig mindre og det antas derfor at flomtoppen deres vil inntreffe før flomtoppen til Røyro og Kvernelva. For Kvernelva og Røyro er 200-års vannstand i Langvotnevatnet satt som nedstrøms grensebetingelse, da det vurderes som realistisk at maksimal vannstand kan opptre i samme tidsperiode som flomtoppen fra de to elvene. For de andre vassdragene, som er en del mindre, er beregnet 20-års vannstand satt som nedstrøms grensebetingelse ved modellering av 200-årsflom da det anses som mindre sannsynlig at de vil kulminere samtidig som vannet. Det modellerte forløpet for 200-årsflom

og resulterende vannstand er vist i Figur 17.



Figur 17: Simulerte flomforløp i Kvernelva og Røyro sammen med resulterende vannstand i Langvotnevatnet.

6.2.3 Konstruksjoner

Bruer er lagt inn i modellen med målt dimensjon, men uten toppdekke der det anslås at de har tilstrekkelig kapasitet. Dersom vannet når opptil brudekket er brua lagt inn i modellen som en kulvert (kalibrert ved å øke bredden på kulverten i forhold til brua) for å vurdere påvirkning i vannstand oppstrøms og nedstrøms brua.

6.3 Resultater fra modelleringen

6.3.1 Røyro – øvre del

Øvre del av Røyro er modellert fra ca. 100 meter oppstrøms den øverste bebyggelsen i Dalen ned til Røyrlø. Røyro har for liten kapasitet for fremtidig 20- og 200-årsflom ned til Varden. Flomvann vil bre seg ut over elvebredden flere steder, særlig mot vestsiden av elva. Vannstanden når ikke opp til underkant av bruene langs strekningen bortsett fra for bru på veg mot Skeisskarane. Årsaken til dette er lavbrekk i terrenget som heller leder vannet ut av elveløpet framfor oppstuvning foran de resterende bruene.

Fra Varden ned til terrenget flater ut ved Røyrlø er kapasiteten til elveløpet bedre og både 20- og 200-årsflommen vil i hovedsak holde seg i eller nært langs elveløpet. Ved Røyrlø vil flomvannet bre seg ut over myra.

Det kan oppstå høye vannhastigheter i elva under flom, der vannhastigheter opp til 4-5 m/s vurderes realistisk i de bratteste partiene. Langs mindre bratte strekninger vil hastigheten være 1-2 m/s og mindre enn 1 m/s på de slakeste flomslettene.

6.3.2 Røyro – nedre del

Nedre del av Røyro er modellert fra Røyrløp til utløpet i Langvotnevatnet hvor elva er nokså rolig og slak hele veien. Det er både kjørt en situasjon med beregnet 200-års vannstand i Langvotnevatnet som grensebetingelse, samt en med vannet lagt inn som et 1d-område med magasinkurve og dimensjonerende vannføring i Kvernelva. Sistnevnte scenario er kjørt for 7 timers varighet, og vannstanden i vannet blir dermed litt høyere enn ved ruting av flomforløp. Det har imidlertid lite å si på modellresultatene for Røyro.

Brudekker er ikke lagt inn i modellen, men det er kontrollert at ikke vannet når opp til underkant av brudekket. Flere av bruene i det flate partiet ligger såpass mye høyere enn terrenget rundt, at vannet drar ut på sidene av brua før det når opp til underkant av brudekket. Det vurderes at det har lite å si dersom vannet akkurat når opp til brudekket, ettersom vannet bare vil renne på siden.

Det er satt en initialvannføring i Røyro beregnet ut ifra spesifikk 200-års vannføring ved Dalen. Det er også lagt inn vannføring ved bekkene Furedalsbekken, Mødalselva og Hjeltelubekken der disse påløper, samt en restvannføring ved småbekkene fra Furedalen slik at dimensjonerende vannføring ved utløpet i Langvotnevatnet samsvarer med det som er beregnet.

Modelleringen viser at vannet brer seg utover store deler av dalen både ved 20- og 200-årsflom. Områdene består i dag av myrområder, turveier og parkeringsplasser samt noen næringsbygg og hytter. Vannstanden når også opp til fylkesvegen.

Det er svært lave hastigheter i de fleste områder og vannstanden i Langvotnevatnet gjør at vannet blir stående nesten opp til samløpet med Mødalselva.

6.3.3 Tryglakleivbekken

To mindre bekker fra Tryglakleivtjernene og Timberhaugen går sammen og blir Tryglakleivbekken. Bekkene går stort sett i definerte bekkeløp med god nok kapasitet til en fremtidig 200-årsflom. Likevel er det noen steder liten overhøyde hvor vannet kan ta nye løp. Dette gjelder ca. 200 meter oppstrøms samløpet og 100 meter nedstrøms. Flomveien nedstrøms samløpet vil også aktiveres ved fremtidig 20-årsflom, mens flomveien oppstrøms samløpet ikke aktiveres.

Det kan oppstå moderate vannhastigheter i elva under flom, der vannhastigheter på opptil 3,5 m/s vurderes realistisk i de bratteste partiene. Langs mindre bratte strekninger vil hastigheten være 1-2 m/s.

6.3.4 Furedalsbekken

I Furedalsbekken er det liten overhøyde flere steder slik at vannet kan ta nye flomveier. Ved disse stedene ledes vannet tilbake til bekkeløpet igjen. Dette gjelder for både fremtidig 20- og 200-årsflom. Ved GBnr. 21/616 er det etablert en skred-/flomvoll som holder vannet innenfor bekkeløp. I den hydrauliske modellen er det antatt at denne er bygget som beskrevet i rapport «A124690-1-1 Skred/flom farevurdering av hyttetomt på Kvamskogen»

(COWI AS, 2019). Dette er avgjørende for at vannet ikke skal dra ut av løpet her under en flomhendelse.

Nedre del av Furedalsbekken har ikke god nok kapasitet for verken fremtidig 20- eller 200-årsflom og flomvann flyter ut over bekkens bredder.

Det kan oppstå moderate vannhastigheter i elva under flom, der vannhastigheter på opptil 3,5 m/s vurderes realistisk i de bratteste partiene. Langs mindre bratte strekninger vil hastigheten være 1-2 m/s og helt nederst mot Røyro < 1 m/s.

6.3.5 Mødalselva

Mødalselva har stort sett god kapasitet for fremtidig 20- og 200-årsflom, med unntak av sideløpet fra Fossdalsvatnet ned Langelia hvor det er noen steder med liten overdekning og vannet kan dra ut av bekkeløpet to steder. Det er benyttet samme spesifikke vannføring i sidevassdraget som i hovedelva, noe som virker rimelig til tross for et mindre nedbørfelt, men til gjengjeld en høy effektiv sjøprosent. Kulverten under Mødalsvegen har ikke tilstrekkelig kapasitet for en 20- eller 200-årsflom, men det vil kun påvirke området rundt parkeringsplassen før det drar tilbake i bekkeløpet. Det er noen eksisterende hytter som kan bli påvirket av at flomløpene aktiveres, både ved 20- og 200-årsflom. Det bemerkes at det er vanskelig å estimere hvor vannet tar veien og når det vil dra ut av bekkeløpet uten nøyaktige innmålinger. Modelleringen viser at brua ned mot Røyro har tilstrekkelig kapasitet, men at elva nedstrøms brua vil dra ut av elveløpet grunnet dårlig kapasitet.

Det kan oppstå svært høye hastigheter i elva under flom, der hastigheter over 5 m/s ikke er urealistisk i de bratteste partiene.

6.3.6 Hjeltelibekken

Hjeltelibekken har stort sett god kapasitet for en fremtidig 200-årsflom, bortsett fra i nedre del og ved kryssing av veggen Hjeltelia.

Veggen Hjeltelia krysser Hjeltelibekken med en kulvert. Overhøyden på vestsiden av kulvertinnløpet er liten slik at vann vil kunne strømme ut av bekkeløpet her fremfor gjennom kulverten ved en fremtidig 200-årsflom. Dette fører til at ca. 1 m³/s vil ta nytt løp nedover veggen. I en flomsituasjon er det sannsynlig at kulverten vil tilstoppes delvis, som vil føre til en fordobling av mengden vann som strømmer nedover veggen. Vannet vil følge veggen omtrent 100 meter før det finner veggen tilbake til bekkeløpet. Kulverten har god nok kapasitet for en fremtidig 20-årsflom.

I nedre del av Hjeltelibekken, hvor terrenget flater ut mot myrene, er overhøyden langs bekkeløpet liten flere steder. Flomvannet vil derfor kunne strømme ut av bekkeløpet og bre seg utover de flate områdene ved en fremtidig 200-årsflom. Ved en fremtidig 20-årsflom vil flomvannet holde seg i eller nær bekkeløpet.

Det kan oppstå moderate vannhastigheter i elva under flom, der vannhastigheter på opptil 3,5 m/s vurderes realistisk i de bratteste partiene. Langs mindre bratte strekninger vil hastigheten være 1-2 m/s.

6.3.7 Kvernelva

Kvernelva har stort sett god kapasitet for en fremtidig 200-årsflom, bortsett fra i nedre del. Der vil vannstanden nå opp til brudekket på brua langs fylkesvegen. Dette fører til en oppstuvning i forkant av brua slik at vannstanden blir så høy at vann kan strømme vestover langs vegen og over brubanen. Omtrent 100 m³/s vil strømme gjennom bruas lysåpning, dersom den ikke tilstoppes. Nedstrøms brua oversvømmes store deler av campingplassen. Det samme gjelder for en fremtidig 20-årsflom, men oppstuvningen oppstrøms brua og oversvømmelsene nedstrøms er noe mindre.

Det vil oppstå svært høye vannhastigheter i elva under flom, der vannhastigheter på ca. 7-8 m/s vurderes realistisk i de bratteste partiene. Like oppstrøms fylkesvegen reduseres hastigheten, men den vil fortsatt være høy i elveløpet, 3-4 m/s. Utenfor elveløpet ved fylkesvegen og ned mot Longevotnevatnet, vil hastigheten være lav, mindre enn 1 m/s.

6.3.8 Skarbekken

Skarbekken går sammen med en sidebekk fra Byrkjesete ca. 750 meter oppstrøms utløpet i Longevotnevatnet. Begge bekkeløpene er modellert.

Oppstrøms den øverste bebyggelsen langs sidebekken vil en flomvei sørøst for bekkeløpet aktiveres både ved en fremtidig 20-årsflom og 200-årsflom. Det meste av vannet vil følge denne flomveien tilbake til bekkeløpet oppstrøms vegen og bebyggelse, men ved 200-årsflom vil noe vann (< 0,5 m³/s) kunne strømme gjennom et hyttetun før det finner veien tilbake til bekkeløpet.

I Skarbekken, ca. 150 meter oppstrøms samløpet med sidebekken kan også en flomvei sørøst for bekkeløpet aktiveres ved 200-årsflom, men flomvannet vil likevel ikke berøre verken bebyggelse eller infrastruktur.

Skarbekken krysses med bru eller kulvert tre steder (sett bort fra enkle trebruer som antas å bli tatt av flommen). To av kryssingene er bruer på vegen Skarbedalen. Begge disse har god nok kapasitet for en fremtidig 200-årsflom. Dette gjelder også dersom lysåpningene er noe tilstoppet av trær eller annet drivgods.

Ved kulvert under fylkesvegen vil flomvann flyte ut til hver side av bekkeløpet før kulverten fylles. Det fører til at områdene rundt innløpet til kulverten oversvømmes, men kulverten har god nok kapasitet til å lede vannet vekk slik at fylkesvegen ikke vil overtoppes, så lenge kulverten ikke er tilstoppet. Ved tilstopping av kulverten, begrenses kapasiteten og flomvann kan strømme over vegen sørøst for kulverten. Dette gjelder for både 20- og 200-årsflom, men i mindre grad for 20-årsflommen.

Det kan oppstå store vannhastigheter i elva under flom, der vannhastigheter på ca. 4 m/s vurderes realistisk i de bratteste partiene. Langs mindre bratte strekninger vil hastigheten være 1-2 m/s og mindre enn 1 m/s i nedre del av elva ved fylkesvegen.

6.3.9 Hjartåna

Hjartåna har stort sett god nok kapasitet for en fremtidig 200-årsflom, bortsett fra i nedre del ved campingplassen, hvor store områder blir oversvømmes. Flomvann flyter ut av elva på begge sider av elveløpet og vil berøre både Byrkjesetevegen og vege Fureberghovden. På grunn av oppstuvning fra Langvotnevatnet vil deler av campingplassen oversvømmes og et større myrområde vest for Fureberghovden. Øst for elveløpet vil parkeringsplass og myrområde bli oversvømt. Parkeringsplassen på vestsiden av elveløpet ved fylkesvegen vil også kunne oversvømmes, men det er noe usikkerhet knyttet til strømningsmønster og vanndybder her, da det er gjort terrengendringer etter at laserdataene terrengmodellen er basert på ble fanget (2011).

De to kryssingene av elveløpet, langs fylkesvegen og vege like oppstrøms, har i seg selv god nok kapasitet for en fremtidig 200-årsflom så lenge de ikke er tilstoppet, men kapasiteten begrenses av oppstuvning fra Longevotnevatnet. I tillegg vil flomvann dra ut av elveløpet oppstrøms disse som beskrevet over.

Ved en fremtidig 20-årsflom oversvømmes noe av arealet på parkeringsplass øst for elveløpet og noe av områdene vest for elveløpet, men verken campingplass eller veger berøres.

Det kan oppstå store vannhastigheter i elva under flom, der vannhastigheter på over 5-6 m/s vurderes realistisk i de bratteste partiene. Langs mindre bratte strekninger vil hastigheten være 1-2 m/s og mindre enn 1 m/s i nedre del av elva ved campingplassen og fylkesvegen.

6.4 Sensitivitetsanalyse

Da vi ikke har tilgang på kalibreringsdata er det gjennomført sensitivitetsanalyser av modellene for 200-års gjentaksintervall. I sensitivitetsanalysene er henholdsvis ruheten og vannføringen økt med 20%. I tillegg er det utført beregninger med delvis tilstopping av bruer eller kulverter.

Sensitivitetsanalysene gir en økning i vannstand i elveløpene på mellom 5 cm og 30 cm. Utstrekning i oversvømt areal påvirkes i liten grad.

7 Isproblematikk og kjøve

7.1 Generelt

På Kvamskogen er det store utfordringer knyttet til ispropper, svelling og kjøve vinterstid, som gir store lokale oversvømmelser. Det er et område hvor det kommer store mengder snø, men hvor det også kan slå om til mildvær og nedbør i form av regn etter lange kuldeperioder. Elva Røyro som går i bunnen av dalen har stedvis svært lav helning og hastighet, som gjør at snø og is lett kan bygge seg opp. Dette blir spesielt et problem rundt eksisterende bruer og kulverter, samt langs parkeringsplasser hvor det brøytes store snøhauger tett på elveløpet. Deponering av snø kan påvirke hvordan vannet brer seg utover og om det finner veien tilbake til bekkeløpet eller blir demmet opp på parkeringsplassene. Det er store flate myrområder og parkeringsarealer langs elva som jevnlig blir oversvømt vinterstid. Eksempler på oppstuvning er vist i Figur 18, Figur 19 og Figur 20.



Figur 18: Røyro ved Furedalen hvor det er mye vann og snø i elva. Foto: Kvam kommune



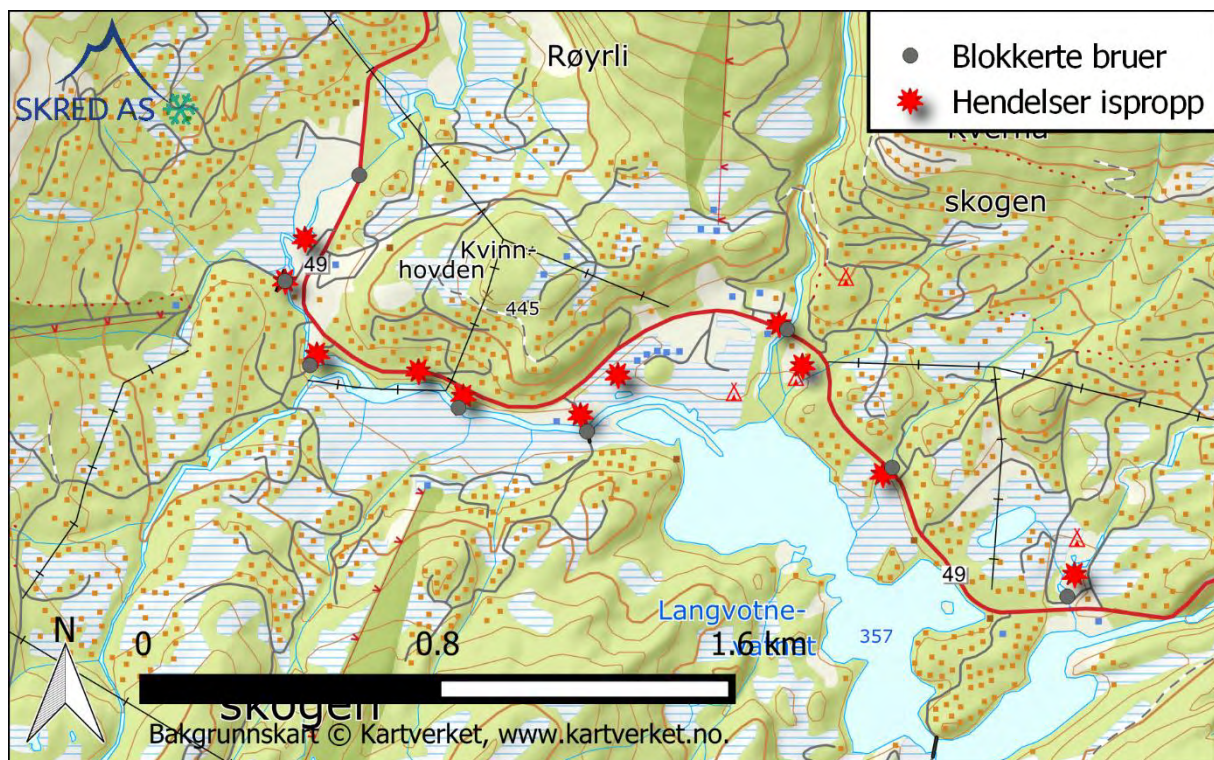
Figur 19: Oversvømmelse ved Løken vinterstid. Foto: Kvam kommune



Figur 20: Bilde av snøoppdemming ved en kulvert i Røyro ved Dalen. Foto: Kvam kommune

7.2 Hydraulisk modellering av ispropper

For å forsøke å vurdere konsekvensen av tilstopping av bruer og kulverter som følge av isdannelse/kjøve eller flomskredavsetninger er den hydrauliske modellen satt opp med blokkerte bruer på kjente utsatte strekninger. Basert på de mest relevante målestasjonene er det vurdert vannføringer vinterstid. Hendelsen som utløste 7 flomskred på Kvamskogen 20.02.2021 er vurdert spesifikt ved de mest relevante stasjonene og viser noe av den samme tendensen med lave temperaturer og lite vannføring i lang tid før en plutselig mildværsperiode med nedbør i form av regn som ga en liten lokal økning i vannføring. Det var imidlertid ikke en spesielt høy vintervannføring på noen av stasjonene under denne hendelsen, som tyder på at forholdene i forkant gjorde at is/skredmasser løsnet med mildværet. Det er vurdert vintervannføringer fra de mest relevante stasjonene (alle utenom Storavatn) fra 2018 til 15.03.2022. Det er sammenlignet middelflom med høyeste vannføringer ilt vinter, samt vannføring fra 21.02.2021. Vannføringene ligger mellom 20 % av middelflom til 90 % av middelflom. Hydrauliske beregninger er utført med middelflom i vassdragene. Dokumenterte hendelser og bruer som er blokkerte i modellene er vist i Figur 21. Resultatene viser nokså bra samsvar i utbredelse sammenlignet med bilder fra hendelsene. Noen steder er det mindre utbredelse enn det som er vist på bildene, for eksempel der vannet sto opptil Fylkesvegen sør for Kvinnhovden. Hensynssonen er her justert manuelt ut ifra bildene. Utbredelsen er i stor grad lik som for 200-årsflom, spesielt i de flate områdene. Der elva i utgangspunktet har kapasitet til 200-årsflom blir sonen noe større ettersom bruene er helt blokkert.



Figur 21: Hendelser knyttet til isoppstuvning sammen med blokkerte bruer i modellen.

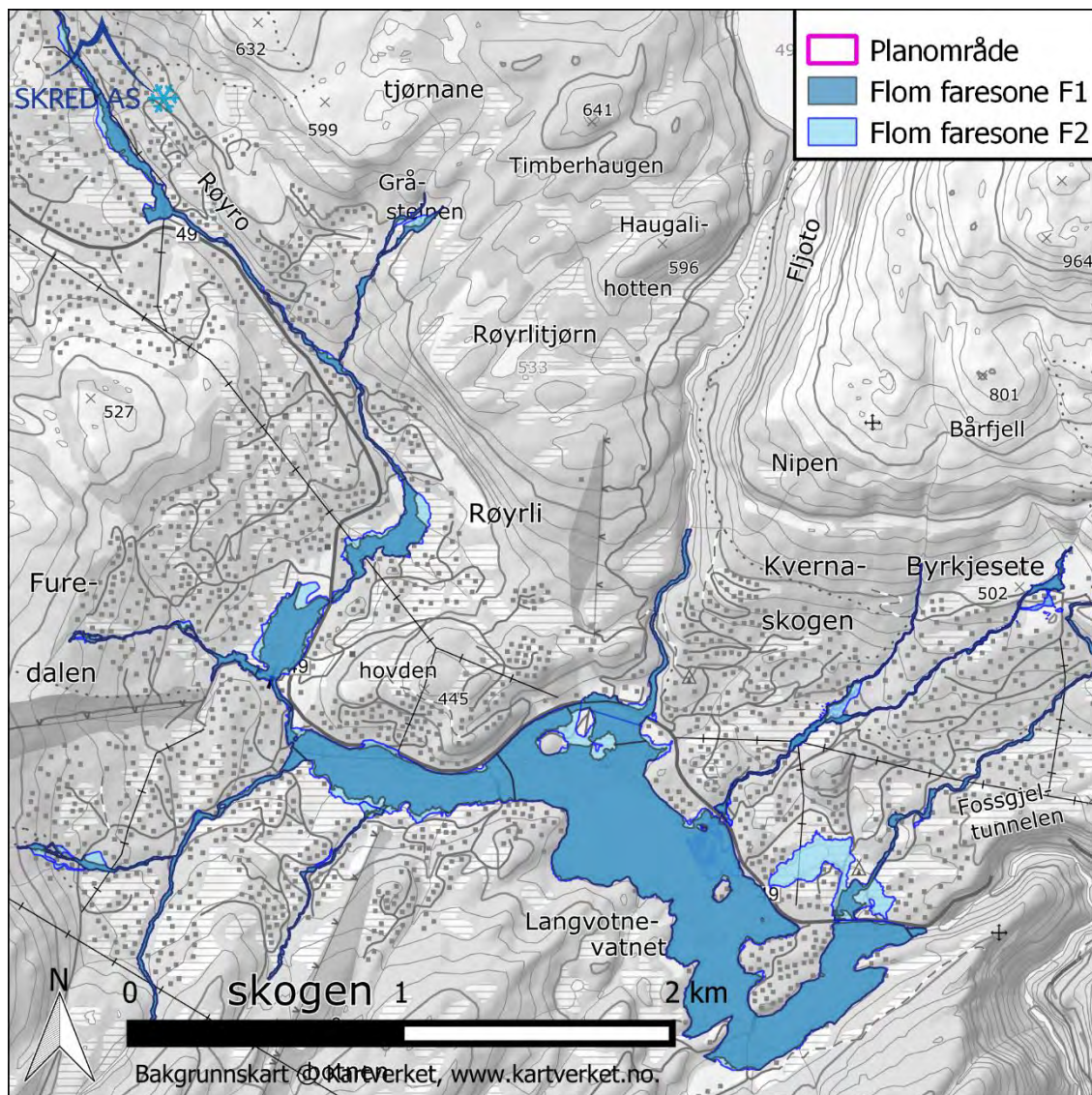
8 Faresoner for flom og hensynssoner for ispropper/kjøve

8.1 Faresone F1 og F2

Basert på resultater fra modelleringen og analysene er det tegnet opp faresone for flom for de vurderte vassdragene. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/20 og 1/200 i år 2100, som tilsvarer sikkerhetsklasse F1 og F2 i TEK17.

Langs Langvotnevattnet og et stykke oppover Røyro ved Løken er det vannstanden i vannet som er dimensjonerende.

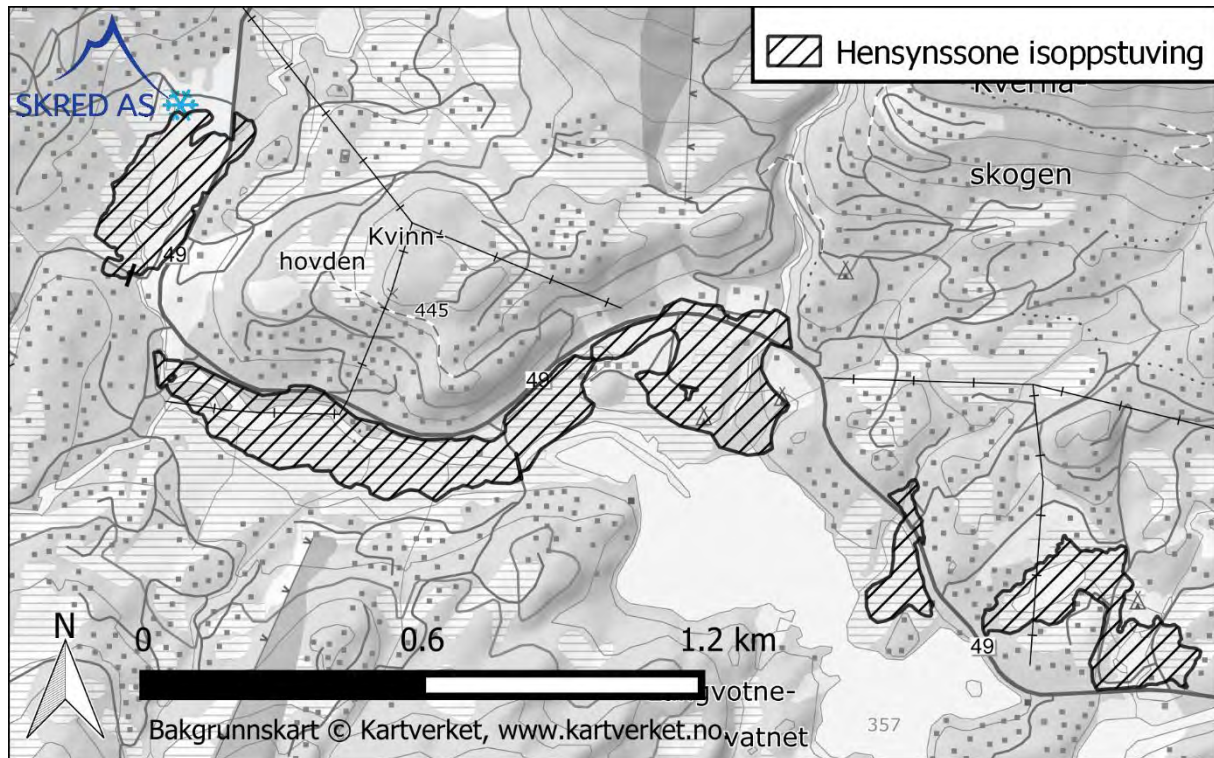
Faresonene for F1 og F2 fremkommer av Figur 22. Dersom det etableres bebyggelse innenfor sonen anbefales det å benytte en ekstra sikkerhetsmargin på ytterligere minimum 0,3-0,5 meter (se Tabell 15). Kotehøydene fremkommer av vedlegg.



Figur 22: Faresone F1 og F2 for området.

8.2 Hensynssone for isoppdemming

Basert på resultater fra modellering av tilstoppete bruer og vintervannføring, er det tegnet opp hensynssoner for flom og isoppdemming for de vurderte vassdragene. Sonene ligger innenfor faresonene for flom og er å betrakte som områder hvor flomhendelser kan opptre oftere enn angitt gjentaksintervall for faresonen. Det bør knyttes bestemmelser til disse sonene, blant annet om at det må tas hensyn til snødeponering i disse områdene. Hensynssonen er vist i Figur 23.



Figur 23: Hensynssoner hvor det kan oppstå oversvømmelse som følge av isoppstuvning.

8.3 Kotehøyder for flomsikkert areal

Basert på modelleringen og tidligere flomvurderinger er det gitt en oppsummering av dimensjonerende flomnivå og anbefalt sikkerhetsmargin ved ulike steder i planområdet som vist i Tabell 15. De tidligere vurderingene ved Måvotsvatnet, Vetlevatnet og Eikedalsvatnet er beskrevet i kapittel 3.

Ved Løken og Furedalen er det anbefalt 0,5 m sikkerhetsmargin som følge av at snødemming kan gi lokal oppstuvning over det som modellen viser. Dersom man skal fylle opp terrenget innenfor flomsonen til flomsikkert nivå må det gjøres en hydraulisk vurdering av om det kan føre til økt flomulempe andre steder dersom man fyller opp et betydelig volum som ville stått under vann før oppfylling. Dette er særlig aktuelt langs Røyro ved Furedalen og Løken, hvor det er begrensede utløp og de flomutsatte områdene kan ha en fordrøyende effekt.

Tabell 15: Beregnede kotehøyder og anbefalte flomnivåer.

Navn	Flomnivå 20 år (moh.)	Flomnivå 200 år (moh.)	Sikkerhets- margin	Snø- demming	Kotehøyde for utfylling F2	Ny vurdering ved utfylling (følgeskade)
Langvotnevatnet	359,7	360,3	0,3 m	Nei	360,6	Nei
Alhovden (vest for adkomstvei til camping)	359,7	360,3	0,3 m	Ja	360,6	Nei
Løken	359,75	360,4	0,5 m	Ja	360,9	Ja
Furedalen	363,15	363,6	0,5 m	Ja	364,1	Ja
Måvotsvatnet	437,7	437,9	0,3 m	Nei	438,2	Nei
Vetlevatnet	437,7	437,9	0,3 m	Nei	438,2	Nei
Eikedalsvatnet	385,0 (50 år)	385,2	0,5 m	Nei	385,7	Nei

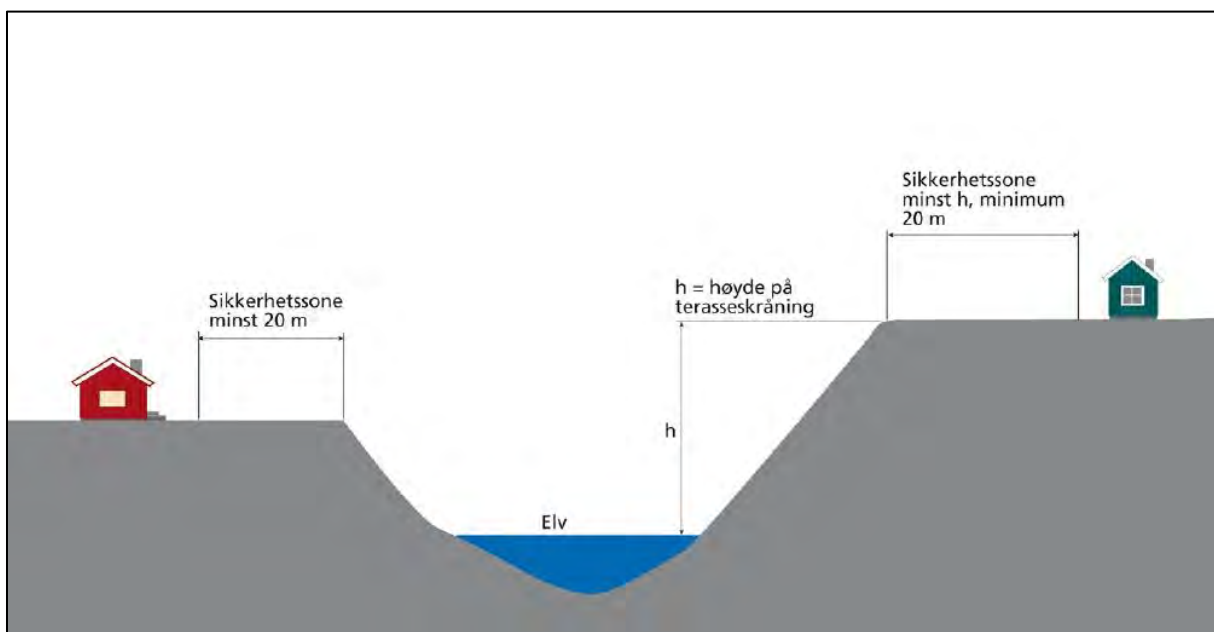
9 Vurdering av erosjonssikkerhet

9.1 Erosjonssikkerhet

I henhold til krav i TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon, med følgende veiledning: «Erosjon er en framskridende prosess hvor sikkerhetsnivået ikke kan angis som gjentaksintervall, slik som for flom. For et areal innenfor en elvekant med løsmasser der det pågår erosjon, vil sannsynligheten for at arealet skal undergraves øke med tiden. Byggverk må derfor legges i sikker avstand fra erosjonsutsatt skråning, eventuelt må skråningen sikres mot erosjon. Avstanden til erosjonsutsatt elvekant må være minst like stor som høyden på kanten (målt fra toppen av skrent til normalvannstand i elv eller bekk), og ikke under 20 meter selv om høyden er mindre enn dette (se Figur 24). Avstanden kan være mindre dersom elven eller bekken sikres mot erosjon, og bør være større der elvekanten består av lett eroderbare masser.»

Bekkene på Kvamskogen renner i stor grad på fjell, spesielt i øvre del der det er brattest og hastighetene er størst. Det er forholdsvis tynne lag med morene i de nedre delene og på befaring ble det observert fjell i dagen i samtlige bekkeløp. Der det kan være størst fare for erosjon er langs oppfylte arealer som parkeringsplasser hvor det er tilført masser, og langs veier og campingplasser. Ved oppføring av nye bygg nærmere bekken enn 20 meter, anbefales det at det gjøres en vurdering av erosjonssikkerhet. Det settes av en hensynssone langs bekkene med denne avstanden, hvor reell fare må avklares på reguleringsplan/byggeplannivå. Hensynssonen er utvidet der hvor vannhastighet i bekkenes flomveier er høy. Dette gjelder for en flomvei til Mødalselva og Hjeltelibekken.

For å opprettholde tilstrekkelig erosjonssikkerhet over tid, er det nødvendig med jevnlig tilsyn og eventuell utbedring av erosjonssikring ved skader.



Figur 24: Illustrasjon av sikkerhetssone mot erosjon (gjengitt fra TEK17 §7-2 fjerde ledd)

10 Risikoreduserende tiltak

10.1 I kartlagte områder

Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresonen for flom. Dersom det skal etableres ny bebyggelse innenfor faresonen som faller inn under sikkerhetsklasse F1 og F2 må det utføres risikoreduserende tiltak. Tiltak kan enten ha som mål å redusere faresonen, eller at byggverk dimensjoneres på en måte slik at det ikke tar skade ved dimensjonerende flom. Det vanligste tiltaket er å heve terrenget slik at bygget legges på flomsikkert nivå, som defineres som beregnet vannstand pluss en sikkerhetsmargin for å ta høyde for usikkerheter. Ved slike tiltak må det gjøres en hydraulisk vurdering av om det kan føre til økt flomulempe andre steder dersom man fyller opp et volum som ville stått under vann før oppfylling. Andre tiltak kan være ulike typer fysisk sikring som for eks. vollkonstruksjoner og murer.

Dersom bebyggelse skal etableres innenfor faresonene anbefales det å benytte en sikkerhetsmargin på 0,3-0,5 meter over beregnet vannstand.

10.2 Mindre bekker uten detaljert flomvurdering eller aktsomhetssone

Det anbefales å sette av en hensynssone på minimum 5 meter på hver side av de små bekkene i planområdet som ikke har aktsomhetssone eller som ikke er nærmere vurdert. Dersom et tiltak faller innenfor denne sonen bør det gjøres en nærmere vurdering av bekkens vannføring og kapasitet opp mot relevant sikkerhetsklasse i TEK17. I tillegg anbefales det å legge inn en bestemmelse om at bekkelukking skal vurderes dersom tiltaket kan påvirkes av at en nærliggende bekkelukking går tett eller full. Denne bestemmelsen bør gjelde uavhengig av avstanden til bekken.

11 Konklusjon

Det er beregnet dimensjonerende 20- og 200-årsflom inkludert klimapåslag på 30-40 % i 8 vassdrag på Kvamskogen. Det er etablert hydrauliske modeller for de mest kritiske vassdragene, totalt 8 stk, samt beregnet dimensjonerende vannstand i Langvotnevatnet ved ruting av flomforløp i Kvernelva og Røyro. Modellene viser at kapasiteten til elveløpene stort sett er god i de bratteste partiene der det er definerte løp, men at spesielt Røyro vil bre seg utover hele dalen ved både 20- og 200-årsflom. Flere av de andre store vassdragene har noe begrenset kapasitet i nedre del som følge av lite fall i kombinasjon med begrenset kapasitet i bruer/kulverter og høy vannstand i Langvotnevatnet. Vinterstid er det også utfordringer med isoppdemming/kjøve som gjør at vannstanden i de flate partiene kan være like høy som ved en dimensjonerende flom i enkelte områder.

Basert på resultater fra modelleringen og analysene er det tegnet opp faresone for flom for de vurderte vassdragene. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/20 år og 1/200 i år 2100, som tilsvarer sikkerhetsklasse F1 og F2 i TEK17. Det er også tegnet inn hensynssone for isoppdemming og erosjonsfare.

Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresonen for flom. For å ta høyde for usikkerheter i modellen og vannføringene anbefales det å benytte en sikkerhetsmargin på 0,3-0,5 meter på beregnet vannstand. Eventuelle tiltak for å redusere faresonen må verifiseres hydraulisk slik at de ikke skaper økt flomulempe for omkringliggende bebyggelse.

For å sikre at ny bebyggelse ikke tar skade av erosjon skal bygninger plasseres minst 20 meter fra erosjonsutsatt elvekant. Dersom bygninger skal plasseres nærmere et vassdrag enn 20 meter anbefales det at det gjøres en vurdering av erosjonssikkerheten.

For mindre bekker som ikke er dekket av aktsomhetssone eller flomsonekart, anbefales det å sette av en hensynssone på 5 meter på hver side av bekken. I tillegg anbefales det å ta inn en bestemmelse i kommunedelplanen om at bekkelukking skal vurderes med hensyn på flomvei/kapasitet/tilstand dersom tiltaket kan påvirkes av at en nærliggende bekkelukking går tett eller full. Denne bestemmelsen bør gjelde uavhengig av avstanden til bekken.

12 Referanser

- COWI AS. (2019). *Skred/flom farevurdering av hyttetomt på Kvamskogen.*
- DiBK. (2018). *Byggeteknisk forskrift med veiledning (TEK 17).*
- MET. (2015). *24/2015: Dimensjonerende korttidsnedbør.*
- Multiconsult Norge AS. (2020). *Flaumkartlegging Vetlavatnet, Kvamskogen.*
- NGI. (2021). *Identifisering av løsneområder for sørpeskred - NVE-rapport 8/2021 - FOU 80606.*
- Norconsult. (2019). *Endring i flaumvasstand grunna ny Fv 7 Tokagjelet.*
- Norconsult AS. (2018). *Flaumvasstander Fv 7 Tokagjelet.*
- NVE. (2015a). *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt.*
- NVE. (2015b). *Anbefalte metoder for flomberegninger i små felt.* NVE.
- NVE. (2022). *Veileder for flomberegninger 01-2022.*
- SINTEF. (1992). *STF60 A92101 - Flomberegning og Kulvertdimensjonering.*
- Sunnfjord Geo Center. (2021). *Flaumfarevurdering for planområde ved del av gbnr. 26/1 m.fl. på Kvamskogen.*

Vedlegg

Vedlegg A: Modellutsnitt hastighetsplott for hvert vassdrag

Vedlegg B: Flomsonekart F1

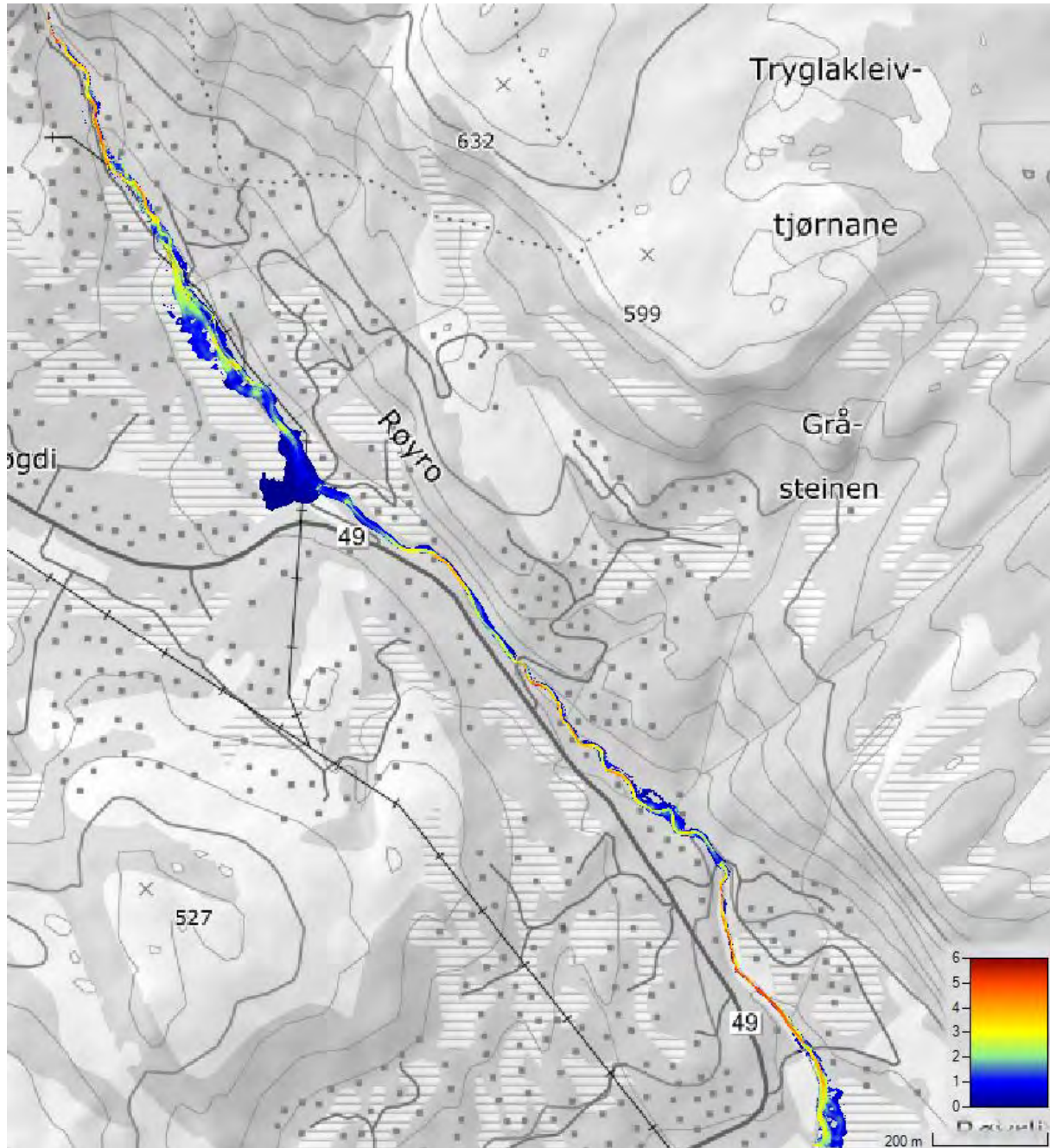
Vedlegg C: Flomsonekart F2

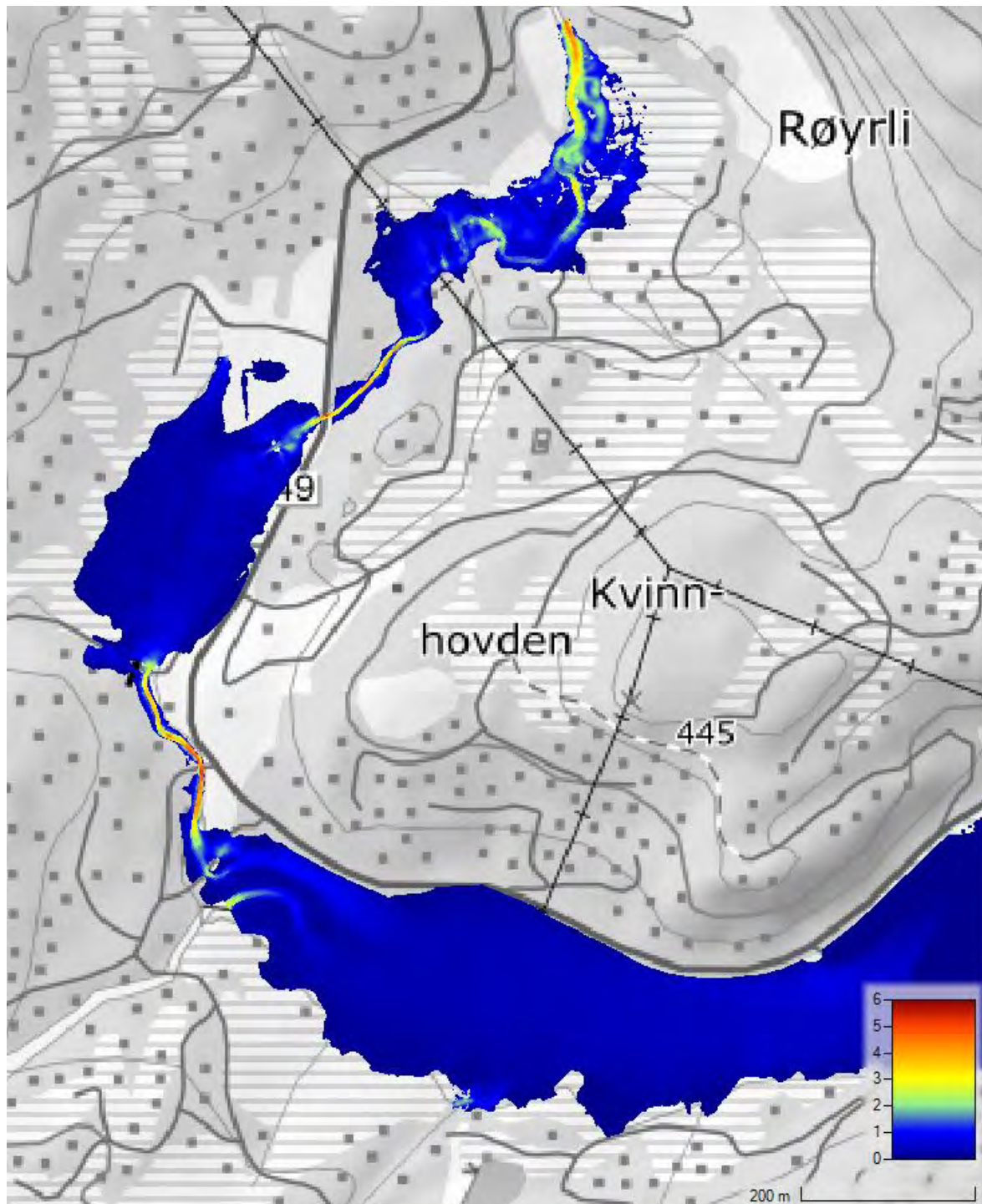
Vedlegg D: Hensynssone erosjon

Vedlegg A: Modellutsnitt hastighetsplott for hvert vassdrag

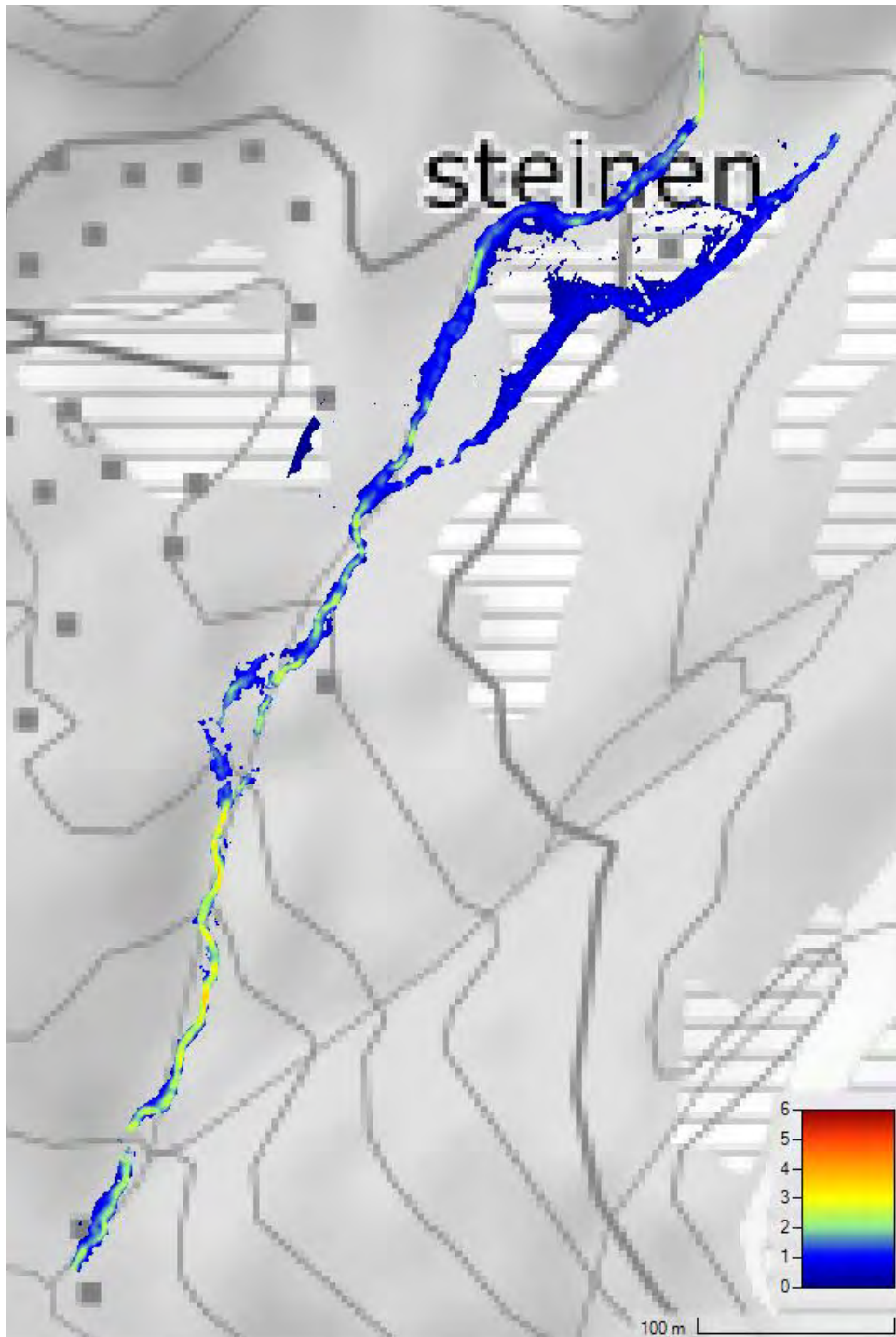
I det følgende vises utsnitt fra de hydrauliske modellene med vannhastighet for fremtidig 200-årsflom.

Røyro

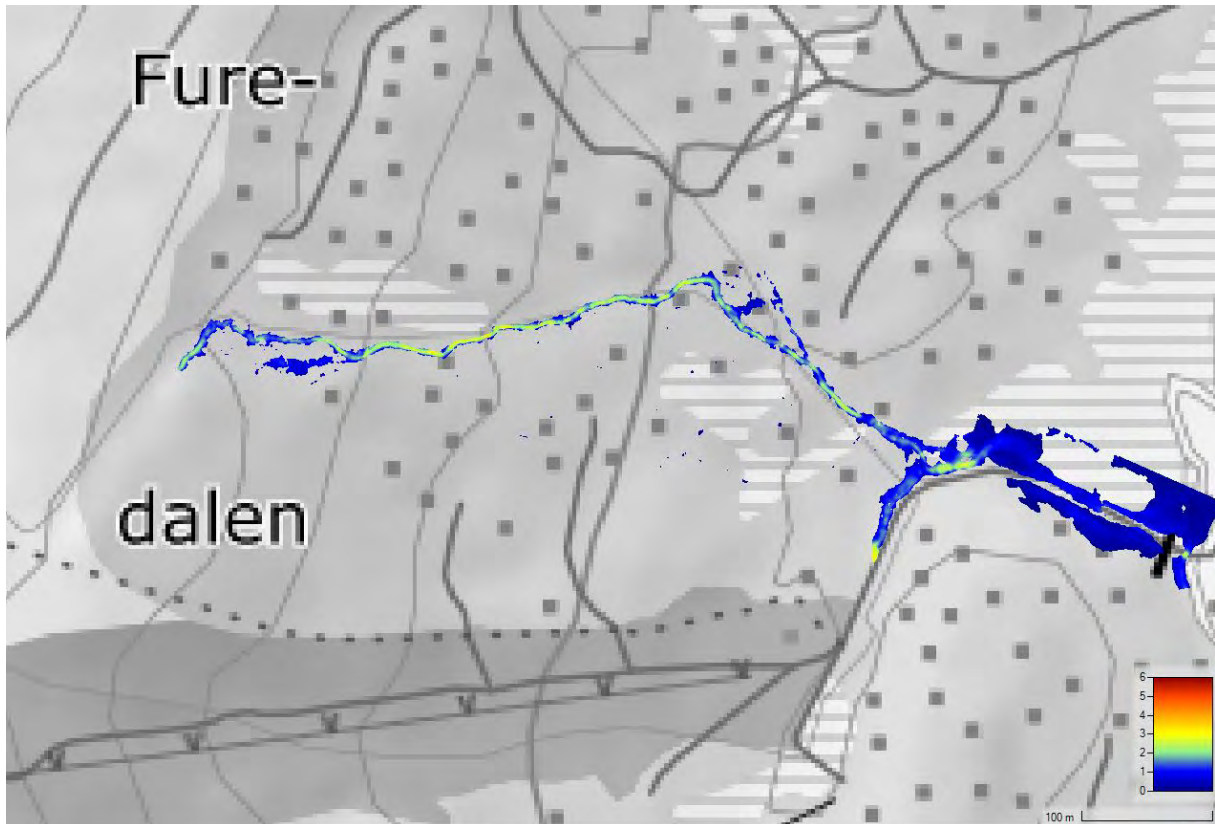




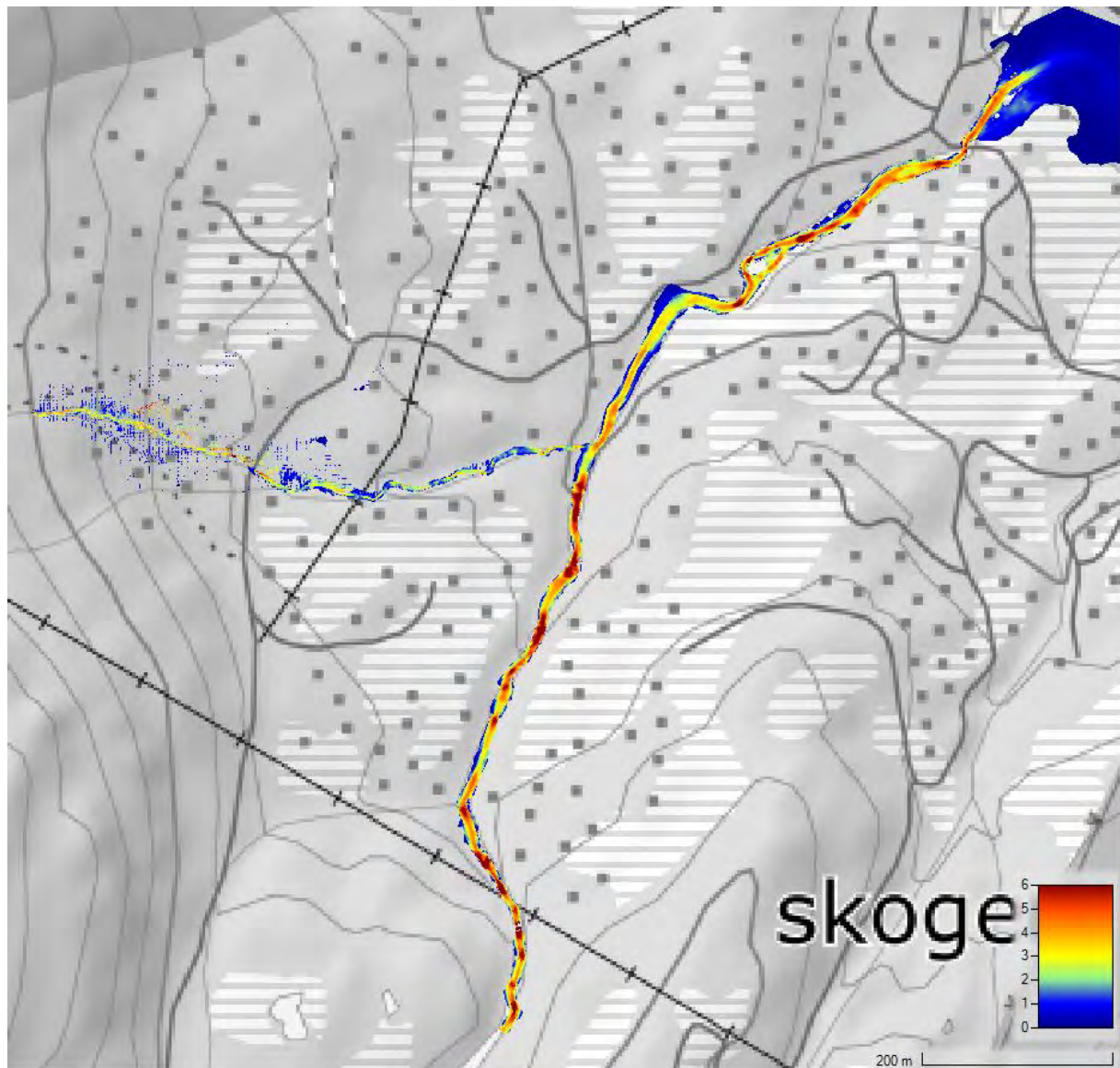
Tryglakleivbekken



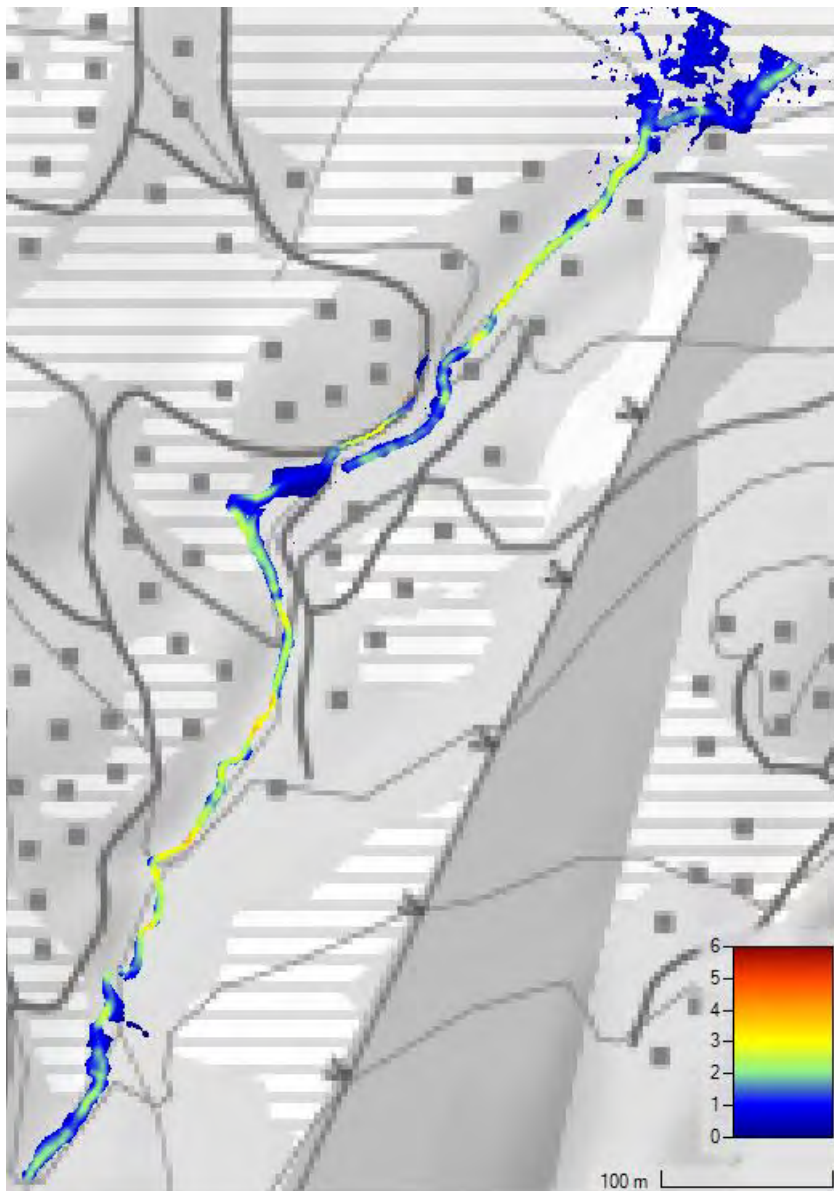
Furedalsbekken



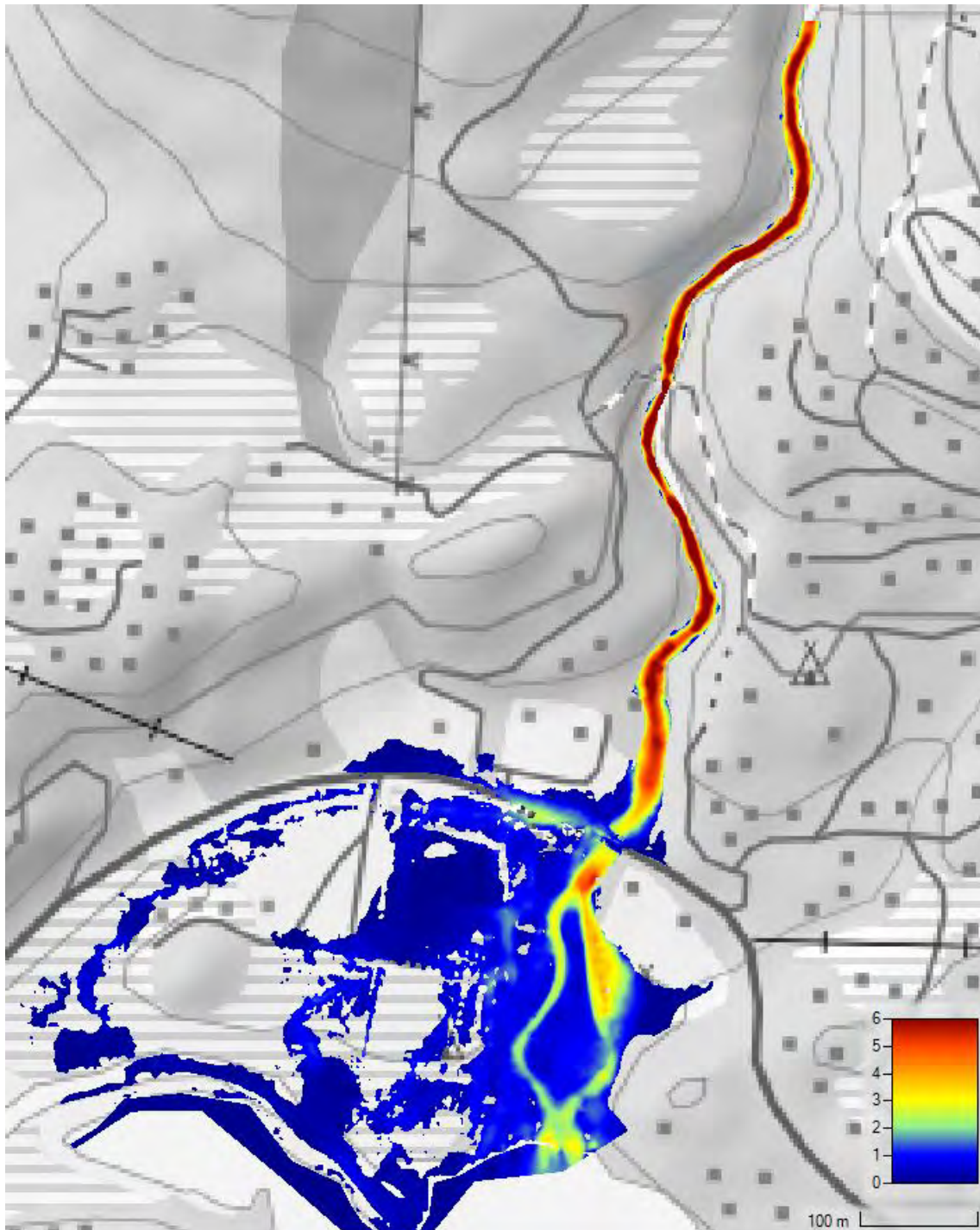
Mødalselva



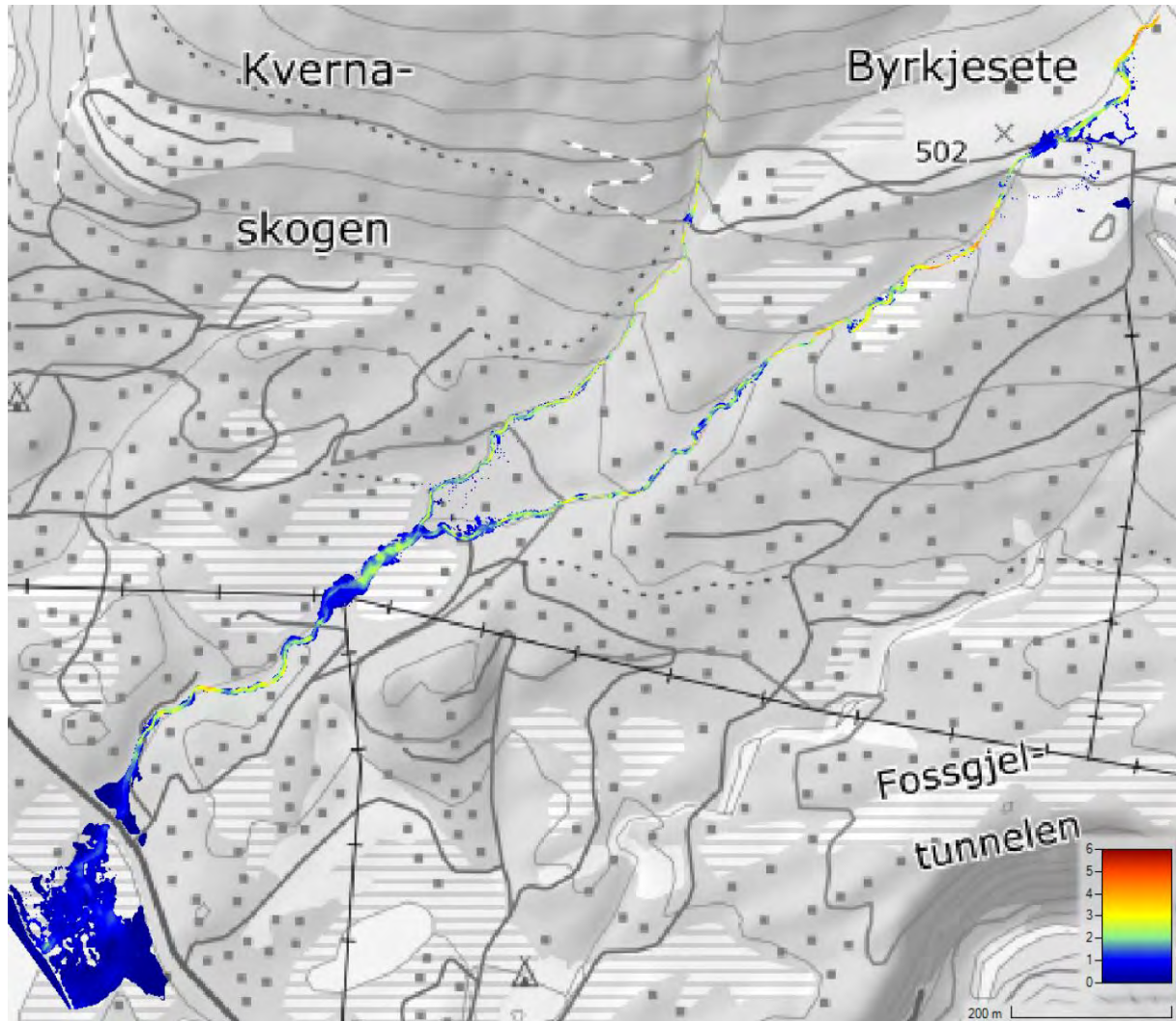
Hjeltelibekken



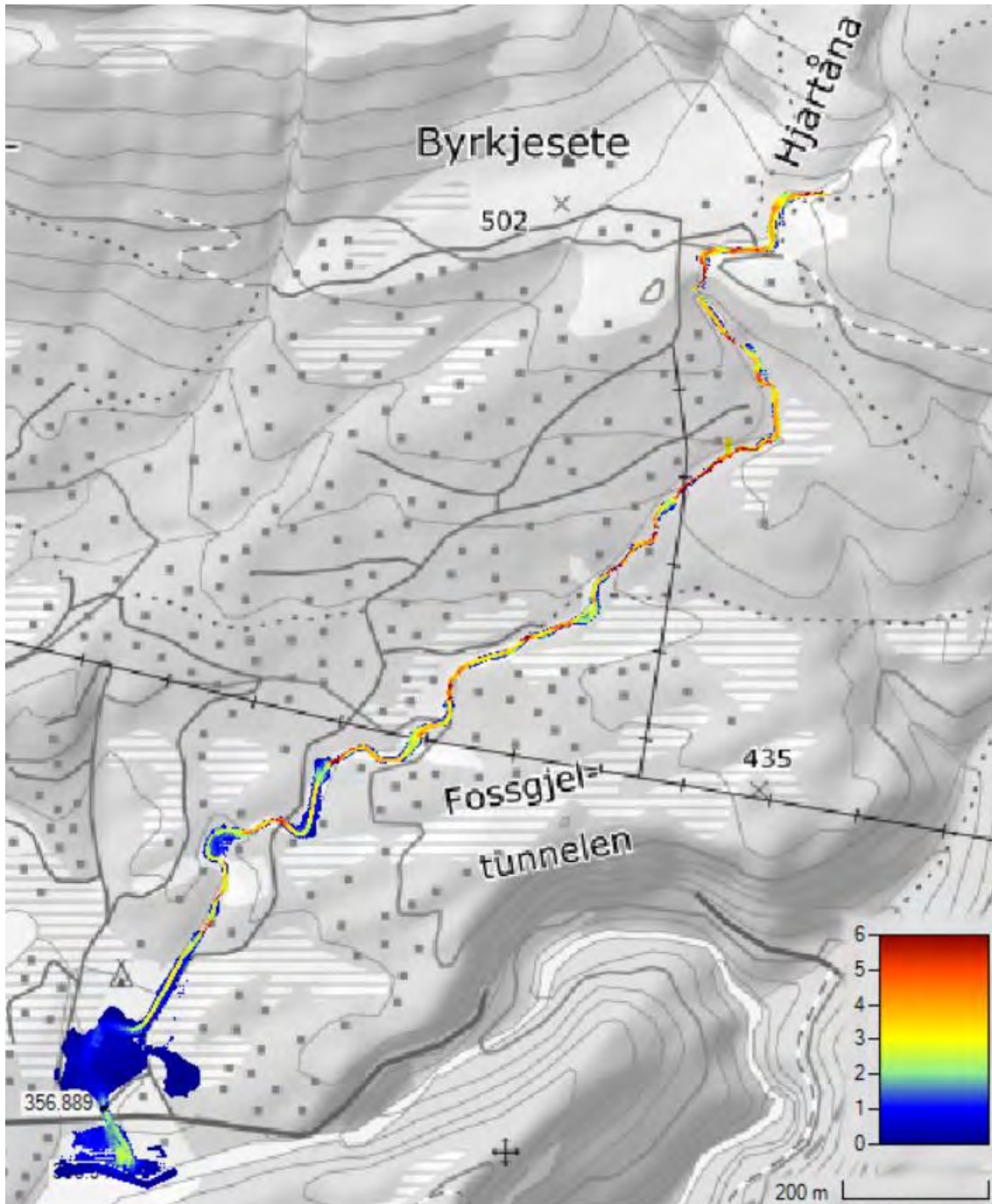
Kvernelva



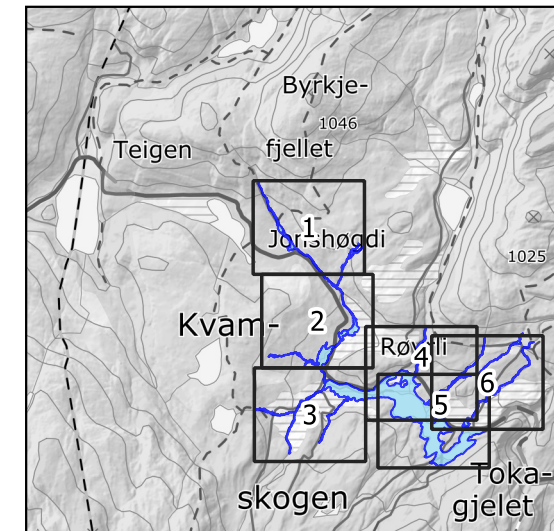
Skarbekken



Hjartåna

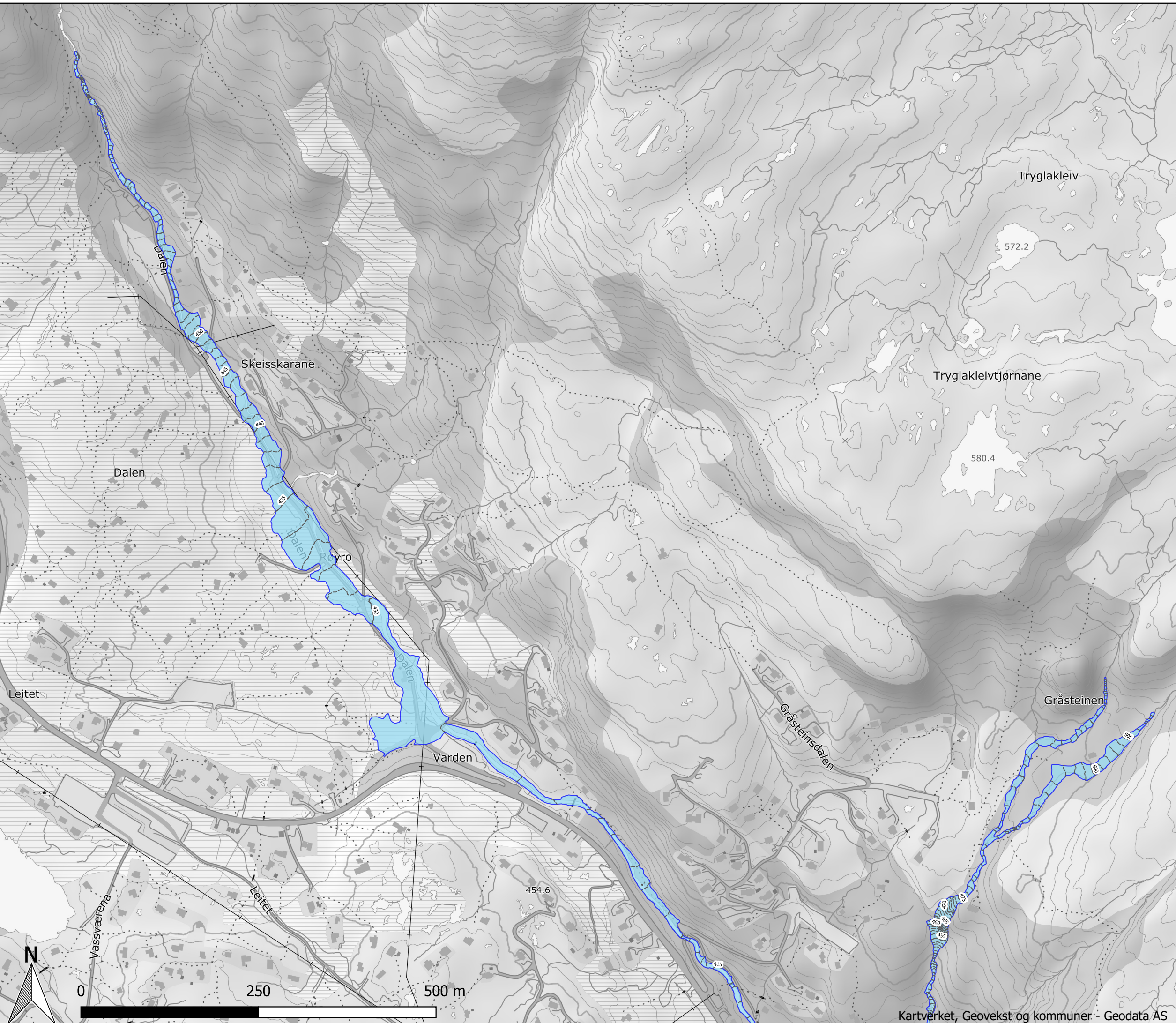


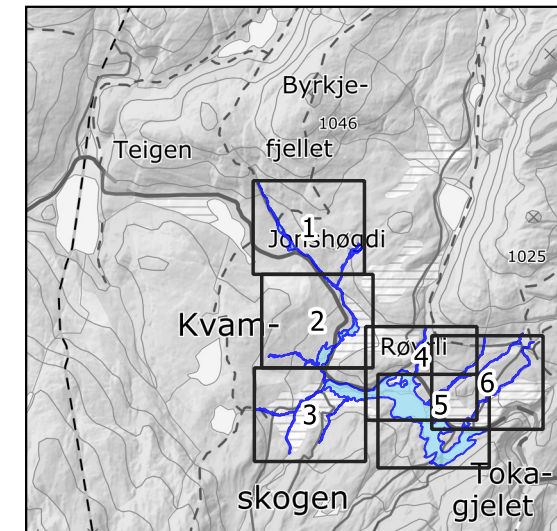
Vedlegg B: Flomsonekart F1



- Faresone F1
- Faresone F1 koter 5 m
- Faresone F1 koter 1 m
- Hensynssone isoppstuvning

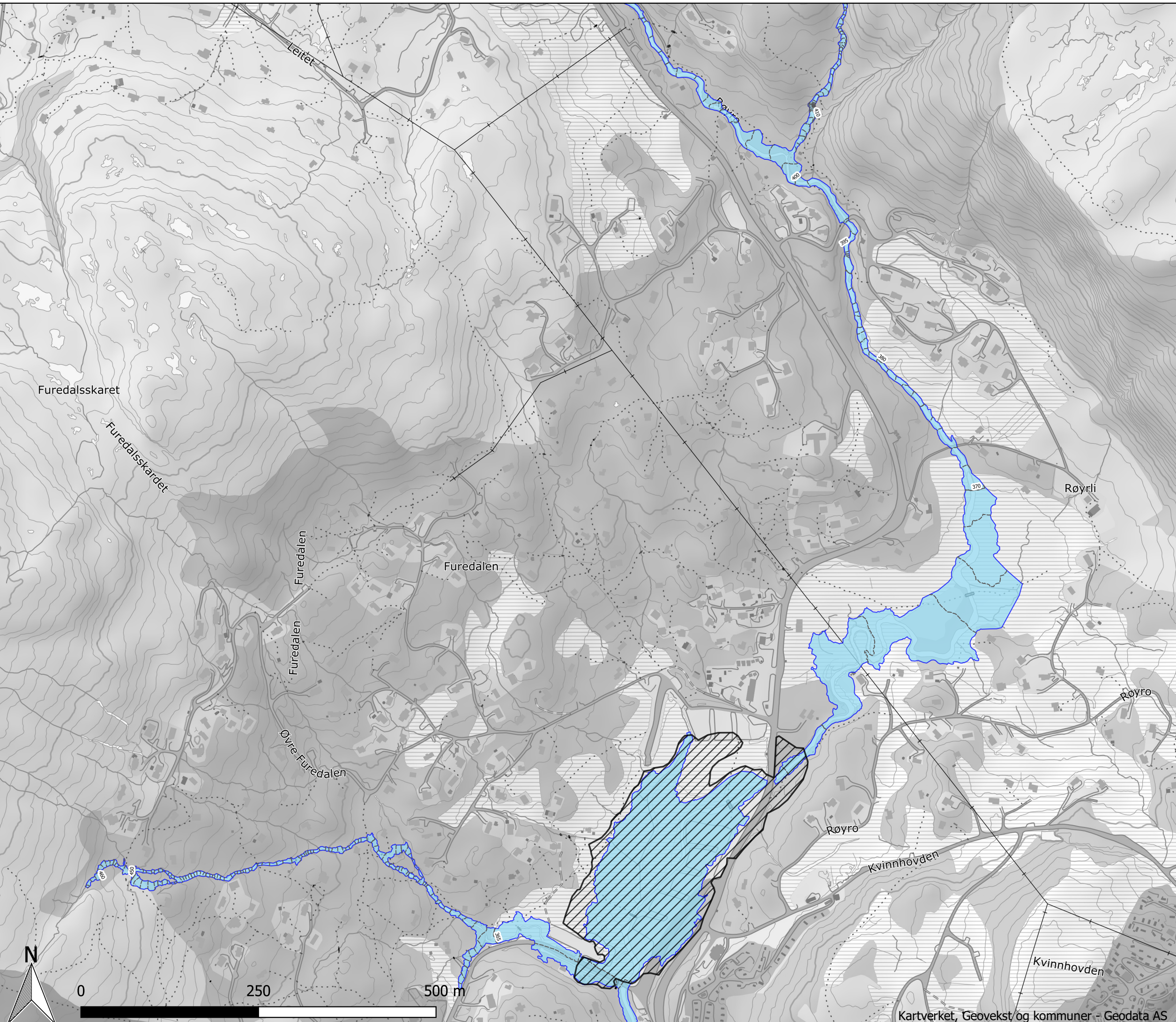
Prosjekt	21330 - Kvamskogen kommunedelplan - Skred- og flomfarevurdering
Oppdragsgiver	Abo Plan & Arkitektur AS for Kvam Herad
Rapport	21330-01-1 Flomfarevurdering Kvamskogen
Vedlegg B	Flomsonekart F1 Kartblad 1 av 6
Dato	2022-05-03
Utført	Ingrid Alne Ragnhild Hamneren
Kontroll	Petter Reinemo

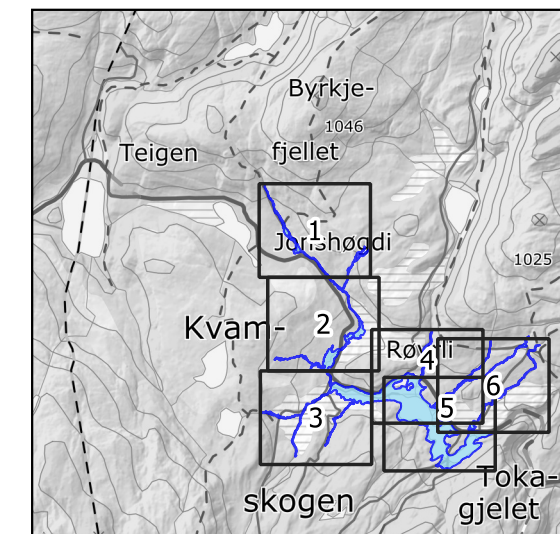
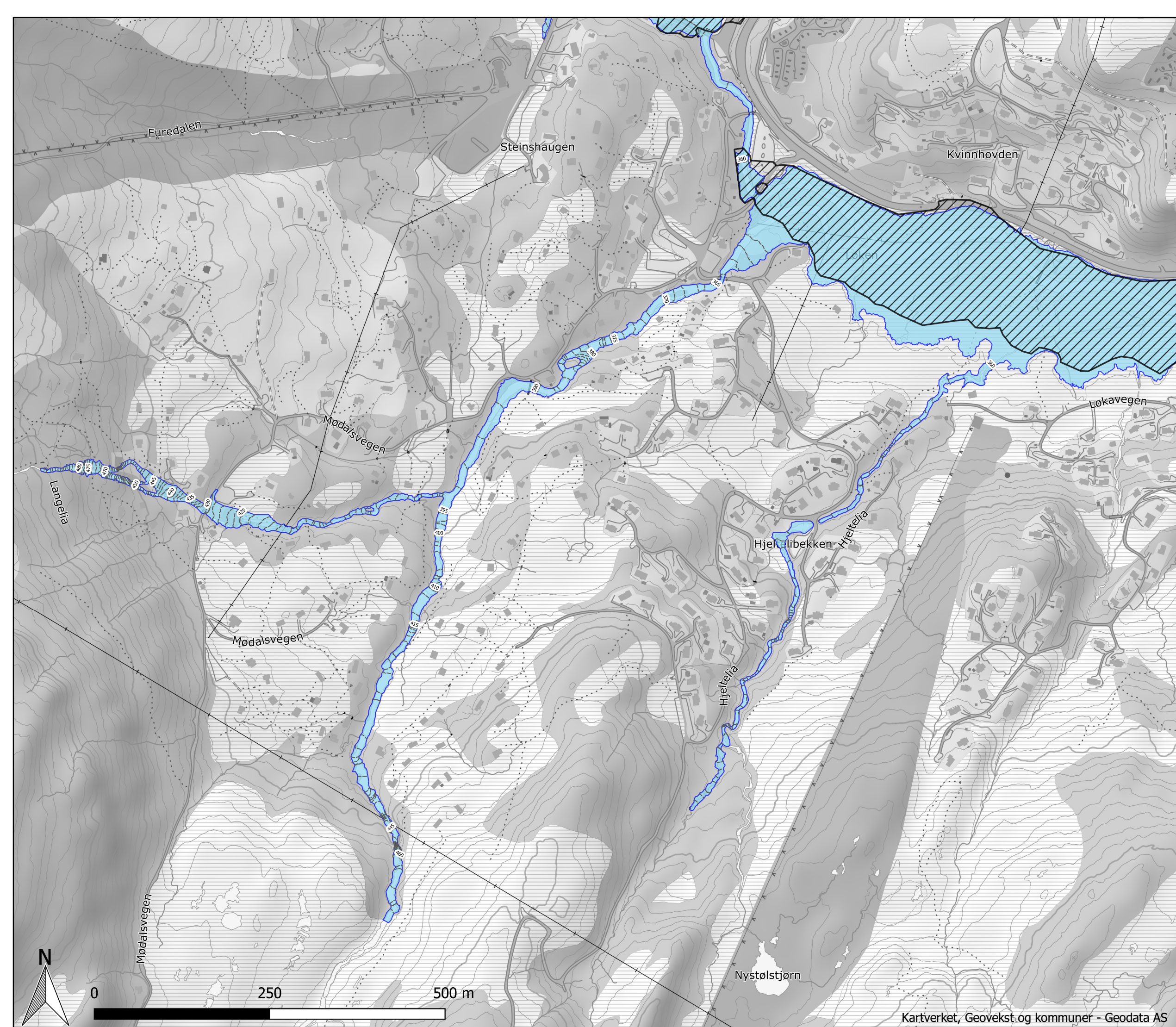








- Faresone F1
- Faresone F1 koter 5 m
- Faresone F1 koter 1 m
- Hensynssone isoppstuving

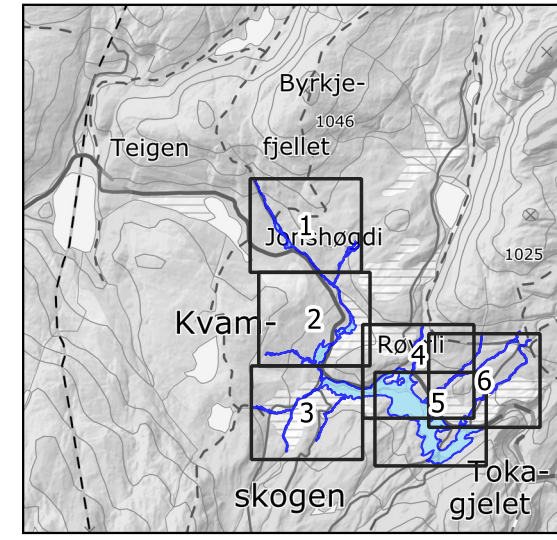
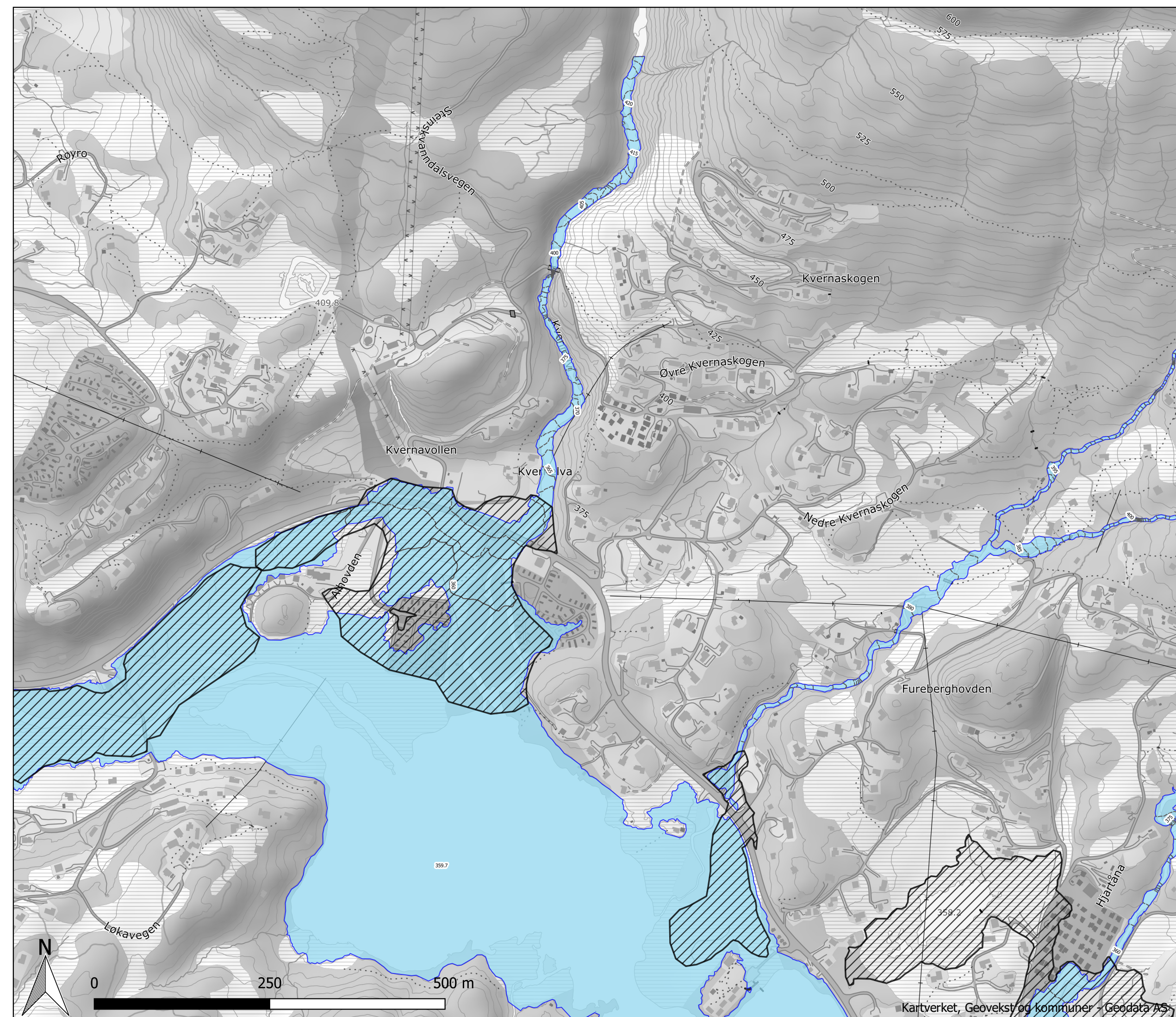
Prosjekt	21330 - Kvamskogen kommunedelplan - Skred- og flomfarevurdering
Oppdragsgiver	Abo Plan & Arkitektur AS for Kvam Herad
Rapport	21330-01-1 Flomfarevurdering Kvamskogen
Vedlegg B	Flomsonekart F1 Kartblad 2 av 6
Dato	2022-05-03
Utført	Ingrid Alne Ragnhild Hamneren
Kontroll	Petter Reinemo





-  Faresone F1
-  Faresone F1 koter 5 m
-  Faresone F1 koter 1 m
-  Hensynssone isoppstuvning

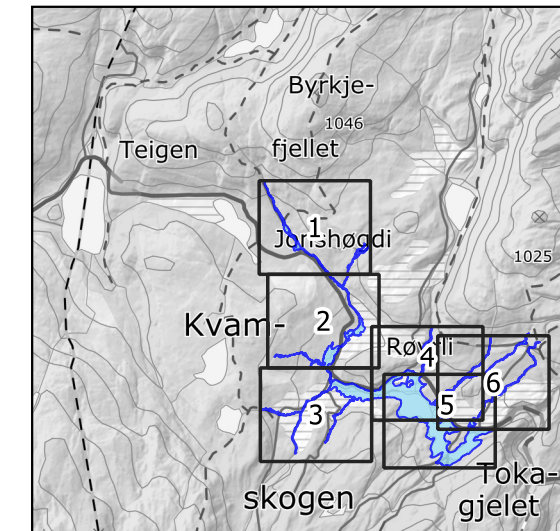
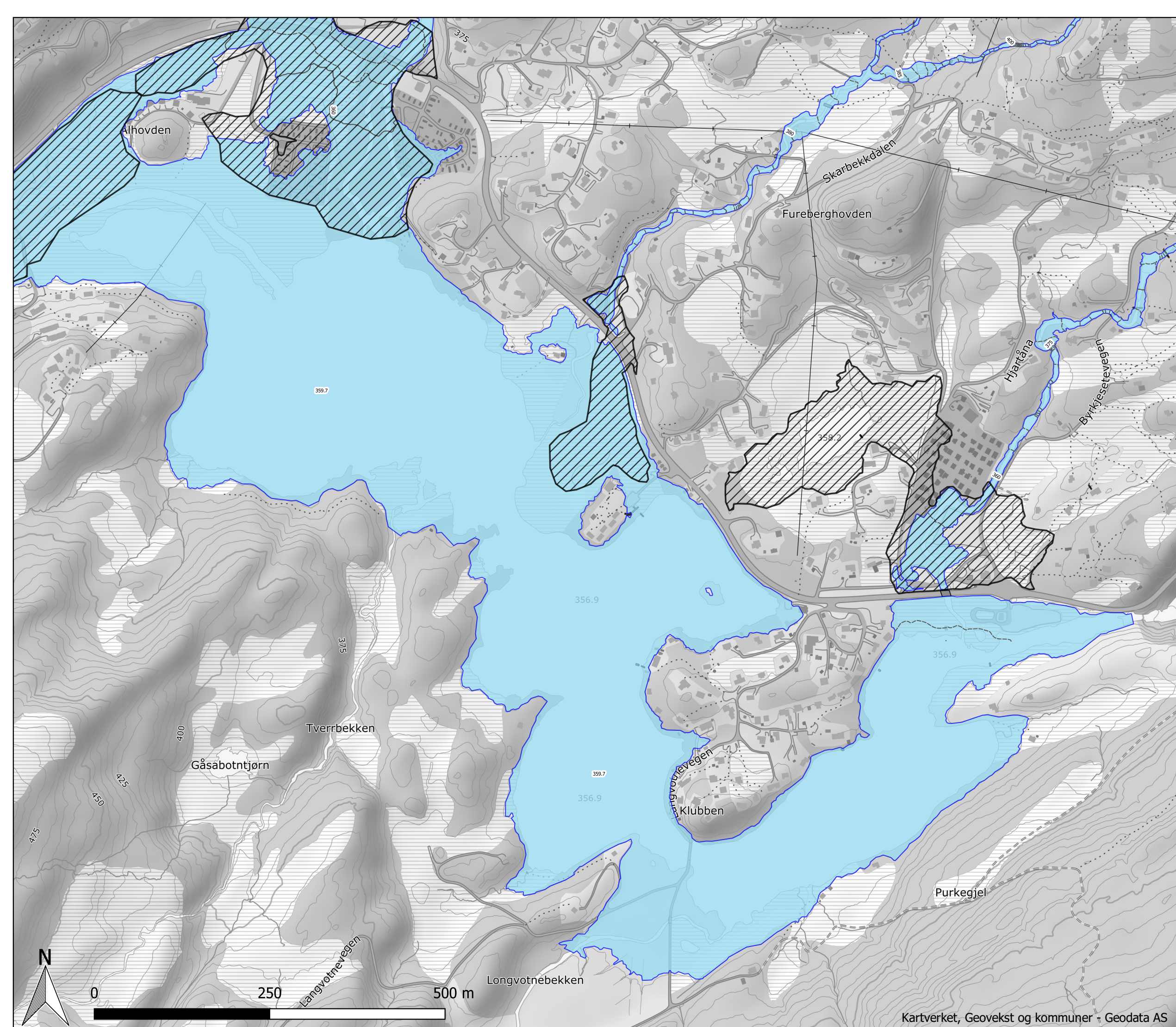
Prosjekt	21330 - Kvamskogen kommunedelplan - Skred- og flomfarevurdering
Oppdragsgiver	Abo Plan & Arkitektur AS for Kvam Herad
Rapport	21330-01-1 Flomfarevurdering Kvamskogen
Vedlegg B	Flomsonekart F1 Kartblad 3 av 6
Dato	2022-05-03
Utført	Ingrid Alne Ragnhild Hamneren
Kontroll	Petter Reinemo



- Faresone F1
- Faresone F1 koter 5 m
- Faresone F1 koter 1 m
- Hensynssone isoppstuvning

Prosjekt	21330 - Kvamskogen kommunedelplan - Skred- og flomfarevurdering
Oppdragsgiver	Abo Plan & Arkitektur AS for Kvam Herad
Rapport	21330-01-1 Flomfarevurdering Kvamskogen
Vedlegg B	Flomsonekart F1 Kartblad 4 av 6
Dato	2022-05-03
Utført	Ingrid Alne Ragnhild Hamneren
Kontroll	Petter Reinemo

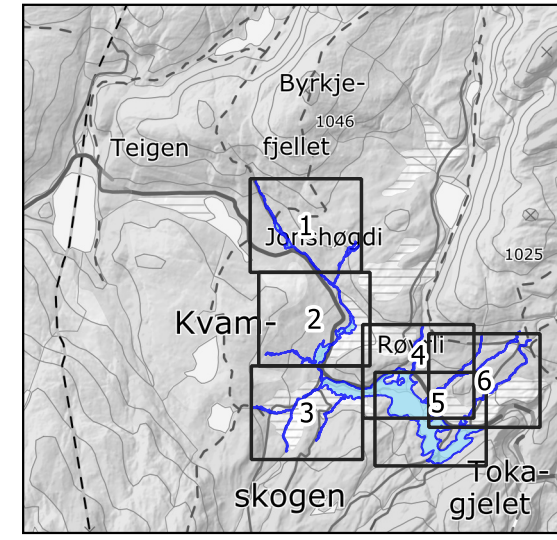
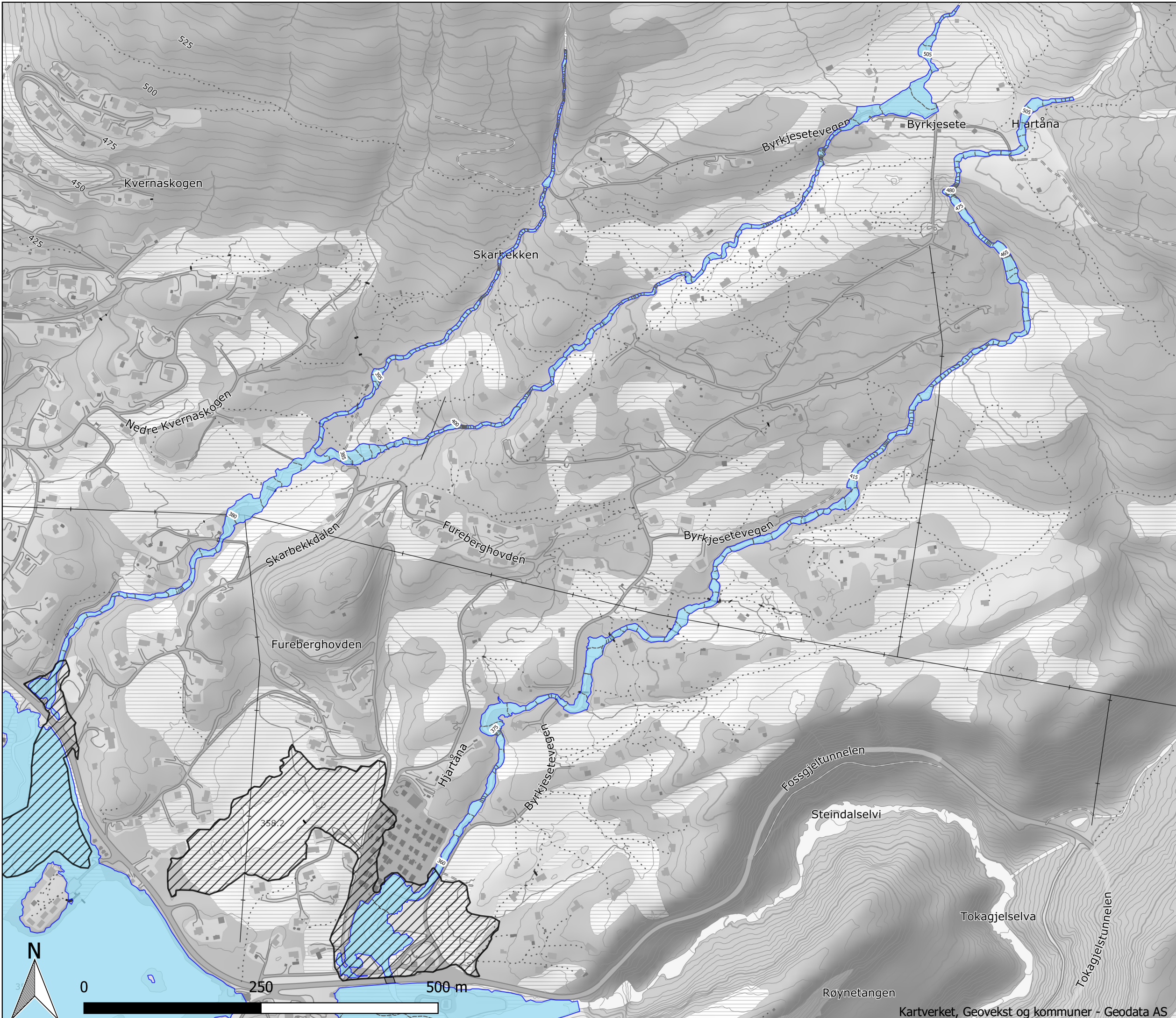




- Faresone F1
- Faresone F1 koter 5 m
- Faresone F1 koter 1 m
- Hensynssone isoppstuving

Prosjekt	21330 - Kvamskogen kommunedelplan - Skred- og flomfarevurdering
Oppdragsgiver	Abo Plan & Arkitektur AS for Kvam Herad
Rapport	21330-01-1 Flomfarevurdering Kvamskogen
Vedlegg B	Flomsonekart F1 Kartblad 5 av 6
Dato	2022-05-03
Utført	Ingrid Alne Ragnhild Hamneren
Kontroll	Petter Reinemo



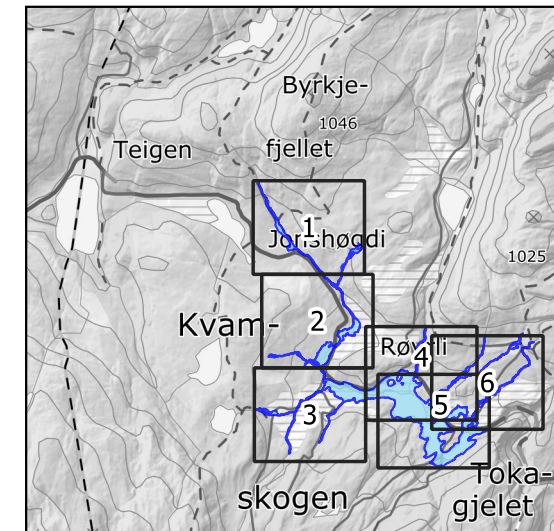


- Faresone F1
- Faresone F1 koter 5 m
- Faresone F1 koter 1 m
- Hensynssone isoppstuvning

Prosjekt	21330 - Kvamskogen kommunedelplan - Skred- og flomfarevurdering
Oppdragsgiver	Abo Plan & Arkitektur AS for Kvam Herad
Rapport	21330-01-1 Flomfarevurdering Kvamskogen
Vedlegg B	Flomsoneskart F1 Kartblad 6 av 6
Dato	2022-05-03
Utført	Ingrid Alne Ragnhild Hamneren
Kontroll	Petter Reinemo

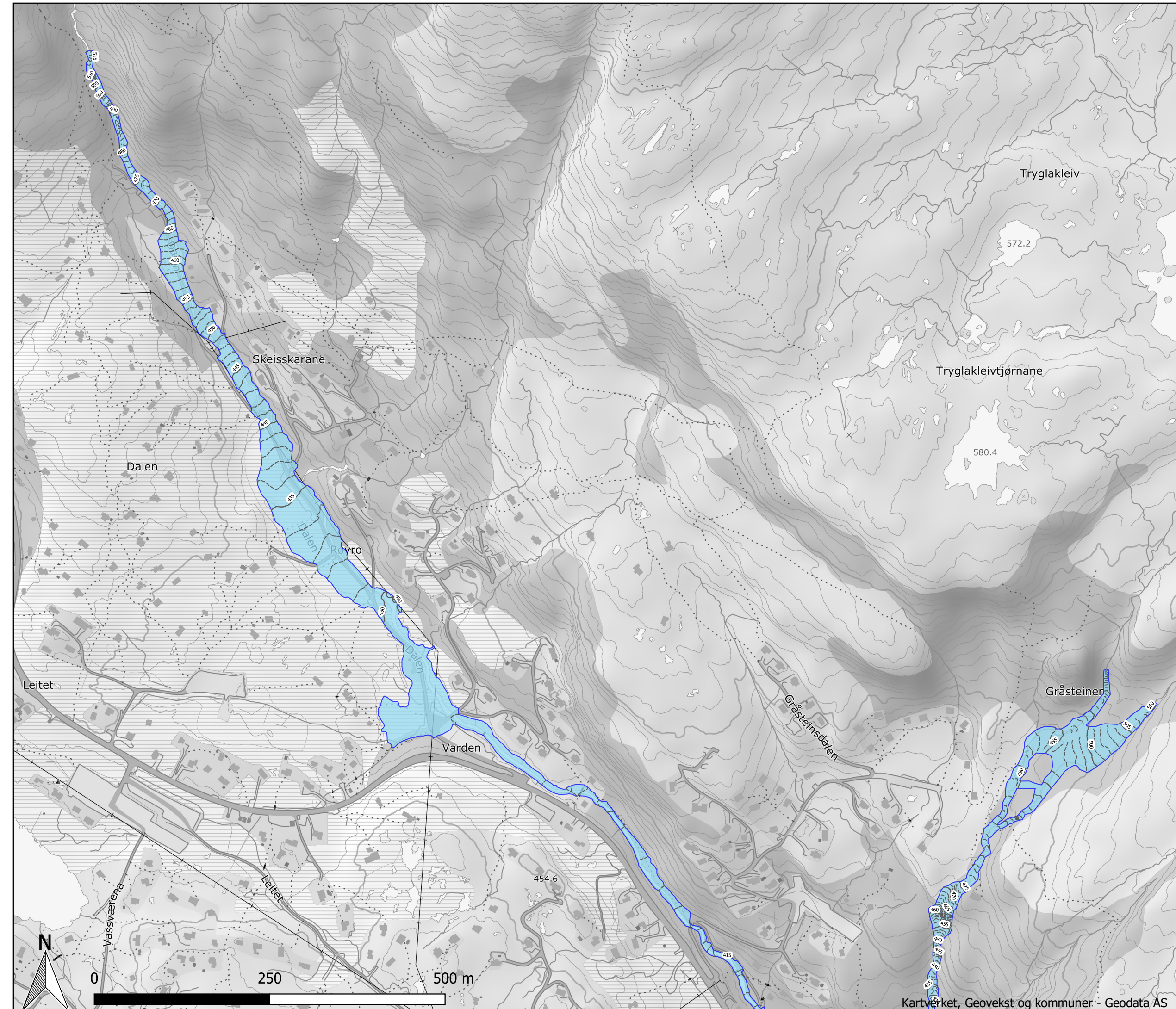


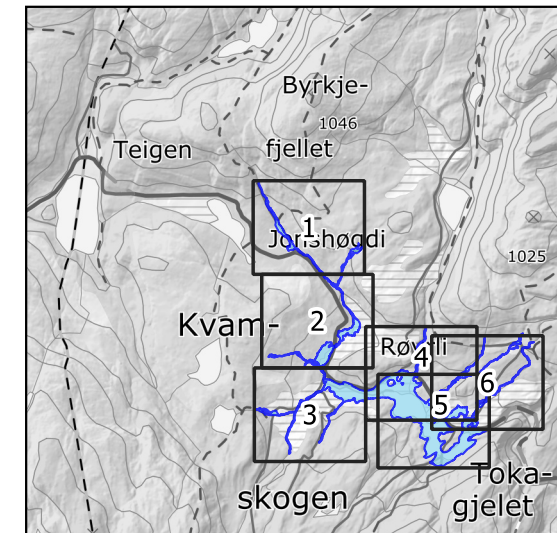
Vedlegg C: Flomsonekart F2



- Faresone F2
- Faresone F2 koter 5 m
- Faresone F2 koter 1 m
- Hensynssone isoppstuving

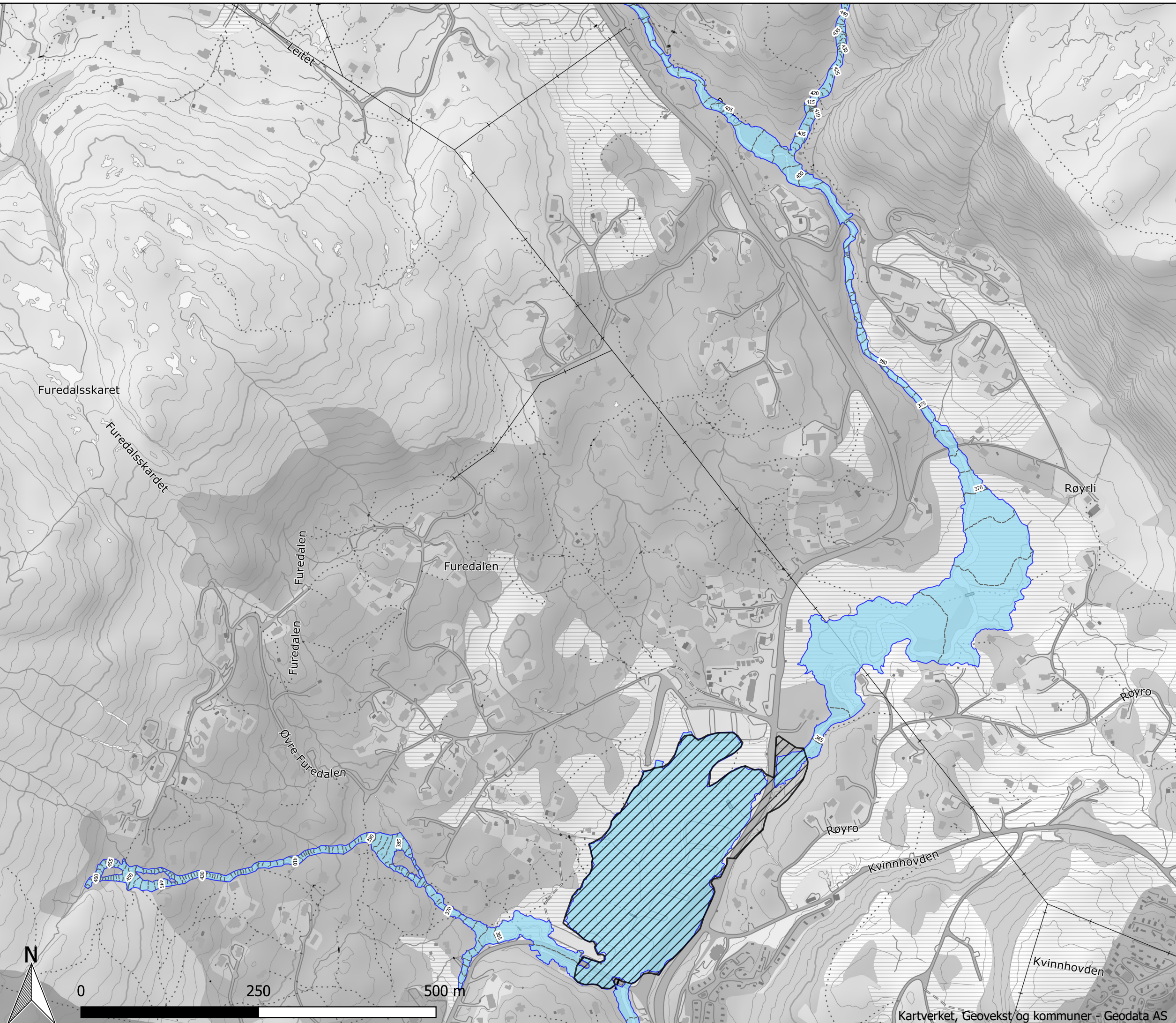
Prosjekt	21330 - Kvamskogen kommunedelplan - Skred- og flomfarevurdering
Oppdragsgiver	Abo Plan & Arkitektur AS for Kvam Herad
Rapport	21330-01-1 Flomfarevurdering Kvamskogen
Vedlegg C	Flomsonekart F2 Kartblad 1 av 6
Dato	2022-05-03
Utført	Ingrid Alne Ragnhild Hamneren
Kontroll	Petter Reinemo

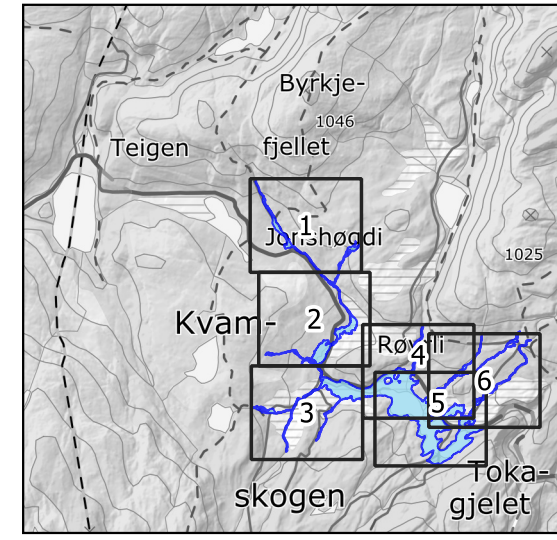
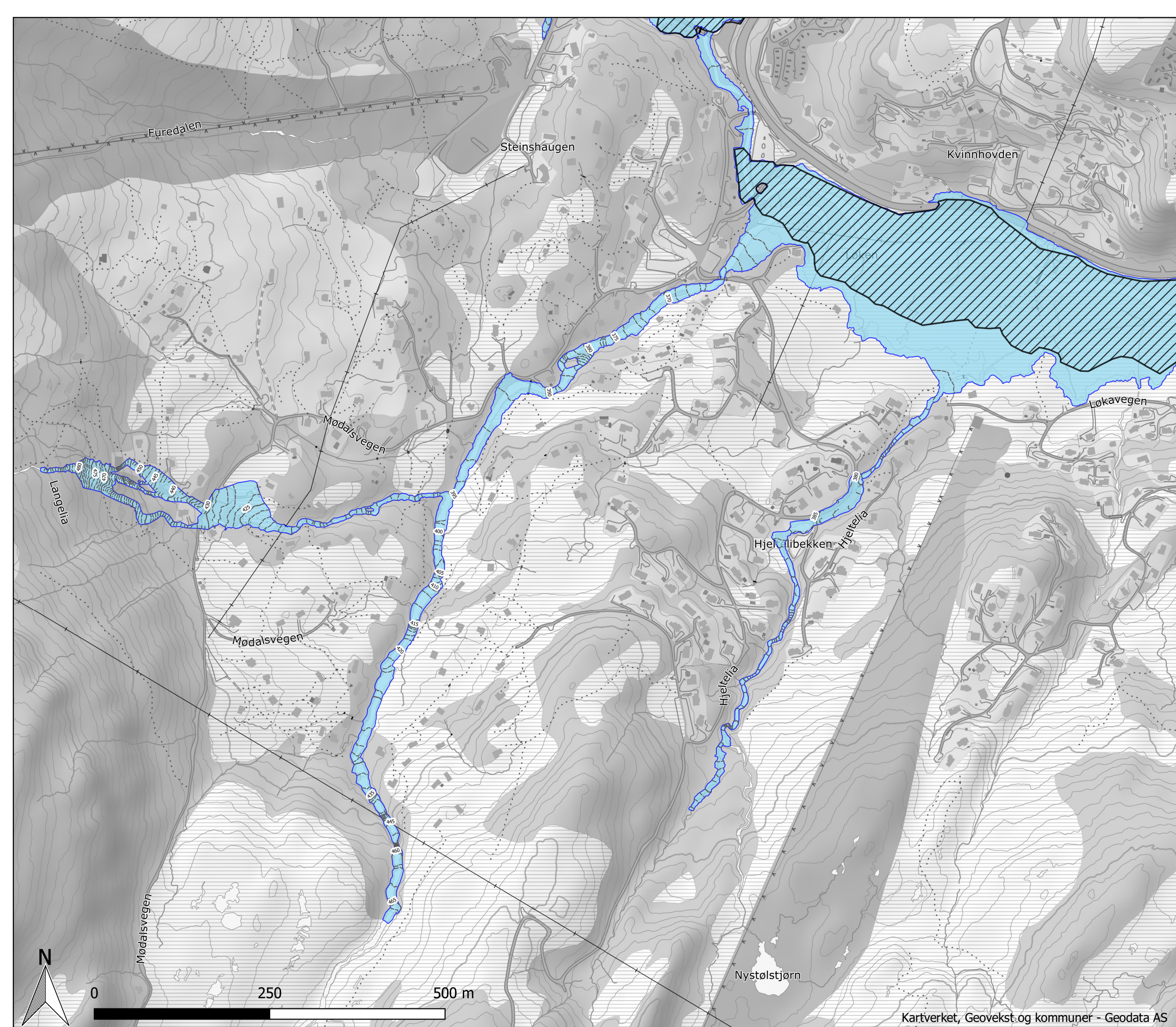




- Faresone F2
- Faresone F2 koter 5 m
- Faresone F2 koter 1 m
- Hensynssone isoppstuving

Prosjekt	21330 - Kvamskogen kommunedelplan - Skred- og flomfarevurdering
Oppdragsgiver	Abo Plan & Arkitektur AS for Kvam Herad
Rapport	21330-01-1 Flomfarevurdering Kvamskogen
Vedlegg C	Flomsonekart F2 Kartblad 2 av 6
Dato	2022-05-03
Utført	Ingrid Alne Ragnhild Hamneren
Kontroll	Petter Reinemo



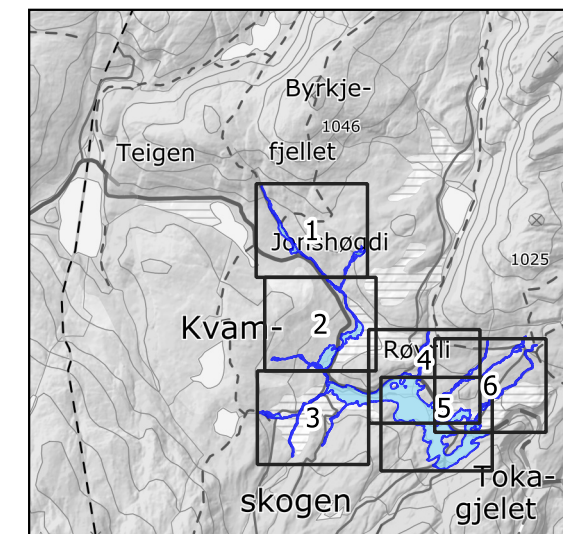
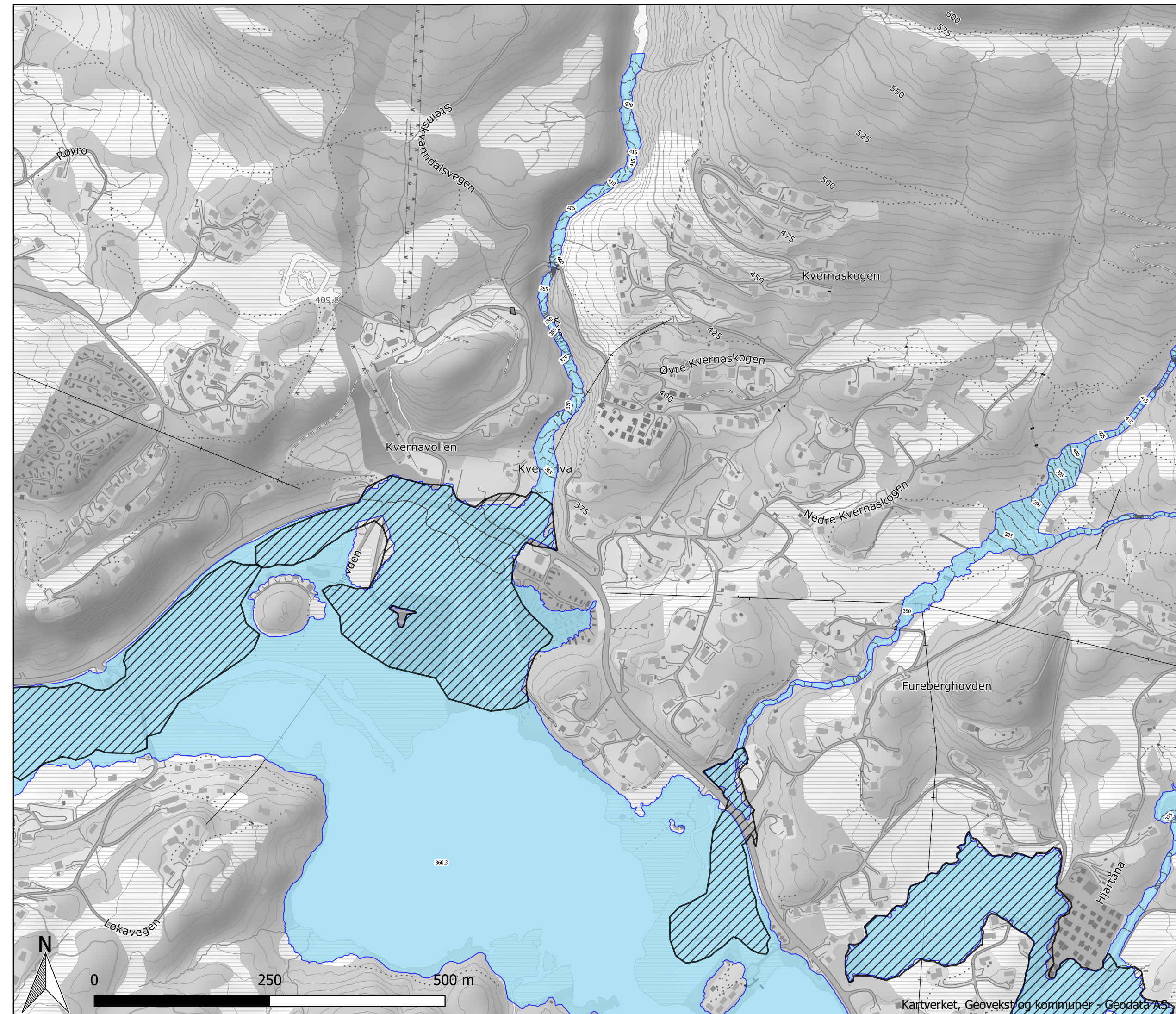


- Faresone F2
- Faresone F2 koter 5 m
- Faresone F2 koter 1 m
- Hensynssone isoppstuvung



Prosjekt	21330 - Kvamskogen kommunedelplan - Skred- og flomfarevurdering
Oppdragsgiver	Abo Plan & Arkitektur AS for Kvam Herad
Rapport	21330-01-1 Flomfarevurdering Kvamskogen
Vedlegg C	Flomsonekart F2 Kartblad 3 av 6
Dato	2022-05-03
Utført	Ingrid Alne Ragnhild Hamneren
Kontroll	Petter Reinemo

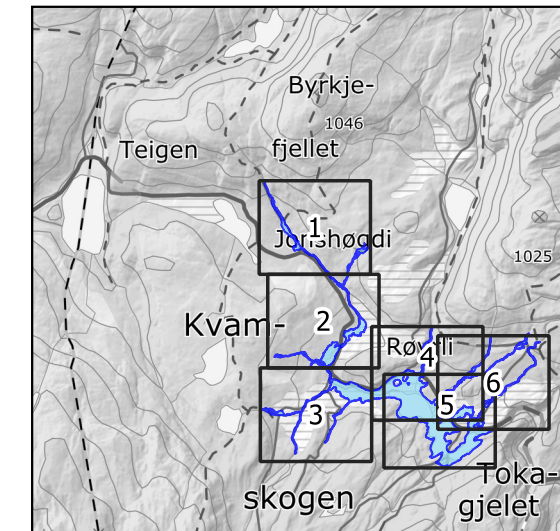
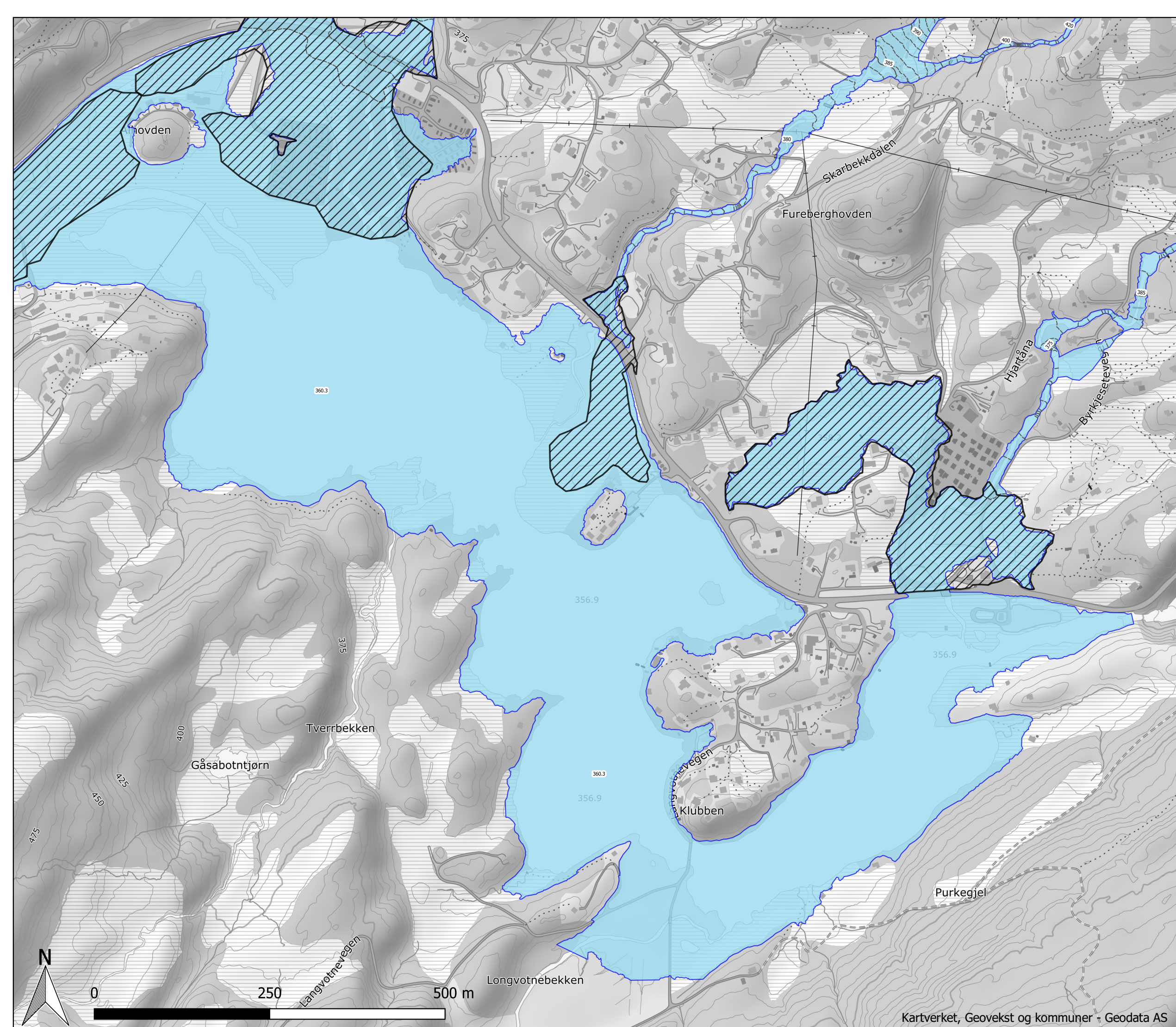




- Faresone F2
- Faresone F2 koter 5 m
- Faresone F2 koter 1 m
- Hensynssone isoppstuvning

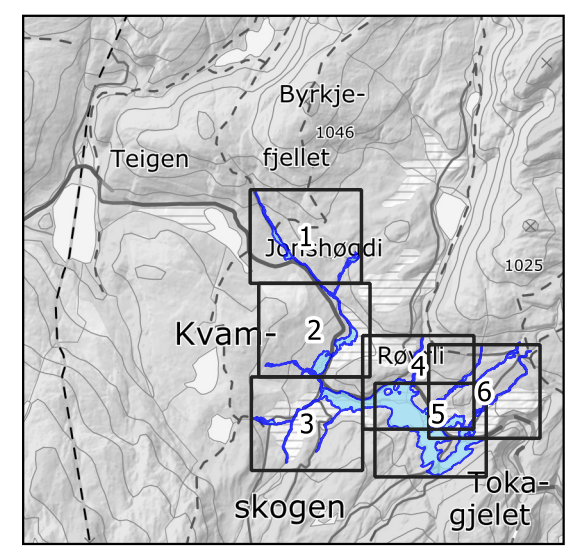
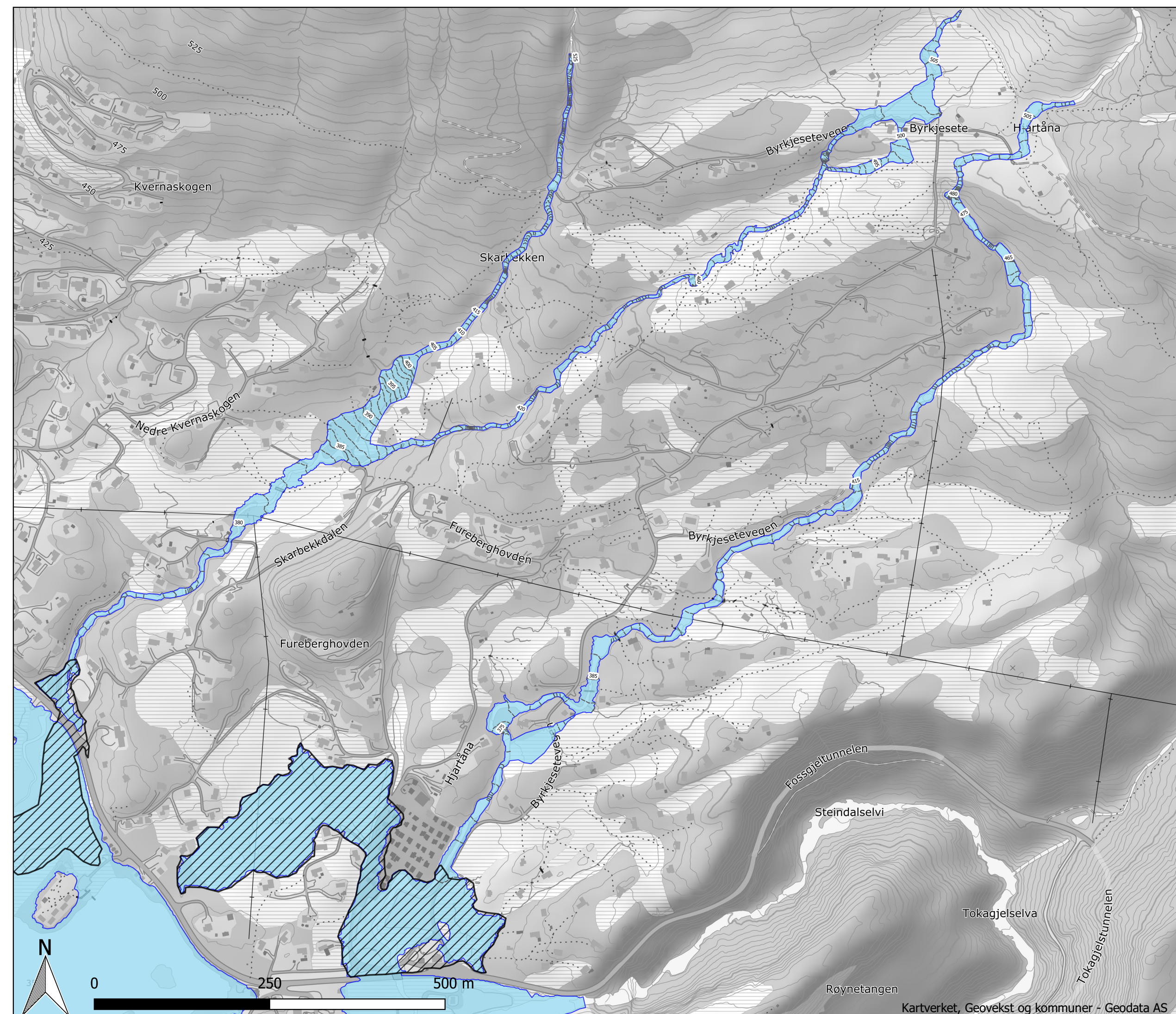
Prosjekt	21330 - Kvamskogen kommunedelplan - Skred- og flomfarevurdering
Oppdragsgiver	Abo Plan & Arkitektur AS for Kvam Herad
Rapport	21330-01-1 Flomfarevurdering Kvamskogen
Vedlegg C	Flomsonekart F2 Kartblad 4 av 6
Dato	2022-05-03
Utført	Ingrid Alne Ragnhild Hamneren
Kontroll	Petter Reinemo





- Faresone F2
- Faresone F2 koter 5 m
- Faresone F2 koter 1 m
- Hensynssone isoppstuving

Prosjekt	21330 - Kvamskogen kommunedelplan - Skred- og flomfarevurdering
Oppdragsgiver	Abo Plan & Arkitektur AS for Kvam Herad
Rapport	21330-01-1 Flomfarevurdering Kvamskogen
Vedlegg C	Flomsonekart F2 Kartblad 5 av 6
Dato	2022-05-03
Utført	Ingrid Alne Ragnhild Hamneren
Kontroll	Petter Reinemo

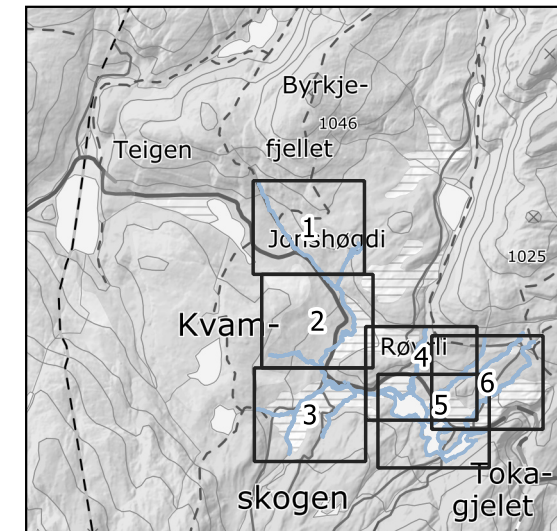


- Faresone F2
- Faresone F2 koter 5 m
- Faresone F2 koter 1 m
- Hensynssone isoppstuvning

Prosjekt	21330 - Kvamskogen kommunedelplan - Skred- og flomfarevurdering
Oppdragsgiver	Abo Plan & Arkitektur AS for Kvam Herad
Rapport	21330-01-1 Flomfarevurdering Kvamskogen
Vedlegg C	Flomsonekart F2 Kartblad 6 av 6
Dato	2022-05-03
Utført	Ingrid Alne Ragnhild Hammeren
Kontroll	Petter Reinemo

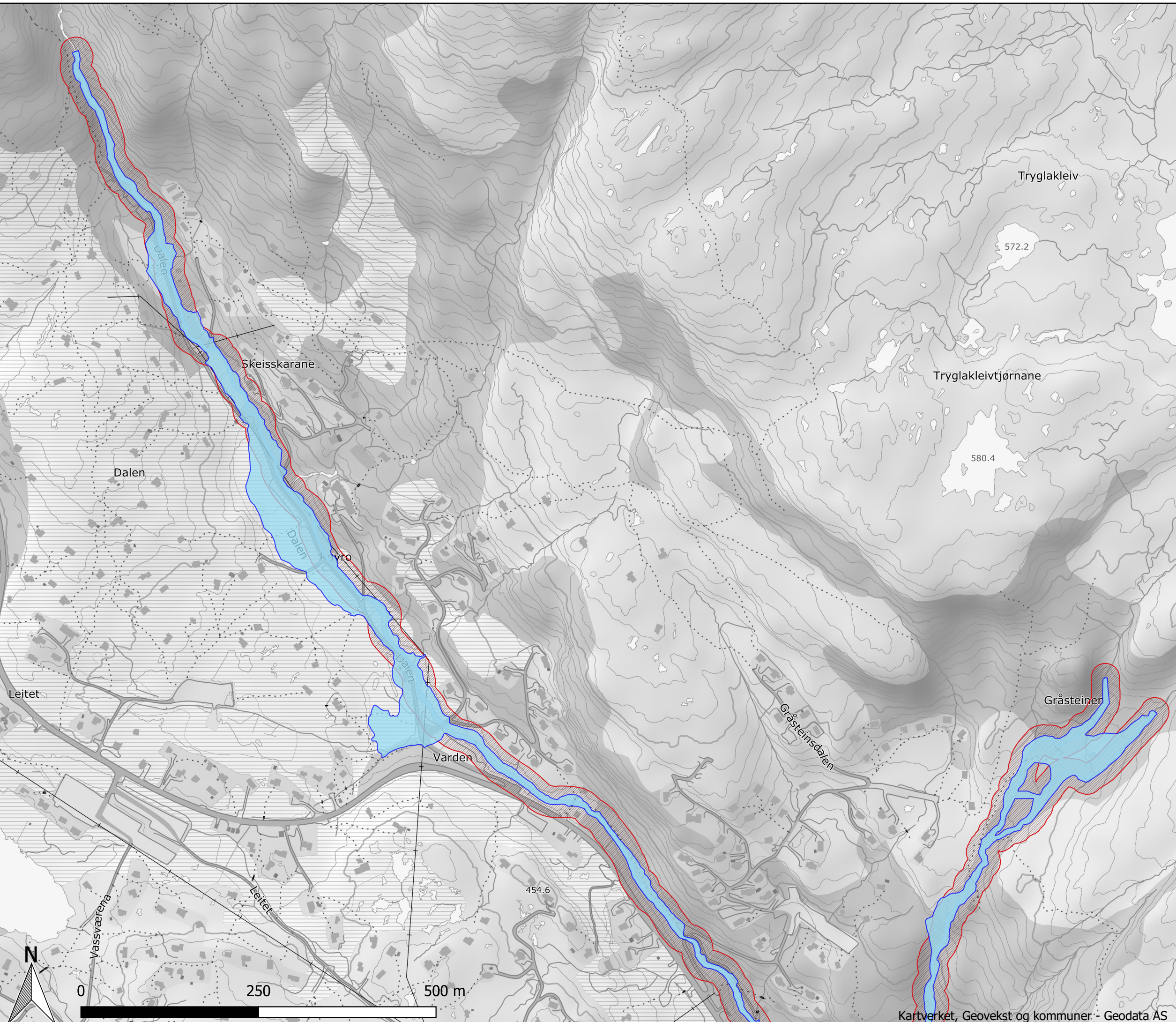


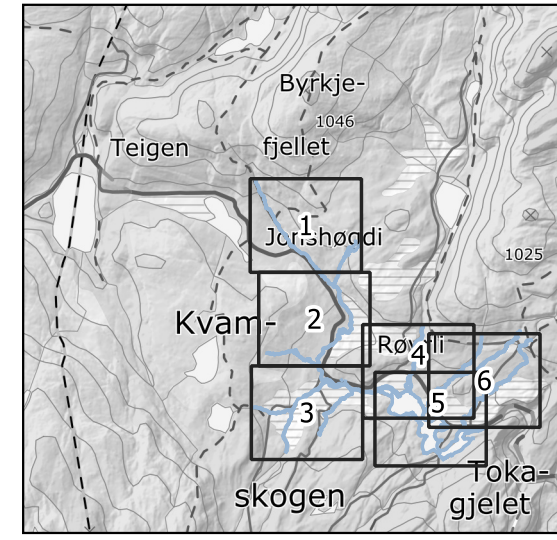
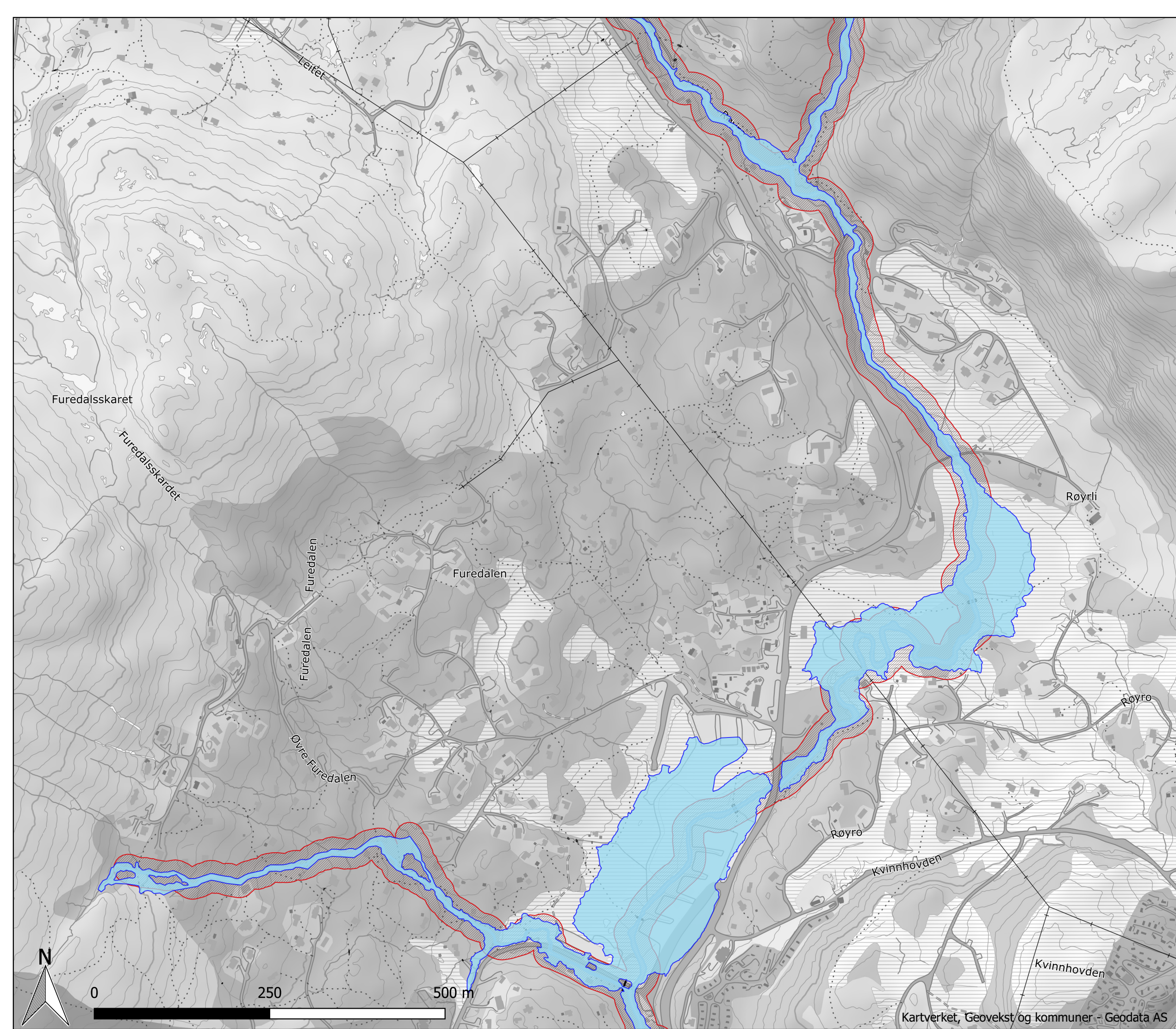
Vedlegg D: Hensynssone erosjon





- Hensynssone erosjon
- Kartlagte vassdrag

Prosjekt	21330 - Kvamskogen kommunedelplan - Skred- og flomfarevurdering
Oppdragsgiver	Abo Plan & Arkitektur AS for Kvam Herad
Rapport	21330-01-1 Flomfarevurdering Kvamskogen
Vedlegg D	Hensynssone erosjon Kartblad 1 av 6
Dato	2022-05-03
Utført	Ingrid Alne Ragnhild Hamneren
Kontroll	Petter Reinemo

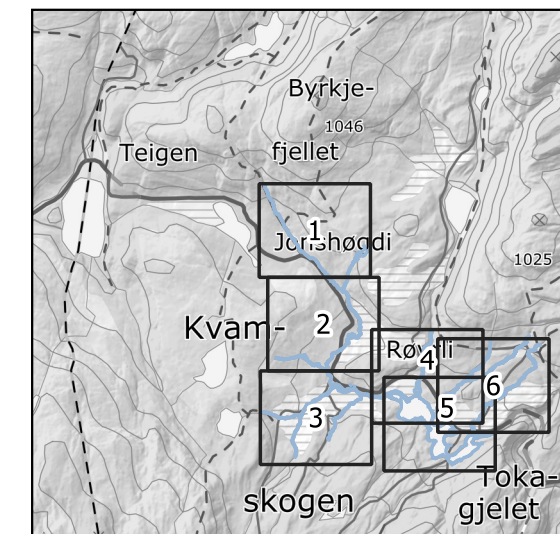
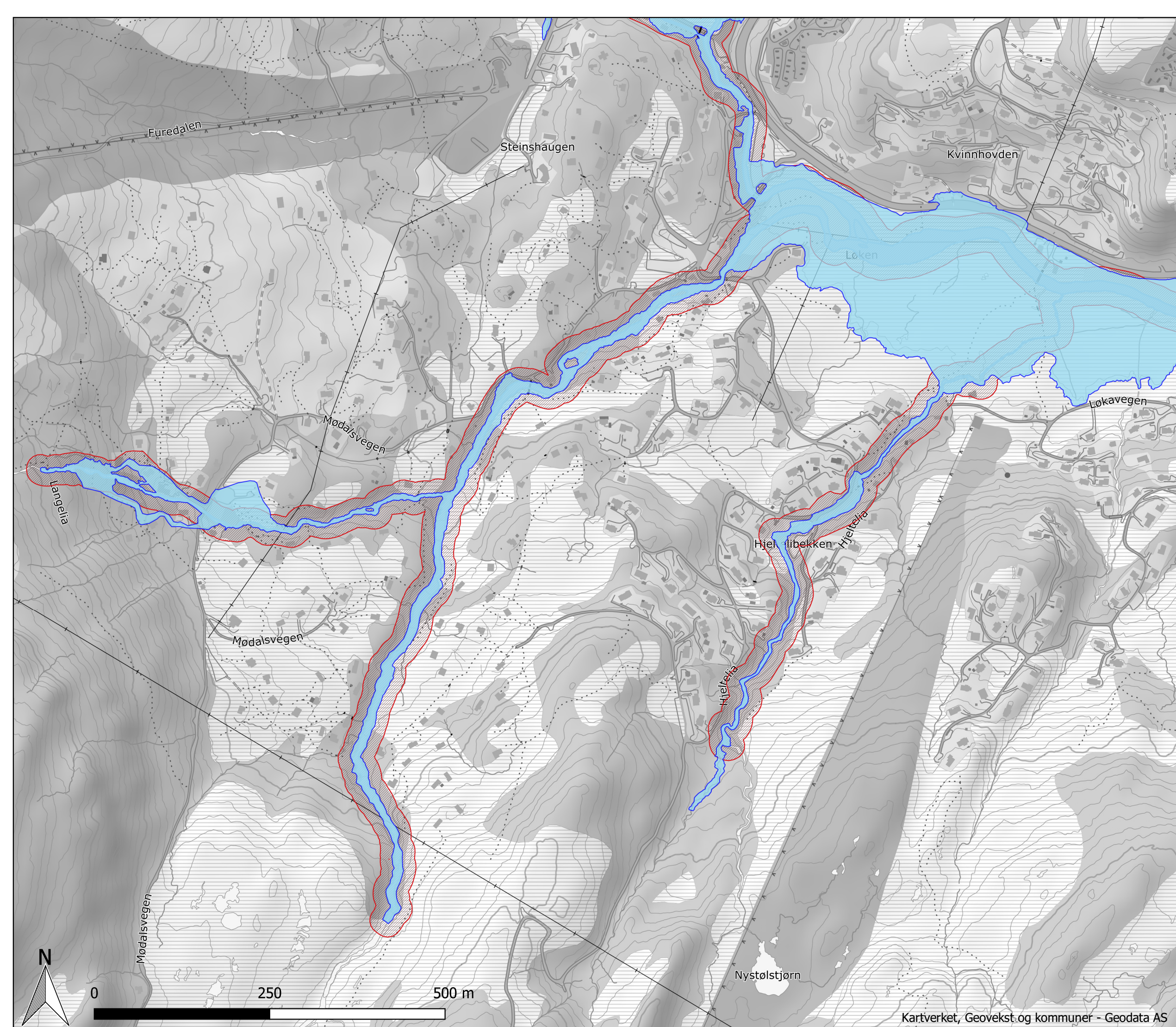




-  Hensynssone erosjon
-  Kartlagte vassdrag

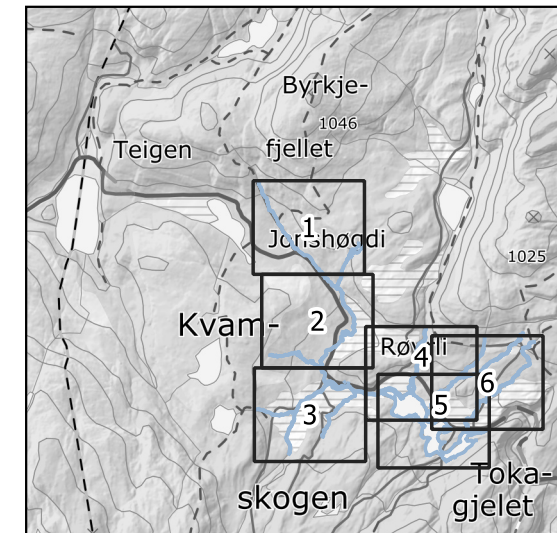
Prosjekt	21330 - Kvamskogen kommunedelplan - Skred- og flomfarevurdering
Oppdragsgiver	Abo Plan & Arkitektur AS for Kvam Herad
Rapport	21330-01-1 Flomfarevurdering Kvamskogen
Vedlegg D	Hensynssone erosjon Kartblad 2 av 6
Dato	2022-05-03
Utført	Ingrid Alne Ragnhild Hamneren
Kontroll	Petter Reinemo





- Hensynssone erosjon
- Kartlagte vassdrag

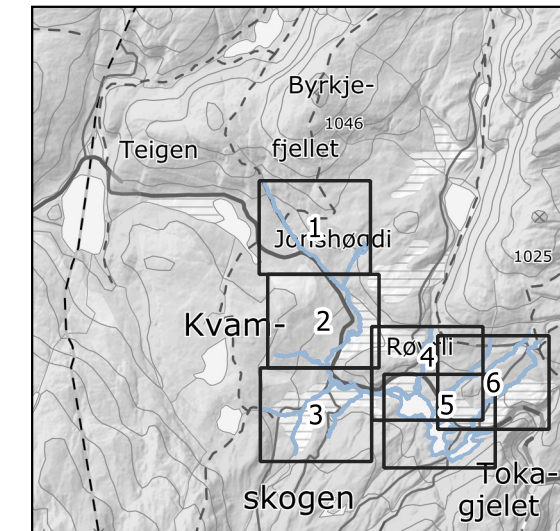
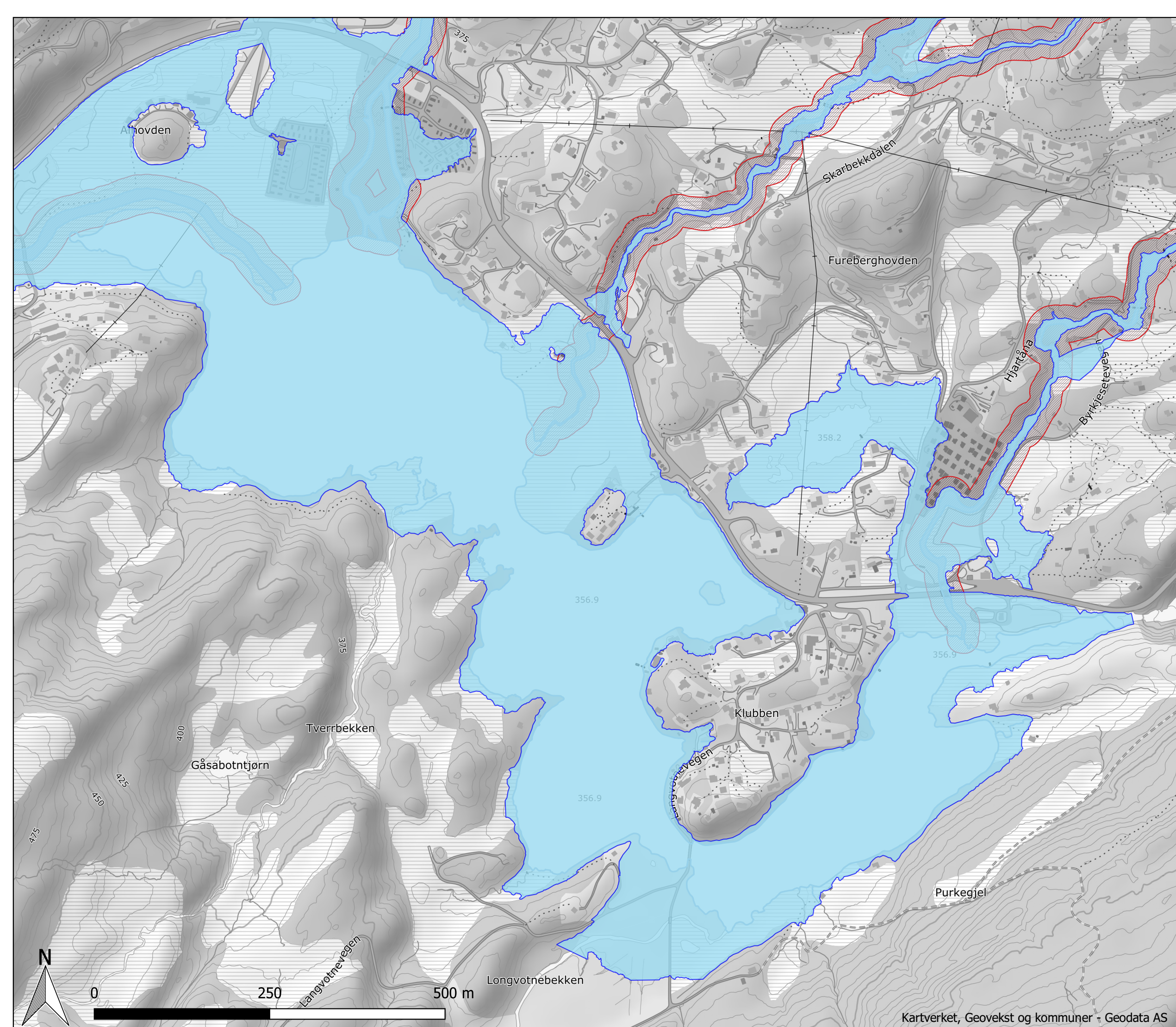
Prosjekt	21330 - Kvamskogen kommunedelplan - Skred- og flomfarevurdering
Oppdragsgiver	Abo Plan & Arkitektur AS for Kvam Herad
Rapport	21330-01-1 Flomfarevurdering Kvamskogen
Vedlegg D	Hensynssone erosjon Kartblad 3 av 6
Dato	2022-05-03
Utført	Ingrid Alne Ragnhild Hammeren
Kontroll	Petter Reinemo



- Hensynssone erosjon
- Kartlagte vassdrag

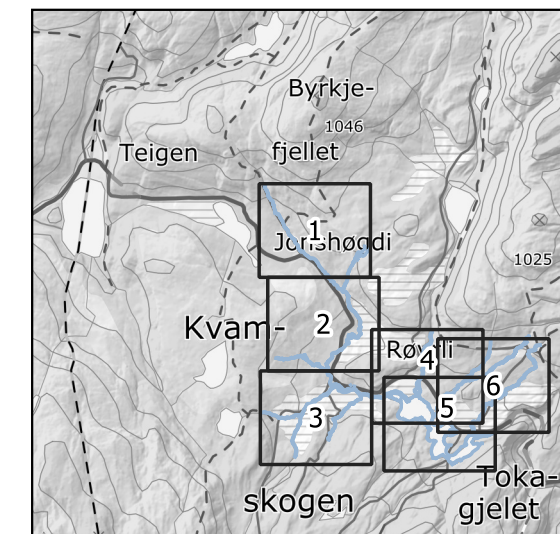
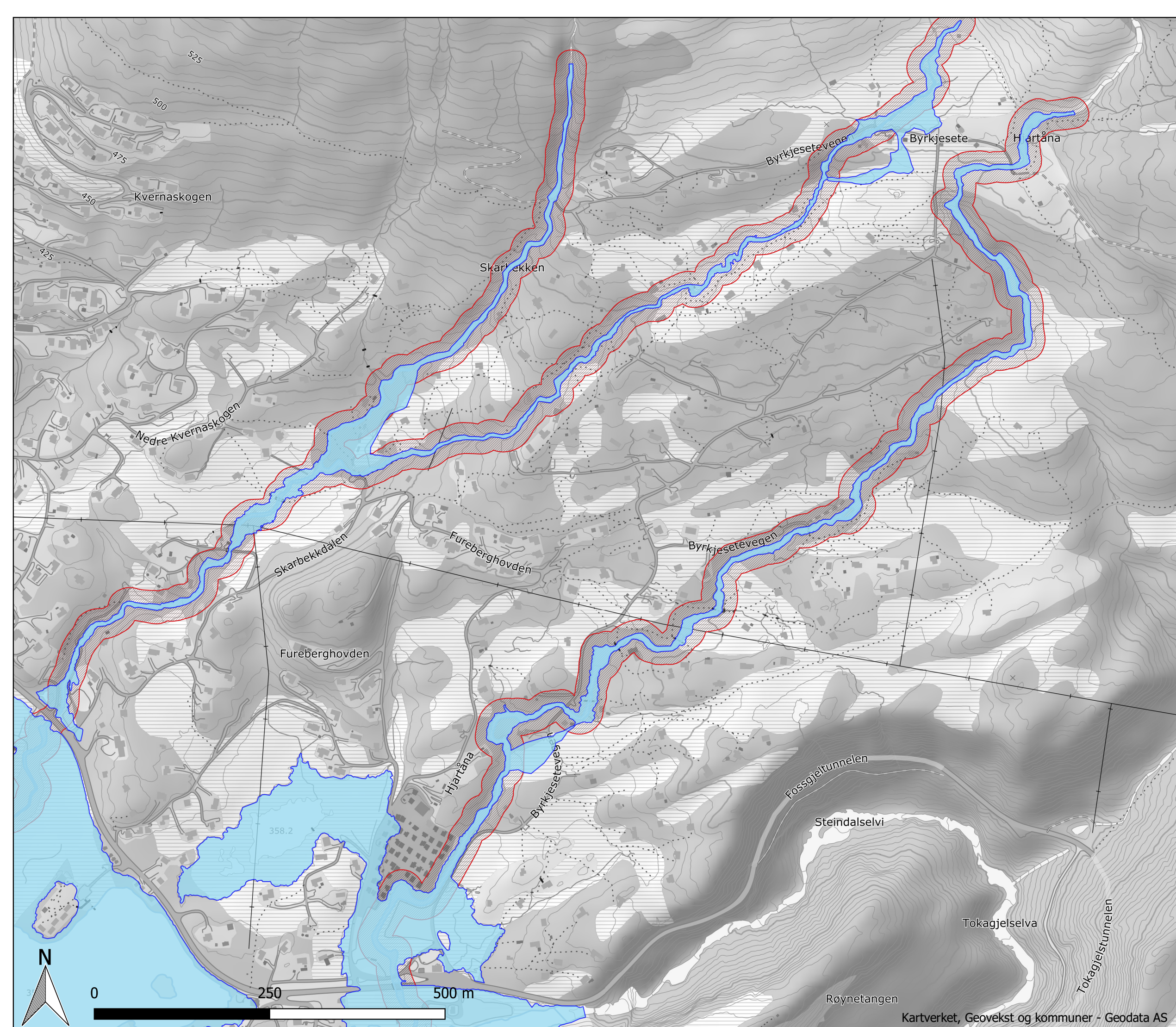
Prosjekt	21330 - Kvamskogen kommunedelplan - Skred- og flomfarevurdering
Oppdragsgiver	Abo Plan & Arkitektur AS for Kvam Herad
Rapport	21330-01-1 Flomfarevurdering Kvamskogen
Vedlegg D	Hensynssone erosjon Kartblad 4 av 6
Dato	2022-05-03
Utført	Ingrid Alne Ragnhild Hamneren
Kontroll	Petter Reinemo





- Hensynssone erosjon
- Kartlagte vassdrag

Prosjekt	21330 - Kvamskogen kommunedelplan - Skred- og flomfarevurdering
Oppdragsgiver	Abo Plan & Arkitektur AS for Kvam Herad
Rapport	21330-01-1 Flomfarevurdering Kvamskogen
Vedlegg D	Hensynssone erosjon Kartblad 5 av 6
Dato	2022-05-03
Utført	Ingrid Alne Ragnhild Hamneren
Kontroll	Petter Reinemo



- Hensynssone erosjon
- Kartlagte vassdrag

Prosjekt	21330 - Kvamskogen kommunedelplan - Skred- og flomfarevurdering
Oppdragsgiver	Abo Plan & Arkitektur AS for Kvam Herad
Rapport	21330-01-1 Flomfarevurdering Kvamskogen
Vedlegg D	Hensynssone erosjon Kartblad 6 av 6
Dato	2022-05-03
Utført	Ingrid Alne Ragnhild Hamneren
Kontroll	Petter Reinemo

