

Oppdragsgiver	Navn Statsforvalteren i Innlandet	Kontaktperson Mari Melbø Rødstøl
Oppdrag	Nummer og navn 22643 Rauma, Isterdalen – Skred- og flomfarevurdering for Kløvstien	Oppdragsleder Kristin Lome
Dokument	Nummer 22643-01-1 Utført av Kristin Lome (skred), Ingvild Brekke (flom)	Dato 2023-09-26 Kontrollert av Nils Arne Walberg (skred), Lars Staver Eid (flom)

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	2023-09-26	KL, IB	NAKW, LSE	Opprinnelig

Vurdering av naturfare langs Kløvstien

1 Bakgrunn

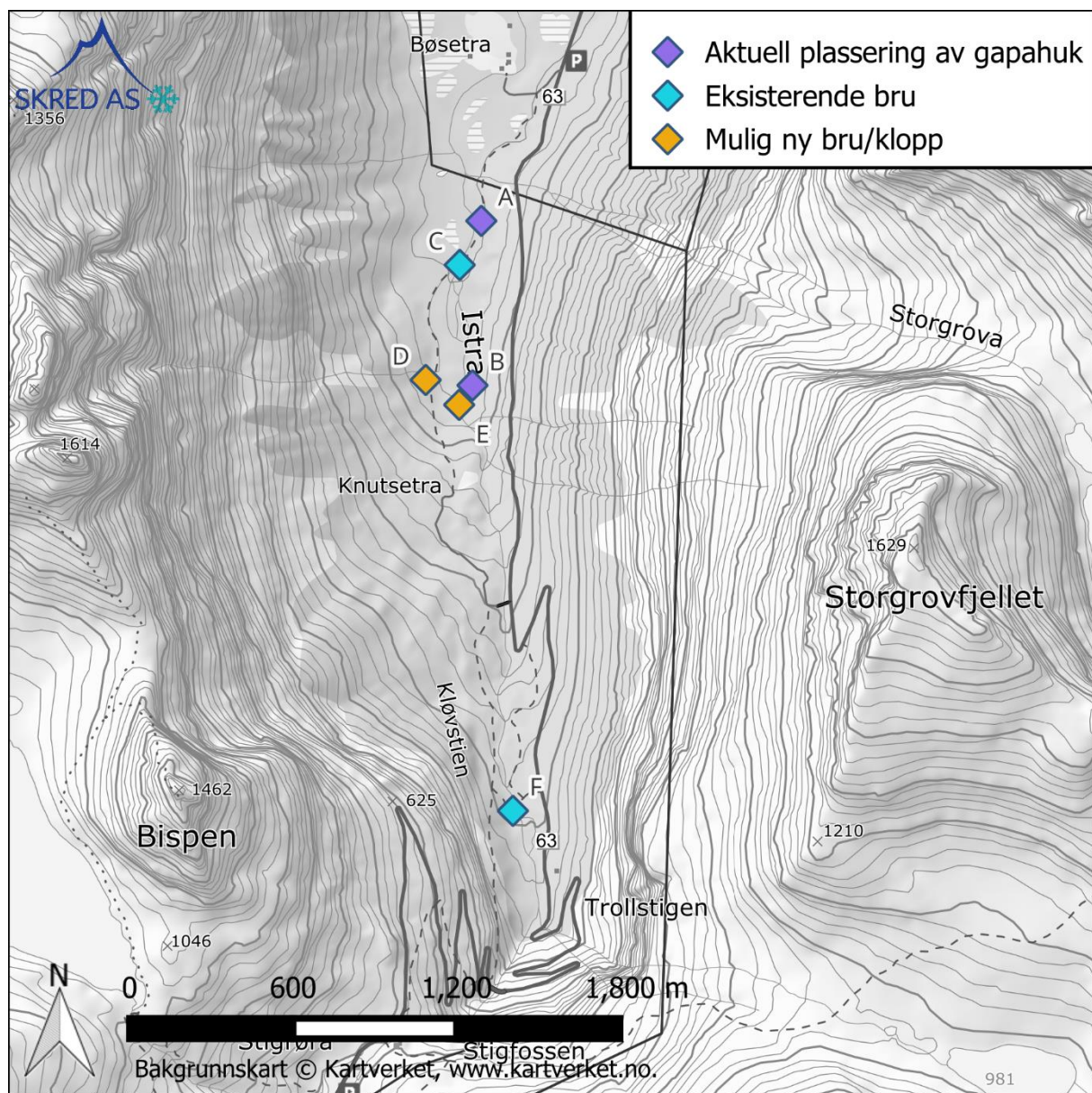
Nasjonalparkstyret for Reinheimen Nasjonalpark vurderer å videreutvikle Isterdalen og Kløvstien for fotturisme for å kanalisere den økte naturbaserte ferdselen til utkanten av nasjonalparken. Kløvstien går inn i Trollstigen landskapsvernområde og er tilrettelagt av en lokal dugnadsgjeng. Nasjonalparken ønsker nå å ta eierskap til stien og oppgradere den til en standard som ligger innenfor merkevaren til Norges nasjonalparker. I den forbindelse vurderes det å oppgradere eksisterende bruer/klopper, anlegge ny gapahuk og anlegge ny rundtur med ny sti og ny bru over Istra. Rauma kommune har stilt krav om at det utføres en skredfarevurdering for stien. Det ønskes også en vurdering av flomfaren for mulige plasseringer av gapahuken og utvalgte kryssinger av vassdragene.

Notatet er delt inn i åtte kapitler. Kapittel 1 og 2 gjennomgår kort bakgrunn for oppdraget, og befaringen. Kapittel 3 inneholder gjennomgang av regelverk som kan være relevant, samt våre anbefalinger for metodikk og hvilke regelverk som bør brukes for de aktuelle tiltakene. Kapittel 4 består av skredfarevurdering for Kløvstien i henhold til personrisiko, som anbefalt i kapittel 3. Kapittel 5 består av en flomfarevurdering for mulige plasseringer av gapahuk og kapittel 6 inneholder anbefalinger for kryssinger av vassdrag. I kapittel 7 konkluderer vi vurderingene og kapittel 8 består av referanseliste.

2 Befaring og vurdert punkter

Deler av Kløvstien ble befart i oktober 2021 av Kristin Lome (Skred AS), nasjonalparkforvalter Mari Melbø Rødstøl, Svein Roger Ivarsen fra Ny sti AS, Arnstein fra DNT Romsdal og en fra dugnadsgjengen. En supplerende befaring i området ble utført 06.09.2023 av Ingvild Brekke, Kristin Lyche (begge Skred AS) og nasjonalparkforvalter Mari Melbø Rødstøl. Værforholdene under befaring var gode. Registeringer ble gjort til fots og med drone. Aktuelle punkter fra befaringa er vist i Figur 1.

Generelt stemmer ikke plasseringa av elva i kartgrunnet helt med dagens situasjon, trolig fordi elva graver i sidene og delvis skifter løp under flom.



Figur 1: Aktuelle punkter for vurderinga.

3 Lovverk og regelverk

3.1 Krav til sikkerhet for gapahuker

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.»

3.1.1 Krav til sikkerhet mot flom i TEK17

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 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023a)(Direktoratet for byggkvalitet, 2023a).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023a)(Direktoratet for byggkvalitet, 2023a).

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. Sårbar samfunnsfunksjoner og byggverk der oversvømmelse kan påføre omgivelsene stor forurensning ligger innenfor sikkerhetsklassen. Sykehjem, beredskapsfunksjoner, kritisk infrastruktur og avfallsdeponier er nevnt som eksempler.

Sikkerhetskravene i TEK 17 §7-2 kan oppnås enten ved å plassere byggverket utenfor området der sannsynligheten for flom er mindre enn minstekravet i forskriften, eller ved å sikre det mot oversvømmelse, eller ved å dimensjonere og konstruere bygget slik at det tåler

belastningene og skader unngås. Vi vurderer at en gapahuk vil kunne utføres til ikke å ta betydelig skade selv om den blir stående under noe vann.

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.

3.1.2 Krav til sikkerhet mot skred i TEK17

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-3 definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal (Tabell 2). Sannsynligheten i Tabell 1 angir den årlige sannsynligheten for skredskader av betydning, dvs. skred med intensitet som kan medføre fare for liv og helse og/eller større materielle skader. I veilederen til TEK17 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for skred (Direktoratet for byggkvalitet, 2023b)(Direktoratet for byggkvalitet, 2023b).

Tabell 2: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023b).

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

I sikkerhetsklasse S1 inngår byggverk der det normalt ikke oppholder seg personer og der det er små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Mindre brygger og lagerbygninger med lite personopphold er nevnt som eksempler. Tilbygg på inntil 50 m² faller også inn under sikkerhetsklasse S1.

Sikkerhetsklasse S2 omfatter tiltak der et skred vil føre til middels konsekvenser. Dette kan eksempelvis være byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Driftsbygninger i landbruket samt parkeringshus og havneanlegg er nevnt som eksempler.

3.1.3 Aktuelle krav

Flom

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. Det er opp til kommunen å fastsette sikkerhetsklasse mot flom. Vi foreslår sikkerhetsklasse F1 for gapahuker da det forventes personopphold i begrenset omfang og at en ev. oversvømmelse vil ha liten konsekvens.

Skred

I retningslinjene til TEK17 er det gitt ulike eksempler, beskrevet på forrige side, på hva slags bebyggelse som ligger innenfor de ulike sikkerhetsklassene mot skred. Det er opp til kommunen å fastsette sikkerhetsklasse mot skred. Vi foreslår at gapahuk plasseres i sikkerhetsklasse S1 på bakgrunn av at det tilrettelegges for noe opphold, men ikke langvarig opphold/overnatting. Et annet argument for å plassere gapahuken i sikkerhetsklasse S1 er at det er små økonomiske konsekvenser. En detaljert skredfarevurdering for de to mulige plasseringene for gapahuk er omfattende, og utføres som regel i egen rapportmal. Da det enda ikke er bestemt om, når og hvor gapahuk skal bygges er det ikke utført noen detaljert skredfarevurdering for plassering av gapahuk. Dette kan bestilles som en egen vurdering på et senere tidspunkt.

3.2 Regelverk for oppføring av bruer og klopper over vassdragene

Håndbøkene til Statens vegvesen (N200) stiller krav om at bruer for offentlige veger skal dimensjoneres for 200-årsflom med 0,5 meter klaring. Det finnes ikke tilsvarende regelverk for private veger eller turstier. Siden konsekvensene er mindre for en tursti kan dette gi overdimensjonering.

I veilederen *Tilrettelegging av turveier, løyper og stier* (Kultur- og kirke departementet, 2008) stilles det ikke konkrete krav til utforming eller dimensjonering av bruer for turstier. Veilederen sier også at det etter gjeldende regler er det intet krav om at offentlige myndigheter skal godkjenne planer eller utførelse og at den som bygger en bru kan, hvis noen blir skadet, bli gjort rettslig ansvarlig hvis det er utvist grov uansvarlighet fra byggherrens side.

Fysiske tiltak langs vassdrag styres av blant annet av følgende *Lov om vassdrag og grunnvann* (vannressursloven) (Olje- og energidepartementet, 2023)(Olje- og energidepartementet, 2023) med *Veileder til vannressursloven og NVEs behandling av vassdrags- og grunnvannstiltak* (NVE, 2021)(NVE, 2021).

Fra veilederen, kapittel 6.5.3: «*Brygger, bruer og kulverter behandles normalt etter plan- og bygningsloven, og det er normalt ikke nødvendig å konsesjonsbehandle dem etter vannressursloven. (...) Tiltakshaver har ansvar for at anleggene er riktig dimensjonert for å tåle flomvannføringer, og at tiltaket ikke er til skade eller ulempe for allmenne eller private interesser (vrl § 5)*».

Ifølge vannressursloven §3 forstås vassdragstiltak som *vassdragsanlegg og alle andre tiltak i vassdraget som etter sin art er egnet til å påvirke vannføringen, vannstanden, vassdragets leie eller strømmens retning og hastighet eller den fysiske og kjemiske vannkvaliteten på annen måte enn ved forurensning og vassdragsanlegg: bygning eller konstruksjon i eller over vassdrag, bortsett fra luftledninger*. Bruer og klopper over Istra og sidebekker tolkes derfor som vassdragstiltak.

Ifølge vannressursloven § 5 skal *enhver opptre aktsomt for å unngå skade eller ulempe i vassdraget for allmenne eller private interesser. Vassdragstiltak skal planlegges og gjennomføres slik at de er til minst mulig skade og ulempe for allmenne og private interesser*.

Denne plikten gjelder så langt den kan oppfylles uten uforholdsmessig utgift eller ulempe. Vassdragstiltak skal fylle alle krav som med rimelighet kan stilles til sikring mot fare for mennesker, miljø eller eiendom.

Ifølge vannressursloven § 8 må ingen iverksette vassdragstiltak som kan være til nevneverdig skade eller ulempe for noen allmenne interesser i vassdraget eller sjøen, uten at det skjer (...) med konsesjon fra vassdragsmyndigheten.

Istra er et vernet vassdrag. Vernet omfatter også sideelver og større bekker (Kommunal- og distriktsdepartementet, 2022)(Kommunal- og distriktsdepartementet, 2022). Det stilles da strengere krav til tiltak ifølge vannressursloven §35, som blant annet sier at *nye anlegg kan bare tillates hvis hensynet til verneverdiene i vassdraget ikke taler imot.*

Fra veilederen, kapittel 6.5: «Tiltak i vassdrag som ikke har nevneverdig negative virkningen for noen allmenne interesser og heller ikke kan sies å være et «vesentlig terrenginngrep» etter plan- og bygningsloven, trenger ikke tillatelse etter vannressursloven eller plan- og bygningsloven. Hva som er et «vesentlig terrenginngrep» etter plan- og bygningsloven kan være vanskelig å avgjøre på forhånd. Vi anbefaler derfor å ta kontakt med kommunen dersom man er usikker på dette».

3.2.1 Anbefalinger

Vi anbefaler at ønskede tiltak i første omgang beskrives og legges frem for kommunen for vurdering av hvorvidt disse anses som «vesentlige terrenginngrep» og anses som søknadspliktige i henhold til plan- og bygningsloven.

Den planlagte brua over Istra kan muligens bli behandlet etter plan- og bygningsloven med krav til sikkerhet som gitt i TEK17. Enkle bruer for turstier er ikke blant de preakseterte ytelsene i TEK17, men siden det er et byggverk med lite personopphold og små økonomiske og andre konsekvenser antas det at sikkerhetsklasse F1 kan legges til grunn for brua.

3.3 Lowerk og regler for anleggelse av sti i potensielt skredfarlig område

Turstier er ikke definert som preaksepterte ytelser i TEK17 §7-3 veiledning til annet ledd (kap. 3.1.2). Skred AS er kjent med at det tidligere har vært benyttet S1 for turstier, private adkomstveger, skiløyper mm., men har sett at dette akseptkriteriet ofte slår konservativt ut, og er tungvint å benytte da det belager seg på enhetsbredder på 30 m. Skred AS anbefaler normalt sett for lignende saker at akseptkriteriene i Statens vegvesen sin vegnormal N200 benyttes, eller at det utføres detaljert vurdering av personrisiko basert på akseptkriteriet i Stortingsmelding nr.15 og etter metode etablert i NIFS-prosjektet (NGI, 2014)(NGI, 2014). De to siste fremgangsmetodene er utviklet med utgangspunkt i lengre strekker og hvor personer er i bevegelse, mens sikkerhetsklassene i TEK17 er laget med utgangspunkt i statiske objekter med begrenset utbredelse.

3.3.1 Statens vegvesens risikoakseptkriterier for skred på vei

Fare for skred ned på vei fra naturlig sideterreng skal i dag utredes og sikkerhetstiltak skal planlegges ut ifra sikkerhetsnivåene gitt i Tabell 3 (Statens vegvesen, 2022)(Statens vegvesen, 2022). Sikkerhetsnivået for skred på vei angir hvilken sannsynlighet for skred på

vei (restrisiko) som aksepteres. Kravene i Tabell 3 er ifølge SVV en tilpasning av sikkerhetskravene i byggteknisk forskrift til plan- og bygningsloven TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023a)(Direktoratet for byggkvalitet, 2023a), og er gjeldene for strekninger hvor trafikken normalt er i flyt. For områder hvor det tilrettelegges for stans, som oppstillingsplasser, rasteplasser osv., skal sikkerhetskravene i TEK17 tilfredsstilles (Direktoratet for byggkvalitet, 2023a)(Direktoratet for byggkvalitet, 2023a).

Tabell 3: Sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på vei, hentet fra tabell 1.7-1 i N200

Dimensjonerende trafikkmengde	Samlet skredsannsynlighet per km og år
< 500	1/20
500 – 3999	1/50
4000 – 5999	1/100
6000-11999	1/300
≥ 12000	1/1000

3.3.2 Utledning av akseptkriterier basert på personrisiko

Internasjonalt er nivået på akseptkriterier basert på individuell risiko mellom 10^{-4} per år og 10^{-9} per år. I Norge ligger kravene for høyeste personrisiko vanligvis rundt 10^{-4} - 10^{-5} (Olje- og energidepartementet, 2012).

I 2012-2015 ble det gjennomført et felles prosjekt mellom NVE, Jernbaneverket og Statens Vegvesen kalt *NIFS-programmet: Naturfare, infrastruktur, flom og skred*. Som en del av dette prosjektet gjennomførte NGI en sammenligning av risikoakseptkriteriene for skred og flom for de tre etatene (NGI, 2014)(NGI, 2014). I sammenligningen ble det benyttet følgende formell for treff på kjøretøy. Formelen er basert på Fell et. al 2005 (Fell R, 2005) og modifisert av NGI i sin rapport i 2003 (NGI, 2003):

$$S = \frac{N_d x (L + K) x f}{24 \times 1000 \times v}$$

Formelen beskriver sannsynlighet for at et skred treffer et kjøretøy, hvor:

- N_d = antall biler per døgn (=ÅDT)
- L = dimensjonerende bredde i meter, bil eller skred, avhengig av hvilken som er størst.
- K = stopplengde for bilen gitt hastigheten v . Skal kun medregnes for skred som foregår over flere sekunder.
- f = antall skred per år
- v = kjørehastigheten i km/t

Formelen inneholder ingen korrigerende faktor for antall omkomne per treff av bil fra skred, men denne problemstillingen er belyst i NIFS-rapporten (NGI, 2014)(NGI, 2014). For å ta høyde for dette ble det benyttet typiske sårbarhetsverdier (j), dvs. sannsynlighet for å omkomme hvis personer blir truffet Tabell 4 (Glade, 2004).

Tabell 4: Sårbarhet for person i åpent landskap, kjøretøy og bygninger (Glade, 2004).

Plassering av person	Beskrivelse av hendelse	Sårbarhet for en person		
		Sårbarhets-verdi (intervall)	Anbefalt sårbarhets-verdi	Kommentar
I åpent landskap	Truffet av steinsprang	0,1-0,7	0,5	Kan bli skadet, men usannsynlig med dødsfall
	Begravd av skredmasser	0,8-1	1	Død grunnet asfyksi
	Ikke begravd, men truffet av skredmasser	0,1-0,5	0,1	Høy sannsynlighet for å overleve
Kjøretøy	Kjøretøy er begravd/knust	0,9-1	1	Dødsfall er svært sannsynlig
	Kjøretøy er ødelagt/skadet	0-0,3	0,3	Høy sannsynlighet for å overleve

Formelen for å beregne personrisiko (angitt ovenfor) bør derfor modifiseres, slik at den også inkluderer sårbarhetsverdier (j). I tillegg må den tilpasses slik at den tar høyde for hvor stor del av stien som er skredutsatt, og dermed inkluderer sannsynligheten for at personen er i det skredutsatte området og ikke i de andre delene av stien. Dersom stien har en skredutsatt lengde på A m (som tilsvarer L+K) og en total lengde på B m, vil sannsynligheten for at en person langs stien blir truffet av skred være A/B. Formelen for personrisiko justert for sårbarhetsverdi (j) og skredutsatt lengde kan følgelig skrives om til:

$$S = \frac{N_d x (L + K) x f}{24 \times 1000 \times v} = \frac{N_d x f}{24 \times 1000 \times v} * \frac{A}{B} * j$$

I åpent landskap, som personer på stien, varierer sårbarhetsverdien mellom 0,1-1. Sårbarhetsverdien avhenger av størrelsen skredene. Store skred vil føre til høy sårbarhetsverdi, mens små skred vil føre til lav sårbarhetsverdi. Med andre ord: Små skred vil sannsynligvis føre til mindre skade enn store skred.

Generelt vil små skred forekomme ofte, mens store skred vil forekomme sjeldnere. Følgelig vil en høy sårbarhetsverdi i mange tilfeller bety at skredene har lavere årlig sannsynlighet. Dette resulterer i at personrisikoen i mange tilfeller vil være omtrent den samme for store, sjeldne skred med høy sårbarhetsverdi som for mindre, hyppige skred med lav sårbarhetsverdi.

Skredenes størrelse og årlige sannsynlighet, med tilhørende sårbarhetsverdi, fastsettes i skredfarevurderingen (se kap. 4). For de andre inputparameterne til beregning av personrisiko er det benyttet følgende verdier:

Tabell 5: Inputparametere til utregning av personrisiko

	Beskrivelse	Verdi	Begrunnelse/Kilde
ÅDT	Trafikkmengde	35	Basert på informasjon fra oppdragsgiver om ca. 3000 besøkende ila. juni-aug. 2022. Konservativt anslag.
v	Hastighet i km/t	3 km/t	Ganghastighet på sti
B	Total lengde tursti	Ca. 3,5 km	Oppmålt på kart, ut fra informasjon fra oppdragsgiver.
A	Skredutsatt tursti	1	Se kap. 4
F	Antall skred per år	1	Se kap. 4
j	Sårbarhetsverdi	0,1	Se kap. 4

Om den beregnede personrisikoen (se. kap. 4) er lavere enn 10^{-4} - 10^{-5} , vil turstien tilfredsstillende kravene til personrisiko i Norge. Om den beregnede personrisikoen er høyere enn 10^{-4} - 10^{-5} , vil turstien ikke tilfredsstillende kravene til personrisiko i Norge, og det må iverksettes risikoreduserende tiltak.

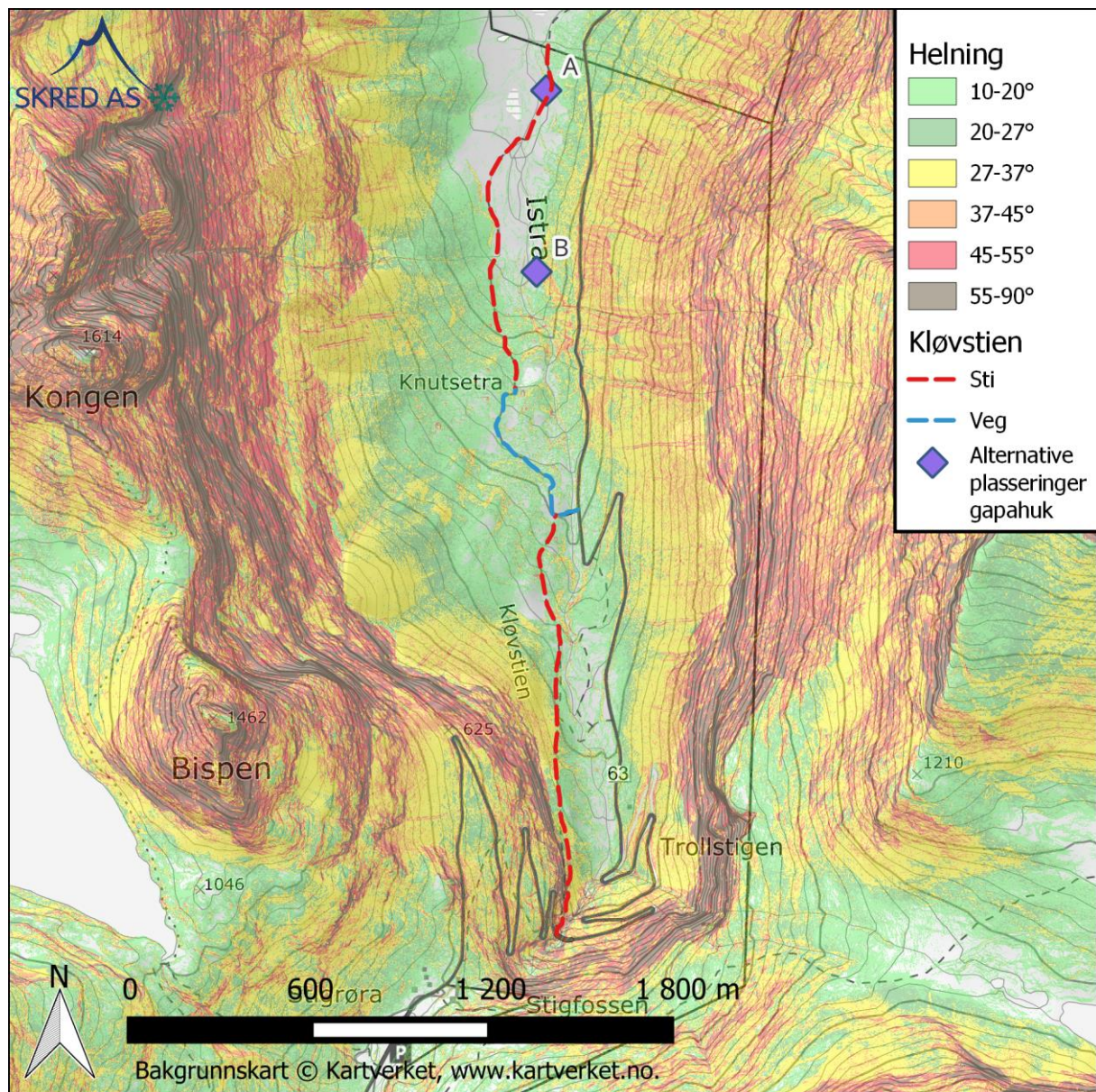
3.3.3 Anbefalinger

For å bestemme hvilken risiko som er akseptabel for brukere av stien anbefaler vi bruk av NIFS-utredningen for personrisiko. Vår vurdering er at det er den mest reelle metoden å bestemme akseptkriteriene på, men det er opp til kommunen å bestemme sikkerhetsnivå.

Forutsatt at utarbeidelsen av stien (forbedring av stien med for eksempel klopper) har svært liten økonomisk konsekvens, vurderer vi det som tilstrekkelig å vurdere stien ut fra krav til personrisiko. Dersom det planlegges oppføring av tiltak med større økonomisk konsekvens, bør det vurderes om deler av stien også skal vurderes i henhold til krav til sikkerhet mot skred i TEK 17 § 7-3.

4 Skredfarevurdering Kløvstien

Isterdalen har bratte fjellsider bestående av bart fjell, skredvifter og i dalbunnen er det stort sett løvskog. Kløvstien ligger innenfor NVEs aktsomhetssone for alle skredtyper i bratt terreng, og NGIs aktsomhetssone for snø- og steinsprang (NVE, 2023)(NVE, 2023). NGI sine aktsomhetssoner er mer detaljert enn NVEs aktsomhetsområder. Figur 2 viser helningskart over området.



Figur 2: Helningskart over Isterdalen. Kløvstien er markert med rød og blå stiptet linje. Alternative plasseringer for gapahuk markert med lilla.

4.1 Skred i fast fjell

Når en eller flere steinblokker løsner og faller, spretter, ruller, eller sklir nedover en skråning benyttes begrepene steinsprang (volum <math><100 \text{ m}^3</math>) og steinskred (volum 100-10.000 $\text{m}^3</math>). Steinsprang og steinskred løsner oftest i bratte fjellparti der terrenghelningen er større enn 40-45°. Det er partier brattere enn 40-45° langs begge sider av Isterdalen, og dermed potensielle løsneområder for steinsprang. Foten av steinsprangura regnes som grense for aktiv del (hvor årlig sannsynlighet for skred er høyere enn 1/100). Med unntak av den sørligste delen av stien, ligger stien utenfor foten av steinsprangura. Årlig sannsynlighet for steinsprang for nordlige del er dermed innenfor akseptkriteriene. Utløpsberegninger ved hjelp av programvaren Rockyfor3D (Dorren, 2016)(Dorren, 2016) i «rapid simulation mode» med blokkstørrelse 1 $\text{m}^3</math> støtter dette, og viser at sørlige del er utsatt (ikke vist i figur).$$

I den sørligste kilometeren av Kløvstien ligger stien tett på bratte bergskrenter (Figur 3).
Basert på at:

- Berget er oppsprukket
- Vi har observert ferske utfall på og i nærheten av stien på befaring
- Stien går igjennom aktiv ur uten vegetasjon
- Det er mye historikk for hyppige steinsprang ved Trollstigen

Vurderer vi årlig løsnings sannsynlighet er relativt høy, og muligens opp mot 1. Dette er et konservativt anslag.



Figur 3: Den sørligste delen av stien. Berget er oppsprukket (markert med gult) og det er ferske avsetninger (markert med oransje) ved stien (rød stippet linje).



Figur 4: Nærbilde av skrenten i sørlige del av stien. Bildet viser relativt ferske avsetninger.

Basert på en antatt årlig sannsynlighet på 1, utsatt lengde på 1 km, og en sårbarhetsverdi på 0,5, gir det en personrisiko på 7×10^{-5} . Dette er lavere enn kravene for akseptabel personrisiko i Norge (10^{-4}). Vi vurderer dermed at denne strekningen tilfredsstillende de gitte kravene til personrisiko.

$$S = \frac{N_a x f}{24 \times 1000 \times v} * \frac{A}{B} * j = \frac{35 \times 1}{24 \times 1000 \times 3} * \frac{1}{3,5} * 0,5 = 0,00007 = 7 \times 10^{-5}$$

Dersom det er ønskelig å redusere risikoen enda mer, anbefaler vi å informere brukere av stien om at steinsprangfaren er høyere i perioder med mye regn, og perioder med

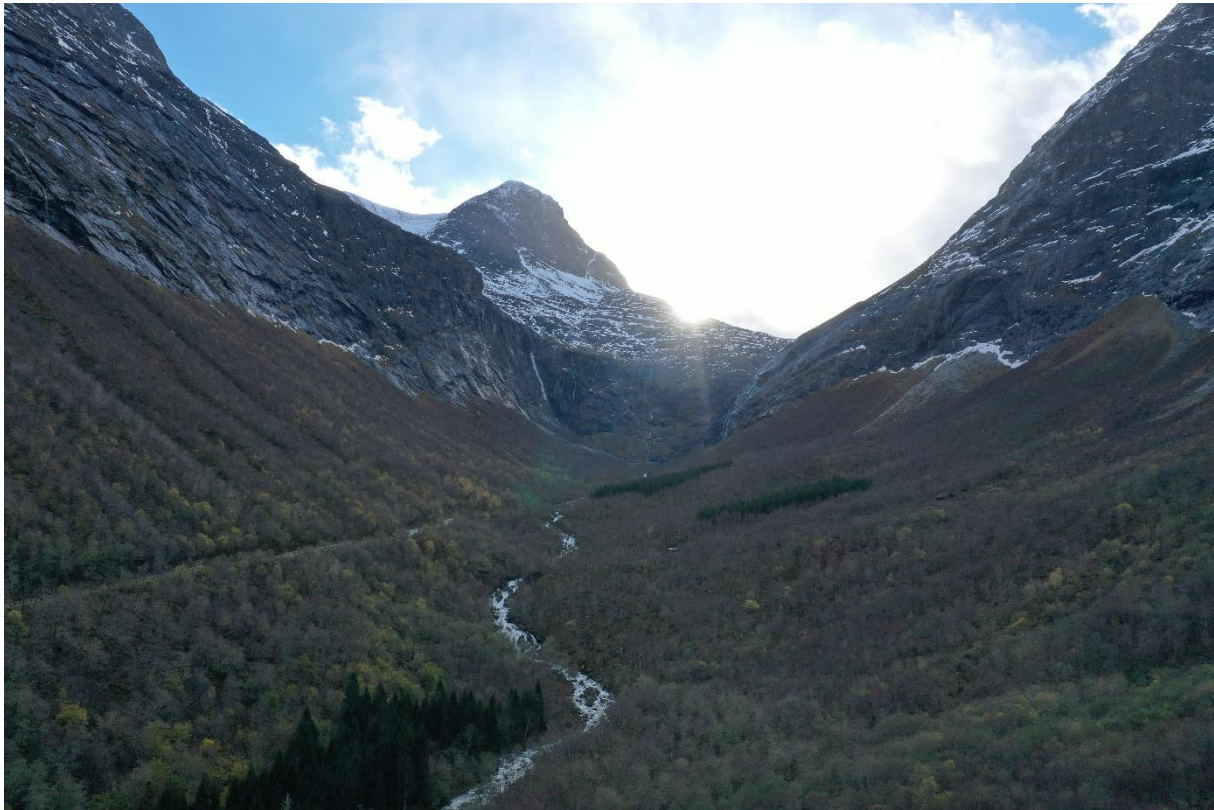
frostsprengning. Det kan også informeres om at det bør unngås lengre stopp/rast på den utsatte strekningen.

4.2 Løsmasseskred

Løsmasseskred vil si både jordskred og flomskred. Jordskred kan starte der det er tilgjengelige løsmasser, brattere enn 20° og vann konsentreres. Flomskred starter typisk i bratte gjel som mates med steinsprangmateriale, eller elve- og bekkeløp. Det er flere slike gjel i fjellsidene, og dermed potensielle løsneområder for flomskred. Det er synlige avsetninger (i form av vifter og leveer) i nedre del av dalsidene. Skredviftene i nedre del av fjellsiden er bygd opp som følge av flere skredprosesser. Flomskred kan for eksempel avsette løsmasser på skredviftene som senere transporteres som jordskred eller snøskred.

Løsnasannsynligheten for både flomskred og jordskred, samt overgangsprosesser mellom disse, vurderer vi som relativt høy. Det er løsmasser tilgjengelig, og det er mye vann som drenerer ned i fjellsidene. Historikk (fra NVE Atlas, sammenligning av flybilder og befaringsobservasjoner) tilsier imidlertid at de fleste skred stopper i dalsiden, og ikke når ned til stien. Eksempelvis så har vi ikke observert skader på trær som følge av løsmasseskred ned til stien på flyfoto eller på befaring.

Stien ligger lengre ned i dalsiden enn avsetningsformer fra tidligere jordskred, og årlig løsnasannsynlighet for jordskred med utløp til stien vurderes derfor som lavere enn 1/100. Det er derfor ikke gjort detaljert beregning av personrisiko knyttet til jordskred, da den vil være mindre enn 10^{-4} (1/10.000).



Figur 5: Bilde over Istradalen med elva Istra i dalbunnen, skredvifter på begge sider av dalen. Bildet er tatt med drone på befaring i oktober 2021.

4.3 Snøskred

Snøskred kan løsne i terreng med 30-55 graders helning, men kan også i sjeldne tilfeller bli utløst i både brattere og slakere terreng. Basert på topografi og terrenghelning er det potensielle løsneområder for snøskred langs begge dalsider, og innerst i dalen ved Trollstigen. I NVEs Atlas er det registrert en snøskredhendelse ved Byteskrea langs Isterdalsvegen (Fv63) på østsiden av dalen, og flere skred er registrert innerst i Isterdalen på Trollstigen. Fravær av, og skadet skog, i skredbaner ned mot bunn av dalen tyder på gjentatte skredhendelser på begge sider og langs store deler av dalføret (Figur 6).



Figur 6: Bilde som viser tegn til tidligere skredaktivitet. Bildet er tatt mot nord, ved hjelp av drone, på befaring i september 2023. Blå stiplet linje viser omtrentlig område med skredskadet forårsaket av snøskred. Ifølge NVE Atlas gikk det snøskred her i 2018 og 2020 (NVE, 2023)(NVE, 2023). Oransje piler viser skredbaner hvor det hyppig går skred, uten mer detaljert tilgjengelig informasjon.

Vi antar at det meste av trafikken på stien vil være på sommerstid, og at tørre snøskred vinterstid dermed ikke vil utgjøre fare for liv og helse eller skader med betydelig økonomisk konsekvens. Våte snøskred sent på våren/tidlig sommer når det er bart i lavlandet og fortsatt enkelte snøfonner høyt oppe i fjellsidene, kan imidlertid forekomme i perioder hvor stien er i bruk. Denne problematikken er kjent fra for eksempel Kjenndalen i Loen juni 2022, hvor lufttrykket fra et vått snøskred fra høyt oppe i fjellsiden (ca. 1600 moh.) flyttet en bil ti meter av vegen (ca. 100 moh.) (NRK, 2022)(NRK, 2022).

Ut fra kjent historikk (fra NVE Atlas, befaringsobservasjoner og sammenligning av flybilder) og terreng er det tydelig at snøskred er en aktuell prosess i Isterdalen. Det er spesielt i den sørlige delen, hvor stien går tett på og i bratt terreng, at vi vurderer at snøskred ned til stien kan forekomme med høy årlig sannsynlighet. Dette bekreftes av at vi har observert et bredt felt med skredpåvirket skog på stien, og det ligger inne registrerte hendelser i NVE Atlas (NVE, 2023)(NVE, 2023) i dette området (Figur 6). Terrengt ovenfor stien ligger til rette for utløsning av snøskred, med større, sammenhengende 30-45 grader bratte partier i le for fremherskende vindretning fra vest. Snøskred fra aktuelle løsningsområder vil ha fritt fall på ca. 150 høydemeter, noe som kan generere et betydelig lufttrykk. Årlig sannsynlighet for

snøskred <mailto:salg@eeteuroparts.no> med utløp (faste masser og lufttrykk) til stien vurderes som 1/5. Vi har da vurdert våte snøskred om våren hvor stien er i bruk.

Basert på en antatt årlig sannsynlighet på 1/5, utsatt lengde på 1 km, og en sårbarhetsverdi på 0,5, gir det en personrisiko på $1,4 \times 10^{-5}$. Dette er lavere enn kravene for akseptabel personrisiko i Norge (10^{-4}). Vi vurderer dermed at denne strekningen tilfredsstillende de gitte kravene til personrisiko.

$$S = \frac{N_d \times f}{24 \times 1000 \times v} * \frac{A}{B} * j = \frac{35 \times \frac{1}{5}}{24 \times 1000 \times 3} * \frac{1}{3,5} * 0,5 = 0,000014 = 1,4 \times 10^{-5}$$

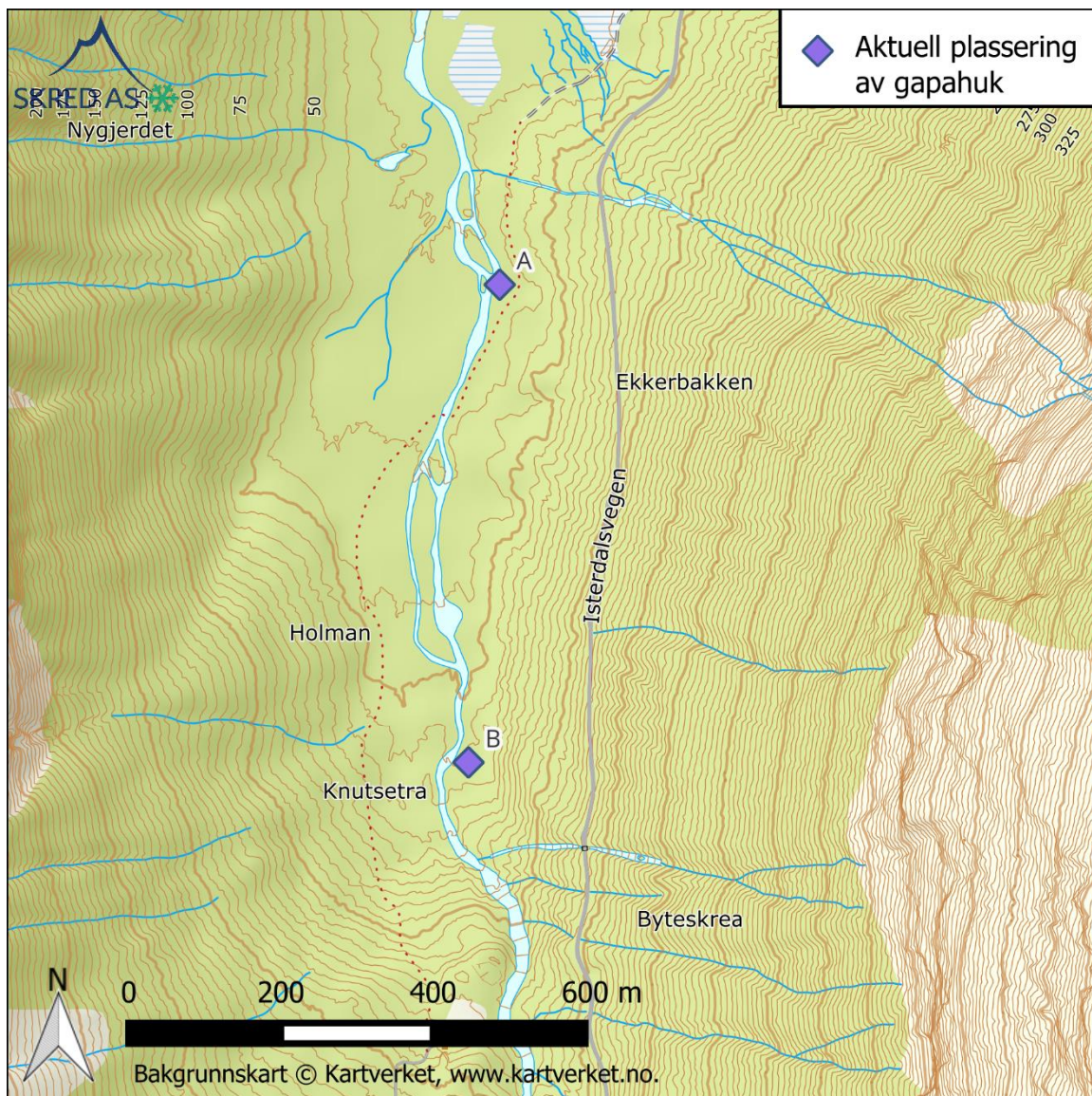
I den nordlige delen av stien vurderer vi skred mot stien som mindre sannsynlig fordi stien ligger lengre ut fra fjellsiden og omfang av tydelig skredskadet skog stopper lengre opp fra stien. Skred må være store for å nå ned til stien, noe vi vurderer som mindre sannsynlig for våte skred om våren når stien er i bruk. Dersom vi likevel forutsetter at årlig sannsynlighet for snøskred til stien er 1/5 langs hele strekningen gir det en personrisiko på 5×10^{-5} , som tilfredsstillende de gitte kravene til personrisiko.

5 Flomfarevurdering av Istra for ny gapahuk

Rauma kommune har ikke stilt konkrete krav når det gjelder skred- og flomfarevurderingen som kreves for gapahuken. Sikkerhetsklasse F1 i TEK17 §7-2 omfatter byggverk med lite personopphold og små økonomiske og andre samfunnsmessige konsekvenser. Etter vår tolkning, er det valgt å vurdere flomfaren for de to aktuelle plasseringene for gapahuk etter sikkerhetsklasse F1.

5.1 Foreslåtte plasseringer

Det er foreslått to plasseringer for ny gapahuk, alternativ A 600 meter sør for parkeringsplassen og alternativ B 1,2 km fra parkeringsplassen. Begge plasseringene er foreslått på østsiden av Istra. Ved plassering A kommer på et mindre sideløp 10 meter nord for lysningen. Figur 7 viser de aktuelle plasseringene.



Figur 7: De aktuelle stedene for plassering av gapahuk. Elveløpet stemmer ikke helt med kartet.



Figur 8: Dronebilde av aktuell plassering A, bildet er tatt sørover. Turstien til venstre for lysningen, og en mindre bekk nord for aktuell plassering.



Figur 9: Plassering B, bildet er tatt vestover.

5.2 Flomberegning

5.2.1 Nedbørfelt og frekvensanalyse

I forbindelse med flomsonekartlegging for Rauma utarbeidet NVE i 2004 en flomberegning for Rauma og Istra (NVE, 2004)(NVE, 2004). Flomberegningen ble utført for middel- til 500-årsflom for Istra ved samløpet med Rauma (feltareal 66,3 km²). I NVE-flomberegninga ble

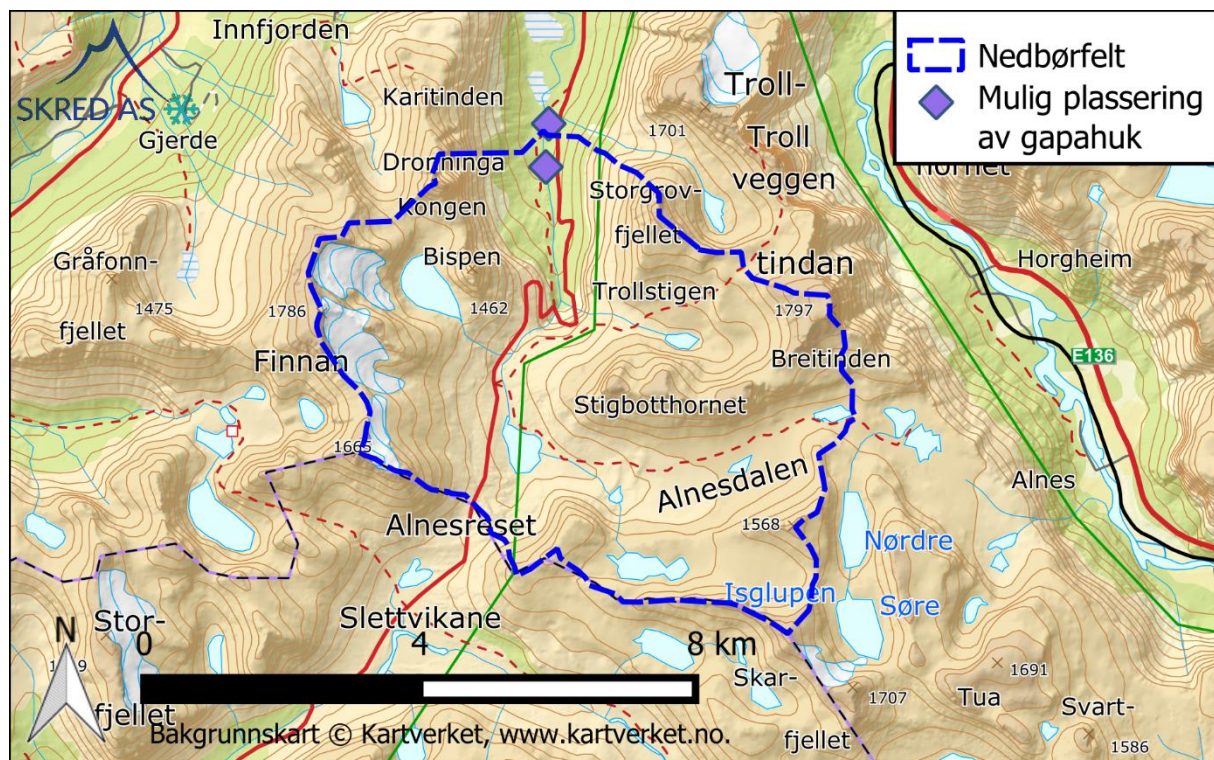
målestasjon 100.1 Valldøla v/Alstad i nabonedbørfeltet vurdert å være representativ for middelflom i Istra. Det er en mindre overføring fra Valldøla til Verma som av NVE ble vurdert som neglisjerbar ift. flommer. Frekvensfordelinga for 104.23 Vistdal (noe høyere enn 100.1 Valldøla v/Alstad) ble vurdert å være representativ. Forholdstallet mellom døgn- og kulminasjonsvannføring ble beregnet utfra datidens ligningssett.

Det er valgt å basere flomberegningen på de samme målestasjonene, men å benytte den forlengede dataserien og en nyere metode for frekvensanalyse. I Tabell 6 er feltkarakteristika til Istra og de aktuelle målestasjonene gitt, mens Figur 10 viser feltgrensene til Istra. Middellavrenning (q_n) er beregnet basert på måleserien ved hver stasjon.

Tabell 6: Feltkarakteristika og kurvekvaliteten til utvalgte referansevasdrag.

Målestasjon	Feltareal [km ²]	Måleperiode døgn [år]	q_n [l/s*km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Snau-fjell [%]	Høydeint. [moh]	Kurve-kvalitet (flom)
Istra	36.7	-	55.8*	0.59	6	87	35-1778	-
100.1 Valldøla v/Alstad	226	2000-2022	50.9	0.18	10	78	269-1755	Bra
104.23 Vistdal	66.5	1976-2022	59.1	0.16	32	55	46-1516	Bra

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961 – 90.



Figur 10: Feltgrensene til Istra ved aktuell plassering av gapahuk.

Vannføringsmålinger fra de aktuelle målestasjonene er hentet ut og analysert gjennom NVE-databasen Hydra2. Det er gjort flomfrekvensanalyse av måleseriene på årsflommer. For hver måleserie er det gjort et valg av type frekvensfordeling basert på serielengde og frekvenskurven sin tilpasning til dataene. Tabell 7 presenterer analysene utført med

Flom_analyse-programmet i Hydra II på findata. Programmet tar utgangspunkt i årsflommer. År med mer enn 10 % manglende dager fjernes i analysen.

Tabell 7: Resultater fra flomfrekvensanalyse på utvalgte måleserier, findata.

Målestasjon	År	Middelflom		Q ₂₀ / Q _M			Metode
		Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]	Nedre estimat	Middel-estimat	Øvre estimat	
100.1 Valldøla v/Alstad	22	118.1	523	1.30	1.53	1.84	Gumbel
104.23 Vistdal	36	63.72	958	1.43	1.68	2.06	GEV

Beregnet middelflom ved 100.1 Valldøla v/Alstad er noe lavere enn 2004-flomberegninga, der en døgnmiddelflom på 389 l/s*km² ble kombinert med et forholdstall på 1,66 basert på ligningssettet. Dette tilsvarer kulminert middelflom på 646 l/s*km². Forskjellen kan skyldes at måleseriene benyttet, 1984-2003 og 2000-2022 knapt overlapper, samt at det i dag benyttes en frekvensanalyse som er bedre tilpasset flommer. Det velges derfor å legge vekt på den nye analysen for middelflom, selv om den er noe lavere enn 200-analysen.

Ekstremværet Gyda i januar 2022 er med på å dra opp frekvensanalysen ved Vistdal, og er trolig en årsak til at den er høyere enn i 2004 (1.60), samt at måleserien er lenger.

5.2.2 RFFA-NIFS

Formelverket RFFA-NIFS er et nasjonalt formelverk for flomberegninger i nedbørfelt med feltareal mellom 0,2 og 53 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 for returperioder opp mot 200 år. Det betyr at et godt estimat av middelflom vil redusere usikkerheten i beregningene betraktelig.

Middelavrenning fått fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-1990 virker rimelig sammenlignet med verdiene ved målestasjonene. Det er derfor valgt å benytte en middelavrenning på 55.8 l/s*km² i flomformelverket.

Resultatene gitt fra flomformelverket for små nedbørfelt er presentert i Tabell 6.

Tabell 8: Resultater fra RFFA-NIFS (kulminasjon).

Estimat	Middelflom		Q ₂₀ / Q _M	Q ₂₀ [m ³ /s]
	Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]		
Lav (2,5 %)	14.5	396		24.0
Middel	29.1	792	2.60	47.9
Høy (97,5 %)	58.1	1584		95.8

5.2.3 Klimapåslag

I henhold til anbefalinger i Klimaprofil for Møre og Romsdal (Norsk Klimaservicesenter, 2023)(Norsk Klimaservicesenter, 2023) og Klimaendring og framtidig flommer i Norge (NVE,

2016)(NVE, 2016) blir et klimapåslag på 20 % benyttet for å ta hensyn til forventet økning i flomstørrelser frem mot år 2100.

5.2.4 Dimensjonerende vannføring

Siden det finnes gode vannføringsdata fra representative målestasjoner, så velges det å legge vekt på disse heller enn formelverket. Middelflommen baseres på nabofeltet 100.1 Valldøla v/Alstad. Nedbørfeltet til Istra er drøyt halvparten av det som ble vurdert i 2004-flomberegninga. Spesifikk flom er vanligvis høyere i mindre felt, og det velges derfor å justere middelflommen opp til 650 l/s*km². I valg av vekstkurve, velges det å benytte 104.23 Vistdal fordi måleserien er lenger og feltene er mer på samme størrelse. Det velges å legge vekt på middelestimatet for vekstkurven.

Dimensjonerende vannføring beregnet for Istra er gitt i Tabell 9. Spesifikk 20-årsflom med klimatillegg er beregnet til 1310 l/s*km².

Tabell 9: Dimensjonerende vannføring i Istra med og uten klimapåslag (kulminasjon).

Vassdrag	Feltareal [km ²]	Klimapåslag [%]	Middelflom		Q ₂₀ /Q _M	Q ₂₀ [m ³ /s]
			Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]		
Istra	36.7	Ingen	24	650	1.68	40
		20 %	28	780		48

5.2.5 Klassifisering av det hydrologiske datagrunnlaget for flomberegningen

Da det foreligger observasjoner nært vassdraget og observasjonene har god kvalitet, vurderes det hydrologiske grunnlaget for flomberegninger til klasse 2 (på en skala fra 1 – 5 der 1 er best). Det tilsvarer klassifiseringskriteriet «*Begrenset hydrologisk datagrunnlag*». 2004-flomberegninga ble av NVE vurdert til klasse 2 på en skala fra 1 til 3 for Istra. Datagrunnlaget anses som bedre i dag, siden det er lengre måleserier, finere oppløsning på dataene og automatiserte målinger, samt at det er 20-årsflom som vurderes.

5.3 Hydrauliske beregninger

5.3.1 Modellvalg

I beregning av vannlinje og hydrauliske parametere er programvaren Hec-Ras versjon 6.4.1 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 en 2-dimensjonal-modell vurdert hensiktsmessig.

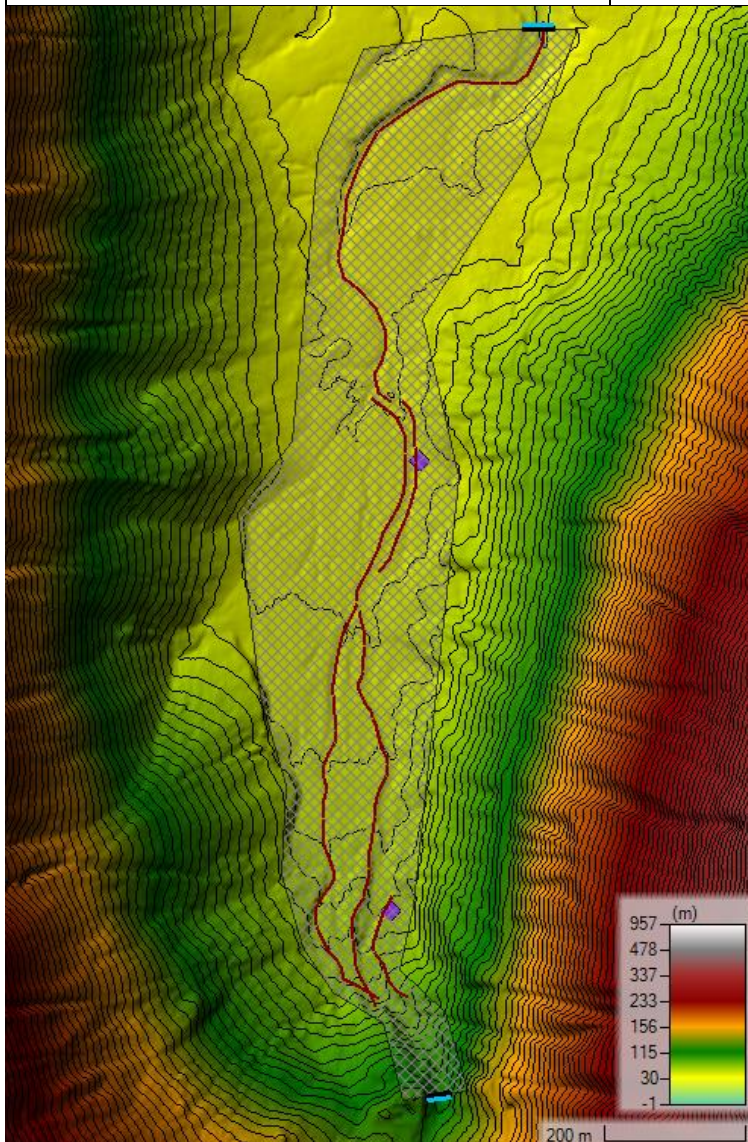
5.3.2 Terrengmodell og modelloppsett

Basert på Lidar-data fra 2020 (NDH Norddal-Rauma 2 pkt) er det etablert en terrengmodell med horisontal oppløsning på 0,5 x 0,5 meter. Det pågår en del massetransport i elva, så det er noe usikkerhet knyttet til terrengmodellen, men den virker å stemme godt med nyeste flyfoto og dronebilder fra befaring. Det er valgt å benytte normalstrømning som både oppstrøms og nedstrøms grensebetingelse. Det er utført følsomhetsanalyse på nedstrøms grensebetingelse, siden denne er plassert i en slak del av elva.

Benyttede parametere i modellen er oppsummert i Tabell 10. Terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 11.

Tabell 10: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Istra.

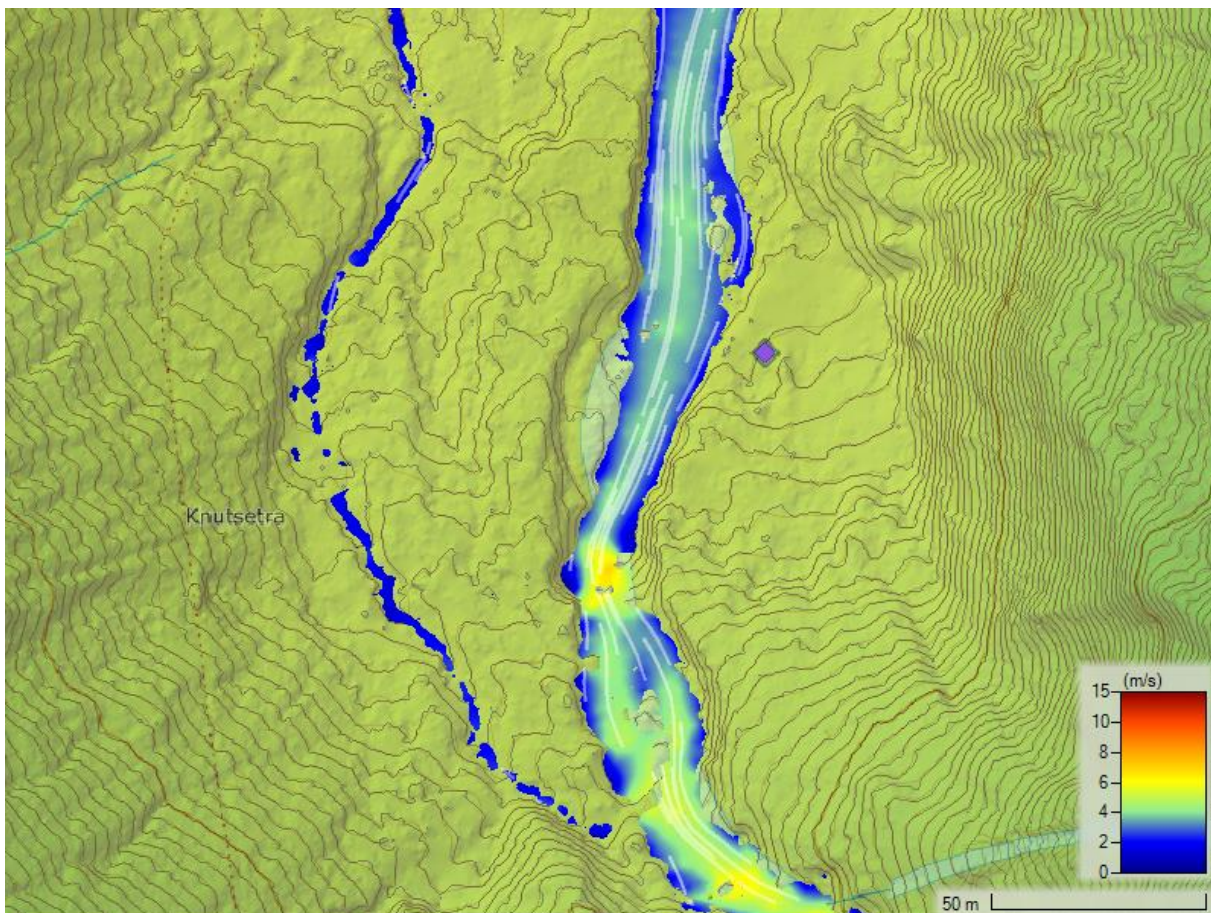
Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	0.5 x 0.5 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Cellestørrelse beregningsgrid	4 x 4 meter
Likningssett	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av courant-number mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	20



Figur 11: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser. Omtrentlige aktuelle plasseringer for gapahuken er markert i lilla.

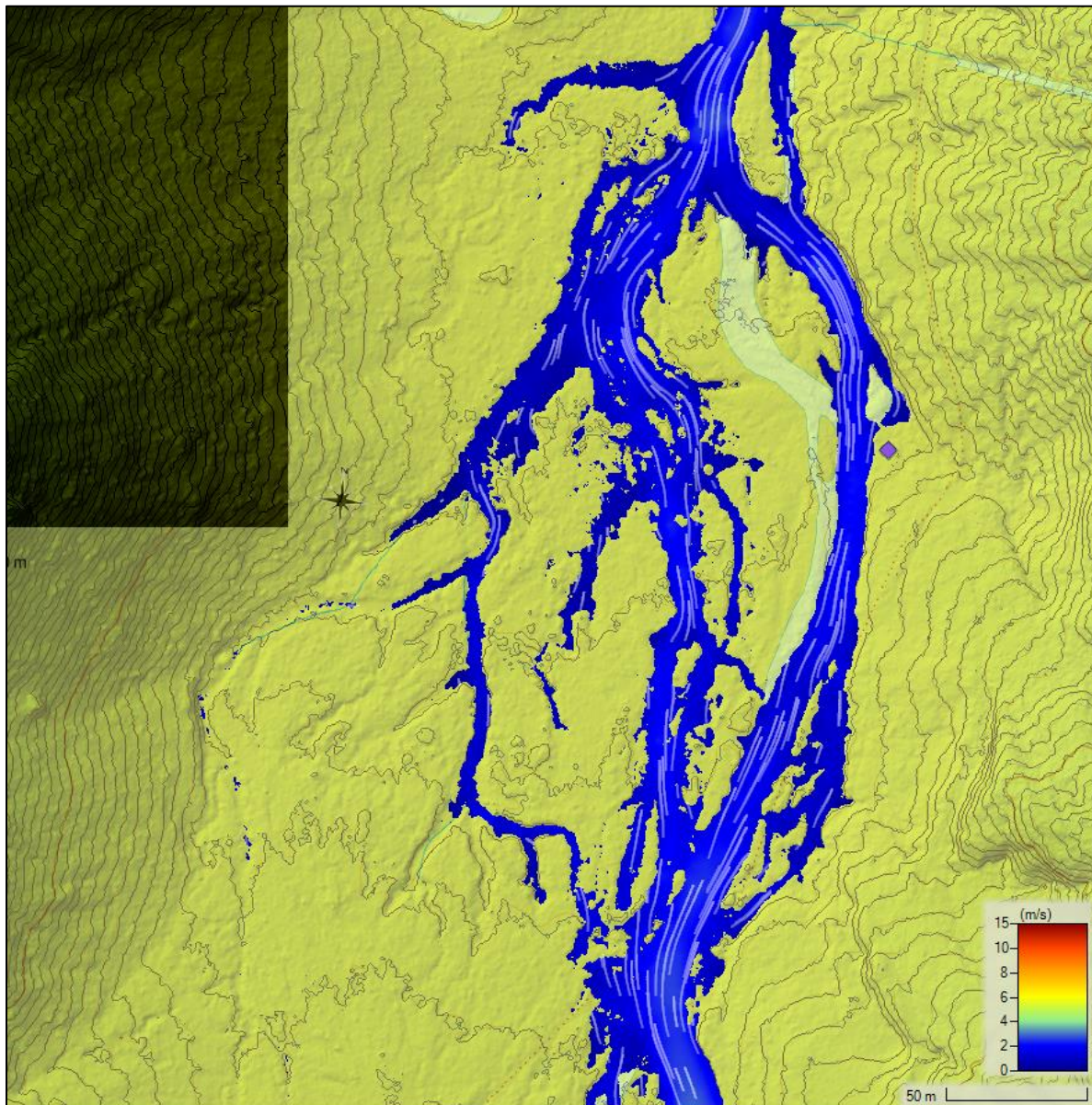
5.3.3 Modellering av dimensjonerende flommer

120 meter oppstrøms aktuell gapahuk-plassering B viser modelleringen av fremtidig 20-årsflom at det drar ut et mindre flomløp ut vest for elva. Ellers holder vannet seg til hovedløpet, og det er kun helt ned mot elva at flaten for aktuell plassering B oversvømmes, se Figur 12. Vannhastigheten er 4 m/s forbi flaten for aktuell plassering B, og opp mot 7 m/s i stryket oppstrøms.



Figur 12: Utsnitt av modellert strømnings situasjon ved aktuell plassering B for fremtidig 20-årsflom.

For en fremtidig 20-årsflom viser modelleringen forbi aktuell plassering A at det aktiveres flere flomløp i bunnen av dalen vest for hovedløpet. Dette gjør at vannet fordeles over en større flate slik at vannstandsøkningen i hovedløpet begrenses. Terrenget er forholdsvis slakt, og modellert vannhastighet er inntil 2 m/s. Figur 13 viser en illustrasjon av modellert strømnings situasjon.



Figur 13: Utsnitt av modellert strømningssituasjon ved aktuell plassering A for fremtidig 20-årsflom. Kartgrunnet stemmer ikke helt med plasseringen til hovedløpet i terrenngmodellen.

5.3.4 Følsomhetsanalyser

Det er utført følsomhetsanalyser av den hydrauliske modellen, for å få et inntrykk av hvor følsom den er for variasjon av ulike parametere. Følgende er vurdert:

- Økning i vannføring med 20 %
- Økning i ruhet med 20 %
- Nedstrøms grensebetingelse endret fra 0,006 til 0,001.

Ved økning i ruhet går det noe mindre vann i flomløpet oppstrøms plassering B, mens det ved økt vannføring går noe mer vann i flomløpet. Ved plassering B er økningen i vannstand mindre enn 10 cm for både økt ruhet og økt vannføring. Ved 20 % økning i vannføring går

hele økningen i flomløpet vest for hovedløpet ved plassering A. Ved økt ruhet går det også noe mer vann i flomløpet ved plassering A. Økningen i vannstand i hovedløpet ved plassering A er dermed mindre enn 5 cm ved både økt ruhet og økt vannføring.

Slakere nedstrøms grensebetingelse gir økt vannstand omtrent 120 meter oppover modellen, men det har ingen påvirkning på resultatet ved plassering A.

Modellen vurderes som forholdsvis lite følsom for endringer i de hydrauliske parameterne. Samtidig, så forventes det stor grad av massetransport og mulighet for at elva skifter løp under flom. Dette tas ikke hensyn til i den hydrauliske modellen, og gjør at det likevel er en del usikkerhet knyttet til resultatene.

5.3.5 Klassifisering av hydraulisk modell

Da den hydrauliske modellen er ikke tilpasset mot en målt vannlinje, men lite følsom for endringer i parameterne. På grunn av massetransport, skiftende elveløp og usikkerhet knyttet til terrengmodellen vurderes den hydrauliske modellen likevel til klasse E.

5.3.6 Sikkerhetspåslag

Valg av sikkerhetspåslag skal basere seg på en skjønnsmessig vurdering. I NVE (2022)(2022) anbefales det som grunnlag for valg av sikkerhetspåslag å ta utgangspunkt i en metodikk der man estimerer en økt vannstandssigning basert på en økt vannmengde gitt av klassifiseringen til flomberegningen og den hydrauliske modellen. Metoden forutsetter at det ikke er gjort konservative valg under utredningen.

Endelig sikkerhetspåslag settes basert på en skjønnsmessig vurdering av resultatene fra analysen med økt vannføring, samt vurdering av andre usikkerhetsfaktorer i vassdraget som for eksempel massetransport, fare for bunnheving og tilstopping av konstruksjoner.

For Istra er et prosentvis påslag på vannføringen som grunnlag for vurdering av sikkerhet påslag funnet til 45 % som vist i Tabell 11. Dette gir et beregnet sikkerhetspåslag på 0,2 meter for plassering B og 0,1 meter ved plassering A.

Tabell 11: Grunnlag for å vurdere sikkerhetspåslag som prosentvis påslag på vannføring.

Klassifisering av hydraulisk modell	Klasse E	40 %	45 %	50 %	60 %
	Klasse D	20 %	30 %	40 %	50 %
	Klasse C	15 %	20 %	30 %	40 %
	Klasse B	10 %	15 %	20 %	30 %
	Klasse A	5 %	10 %	15 %	25 %
	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4/5	

Klassifisering av flomberegning

5.4 Erosjonsfare og massetransport

TEK17 §7-2 stiller krav om tilstrekkelig sikkerhet mot erosjon. I henhold til TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres minst 20 meter fra toppen av en erosjonsutsatt elveskråning for å ha

tilstrekkelig sikkerhet mot erosjon, dersom det ikke utføres erosjonssikringstiltak. Siden Istra er et vernet vassdrag og Isterdalen er et landskapsvernområde, ses det på som lite aktuelt med sikringstiltak.

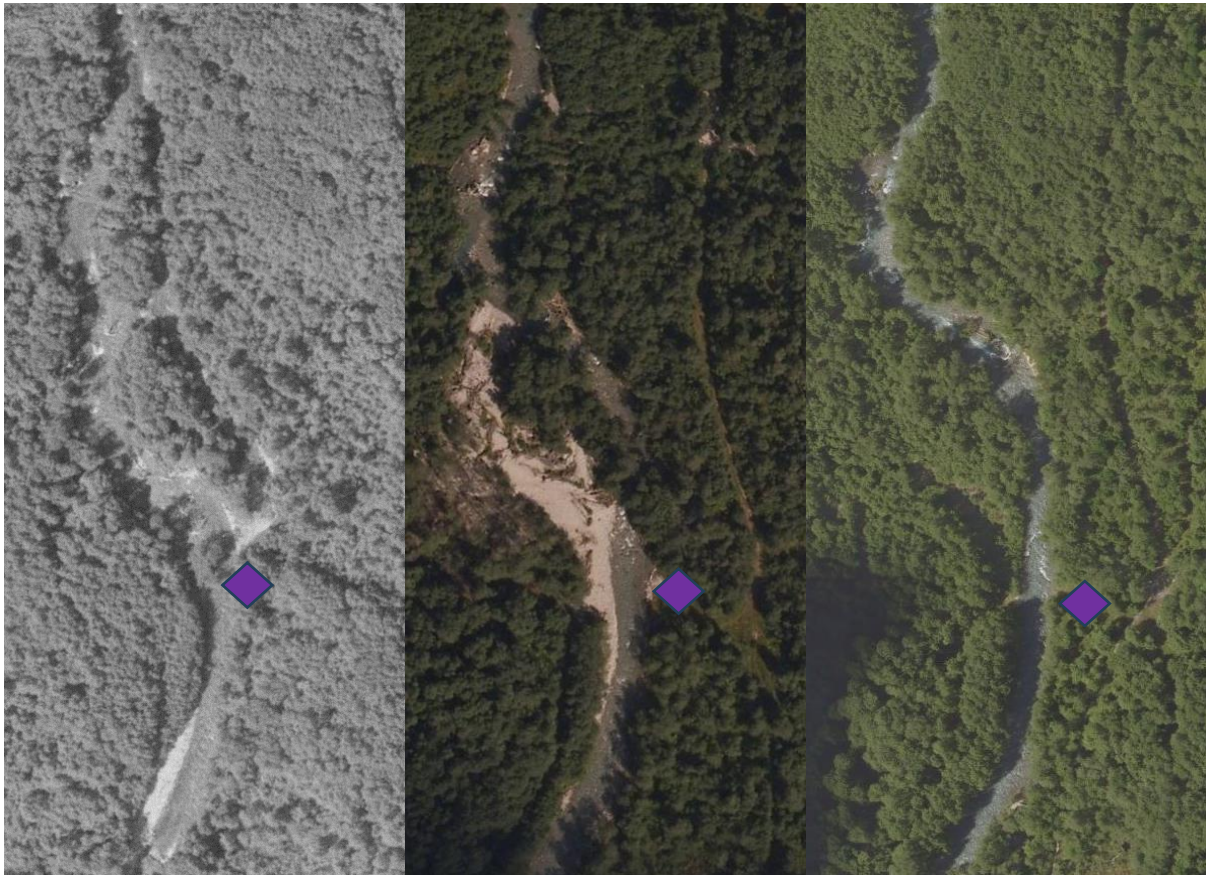
På befaringa ble det tidvis observert pågående erosjon i elvekanten, f.eks. i skråningen 60 meter oppstrøms aktuell plassering B, se Figur 14. Aktuell plassering B ligger utenfor en mild yttersving, og vannhastigheten er forholdsvis høy i området. Elveløpet ser ut til å ha gradvis rettet seg ut i dette området gjennom perioden med tilgjengelige flyfoto (1964-2022). Ved selve den aktuelle plasseringen av gapahuken er det ingen høy skråning. For å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot erosjon iht. TEK 17§7-2 (4) anbefales det at gapahuken trekkes inn i terrenget, minst 20 meter fra elvekanten ved erosjonsutsatt skråning.



Figur 14: Erosjonsutsatt skråning oppstrøms aktuell plassering B.

Ved plassering A er det flere parallelle flomløp i tillegg til hovedløpet. Terrenget er generelt slakt, og elvekanten er relativt lav (< 1 meter). Vannhastigheten er også relativt lav under flom, så erosjonsfaren er relativt sett mindre. Flyfoto viser at elva *relativt* nylig skiftet fra å tidligere gå lenger vest til dagens hovedløp helt øst i bunnen av dalen. Dette flyttet oppstod trolig *relativt* kort tid før flyfotoet fra 2006, se Figur 15. Dagens elveløp ligger helt øst i bunnen av dalen, og det vurderes som lite sannsynlig at elva i stor grad vil grave seg videre østover. Kombinert med de lavere hastighetene og dagens relativt rette elveløp forbi aktuell

plassering A gjør at det vurderes som tilstrekkelig at gapahuken plasseres minst 10 meter fra elvekanten for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot erosjon.



Figur 15: Flyfoto fra 1986, 2006 og 2022 viser hvordan elva har skiftet hovedløp nærmere aktuell plassering A.

Rett nord for lysningen ved aktuell plassering A renner en bekk/flomvei ut i Istra. Avstanden er omtrent 15 meter fra lysningen til bekken, avskilt av noen større løvtrær. Figur 16 viser et dronebilde av bekken ved lysningen.

Bekken/flomveien har maksimalt et nedbørfelt på 0,2 km², og lett eroderbare masser og pågående massetransport langs bekkedraget gjør at det er usikkert hvilket løp bekken vil ta. Figur 17 viser et bilde av bekken tatt fra Kløvstien og oppover. Det er anlagt et lavbrekk på vegen som er belagt med steinblokker. Tilstanden og utførelsen under befaringsa i september 2023 er at dette er en godt anlagt kryssing som ikke leder vannet på avveie. Muligheten for at bekken skifter løp oppstrøms gjør at det likevel ikke kan utelukkes at vann kommer på avveie og kan dra ned lysningen. Ved denne typen usikkerhet vil vår anbefaling vanligvis være å heve planeringshøyden for nye bygg over omliggende terreng for en sikker plassering mot flom.

For en gapahuk kan dette være et unødvendig stort inngrep, spesielt med tanke på at den befinner seg i et landskapsvernområde.

Regelverket åpner for å tilpasse konstruksjon slik at den ikke tar skade ved dimensjonerende flom. Gitt at gapahuken forankres i bakken vil den kunne tåle moderat oversvømming fra sidebekken uten å ta skade, og vi vurderer derfor at en gapahuk på denne lokasjonen vil tilfredsstillende krav. Avstandskrav til erosjonsutsatt elvekant bør likevel overholdes.

Det må likevel forventes et behov for opprydding og rensk rundt gapahuken etter en flomhendelse. Det bør derfor tilstrebes å plassere gapahuken best mulig i forhold til utgangspunktet (unngå lavpunkt i terrenget).



Figur 16: Dronebilde av lysningen tatt sørover med Istra helt til høyre i bildet og bekken fra øverste venstre hjørne og ned ut midten av bildet.

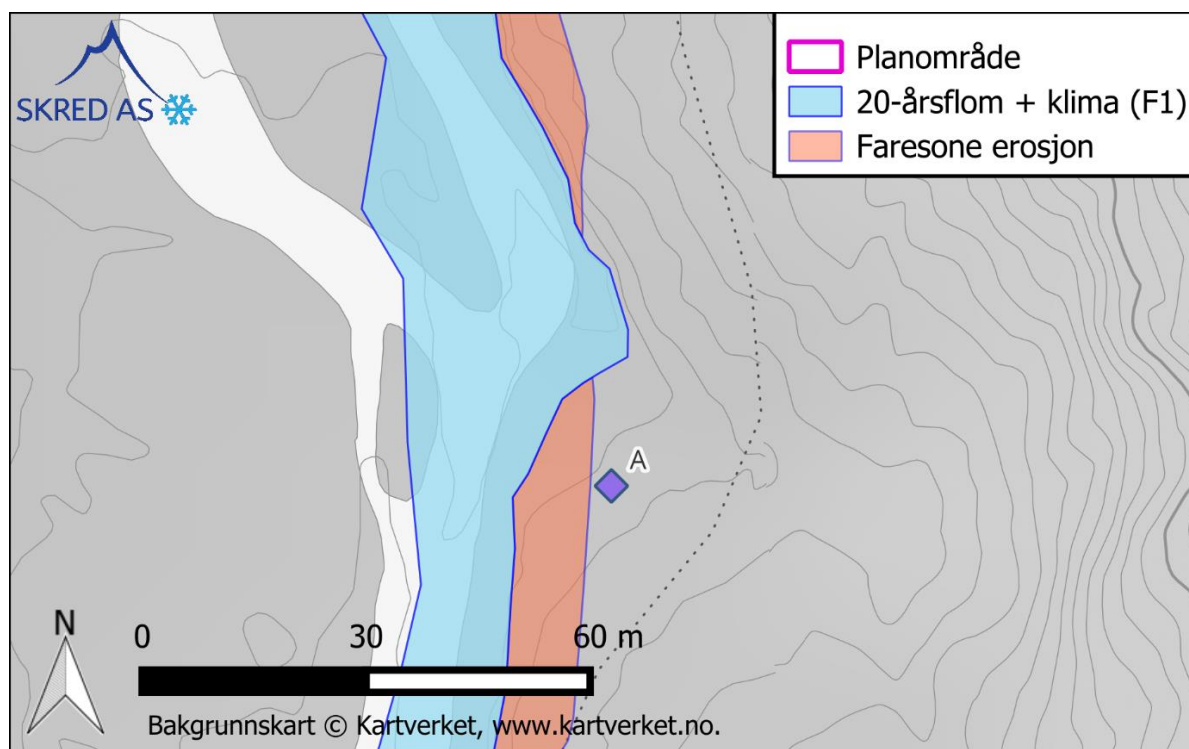


Figur 17: Bilde tatt oppover bekken fra turstien.

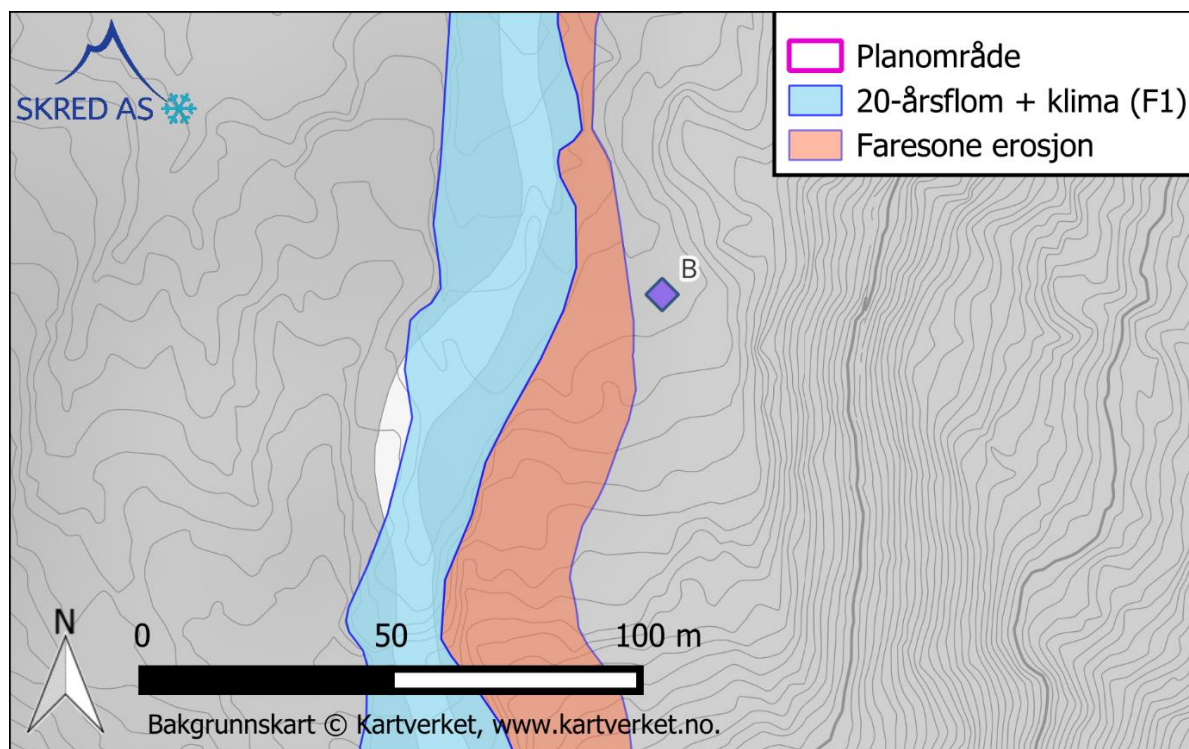
5.5 Faresoner for flom og erosjon

Basert på resultater fra modelleringen og analysene er det tegnet opp faresone for flom for Istra for de aktuelle plasseringene vav gapahuken. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/20 i et endret klima.

Faresonen for flom er gitt i Figur 18 og Figur 19. Faresonen er tegnet basert på dagens forhold. Ved en større flomhendelse der elva i stor grad skifter løp, anbefales det å gjøre en ny vurdering. Dersom det etableres bebyggelse innenfor sonen anbefales det å benytte et sikkerhetspåslag på ytterligere 0,1 meter over dimensjonerende flomnivå for plassering A og 0,2 meter for plassering B.



Figur 18: Faresone som viser områder utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/20 i år 2100 (sikkerhetsklasse F1) ved aktuell plassering A for gapahuken. Grunnlagskartet stemmer ikke med dagens elveløp.



Figur 19: Faresone som viser områder utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/20 i år 2100 (sikkerhetsklasse F1) ved aktuell plassering B for gapahuken. Grunnlagskartet stemmer ikke med dagens elveløp.

6 Anbefalinger for kryssinger av vassdragene

Kløvstien krysser mange bekkeløp og flomløp, og det er tydelig at bekkeløpene over tid har delt seg og hatt varierende trasé gjennom terrenget. Løsmassene i Isterdalen er avrundet og lett eroderbare, og lar seg derfor lett transportere under flom. Bekkeløpene kvalifiseres trolig som vassdrag etter definisjon i vannressursloven, da de skiller seg markant fra omgivelsene selv uten årssikker vannføring. Bekkene omfattes også av vernebestemmelsene, da det er hele vassdraget som er vernet, ikke bare hovedløpet til Istra.

Generelt anbefales det at man unngår å endre på vannets løp, som å legge om eller samle bekkeløp. Eventuelle bekkeomlegginger bør beskrives og søkes om til NVE i tillegg til kommunen. Vi gjør oppmerksomme på at tiltak ikke må medføre økt flomulempe på omliggende områder, og at man kan påta seg et erstatningsansvar dersom inngrep gir økt skade.

6.1 Kryssinger av dagens tursti

Det er anlagt gode kryssinger av mindre vassdrag for den kombinerte turstien/traktorvegen for den nordligste 700 meter av Kløvstien. Anlagte lavbrekk med stein er lure for denne typen masseførende bekker, siden det er mer driftssikkert enn rør med tanke på tilstopping. Det må likevel forventes noe vedlikehold og rensk av masser i ettertid av større flommer. Figur 20 viser eksempler på hvordan dette er utført.



Figur 20: Eksempel på godt utformet kryssing av større og mindre flomvei (hhv. venstre og høyre bilde) for kombinert tursti og traktorveg.

6.1.1 Hengebru over Istra 0,7 km fra start Kløvstien (punkt C)

200 meter sør for plassering A går det en hengebru over Istra. På befaringa i september 2023 så denne ut til å være i god stand. Brudekket er omtrent 1,5-2 meter høyere enn elvebunn. Modellering av fremtidig 200-årsflom i området viser at det aktiveres flere flomløp vest for brua, slik at den har tilstrekkelig kapasitet selv om den ikke er plassert så høyt over elva. Endringer i elveløpet som skyldes massetransport og erosjon rundt brukar kan likevel føre til problemer over tid, så det bør føres tilsyn med brukarene etter flommer.



Figur 21: Brua 200 meter fra plassering A.

6.1.2 Erosjonsutsatt klopp 1,1 km fra start Kløvstien (punkt D)

1,1 km fra starten av Kløvstien er det flere klopper over mindre bekker. Det anbefales å opprettholde de naturlige bekkeløpene i så stor grad som mulig. Det foregår en del erosjon/massetransport i bekkeløpene, og det graves i fundamentet til kloppen over dagens hovedløp. Over tid forventes det at den nordlige delen av kloppen vil undergraves. Figur 22 viser et bilde av kloppen fra oktober 2021. På befaring i september 2023 fremsto tilstanden relativt lik.



Figur 22: Klopp med erosjonsutsatte fundamenter.

Oppdragsgiver foreslo på befaring å flytte stien 20-30 meter oppstrøms og benytte en stor steinblokk (2 meter høy) som et fundament for en ny kryssing av bekken. Steinen er vist i Figur 23. Den aktuelle bekken har et nedbørfelt på 0,4 km², så flomvannføringen vil være begrenset, og det forventes at steinen vil ligge stabilt. Fundamentet på motsatt side bør være på noenlunde samme høyde slik at hele kryssingen er hevet over bekkeløpet og det unngår oppsamling av masser i nærheten av kryssinga.



Figur 23: Stein 20-30 meter oppstrøms som kan benyttes som fundament for ny klopp.

6.1.3 Hengebru over Istra 2,7 km fra start Kløvstien (punkt E)

Brua innerst i bunnen av Isterdalen (2,7 km fra starten av Kløvstien) er også en hengebru, se Figur 24. Den er fundamentert i to store steinblokker. På befaring i september 2023 fremsto brua stabil. Langs nedstrøms side over brua er det et rekkverk og flettverksgjerde. Utbulinger i gjerdet indikerer på at den kan ha blitt truffet av et skred fra sideterrang eller drivgods ifm. en flom.

Brudekket er plassert omtrent 2,5-3 meter over elvebunnen. Grov modellering av den aktuelle strekningen i Hec-ras gir en vannstand på 1,5 meter, så det forventes at brua har tilstrekkelig kapasitet for fremtidig 20-årsflom.

For dagens situasjon er det ingen hydraulisk grunn til å skifte ut brua. Dersom fundamentblokkene beveger seg eller brua skades under flom slik at den må skiftes ut. Plasseringen av brua virker å være godt tilpasset omgivelsene, og hvis fundamentene er stabile, kan de trolig gjenbrukes.



Figur 24: Nærbilde av brua innerst i bunnen av Isterdalen som er fundamentert i en stor steinblokk på hver side av elva.

6.2 Ny bru ved plassering B for rundtur med tursti (punkt F)

For å anlegge en ny rundtur vil det være nødvendig med å anlegge en ny kryssing av Istra i nærheten av plassering B. I denne strekningen går elva fra å være strykete med et gjennomsnittlig fall på 10 % til å slake ut til 5 % fall og roligere strømming. Oppstrøms plassering B er elvekantene 4-5 meter høye mens etter hvert som elva slaker ut går de gradvis ned til å kun være 1-2 meter over elva.

Loverket stiller ikke konkrete krav til dimensjonering av bruer for turstier. Vi foreslår at brua dimensjoneres for sikkerhetsklasse F1, fremtidig 20-årsflom, se avsnitt 3.2.1.

Modellert fremtidig 20-årsflom har en teoretisk vanddybde på rundt 1,2 meter i dette strekket og svært høy vannhastighet (6 m/s). Grunnet høye hastigheter vil elva kunne transportere svært store blokker under flom, som også observeres ved befaring. Strømningsbildet forventes å være svært turbulent og uforutsigbart med lokale forhold og stående bølger som kan gå betydelig høyere enn modellert vannlinje. Elveskråningene i stryket er 4-5 meter høye, og vi vurderer at en klaring over elvebunn på denne høyden vil være tilstrekkelig for en fremtidig 20-årsflom.

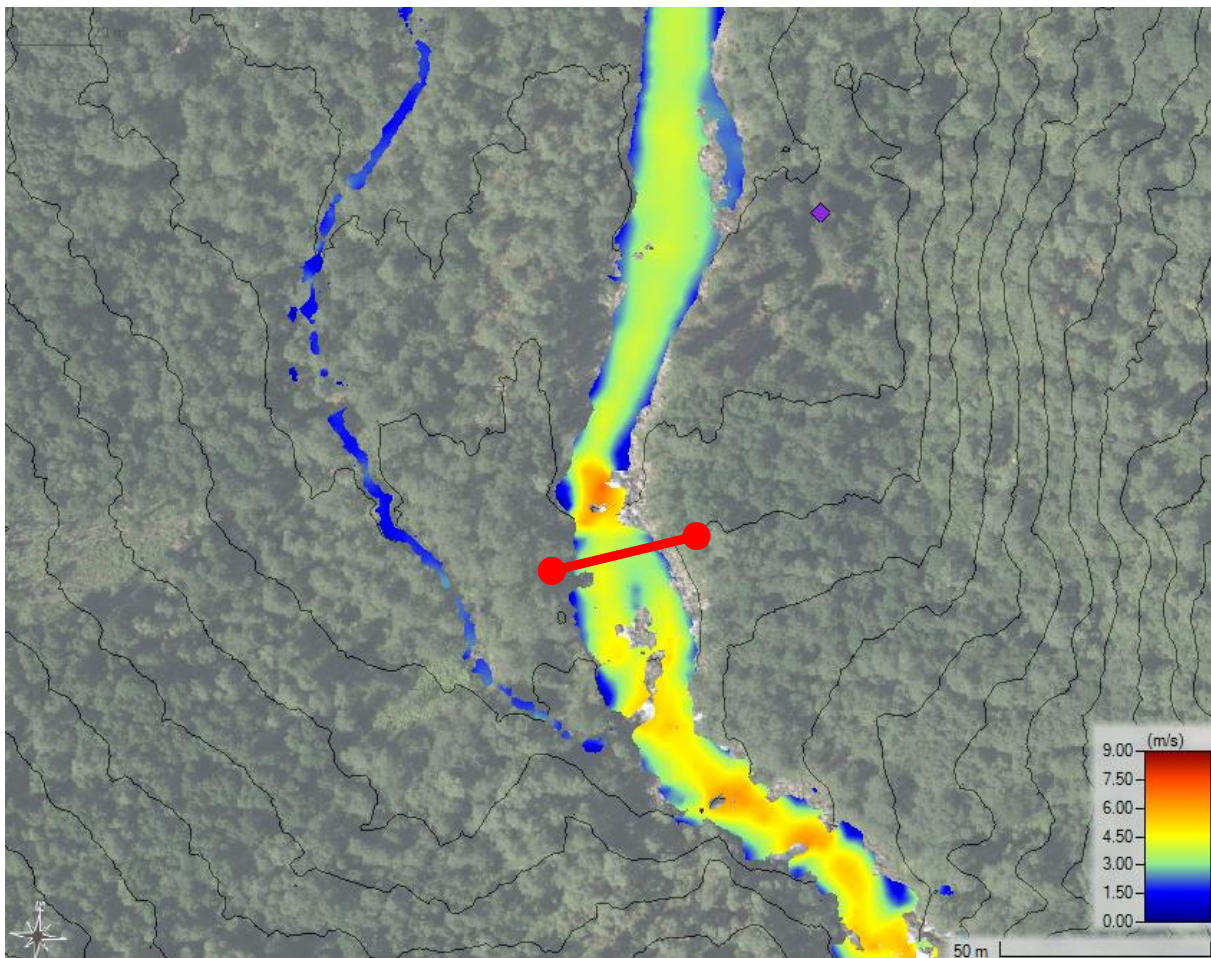
På befaringa ble det uttalt av oppdragsgiver som aktuelt at vestre brufundament festes i en stor steinblokk. Det forventes at steinen vil bremse vannet og kunne føre til stor vannsprut under flom. Nærmere undersøkelse av en større steinblokk på østsiden av elva viste at den lå på løsmasser som var i ferd med å eroderes bort. Det kan derfor forventes at heller ikke de største blokkene vil være stabile under store flommer i en så bratt del av Istra, og det frarådes derfor å fundamentere brua i steinblokken fordi det kan føre til at brua går til plutselig brudd under flom. Erosjonssikring av blokk eller elvekant ved brukar virker på oss å kreve vesentlige terrenginngrep, og mer enn hva som er ønskelig i landskapsvernområdet.

Det kan derfor være mer hensiktsmessig å plassere brufundamentet oppstrøms den aktuelle steinblokken, og trekke fundamentet inn fra elvekant. I dette området består løsmassene av avrundede blokkstein, og erosjon vil utvikle seg gradvis over flere flommer.

Sikkerhetsavstand fra erosjonsutsatt elveskråning i henhold til TEK17 §7-2 (4) vil gi urimelig langt bruspen (20 meter inn fra hver side). Vi ser det som hensiktsmessig å trekke fundamentene minst 4 meter inn fra toppen av elveskråningen på begge sider av elva. Man fraviker her kravet til sikkerhetsavstand for bygg, men for en tursti bør kommunen vurdere om dette kan fravikes og kompenseres med et program for jevnlig tilsyn av elvekant. Eksempelvis dokumentert tilsyn årlig og etter store flomhendelser.



Figur 25: Stor steinblokk på vestsida av Istra.



Figur 26: Modellert dybde for strekning der det er aktuelt med en ny bru over Istra. Den røde streken viser anbefalt plassering, som må tilpasses de lokale forholdene.

Dersom ny tursti skal anlegges mot anbefalt plassering, så er det et kryssende flomløp fra Istra som bør hensyntas i anleggelsen av ny tursti, se Figur 26. En klopp over flomløpet som er tilpasset de lokale forholdene kan være en god løsning. Et annet alternativ kan være steinbelagte lavbrekk der massetransport under flom kan gå over. Det forventes at flomløpene vil være tørre under «normalnedbør», og at det kun er under større flommer at de vil være vannførende.

7 Konklusjon

7.1 Skredfare for anleggelse av sti

Vurdering av skredfare for nye bygg og eksisterende bebyggelse gjøres i henhold til krav for risikoaksept i TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023b)(Direktoratet for byggkvalitet, 2023b). Risikoaksepten vil imidlertid være betydelig høyere på en sti enn for bygninger da en sti kun tilrettelegger for midlertidig opphold og der de økonomiske konsekvensene anses som svært små. For å bestemme hvilken risiko som er akseptabel for brukere av stien anbefaler vi bruk av NIFS-utredningen for personrisiko (NGI, 2014)(NGI, 2014). Dette forutsetter at utarbeidelsen av stien (forbedring av stien med for eksempel klopper) har svært liten økonomisk konsekvens. Dersom det planlegges oppføring av tiltak med større økonomisk konsekvens, bør det vurderes om deler av stien også skal vurderes i henhold til krav til sikkerhet mot skred i TEK 17 § 7-3.

En konservativ tilnærming til skredfrekvensen sammen med forventet brukermengde og lengde på det skredutsatte partiet viser at risikoen for skred som medfører betydelig skade er beregnet til $7 \cdot 10^{-5}$ for steinsprang og $1,4 \cdot 10^{-5}$ for snøskred. Dette lavere enn kravet satt i Stortingsmelding nr. 14 (Olje- og energidepartementet, 2012)(Olje- og energidepartementet, 2012) ($10^{-5} - 10^{-4}$). Utregningen er basert på konservative estimater av både brukere av stien og skredfrekvens, og at stien brukes hele året. Vi vurderer derfor at krav til sikkerhet mot skred er tilstrekkelig.

Dersom det er ønskelig å redusere risikoen enda mer, anbefaler vi å informere brukere av stien om at steinsprangfaren er høyere i perioder med mye regn, og perioder med frostsprengning. Det kan også informeres om at det bør unngås lengre stopp/rast på den utsatte strekningen.

7.2 Flomfarevurdering for gapahuker

Vår tolkning er at gapahuker bør vurderes etter sikkerhetsklasse F1 i TEK17.

Dimensjonerende 20-årsflom i Istra med 20 % klimapåslag er beregnet til $48 \text{ m}^3/\text{s}$.

Modellering av dimensjonerende flom viser at begge plasseringene som er vurdert for gapahuken ligger utenfor faresone for flom og at eksisterende bruer over Istra har tilstrekkelig kapasitet for fremtidig 20-årsflom.

Det er pågående massetransport og erosjon i elva, og det anbefales at gapahuk i plassering A plasseres minst 10 meter fra elva. For plassering B anbefales det at gapahuken plasseres minst 20 meter fra elva.

Rett ved plassering A går det en mindre bekk/flomløp. Det er vanskelig å forutse om og hvordan det vil utvikle seg under flom. Regelverket åpner for å tilpasse konstruksjon slik at den ikke tar skade ved dimensjonerende flom. Gitt at gapahuken forankres i bakken vil den kunne tåle moderat oversvømming uten å ta skade, og vi vurderer derfor at en gapahuk på denne lokasjonen vil tilfredsstille krav. Det bør derfor tilstrebes å plassere gapahuken best mulig i forhold til utgangspunktet (unngå lavpunkt i terrenget).

7.3 Vurdering av kryssinger av vassdragene

Mange av dagens kryssinger i den førte delen av Kløvstien er godt utformet for å ta hensyn til bekker med stor massetransport. Nye kryssinger bør anlegges slik at de ikke hindrer massetransporten i bekkeløpene.

Hydraulisk modellering av fremtidig 20-årsflom viser at både hengebruene 0,7 km og 2,7 km fra start Kløvstien har tilstrekkelig kapasitet. Basert på befaringene virker tilstanden på bruene å være grei.

Fundamentet til dagens klopp over en bekk 1,1 km fra start Kløvstien er i ferd med å undergraves, og oppdragsgiver har foreslått å flytte kryssingen 20-30 meter oppstrøms i bekkeløpet. Her er det en steinblokk som gir bedre overhøyde på kryssingen, og som forventes å ligge stabilt. Vi vurderer dette som en god løsning, og vil være en forbedring i forhold til dagens løsning.

7.4 Ny bru for rundtur

Det vurderes å anlegge en ny bru ved plassering B for å etablere en rundtur som benytter nordre del av Kløvstien. Vi tar utgangspunkt i at det er sikkerhetsklasse F1 i TEK17 som gjelder for gangbru for tursti.

For den aktuelle strekningen går Istra fra å være strykete til roligere lenger nede. I stryket viser modellert fremtidig 20-årsflom en vannstand på 1,2 meter og høy hastighet (6 m/s). Det er løsmasser og forventes mye bevegelse i elva under flom. En ny bru bør derfor plasseres på høyde med dagens elveskråning som gir god klaring over forventet flomvannstand, og slik at den ikke innskrenker bredden til elva. Det anbefales at ny bru fundamenteres i løsmasser minst 4 meter fra topp elveskråning på begge sider av elva. Man fraviker her kravet til sikkerhetsavstand for bygg i TEK17, men for en tursti bør kommunen vurdere om dette kan fravikes og kompenseres med et program for jevnlig tilsyn av elvekant.

Eventuelle inngrep i tilknytning til Istra må vurderes mot både vernebestemmelser for vassdraget og Forskrift for fysiske tiltak i vassdrag, og omsøkes til Fylkesmannen i tillegg til kommune og NVE.

8 Referanser

- Direktoratet for byggkvalitet, 2023a. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning § 7-2 [WWW Document]. URL <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-2>
- Direktoratet for byggkvalitet, 2023b. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning § 7-3 [WWW Document]. URL <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>
- Dorren, L.K.A., 2016. Rockyfor3D (v5.2) revealed - Transparent description of the complete 3D rockfall model.
- Kommunal- og distriktsdepartementet, 2022. Rikspolitiske retningslinjer for vernede vassdrag.
- Kultur- og kirkedepartementet, 2008. Veileder: Tilrettelegging av turveier, løyper og stier.
- NGI, 2014. Sammenligning av risikoakseptkriterier for skred og flom.
- Norsk Klimaservicesenter, 2023. Klimaprofiler [WWW Document]. URL <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/om>
- NRK, 2022. Stort snøskred i Stryn - avslutter manuelt søk. Nr.no.
- NVE, 2023. NVE Atlas [WWW Document]. URL <https://atlas.nve.no/>
- NVE, 2022. Veileder 03/2022 - Sikkerhet mot flom.
- NVE, 2021. Veileder 01/2021 - Veileder til vannressursloven og NVEs behandling av vassdrag- og grunnvannstiltak.
- NVE, 2016. Klimaendring og framtidig flommer i Norge. Rapport 81/2016.
- NVE, 2004. Flomberegning for Rauma (103.Z).
- Olje- og energidepartementet, 2023. Lov om vassdrag og grunnvann (vannressursloven).
- Olje- og energidepartementet, 2012. Hvordan leve med farene om flom og skred. Stortingsmelding 15 (2011-2012).
- Statens vegvesen, 2022. N200 Vegbygging.