



RAPPORT NR. 29 / 2024

# Naturfareutredning i bratte vassdrag

---

SKREVET AV

Priska Helene Hiller, Torsten Starkloff, Andrea Taurisano, Jaran Wasrud,  
Christy Ushanth Navaratnam, Graziella Devoli, Christiane Møgele, Kari Sletten,  
Margit Sandem Fjellengen og Per Ludvig Bjerke

# NVE Rapport nr. 29/2024

## Naturfareutredning i bratte vassdrag

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat  
Forfattere: Priska Helene Hiller, Torsten Starkloff, Andrea Taurisano, Jaran Wasrud, Christy Ushanth Navaratnam, Graziella Devoli, Christiane Møgele, Kari Sletten, Margit Sandem Fjellengen og Per Ludvig Bjerke  
Omslag: Flom i elva Skurva i Lillehammer, 2014. Foto: Jaran Wasrud/NVE

ISBN: 978-82-410-2435-1  
ISSN: 2704-0305  
Saksnummer: 202422674

**Sammendrag:** Rapportens målgruppe er NVEs interne beslutningstakere og de som jobber med bratte vassdrag i NVE. Denne rapporten skal gi et grunnlag for planlegging og prioritering av videre arbeid med å etablere en naturfareutredning som skal gjøre forvaltning i stand til å iverksette nødvendige tiltak for å sikre folk, bebyggelse og infrastruktur ved bratte vassdrag.

**Emneord:** Arealplan, bratte vassdrag, faresone, flom, flomskred, erosjon, kartlegging, kritiske punkt, massetransport, sikkerhet, skred, utredning

Norges vassdrags- og energidirektorat  
Middelthuns gate 29  
Postboks 5091 Majorstuen  
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95  
E-post: [nve@nve.no](mailto:nve@nve.no)  
Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)

Innholdet kan brukes videre mot kreditering.

Desember 2024

# Innhold

<b>Innhold.....</b>	<b>3</b>
<b>Bakgrunn for prosjektet.....</b>	<b>5</b>
<b>2 Prosesser i og rundt bratte vassdrag .....</b>	<b>6</b>
2.1 Hva er et bratt vassdrag? .....	6
2.2 Aktuelle prosesser i og rundt bratte vassdrag .....	6
2.3 Kritiske punkter i bratte vassdrag .....	9
<b>3 Utfordringer med dagens praksis og utredningsmetodikk .....</b>	<b>11</b>
3.1 Relevant prosess ikke fanget opp på aktsomhetskart eller i fareutredning.....	12
3.2 Manglende bevissthet rundt kritiske punkt.....	16
3.3 Utfordringer og forskjell mellom flom og skred i dagens TEK17.....	16
3.4 Ikke alle relevante prosesser blir fanget opp i farekartleggingen.....	18
3.5 Dagens utredningsmetodikk for flom er ikke egnet for bratte vassdrag .....	18
3.6 Utfordringer med hydraulisk modellering i bratte vassdrag.....	20
3.7 Dagens utfordring for varslingsjeneste for flom og skred i bratte vassdrag ....	21
<b>4 Erfaringer fra andre land med utredning av naturfarer i bratte vassdrag.....</b>	<b>24</b>
4.1 Bayern (region i Tyskland).....	25
4.2 Østerrike.....	26
<b>5 Hvordan løse dagens utfordringer med bratte vassdrag i Norge ...</b>	<b>28</b>
5.1 Mulige løsninger i endring av forvaltningspraksis .....	28
5.1.1 Bedre aktsomhetskart for flom i bratte vassdrag og jord-/flomskred	28
5.1.2 Kartverktøy for å identifisere koblinger mellom flom, erosjon og skred	28
5.1.3 Nasjonalt avrenningskart basert på hydraulisk modellering .....	29
5.1.4 Mer presist regelverk.....	31
5.1.5 Nasjonal kartleggingsplan for flom i bratte vassdrag .....	31
5.1.6 Forbedret veiledning til kommuner .....	32
5.1.7 Bedre håndtering av skogsveier og hogst i utsatte områder .....	33
5.2 Forbedring av kartleggingsmetodikk for flom og skred i små, bratte vassdrag	34
5.2.1 Geomorfologiske vurderinger som en del av flomfarevurdering .....	35
5.2.2 Bedre, entydig, veiledning for flomberegninger for små vassdrag..	35
5.2.3 Forslag til utarbeidelse av en scenariobasert utredning av flomfaren i bratte vassdrag.....	36
5.2.4 Forbedring av datagrunnlag og naturfaremodellering i bratte vassdrag	39
<b>6 Konklusjon og veien videre .....</b>	<b>40</b>
<b>Referanser:.....</b>	<b>44</b>

# Forord

Bratte vassdrag preges ofte av flere naturfarer samtidig, som gjør naturfareutredningen utfordrende. Flomme oppstår raskt og er kortvarige. Det kan være stor massetransport på grunn av erosjon, som igjen kan føre til skred som en etterfølge eller samtidig med en flom. Fareutredninger i bratte vassdrag må derfor sees i sammenheng. Skred- og flom prosessene har hittil blitt utredet hver for seg, selv om de skjer på samme sted og noen ganger samtidig. Klimaendringer gjør at skred- og flomhendelser skjer oftere og kan medføre store ødeleggelser. Det trengs derfor et større fokus på naturfareutredninger i bratte vassdrag.

Denne rapporten sammenfatter prosjektgruppas funn fra arbeid over to år, et bransjeseminar med deltakere fra konsulentmiljø, kommune og stat, samt en tverrfaglig kartleggingsbefaring over to dager. Rapporten presenterer utfordringene med naturfareutredning i bratte vassdrag, erfaringer fra andre land og mulige løsningsforslag for Norge.

Rapportens målgruppe er NVEs interne beslutningstakere og de som jobber med bratte vassdrag i NVE. Denne rapporten skal gi et grunnlag for planlegging og prioritering av videre arbeid med å etablere en naturfareutredning som skal gjøre forvaltning i stand til å iverksette nødvendige tiltak for å sikre folk, bebyggelse og infrastruktur.

Utfordringene med naturfareutredning i bratte vassdrag er mangfoldige. Rapporten gir ikke en fasit på hvilken framgangsmåte som er best. Anbefalingene og løsningsforslagene i denne rapporten strekker seg fra forslag til endringer i forvaltningspraksis, bedre veiledning for bla. kartleggingsmetodikk, bedre målinger til utvikling av avanserte, automatiserte terrengeanalyser.

Oslo, 18. desember

Lars Harald Blikra  
seksjonsleder  
Seksjon for flom og skred

Torsten Starkloff  
prosjektleder  
Seksjon for flom og skred

# Bakgrunn for prosjektet

Flom, erosjon og skred forekommer i mange bratte vassdrag. Det er kombinasjonen av og/eller overgangen mellom disse prosessene som utfordrer den etablerte forvaltningen av flom og skred i Norge, der disse i praksis håndteres som adskilte naturfaretyper. Samtidig forventer vi en økning av flom og flomskred i nettopp bratte vassdrag som et resultat av klimaendringene. Det økende omfanget av hendelser, og en mangelfull kartleggingsmetodikk og forvaltningspraksis gjør at det nå er viktig å ta fatt på disse utfordringene.

Dette påpekes i rapporten [Flom og skred - sikringsbehov for eksisterende bebyggelse \(FOSS\) \(20/2021\)](#), og er tatt videre i NVEs strategiske satsninger for 2023 samt i Riksrevisjonens forvaltningsrevisjon om klimatilpasning. I NVEs strategiske prioriteringer for 2023 står det at vi skal «Utvikle metodikk og verktøy for å kartlegge flom-, skred- og erosjonsfare i små bratte vassdrag og elvevifter».

Riksrevisjonen peker også på dette i sin forvaltningsrapport for klimatilpasning hvor de bl.a. skriver at “myndighetene ikke har skaffet seg tilstrekkelig oversikt og iverksatt nødvendige tiltak for å sikre eksisterende bebyggelse og infrastruktur”. Videre skriver revisjonen at “Når kritiske områder ikke er godt nok kartlagt, kan dette føre til at utbygging skjer i områder med naturfare. Samlet sett er det Riksrevisjonens vurdering at kartleggingene ikke er tilstrekkelige for å møte et klima i endring”.

NVE har derfor satt ned en arbeidsgruppe, med representanter fra NVE og Norges geologiske undersøkelse (NGU) som skal adressere følgende 3 problemstillinger:

- (1) Belyse problemer med dagens forvaltningspraksis som gjør at overgangsprosesser mellom flom og skred ikke blir fanget opp.
- (2) Komme med forbedringsforslag slik at en mer helhetlig vurdering av flom, erosjon og skred i bratte vassdrag kan iverksettes i praksis.
- (3) Undersøke hvordan man kan etablere en mer robust kartleggingsmetodikk som involverer fagene hydrologi, vassdragsteknikk, skred og kvartærgeologi. Dette omfatter også anbefaling og bruk av tilpassede modellverktøy.

## 2 Prosesser i og rundt bratte vassdrag

På flere språk finnes det egne ord for bratte vassdrag der både flom- og skredprosesser skjer, f.eks. *torrent* på engelsk og *Wildbach* på tysk. Å ha et eget begrep for slike vassdrag er et tegn for at prosessene i disse vassdragene kan gå over i hverandre og at disse kan oppføre seg annerledes enn andre. *Wildbach* f.eks. sier at vassdraget er uforutsigbart (vilt) og kan forårsake store skader. Under bransjeseminaret som ble gjennomført i dette prosjektet, ble det enighet om å bruke *bratt vassdrag* som begrep på norsk, siden begrepet *villbekk* allerede er brukt i en andre sammenheng, f.eks. i Landbruksdirektoratets naturskadeordning, og kunne derfor føre til forvirring.

### 2.1 Hva er et bratt vassdrag?

Ulike definisjoner av «bratt vassdrag» er mulige, avhengig av kontekst og formål. Denne rapporten omhandler overgangsprosesser mellom flom og flomskred. Med bratt vassdrag mener vi her derfor vassdrag som lokalt er brattere enn 15°, som erfaringsmessig er den nedre helningsgrensen for utløsning av flomskred.

Bratte vassdrag har ofte sideskråninger som er enda brattere og kan dermed bli påvirket av prosesser derfra (f.eks. utglidninger og skred).

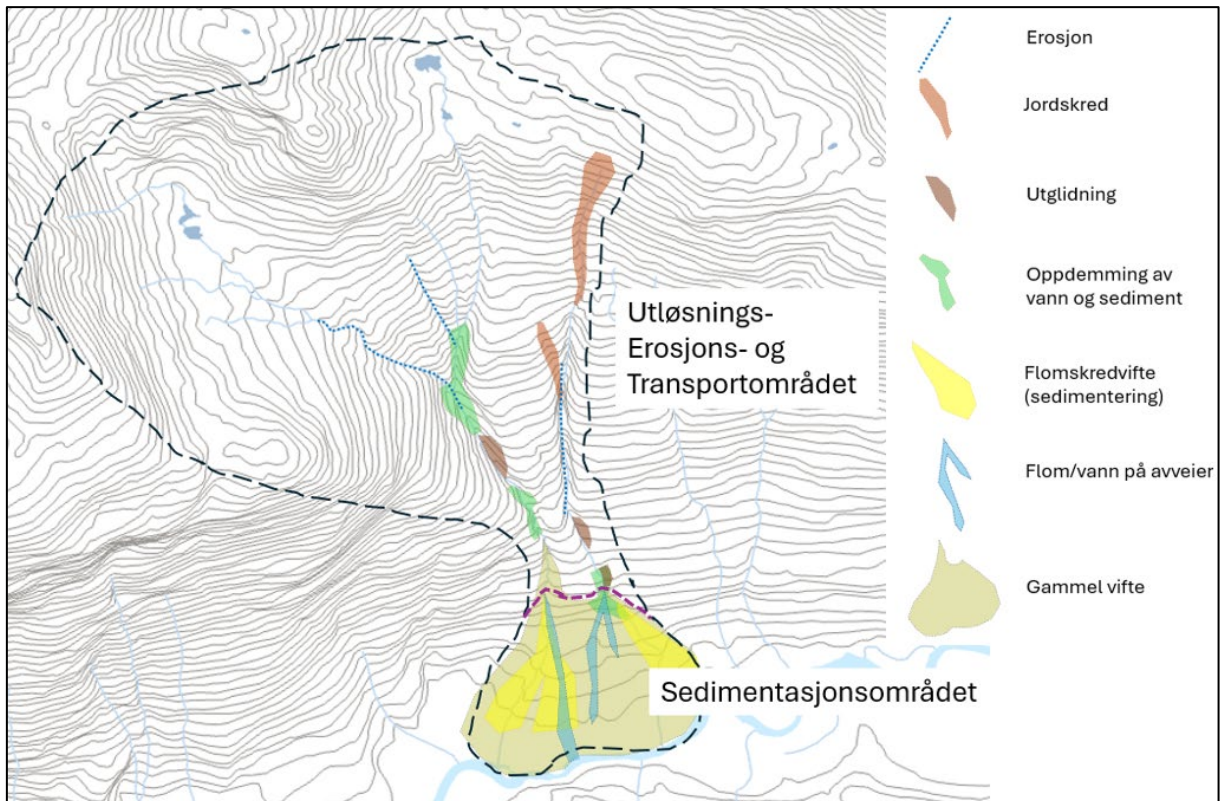
Karakteristisk for disse vassdragene er at de ofte har et relativt lite nedbørsfelt, fra mindre enn 1 km<sup>2</sup> til noen få km<sup>2</sup>. Slike små nedbørsfelt har lite naturlig demping og vannføringen øker derfor raskt ved nedbørhendelser. Spesielt lokale, konvektive nedbørhendelser (stytregn) kan føre til flom og flomskred i slike vassdrag.

Det har vært flere alvorlige hendelser ved bratte vassdrag de siste årene, for eksempel Kvam 2011 og 2013, Utvik 2017, Skjåk 2018, Gausdal 2023 og Hallingdal 2024, som alle har illustrert at skadepotensialet knyttet til (små) bratte vassdrag med delvis stor massetransport er betydelig. I tillegg, er det ventet at klimaendringene kommer til å ha størst virkning i disse små vassdragene (NVE rapport 1/2022).

### 2.2 Aktuelle prosesser i og rundt bratte vassdrag

I denne rapporten skiller vi mellom følgende prosesser som også er vist i figur 1:

- **Flom** oppstår når vannstanden i innsjøer og elver går ut over det normale, noe som fører til at vannet flommer ut over landmasser som ellers er tørre. Flom kan også defineres kvantitativt i forhold til størrelse og statistisk gjentaksintervall. I tillegg til vann transporteres det også løsmasser og drivgods under flom. I bratte vassdrag er flommene ofte kortvarige og intense.
- **Vann på avveier** oppstår når vannet renner andre steder enn i det opprinnelige vassdraget.
- **Erosjon** skjer både ved flom og skred. Vannet eller skredet river med seg masser fra bunn og sider.
- **Masseførende flom** er flom som frakter løsmasser fra erosjon, drivved, trær, og annet tilgjengelig materiale (f.eks. rundballer).
- **Flomskred** er hurtige, flomlignende skred som opptrer langs elve- og bekkeløp, også der det vanligvis ikke er permanent vannføring. Flomskred kan starte som utglidning/jordskred eller som erosjon langs bekkeløp hvor vannet eroderer og transporterer store mengder løsmasser, større steinblokker, trær og annen vegetasjon i og langs løpet. Skillet mellom flom, masseførende flom og flomskred er viktig, men ikke klart definert. Flomskred fremstår som raske bevegelser i en eller flere pulser/bølger, mens flom og masseførende flom gjerne pågår kontinuerlig over lengre tid enn flomskred. En mer detaljert beskrivelse finnes nedenfor figur 1.
- **Sørpeskred** er hurtige, flomliknende skred av en strøm vannmettet snø som også kan rive med seg jord og annet materiale. Porevolumet mellom snøkornene er fylt med vann i stedet for luft. I motsetning til de fleste andre skred, starter sørpeskred i forsengkninger eller i relativt slake hellinger mellom 0° og ca. 30°, der tilførselen av vann er større enn vannmengden som drenerer ut.
- **Jordskred** er raske utglidninger og bevegelse av vannmettede løsmasser i bratte skråningsgradienter, utenfor definerte vannveier. Kanaliserte jordskred med stort vanninnhold kan ha tilnærmet samme bevegelse som flomskred.
- **Utglidninger** er en glidende og grunn bevegelse i løsmasser med liten utstrekning.  
De påvirker relativt små arealer (noen få m<sup>2</sup>, eller opp mot 30 m bredde), er relativt grunne og omfatter vegetasjon, jordsmonn, og et tynt lag med løsmasser. De kan være planare eller grunne rotasjoner.
- **Sedimentasjon** (også kalt avsetning) skjer når transportkapasiteten i vannet eller skredet synker og masser blir avlagret. Dette hever bunnen og kan føre til vann på avveier. Avsetning av masser fra en eller flere hendelser danner vifter.
- **Overgangsprosesser:** alle disse prosessene kan skje samtidig og/eller går over i hverandre i bratte vassdrag.



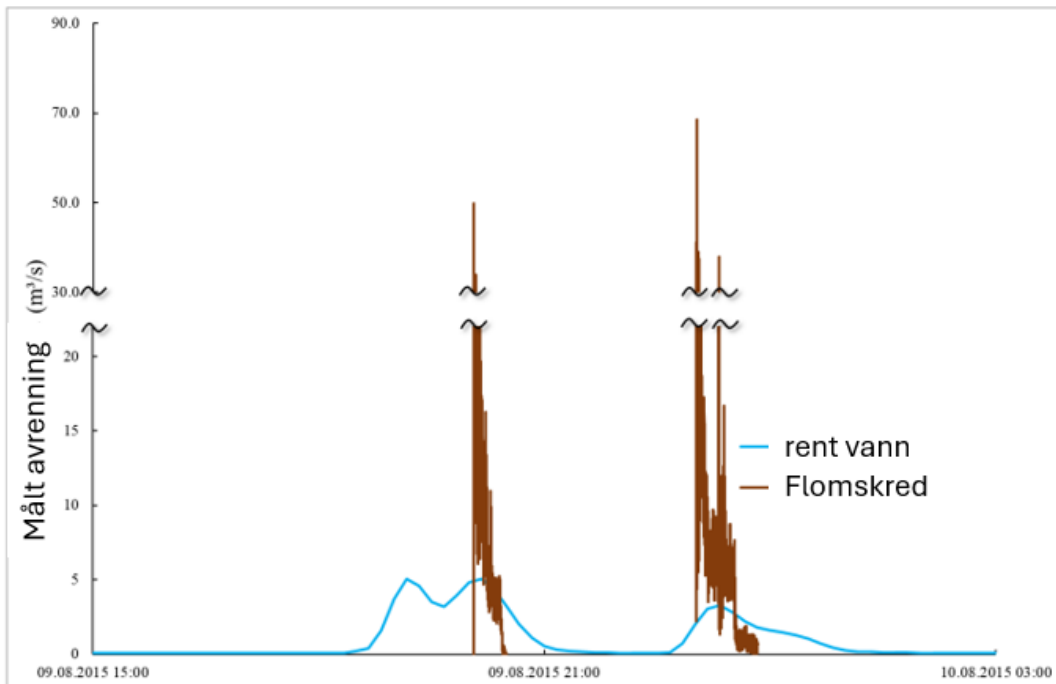
Figur 1: Eksempel på prosessene som kan oppstå i et påvirkningsområde for et bratt vassdrag.

I bratte vassdrag opptrer det ofte flom, flomskred og overgangsprosesser mellom disse. I sideskråningene til et bratt vassdrag kan det gå jordskred eller utglidninger, som tilfører vassdraget sedimenter, som igjen kan føre til oppdemming av elveløpet. Stor, plutselig sedimenttilførsel til en flomstor elv kan føre til at flommen raskt utvikler seg til et flomskred. Dette er et typisk eksempel på overgangsprosesser i bratte vassdrag.

Overgangen mellom flom og flomskred er flytende, og det er vanskelig å skille fra hverandre med utgangspunkt i f.eks. hastigheten alene. Viktigere forskjeller mellom flom og flomskred ligger i:

- Andelen av suspendert / transportert materiale, som i en flom er opptil 30 – 40 %, mens i et flomskred kan være vesentlig høyere, med stor betydning for hvordan strømmingene oppfører seg, samt egenskapene av de resulterende avsetningene.
- Ulikt tidsforløp: En flom stiger, kulminerer, avtar og er over i løpet av en tidsperiode som varierer fra omtrent 30 minutter (kortvarig styrtregn i veldig små nedbørsfelt) til noen dager (regn/smelting i større nedbørsfelt). Et flomskred starter, kulminerer og stopper ila. ett til noen få minutter (se figur 2).

Kurven er altså mye brattere og skarpere enn for en flom, som illustrert i figuren nedenfor (fra Tasser, 2021). Flomskred kan komme i flere pulser.



Figur 2: Målt avrenning (inkludert sedimenter) for en flom av rent vann og flomskred i et bratt vassdrag i Tyskland (IAN report 215).

- Ulike avlagringer: I et flomskred vil andelen faste masser i forhold til vann variere over tid (skredpulser), og avsetningene vil derfor være usorterte i noen partier, med store partikler hvilende i mer finkornet matriks (matriksstøttet), mens andre partier vil være bedre sortert og mer klaststøttet. Ved flom, til forskjell fra flomskred, er alle enkeltpartiklene vanntransporterte, og derfor i større grad sortert etter kornstørrelse i avsetningen. Dette skillet kan imidlertid bli utydelig når f.eks. flomskredavsetninger påvirkes av vann som renner på overflaten etter selve skredhendelsen, og tilfører et fluvialt preg. Flomskredavsetninger vil ofte ha en uregelmessig overflate med rygger langs skredløpet (levéer) og hauger (lober). Morfologien til flomavsetninger er mer preget av nedskårne elv- eller bekkeløp og elvebanker (se eksempler her: [pubs.usgs.gov/fs/2004/3142/pdf/fs2004-3142.pdf](https://pubs.usgs.gov/fs/2004/3142/pdf/fs2004-3142.pdf)).

## 2.3 Kritiske punkter i bratte vassdrag

Kritiske punkt i vassdrag er tekniske inngrep eller et naturgitt forhold der erosjon, sedimentasjon, tilstopping eller uvanlig store vannmengder kan føre til oversvømmelser og/eller vann på avveier (plutselig flom). Tekniske inngrep

kan være broer, kulverter, stikkrenner, lukkede bekker og andre inngrep som innsnevrer vassdrag slik at kapasiteten reduseres. Kritiske punkt kan også komme i form av naturgitte forhold som innsnevring av vassdraget, erosjonsutsatte punkt og strekninger, grunne partier som et resultat av masseavlagring, eller bekkeløp som ligger høyere enn terrenget på sidene (f.eks. bekkevifter).

Vann på avveie eller skred som forlater det vanlige skredløpet ved kritiske punkt, kan føre til plutselige, uforutsette hendelser hvor vann og masser kommer inn i områder som har vært ansett som trygge og utenfor etablerte faresoner.

### 3 Utfordringer med dagens praksis og utredningsmetodikk

Sikkerhetskravet for naturfare i arealplaner og byggetiltak, er regulert av Plan- og Bygningsloven (pbl.) samt Byggteknisk forskrift (TEK17) kapittel 7. Selv om sikkerhetskravene gjelder for alle tiltak omfattet av pbl. §§ 1-6 og 20-1, er det kun områder med mulig fare som må ha dokumentert tilstrekkelig sikkerhet av fagkyndig.

Før NVE fikk forvaltningsansvar for skred i 2009, vurderte kommunene i den enkelte plan- og byggesaken om sikkerhetskravene i TEK kunne anses som oppfylt, eller om det var "tvil om mulig fare", i hvilket tilfelle en fareutredning utført av konsulent var nødvendig. Kommunens vurdering var i praksis basert på lokal kunnskap og ev. historikk for flom eller skred i det aktuelle området.

For å hjelpe kommunene å vurdere i hvilke saker det er spesielt viktig å kreve dokumentasjon av sikkerheten ift. kravene i TEK17, laget NVE en serie aktsomhetskart som viser områder der det kan være fare for [flom](#) eller [skred](#). Selv om kartene i utgangspunktet var ment som hjelpemidler, bruker kommunene dem i dag som hovedelement for å vurdere om en utredning av reell fare er nødvendig. Samt hvilket tema utredningen skal ha (flom, skred, eller begge deler), og dermed også hvilken rådgiverkompetanse tiltakshaveren bør engasjere.

NVEs rolle i arealplanlegging er å veilede kommunene om hvordan de skal ivareta hensyn mot skred og flom. I mange arealplansaker er NVE nødt til å fremme innsigelse på grunn av manglende hensyn til flom- og/eller skredfare. Grunnlaget for innsigelsen er ofte basert på aktsomhetskart som viser en potensiell fare, når disse er det beste tilgjengelige kunnskapsgrunnlaget.

Både inndelingen i kapittel 7 i TEK17 og NVEs aktsomhetskart gir inntrykk av at flom og skred er adskilte prosesser. Naturlige hendelser derimot, viser ofte en sterk kobling mellom disse. Nylige erfaringer har også vist at skader kan oppstå som resultat av hendelser som både involverer vassdragsprosesser som sedimenttransport, erosjon m.m., og prosesser man ofte ser i bratt terreng, som utglidninger. Hendelser som disse fanges som regel ikke opp av dagens aktsomhetskart for flom eller jordskred, av ulike årsaker. En manglende helhetlig tilnærming til flom-, erosjon og skredprosesser kan derfor ha uheldige konsekvenser.

Ettersom effektene av klimaendringene ventes å gjøre vannutløste naturfarehendelser hyppigere, er det grunn til å tro at utfordringene og sårbarheten i dagens praksis og utredningsmetodikk i de kommende årene vil vise seg enda tydeligere.

Disse utfordringene og sårbarhetene er beskrevet i avsnittene nedenfor.

### **3.1 Relevant prosess ikke fanget opp på aktsomhetskart eller i fareutredning**

Kravene til sikkerhet for nye byggverk mot skred og flom, er gitt av Byggteknisk forskrift TEK17. Veiledningen til forskriften sier at «Der det kan være tvil om det foreligger fare for skred, skal det gjennomføres skredtekniske analyser og beregninger av person(er) med dokumentert kompetanse innen de aktuelle fagområdene». NVEs aktsomhetskart er i samme veiledning omtalt som «grove oversiktskart som er ment å gi en første indikasjon på mulig skredfare. Dersom den planlagte bebyggelsen ligger innenfor aktsomhetsområder, må det utføres nærmere undersøkelser og utredning for å finne reell skredfare i henhold til kravene i byggteknisk forskrift».

Aktsomhetskartene for flom og skred ble utviklet, og blir kommunisert som hjelpemidler for å bestemme hvor det kan være fare. Kartene er dessuten ikke kalibrert for å sikre at de til sammen dekker alle områder som kan berøres av overgangsprosesser mellom flom og skred. Aktsomhetskartet for flom dekker for eksempel ofte bare mindre deler av flomvifter. Kommunene oppfordres derfor til å bruke historikk for naturfarehendelser, egen kunnskap om mulige farer, m.m., som tilleggskriterier for å avgjøre hvor utredninger av reell fare er nødvendige.

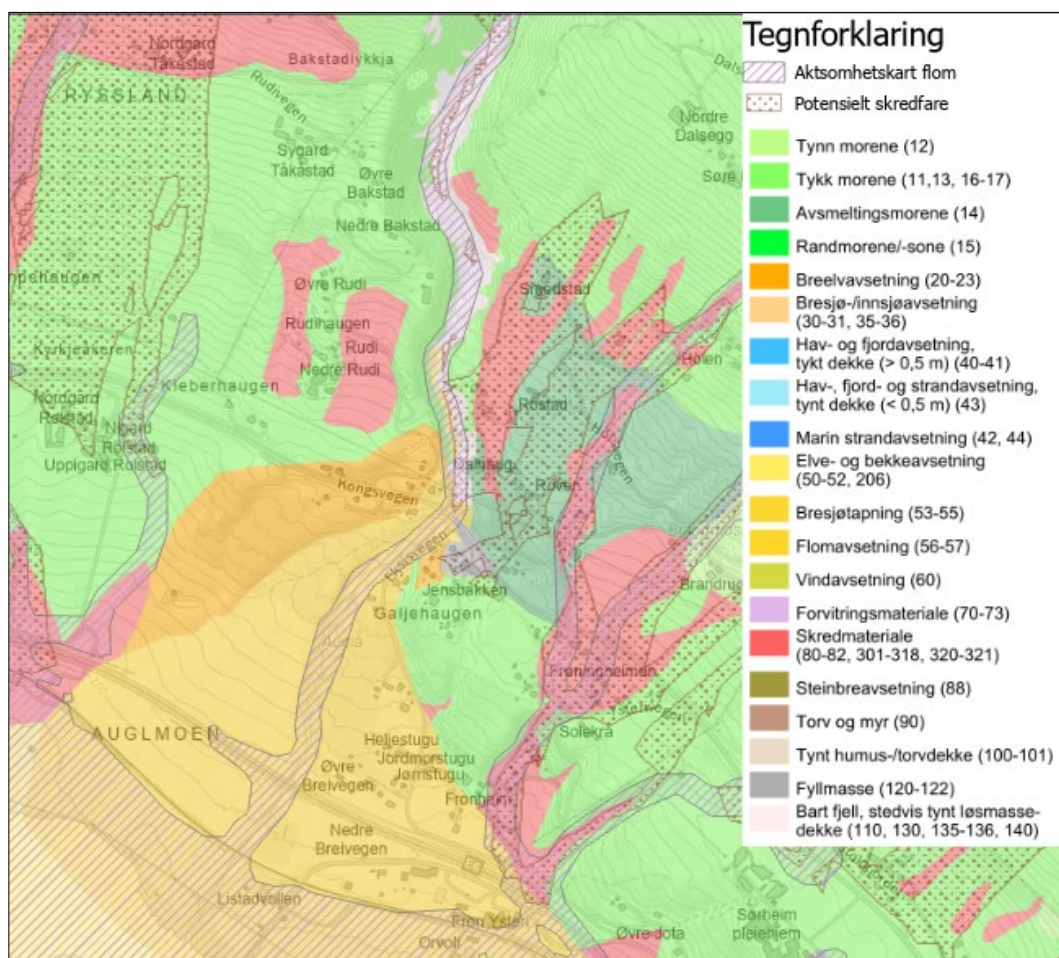
Til tross for dette, erfarer NVE at behovet for utredning av flomfare eller skredfare i arealplaner og byggesaker i all hovedsak utløses av aktsomhetssoner for hhv. flom eller skred. NVE har utarbeidet veiledere for hvordan reell fare kan utredes for å oppfylle sikkerhetskravene gitt i TEK17 §§ 7-2 og 7-3. For utredningsmetodikken henviser TEK17 til NVEs veiledere for hhv. flom ([NVE Veileder 3/2022: Sikkerhet mot flom. Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak](#)) eller skred ([NVE Veileder: Utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng](#)). I dagens praksis avgjør aktsomhetskartene altså både hvilken naturfare som blir utredet (flom, skred eller begge), hvilken kompetanse som blir benyttet (hydrologisk/hydraulisk, geofaglig eller begge), og hvilken metodikk som blir fulgt.

Dette kan føre til utbygging i områder som ikke fremsto som potensielt utsatte og derfor ikke ble detaljert fareutredet, men som senere kan rammes av overgangsprosesser mellom flom og skred og vann på avveier. Her noen eksempler:

- A.** Et elveløp har en aktsomhetssone for flom, men ikke for skred fordi det er for slakt til å gi utslag på aktsomhetskartene for jord- og flomskred. Ny utbygging antas i dette tilfellet å være trygg dersom den skjer utenfor aktsomhetssoner for flom eller i områder «friskmeldt» av en detaljert

flomfareutredning, dersom området var berørt av aktsomhetssoner for flom. I bratt sideterreng til elveløpet kan det likevel oppstå utglidninger ned i elveløpet. Dette kan medføre at flommen får flomskredlignende egenskaper, med plutselig økning av massetransport og økt risiko for at elva tar nye løp. Hendelsen kan dermed ramme områder utenfor flomaktsomhetssoner og også områder som ble «friskmeldt» av flomfareutredningen, fordi faren for utglidninger sjeldent vurderes som del av flomfareutredningen. Slike utredninger har også lite fokus på erosjons- og massetransportproblematikken, samt eksisterende terrengformer (f.eks. flomskredvifter).

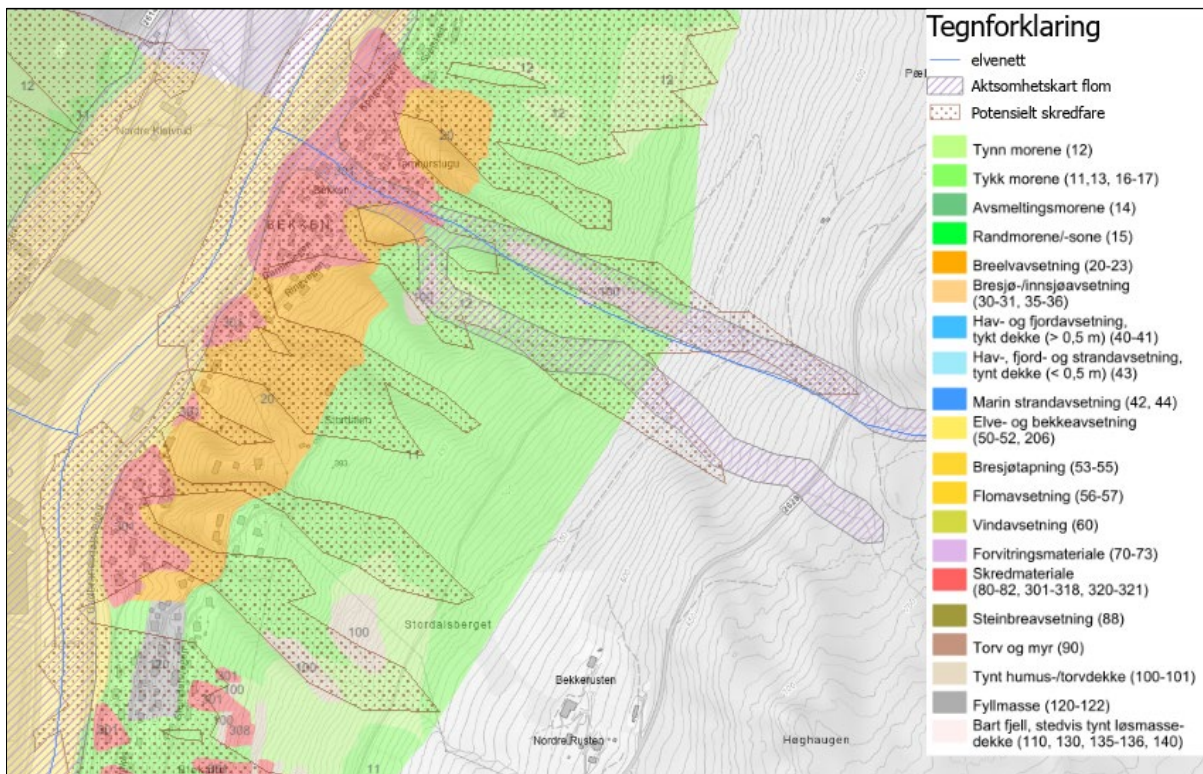
*Eksempel: Augla (Figur 3), et sidevassdrag til Gudbrandsdalslågen, i Sør-Fron kommune fører tidvis svært mye masser. Elva er inkludert i aktsomhetskart flom (lilla polygoner i figuren under), men kun en stripe langs dagens elveløp. NGUs løsmassekart viser utbredelsen av et vifteområde hvor Augla tidligere har hatt flomutbredelse og lagt igjen masser. Selve Augla er ikke dekket av aktsomhetssoner for jord- og flomskred (brune polygoner), bortsett fra noen bratte områder lenger opp enn vist dette utsnittet), men noe sideterreng til elva er vist som mulig skredterreng.*



**Figur 3:** Augla, et sidevassdrag til Gudbrandsdalslågen, i Sør-Fron kommune.

- B.** En utbygging i nærheten av en liten og bratt bekk; elvevifter berøres av aktsomhetssoner for jord- og flomskred, men ikke nødvendigvis av aktsomhetssoner for flom, i dagens aktsomhetskart. Utbyggingen styres av resultatet av skredfareutredningen, men faren for flom har ikke blitt utredet. I en slik situasjon kan det senere oppstå skader hvis en av bekkene som ikke hadde aktsomhetssonene, under en flom finner et nytt løp i en bratt skråning. Vann på avveie kan og i verste fall utløse jordskred der man ikke hadde vurdert det som sannsynlig. En skredfareutredning fanget ikke opp et slikt utfall fordi dette ville ha krevd en systematisk kartlegging av de kritiske punktene langs vannveiene, samt hydrologiske / hydrauliske analyser som skredgeologer ikke nødvendigvis hadde kompetanse eller verktøy for å gjøre.

*Eksempel: Otta, Sel kommune (Figur 4). I kartutsnitt vises flere raviner med tilhørende bekker, uten at det er fanget opp av hverken NVEs elvenett eller aktsomhetskart flom – men som er dekket av aktsomhetskart jord- og flomskred.*

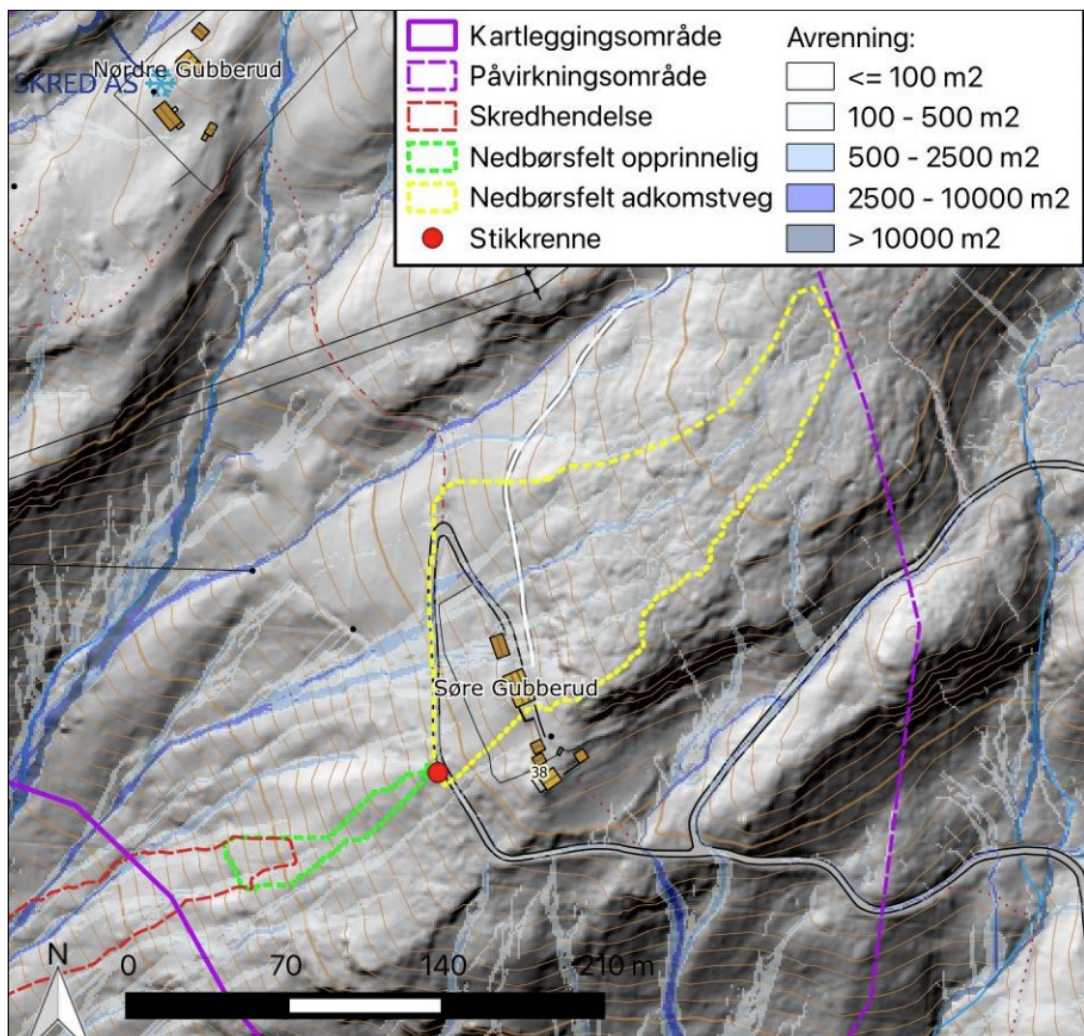


**Figur 43:** NVEs elvenett, aktsomhetskart flom og jord- og flomskred vist sammen med NGUs detaljerte løsmassekart.

Det finnes konkrete erfaringer med begge situasjoner skissert ovenfor, sist under ekstremværet «Hans» i august 2023. En større hendelse som viste sterk kobling mellom skredprosesser og flom, oppstod for eksempel i Bagn, Sør-Aurdal kommune (Figur 5): Et jordskred løsnet i fjellsiden, og skredmassene

havnet i løpet til en allerede flomstor bekk. Dette fortsatte som et vannrikt flomskred ned mot og delvis gjennom boligfeltet Spangrud, med ødeleggelser på flere bygninger. Første sett med faresoner (Taurisano, A. 2017) tok nok ikke tilstrekkelig hensyn til løsneområdet som følge av endret drenering, og følgelig ikke effekten av slike skredmasser ned i bekken. Etter hendelsen ble faresonene revidert (NVE 2024).

Hver gang skader oppstår i bebygde områder, og spesielt der skader oppstår utenfor faresoner, føler de berørte stor utrygghet. Ekspertenes forklaringer, f.eks. om at skadene skyldes en masseførende flom mens faresonene kun uttrykte fare for skred, kan lett oppleves som akademiske diskusjoner av liten hjelp for de rammede.



Figur 5: Figur hentet fra Skred AS sin rapport (NVE ekstern rapport nr .11/2024) for oppdaterte faresoner i Spangrud, Bagn, Sør-Aurdal kommune. Viser avrenningsanalyse på terrengmodell og endring i nedbørsfelt for et løsneområde skred som følge av grøft langs gårdsvei og nedlagt stikkrenne.

Eksemplene ovenfor viser behovet for en forvaltningspraksis som sikrer at relevante naturfarer utredes på mest mulig tverrfaglig måte, uavhengig av hvilket aktsomhetskart som fanger opp en potensiell fare.

### **3.2 Manglende bevissthet rundt kritiske punkt**

Per i dag kan kommuner søke om tilskudd til kartlegging av kritiske punkt. Tilskuddsordningen er knyttet til NVE veileder 3/2015 med den misvisende tittelen «Flaumfare langs bekker». Veilederens formål er å være et hjelpemiddel for å kartlegge kritiske punkt. Hovedfokuset til veilederen er kartlegging av tekniske installasjoner som f.eks. stikkrenner og kulverter. Veilederen gir lite hjelp til å indentifisere naturgitte kritiske punkt. Disse blir nevnt, men uten faglig kunnskap vil det være vanskelig å indentifisere disse. Veilederen gir også anbefalinger om hvordan man kan estimere vannstandstigning ved kritiske punkter, men ingen veiledning rundt problematikk knytta til skred og skogsveier m.m. Her finnes imidlertid en egen veileder om temaet skogsbilveier og skredfare ([Skogbrukets kursinstitutt, 2011](#)). I tillegg gir den førstnevnte veilederen lite hjelp for å se eller forstå sammenheng mellom kritiske punkter og hvilke farer som kan oppstå nedover i nedbørfeltet/vassdrag. Det er også lite veiledning om hvordan folk uten relevant utdanning skal kartlegge punkt som i utgangspunktet ikke er kritiske, men kan bli det når man tar hensyn til vannstandstigning og/eller at andre kritiske punkt oppstrøms fører til endringer i vannveier, massetransport osv. Veilederen er fra 2015 og nye verktøy (f.eks. Sclago mfl.) og henvisning til andre tilknyttete veileder (2/2023, 3/2022, 4/2022) finns dermed ikke. Veilederen bør derfor oppdateres.

### **3.3 Utfordringer og forskjell mellom flom og skred i dagens TEK17**

Dagens utredningsmetodikk tar utgangspunkt i gjeldende sikkerhetskrav i TEK17 kap. 7. I skrivende stund er sikkerhetskravene i kap. 7 i TEK17 under revisjon, og en kan forvente at det kommer endringer i løpet av de neste par årene som forhåpentligvis vil løse noen av utfordringene.

Dersom det er vurdert at det er reell fare, må kommunen fastsette sikkerhetsklasse for byggverk i samsvar med kravene gitt i TEK17 kapittel 7. Sikkerhetsklassene er inndelt etter sannsynlighet og konsekvens ved en skred- eller flomhendelse. Tilfredsstillende sikkerhet for byggverk mot skred og flom er angitt som en største nominell årlige sannsynlighet for skred eller flom. Det er ulike årlige nominelle sannsynligheter med henholdsvis 1/20, 1/200 og 1/1000 for flom, og 1/100, 1/1000 og 1/5000 for skred. Sikkerhetsklassene for flom inkluderer ikke de samme bygningstypene som skred. Største forskjellen er for bygninger som skole, barnehage som faller under F2 for flom, men under S3 for skred.

Dagens TEK17 krever at “Dersom det er fare for liv, fastsettes sikkerhetsklasse som for skred, jf. § 7-3.”. Denne formuleringen har av mange brukere blitt oppfattet som uklar og forvirrende: For det første er det vanskelig å konkret definere når en flom faktisk kan medføre fare for liv. Som regel vil dette være svært avhengig av konteksten og ikke minst i hvor stor grad personene har mulighet for å tilpasse seg flomvannstanden, ved for eksempel evakuering. For det andre er det uklart om kravet om bruk av § 7-3 bare gjelder de årlige sannsynlighetene, eller om det også omfatter krav til metodikk basert på skredfareutredning.

Med dette som utgangspunkt, foreslås det i kommende revisjon av TEK, at begrepet «flom med fare for liv» erstattes av et nytt begrep: «Plutselige flomhendelser». Intensjonen med dette er å fokusere på hvor overraskende en oversvømmelse oppstår – og dermed i hvor høy grad man har mulighet for tilpasning til den stigende flomvannstanden. Overraskende oversvømmelser oppstår ofte når flomvannet tar seg nytt løp, bort fra etablerte bekke- og elveløp. Dette skjer typisk i forbindelse med kritiske punkt, som kan være menneskeskapt konstruksjoner (for eksempel bruer eller kulverter) eller naturlige punkt/strekninger (for eksempel endringer i elvegeometri eller de geologiske forholdene langs elveløpet. I slike hendelser vil det ofte være stor energi og massetransport og andre typer drivgods i elveløpet. Disse vil også avgjøre hvor stor andel av vannføringen tar andre løp, som «vann på ville veier».

Basert på dagens sikkerhetskrav mot skred og flom er den gjeldende utredningsmetodikken som er relevant for dette prosjektet, beskrevet i:

- NVE Veileder 3/2022: Sikkerhet mot flom. Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak.
- Digital veileder - Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak (nve.no)

Utredning av fare for skred gjøres med utgangspunkt i sikkerhetskravene i TEK17 § 7-3. Disse er uttrykt som den maksimale årlige sannsynligheten for «skredskader av betydning, det vil si skred med en intensitet som kan medføre fare for liv og helse eller større materielle skader». Denne formuleringen er ikke nærmere tydeliggjort i veiledningen til TEK17 og har derfor vært forstått og praktisert noe ulikt i bransjen. Bare i de siste årene har bransjen beveget seg mot en felles forståelse av at det ikke er nok at skredet kan nå et område, til å gi grunnlag for faresoner. Skredet bør også ha nok kraft og trykk til å gi større materielle skader på vanlige trehus og/eller kunne gi fare for liv for de som oppholder seg i bygget. Under pågående revisjon av TEK17 er det foreslått å tydeliggjøre dette ved hjelp av numeriske intensitetskriterier. NVEs veileder vil da kunne oppdateres med f.eks. anbefalt modellbruk som igjen er en viktig del av grunnlag for utarbeidelse av faresoner.

### **3.4 Ikke alle relevante prosesser blir fanget opp i farekartleggingen**

Faresonene for skred i bratt terreng (snøskred, steinsprang og steinskred, jord- og flomskred, samt sørpeskred) utarbeides i stor grad basert på geomorfologisk/geologisk tolkning og prosessforståelse. Dynamiske modeller og andre modellberegninger brukes til å støtte opp om vurderingene (forventet bevegelsesmønster på skredmasser, samt hastighet, trykk og flyte høyde).

Metodikken for skredfareutredning er beskrevet i NVEs veileder [Utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng](#). Veilederen gir ikke absolutte krav, men viser best praksis. Betydelig bruk av skjønn forutsettes, og dataene og opplysningene utredningen har tilgang til, er ofte usikre. For eksempel kan fravær av kjente historiske hendelser skyldes at det ikke var folk eller infrastruktur i området da skredet gikk. Mangel på tydelig avsetningsformer (til tross for kjente, historiske hendelser) kan skyldes at skredmassene går i hav/innsjø/elv, eller som følge av bakkeplanering. Dessuten kan sporene ha blitt vasket bort av f.eks. stor vannføring i et vassdrag like etter at det gikk et flomskred. Skjønnsbaserte vurderinger er avhengige av kompetansen til den som vurderer. Manglende kompetanse eller erfaring kan føre til at tegn i naturen blir oversett, tolket feil, eller på bakgrunn av manglende prosessforståelse ikke vurdert.

Utredning av henholdsvis flom- og/eller skredfaren danner grunnlaget for alle sikringstiltak. Derfor er det viktig at alle aktuelle prosesser blir oppdaget og beskrevet i fareutredningen slik at de blir tatt hensyn til når sikringstiltaket utarbeides. Vi har også eksempler på områder der resultatet av skredfarekartlegging og skredhistorikk viser behov for sikringstiltak mot jord- eller flomskred, og der kun supplerende vurderinger gjort ifm. prosjektering av sikringstiltak, virkelig viser den sterke koblingen mellom erosjon, flom, kritiske punkter og skred.

### **3.5 Dagens utredningsmetodikk for flom er ikke egnet for bratte vassdrag**

I veilederen Sikkerhet mot flom (NVE 3/2022) er det beskrevet hvordan flomfare skal utredes for å dokumentere tilstrekkelig sikkerhet mot flom i et område eller for en eiendom, i forbindelse med plan- og byggesaker. Hvilke krav til sikkerhet som gjelder for de ulike tiltakene og byggverkene, er avhengig av mulige konsekvenser ved en flom. Ved fastsetting av sikkerhetsklasse for det aktuelle tiltaket, må man først vurdere hvilke konsekvenser en eventuell flom medfører. For flom gjelder sikkerhetsklassene F1, F2 eller F3, som tilsvarer sikkerhet mot henholdsvis en 20-årsflom, 200-årsflom og 1000-årsflom, jf. TEK17 § 7-2 andre ledd. I en flomfareutredning beregnes disse flomverdiene for

det aktuelle vassdraget. Videre blir flomverdiene gjort om til vannlinjer og vannhastigheter i en hydraulisk modell for vassdraget. Gjentakintervallet fra vannføringen settes lik gjentakintervallet på vannlinjen, ved et bestemt sted i vassdraget.

I elver og bekker med særlig stor tilgang på løsmasser, kan vassdraget under en flomsituasjon inneholde så store andeler løsmasser at de vanlige hydrauliske modellene ikke lenger vil være hensiktsmessige.

Under den tverrfaglige kartleggingen, som ble gjennomført i dette prosjektet (april 2024), var veilederen for skredfarekartleggingen godt egnet til å fange opp skredproblematikken i området, mens vi i utredningen av flomfaren støtte på flere utfordringer: Nåværende metodikk for flomutredninger er laget for flom i større og slakere vassdrag. Den tar utgangspunkt i hydrauliske beregninger med rent vann, uten hensyn til erosjon, massetransport og avsetninger.

I elver med mye erosjon og stor massetransport blir modellene mindre pålitelige, og potensialet for erosjon og avsetning blir desto viktigere å kartlegge. Spesielt der de potensielt eroderbare massene er grove, vil det være stor fare for tilstopping i kritiske punkt, samt fare for avsetning av store mengder løsmasser på elvevifter. Dette kan gi en brå endring i strømningsmønsteret, som i verste fall kan føre til store skader og fare liv og helse i områder som hydrauliske beregninger og flomsonekartlegging i utgangspunktet ikke indikerte som utsatt. Disse prosessene er omtalt og beskrevet i NVE 3/2022, men det er ikke gitt noen veiledning i hvordan disse prosessene kartlegges og utredes.

Bratte vassdrag har ofte små nedbørfelt, dvs. mindre enn 20 km<sup>2</sup> og ofte til og med mindre enn 1 km<sup>2</sup>. Det er få målestasjoner i slike nedbørfelt og datagrunnlaget for flomberegninger er derfor ofte dårlig. Dette gjør at det er stor usikkerhet knyttet til flomberegning i små felt (typisk 0,5-5 km<sup>2</sup>). Dette er en kjent problemstilling for NVE, og som det jobbes kontinuerlig med å forbedre.

### 3.6 Utfordringer med hydraulisk modellering i bratte vassdrag

For bratte vassdrag er det ofte en utfordring å skaffe gode terrengdata som er avgjørende for en god hydraulisk modellering. Terrengdata fra LIDAR er ofte dårlige da laseren ikke trenger gjennom vegetasjonsdekket.

For vann (både flom og spesielt overvann) har «smart utforming» mye å si. En kant på 10-20 cm kan være avgjørende om vannet tar veien hit eller dit. Slike detaljer er ofte ikke godt nok i DTM. Vannet kan også grave eller avsette masser et sted og dermed lage ny topografi. I tillegg er det ofte vanskelig å forutsi hvordan vannet i kritiske punkter kommer til å oppføre seg under en flomsituasjon. F.eks. er det ikke alltid lett å si om alle, eller noen få kulverter går tett eller ikke. Det kan også være vanskelig å si hvordan kritiske punkter påvirker hverandre. I tillegg er det utfordrende å forutsi nøyaktig hvor erosjon og sedimentasjon kommer til skje. Modellresultater (f.eks. vannhastighet) kan gi en indikasjon, men som oftest ser man at erosjonen oppstår for eksempel rundt velte trær, eller rundt en stein. Dette fanges ikke opp av modellene per i dag.

Manglende kalibreringsdata for bratte vassdrag er ofte en stor utfordring for å lage gode modeller. Vanligvis finnes det ikke vannstands og eller vannføringsmålinger i disse små vassdragene. Dermed er det ofte vanskelig å vurdere hvor gode modellresultatene er.

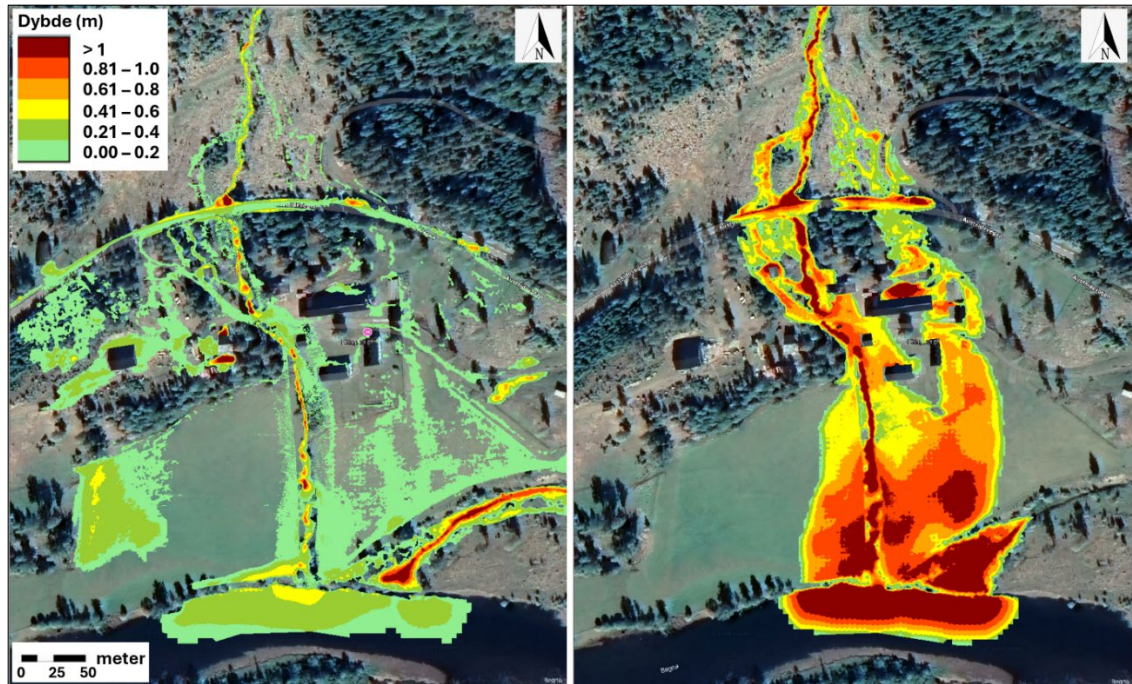
De store usikkerhetene i flomberegningen og i grunnlaget for den hydrauliske modellen, fører videre til et anbefalt stort sikkerhetspåslag på flomvannstandene jf. kap. 10 i [NVE Veileder 3/2022: Sikkerhet mot flom.](#)

[Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak](#)

De fleste bratte vassdrag vil få et anbefalt påslag på 60 % på vannføringen fordi påslaget fra flomberegningen og den hydrauliske modelleringen havner i dårligste klasse. Dvs. klasse E for den hydrauliske modellen fordi det mangler en målt vannlinje til kalibrering, og klasse 4 og 5 for flomberegningen fordi det er begrenset hydrologisk datagrunnlag. I tillegg, er det ofte umulig å se spor etter flommer etter forholdsvis kort tid. For skredhendelser vil det typisk være tause vitner som også er synlig flere 100 år etter en hendelse. Noen ganger kan et godt opplært øye også se flomskader fra lang tid tilbake, men aldri på samme måte som skredavsetninger er synlige.

Flom i bratte vassdrag med stor masseføring går ofte over til flomskred. Flommer i slike vassdrag blir derfor ekstra krevende å modellere. Hvis det modelleres med feil forutsetninger (f.eks. viskositet), kan dette gi store feil i utbredelse og høyden, som igjen gir feil i faresonekart og dimensjonering av sikringsanlegg.

Hvis modellen bruker plastiske, «ikke-newtonske egenskaper», som for eksempel «Bingham-fluid», vil det påvirke både modellert utbredelse av prosessen og flyte høyden, som vist i figur 6. Her er overgangsprosesser mellom flom- og flomskred modellert med Flo2D med inngangsparametere som er vurdert typisk for de ulike overgangsprosesser med høy eller lite vanninnhold. Figurene skal vise at det kan oppstå ulik utbredelse og flyte høyde av prosessen for masseførende flom og flomskred med ulike forhold mellom fast stoff og vann og inngangsparametere for Bingham-Fluid-prosessen.



Figur 4 : Eksempel på modellert flomutbredelse med ulikt sediment innhold (50% venstre. 70% høyre) for en 200 årsflom med HecRAS

### 3.7 Dagens utfordring for varslingsjeneste for flom og skred i bratte vassdrag

Fare for flom, jordskred, flomskred og sørpeskred som skjer i bratte vassdrag varsles daglig av NVEs flom- og jordskredvarslingsjeneste gjennom varsom.no. Begrepet «flomskred» som brukes i varslingsjeneste inkluderer kanaliserte jordskred, overgangsprosesser, og flom med stor massetransport.

Følgende varsler kan sendes ut til norske kommuner:

- flomvarsel og/eller jord-, flomskredvarsel- og/eller sørpeskredvarsel hvis disse naturfarene kan være utløst av regn, snøsmelting eller høy vannmetning i jorda. I disse tilfellene får kommunene ofte to separate farevarsel for det samme området.

- Styrregnvarsel. På sommeren når det kan være fare for styrregn, kan kommunene få et styrregnvarsel fra MET (et samarbeidsvarsel mellom MET og NVE) som indikerer fare for styrregn, fare for flom, og fare for jord- og flomskred.

Varslingsnivåene for flom er basert på en antakelse om at vannføring som opptrer sjelden (dvs. har høye gjentaksintervall) kan forårsake store skader. NVE bruker gjentaksintervallet for den beregnede vannføringen til å bestemme varslingsnivået.

Varslingsnivåene for jord- og flomskred er basert på en jordskredindeks som kombinerer tidspunkt for tidligere jordskred- og flomskredhendelser, samt vær- og hydrologiske forhold ved disse tidligere hendelsene (NVE rapport 75/2017). Varslingsnivå for sørpeskredvarsel baserer seg på en kombinasjon av blant annet parameter som snødybde, snøtype, og impermeabelt lag (NVE rapport 42/2020). En sørpeskredindeks er under arbeid.

Den daglige farevurderingen baseres i hovedsak på parametere fra hydrologiske modeller. De hydrologiske modellene som brukes per i dag fungerer bra for å predikere flom på et regionalt nivå. Jordskredindeksen indikerer fare for både forekomst av jordskred og flomskred. Den predikerer derimot ikke like godt flomskred og overgangsprosesser som utløses av intensiv korttidsnedbør under 6 timer (styrregn), fordi indeksen er utarbeidet for døgndata. Den hydrologiske avdelingen hos NVE arbeider per dags dato med å lage bedre regionale indekser, og en ny jordskredindeks med 3 timers oppløsning som skal predikere styrregn episoder bedre.

For vurdering av fare for jord- og flomskred og sørpeskred er informasjon om historiske skredhendelser, registrert i skreddatabasen verdifull ([www.skredregistrering.no](http://www.skredregistrering.no)). Skreddatabasen har ofte dårlig kvalitet, spesielt for prosesser som skjer i bratte vassdrag. Data derfra kan ikke brukes direkte for analyse uten kontroll. Prosesser som transporterer mye masse er ofte registrert under steinsprang /steinskred. Mange registrerte flomskred i databasen, er i virkeligheten massførende flom og/eller erosjon. For å løse problemet har NVE startet en systematisk kvalitetskontroll av historiske skredhendelser (NVE rapport 31/2020 og NVE rapport 03/2024), og "massførende flom" er nylig opprettet som en egen "skredtype" i databasen.

Det er viktig for å varsle rett type hendelse, og dermed viktig å differensiere mellom ulike skredtyper og skredprosesser: prosesser som starter som en utglidning (en type jordskred og derfor er vannmetning i bakken relevant parameter). Prosesser som starter som avrenning langs bekk (hvor erosjon og medrivning er viktig og dermed er intensitet av nedbør på kort tid er mer relevant). Eller prosesser med massetransport fra flom (ofte et annet skadepotensial en mer plutselige skredprosesser med høyere trykk mot det som blir truffet). Forskjellen på de ulike prosessene er viktig å forstå for å kunne

lage en bedre indeks, samt for å forstå ulike utløsningsmekanismer. Det kunne vært praktisk å skille mellom vassdrag med høy massetransport gjennom skredprosesser, fra vassdrag med liten massetransport der fluviale prosesser er mer relevante. Det er også viktig å vite om det kan gå flere skred langs vassdrag med potensial for utglidninger som kan føre til kvikkleireskred.

## 4 Erfaringer fra andre land med utredning av naturfarer i bratte vassdrag

Naturfarer i bratte vassdrag er et felles problem i flere land hvor det er store fjellområder og mange bratte skråninger og vassdrag. Land som Japan, Canada (British Columbia), Tyskland, Sveits, Østerrike og Italia har mange års, til dels flere hundreårs erfaring med utredning og sikring av naturfare i bratte vassdrag. Følgende kapittel gir et kort og forenklet innblikk i hvordan Tyskland og Østerrike jobber med bratte vassdrag og hva man kan lære fra disse landene.

Sammenlignet med Alpene er naturfarer i norske bratte vassdrag beskrevet mindre detaljert, og det finnes færre dokumenterte erfaringer og færre implementerte fysiske sikringstiltak. Årsaken er sammensatt og knyttet til både geografi, demografi og historisk utvikling. Alpene er tettere befolket sammenlignet med Norge. Skogen spiller en viktig rolle i forebyggende arbeid mot naturfare både fra bratte vassdrag og snøskred. Derfor er forvaltningspraksis av bratte vassdrag ofte knyttet sammen med skogforvaltning.

I Alpene har det vært mange større samhandlings- og samarbeidsprosjekt angående skred i bratt terreng, flom, flomskred- og overgangsprosesser fra flom til flomskred. Noen av prosjekter nevnes i det følgende:

- ETALP prosjekt (2004) (Erosion, Transport in Alpinen Systems) Gesamtheitliche Erfassung und Bewertung von Erosions- und Transportvorgängen in Wildbacheinzugsgebieten (Lebensministerium und WLW), omfattende arbeid i Østerrike. Mål: å samle «dagens standard» innen flomskred og utarbeide tydelige regelverk og arbeidsmetodikk innen fagfeltet.
- PLANALP prosjekt (2009 til 2011). Interreg prosjekt med bidragende land Tyskland, Sveits, Italia, Frankrike, Spania, UK og Slovenia. Mål: definerer minimumskrav til faresonekartlegging.
- AdaptAlp - Adaptation to Climate Change in the Alpine Space (2007 til 2013) - Final Report (bayern.de): [Multilingual Glossary on Geomorphological Processes and Definition of Minimal Standards for Hazard Maps](#)

- Optimeth - beitrage zur optimalen anwendung von methoden zur beschreibung von wildbachprozessen (2013): Projekt sammenstiller metoder, programmvarer og workflows innen flomskred og overgangsprosesser.

Agendaen til EUs flomdirektiv (vedtatt i 2007, som Norge sa nei til) setter føringer for flomkartlegging i medlemsstatene og har mål om å gjøre samarbeid over landegrensene lettere. De fleste land i Europa har også innfridd EU-direktivet INSPIRE, som tilsier at geodata skal offentliggjøres. I Tyskland er dette for eksempel regulert gjennom lovverket.

#### **4.1 Bayern (region i Tyskland)**

I Tyskland er prosessene i bratte vassdrag spesielt utbredt nær Alpene og delstaten "Bayern" som har den største andelen av alpint landskap i Tyskland.

I Bayern er ansvaret for håndtering av prosessene som opptrer i bratte vassdrag og de overgangsprosessene fra flom til flomskred tilordnet vassdragsforvaltningen («Bayerische Wasserwirtschaftsverwaltung»). De har tilsvarende oppgaver som regionale enheter i NVE og overordnet styrt av seksjon 61 fra miljødirektoratet LfU («[Landesamt für Umwelt](#)»), som har tilsvarende oppgaver innen kartlegging og sikring som SVSF og SVSIK. Jordskred og steinsprang er tilordnet de geologiske enhetene i LfU.

Ansvar for bratte masseførende vassdrag, der det kan oppstå flomskred, er i Bayern tilordnet vassdragsforvaltningen gjennom vannloven.

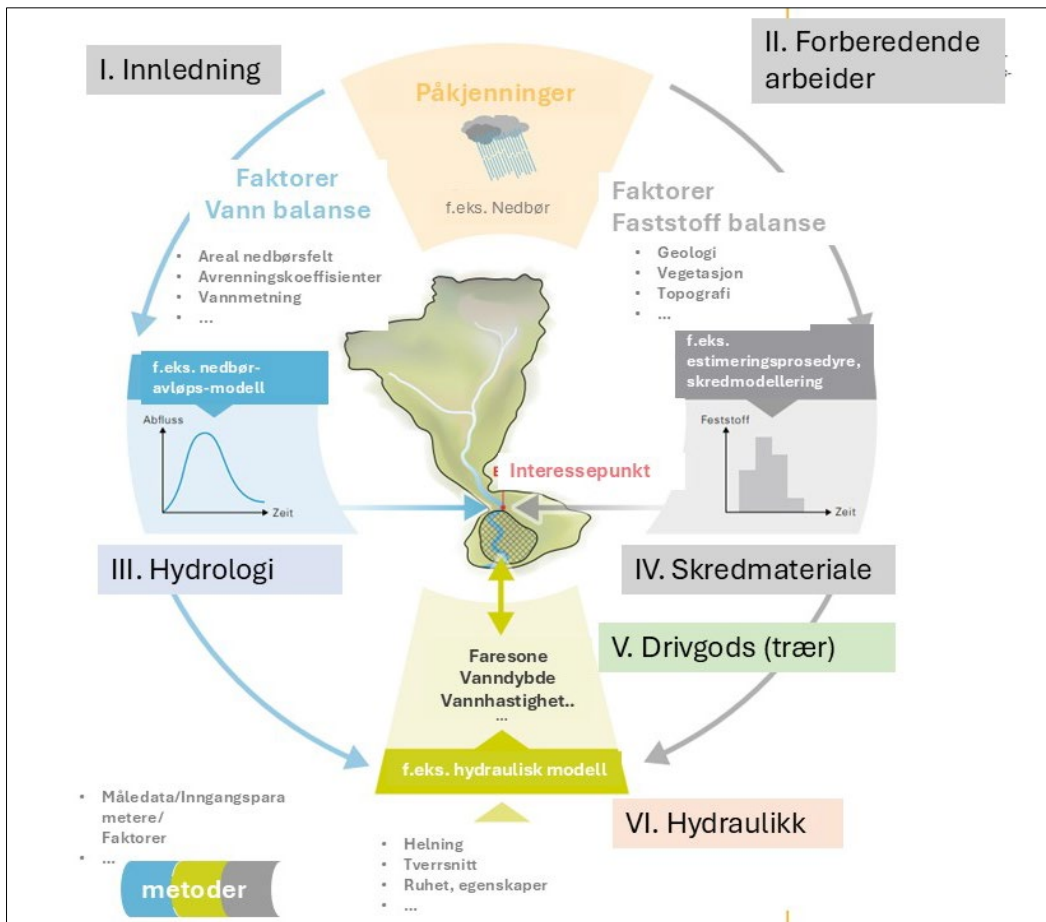
LfU har ansvar for forvaltning av en [database](#), som gir oversikt over alle bratte vassdrag med potensial for store skader grunnet sedimenttransport og flomskred («Wildbäche»). Databasen blir oppdatert årlig og godkjent av departementet. Innmelding av bekkene går gjennom de regionale enhetene i vassdragsforvaltningen.

Staten er ansvarlig for å sikre bekkene, dersom en kost nytte analyse viser positivt resultat for tiltakene. Gjennom sikringstiltakenes levetid er staten ansvarlig for tilsyn og vedlikehold. De fleste kjente bekkene er per i dag sikret og hovedoppgaven er derfor tilsyn og vedlikehold av de eksisterende anleggene.

Overvann er et nylig løftet tema og det er gitt ut et kart som viser potensielle vannveier ved styrtregn (basert på hydraulisk modellering, se kapittel 4.1.3). Kommunene kan også søke tilskudd til å kartlegge fare for overvann. Samtidig foregår det et prosjekt «Hydrologi» som skal samle Hydrauliske og Hydrologiske utredninger i ett, samt gi ut metodikk og veiledere.

Det er utgitt en meget omfattende veileder for kartlegging av overgangsprosesser i «Wildbäche» Gefahrenanalyse (incl.

Wildbachgefährdungsbereiche) - Publikationsshop der Bayerischen Staatsregierung (bayern.de). Oversiktsbilde og kapitler i veilederen er vist i figur 7.



Figur 5: Oversikt over innhold og kapitler i veilederen for "Wildbäche" fra LfU.

## 4.2 Østerrike

I Østerrike er bratte vassdrag tilordnet die.wildbach, som ligger under direktoratet til skogforvaltning. [Die.wildbach](#) fører en database over påvirkningsområder som er relevant for snøskred og flomskred. Databasen heter «[Wildbach- und Lawinenkataster](#)».

Østerrike har utarbeidet en rekke regelverk for håndtering av overgangsprosesser i bratte vassdrag fra flom til flomskred (ONR 24800 til ONR 24803). Disse skal gjøres om til en standard i 2025 (ÖNORM B4800).

Regelverkene fra ONR gir føringer for utredning av prosessene. Eksempler er:

- klassifisering av prosessene i bratte vassdrag
- ansvarsområder og krav til kompetanse
- inngangsparametere for utredning av prosessene

- inngangsparametere og dimensjonerende scenarioer for dimensjonering av sikringstiltakene
- karakteristiske verdier, dimensjonerende situasjoner og påvirkninger for konstruksjon av sikringstiltakene (som er i hovedsak store tverrgående terskler og kontrolldammer av armert betong)

I følge ONR 24801 er overgangsprosessene fra flom til flomskred klassifisert i fire grupper; flom uten massetransport (rent vann), svakt masseførende (0-20 vol% masseandel), sterk masseførende (20-40 vol% masseandel) og flomskred (> 40 vol% masseandel).

For å harmonisere fremgangsmåten for faresonekartlegging for flom iht. EUs flomdirektiv, faresonekartlegging for skred i bratt terreng samt planlegging og dimensjonering av tiltak mot naturfarer, er det utgitt en veileder som omtaler alle de relevante prosessene ('Leitfaden zur Festlegung und Harmonisierung von Bemessungsereignissen', 2010).

Denne veilederen gjelder også overgangsprosessene fra flom til flomskred, som kan oppstå i bratte vassdrag. Vannførende prosesser er oppdelt i henhold til transportprosessen og medførte sedimenter.

[Medrevde trær eller drivved tas hensyn til i faresoneutredning, som «tilstoppingsscenarioer» i modelleringen for flom, masseførende flomprosesser, flomskred og snøskred.](#)

# 5 Hvordan løse dagens utfordringer med bratte vassdrag i Norge

Det er usannsynlig at ett enkelt tiltak kan løse utfordringene beskrevet i kapittel 2. Den samlede effekten av flere tiltak antas imidlertid å kunne redusere utfordringene.

En mer tverrfaglig tilnærming til utredning av fare for flom, erosjon og skred vil gi naturfareutredninger av høyere kvalitet, færre «overraskende» hendelser sett ift. etablerte faresoner. Dette vil gjøre vår håndtering av naturfare mer robust og bedre tilpasset det nye klimaet. Forslaget nevnes derfor også i vårt drøftingsnotat nr. 14 om klimatilpasning ifm. pågående gjennomgang av TEK17 på oppdrag fra KDD.

## 5.1 Mulige løsninger i endring av forvaltningspraksis

### 5.1.1 Bedre aktsomhetskart for flom i bratte vassdrag og jord-/flomskred

Dagens aktsomhetssoner for flom dekker ikke i tilstrekkelig grad arealene som kan rammes av flom i sidevassdrag, spesielt de som deler seg i flere elvestrenger. Det ligger utenfor hensikten med dette notatet/prosjektet å diskutere metodikken bak aktsomhetskartene, og en justering av dagens aktsomhetskart for flom er alt under utarbeidelse. Det er også planlagt utvikling av en ny generasjon aktsomhetskart for å kunne gi en mer realistisk beskrivelse av den potensielle flomfaren. Det betyr at aktsomhetskart oftere vil vise behov for en detaljert flomfareutredning en tidligere. Et aktsomhetskart for flom som i bedre grad representerer flomfaren på vifter og ved mindre bekker, vil gjøre uheldige situasjoner som den beskrevet i bokstav «B» i kapittel 2.1, sjeldnere enn de er i dag.

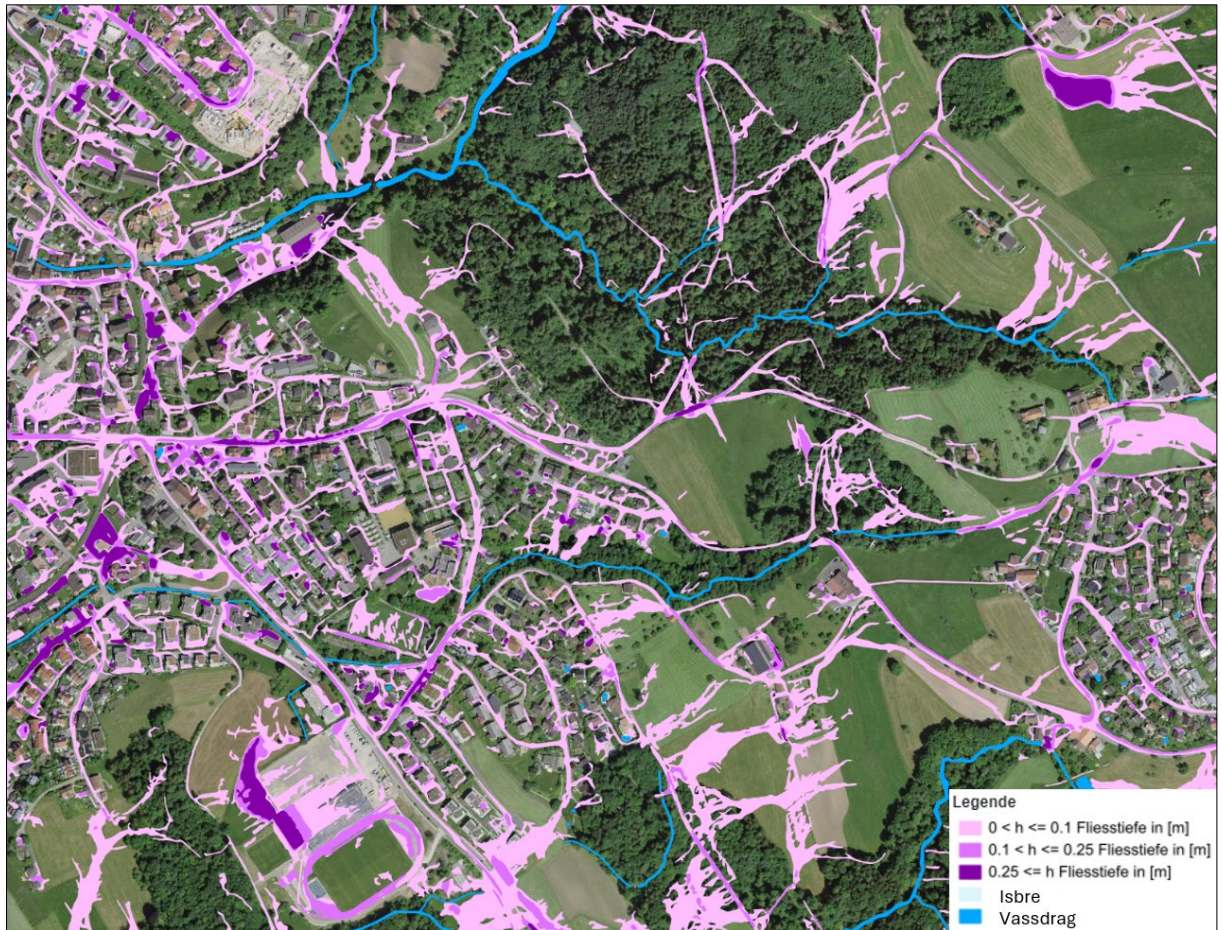
### 5.1.2 Kartverktøy for å identifisere koblinger mellom flom, erosjon og skred

I tillegg til bedre aktsomhetskart for flom, bør det være mulig å utvikle et eget kartverktøy for å identifisere områder der en tett kobling mellom flom, erosjon og skred er mer sannsynlig. NVE har tidligere utforsket muligheten for å automatisk identifisere og klassifisere terrengformer i GIS ved hjelp av «geomorfoner». Det anbefales at dette arbeidet blir gjennomgått for å se om det er mulig å ta det et steg videre. Hos NGU pågår også arbeid rettet mot å bruke AI («machine learning» og «deep learning») for å automatisk identifisere og kartlegge vifteformasjoner. Et slikt kartprodukt vil ideelt kunne hjelpe

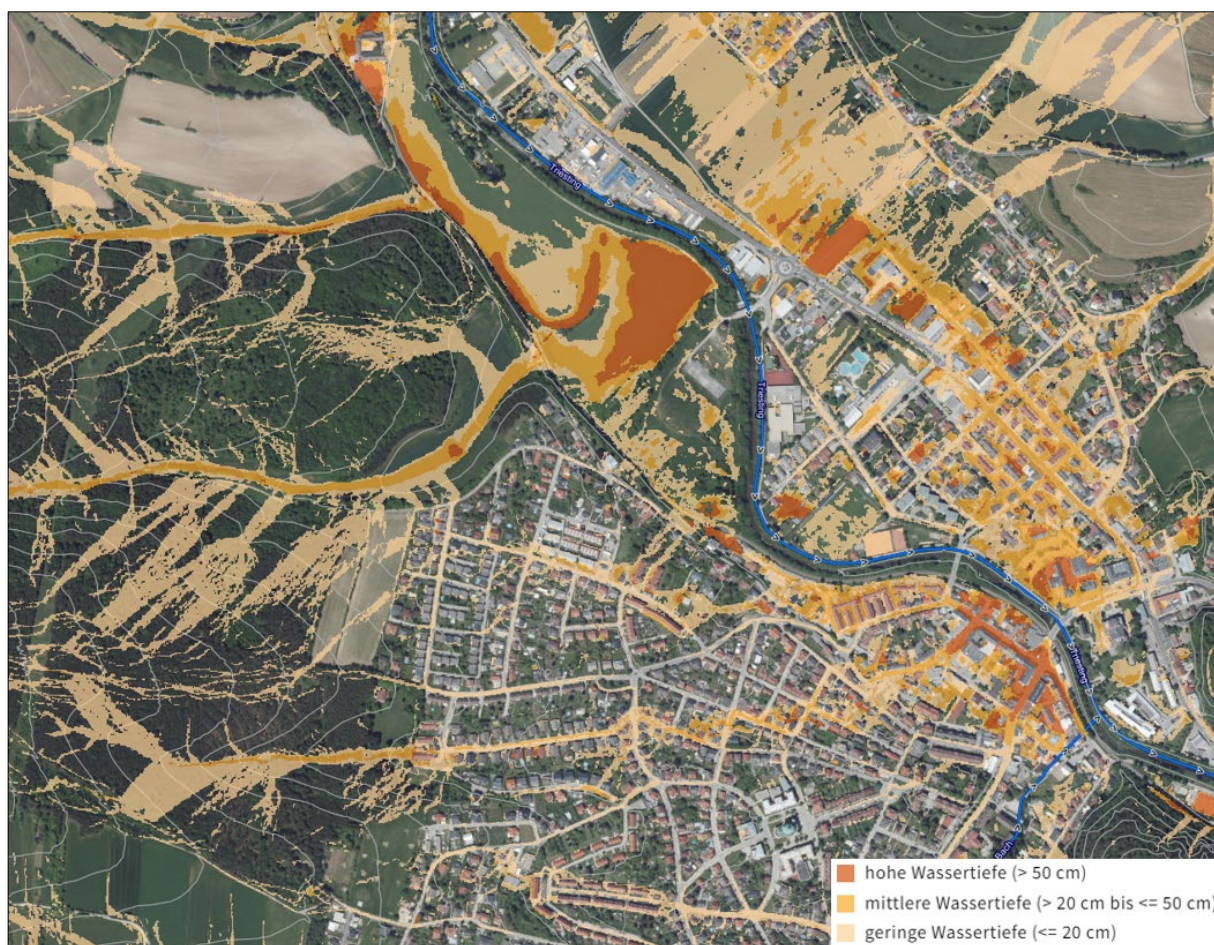
kommunene til å identifisere arealplan- og byggesaker der en tverrfaglig utredning av flom, erosjon og skredfare er tilrådelig. I praksis ville et slikt kartprodukt fungere som et eget, nytt aktsomhetskart for overgangsprosesser mellom flom og skred, og som sådan kunne utløse behov for en tverrfaglig utredning av flom- og skredfare for å dokumentere tilstrekkelig sikkerhet i samsvar med sikkerhetskravene i byggteknisk forskrift.

### **5.1.3 Nasjonalt avrenningskart basert på hydraulisk modellering**

Et nasjonalt kart som viser overflateavrenning (vannstand og eventuelt hastighet) basert på et valgt gjentagsintervall for regn (f.eks. 100 eller 200 årsregn), vil være et nyttig verktøy ikke bare for å gi en indikasjon for fare for vann på avveier i bratte vassdrag, men også for utredning av overvannsflo. I flere land har man utviklet slike kart som er basert på hydraulisk modellering på nasjonalt nivå. F.eks. i Østerrike, Sveits (se figur 8 og 9). I tillegg, har flere kommuner (f.eks. Oslo, Asker) slike kart allerede, men det er ofte kommuner med gode ressurser som har slike kart. Et landsdekkende kart kan være en løsning for å gi samme muligheter til alle kommuner og innbygger og samtidig «tette» hull i NVEs karttjeneste mellom vassdrags- og overvannsflo. Disse to flomtyper går ofte sammen i bratte vassdrag. Et slikt prosjekt kunne gjøres i samarbeid med flere institusjoner som f.eks. BaneNor, Kartverket, Miljødirektoratet med bruk av eksterne konsulenter/modelleringsmiljø. Dette vil samtidig styrke samarbeid på tvers av sektorene inne naturfarehåndtering.



Figur 6: Utklipp fra det nasjonale overvannsflokkart fra Sveits (map.geo.admin.ch)



Figur 7: Utklipp fra den nasjonale overvannsflokkart fra Østerrike ([www.hora.gv.at](http://www.hora.gv.at))

#### 5.1.4 Mer presist regelverk

Tydligere kriterier i TEK17 §§ 7-2 og 7-3 eller veiledningstekst kunne ideelt definert når erosjon, flom og skred skal utredes tverrfaglig. Kravet kunne muligens kobles til kriteriene som i dagens § 7-2 gis for å definere flom med fare for liv, eller som i en revidert forskrift gis for å definere «plutselige flommer».

Det er imidlertid usannsynlig at en revidert TEK vil kunne stille krav om tverrfaglig utredning av fare for flom, erosjon og skred, ettersom kravet om utredning av flom- og skredfare (enkeltvis tatt) heller ikke er definert annet enn ved at det gjelder «i områder med mulig fare». Ettersom TEK17 henviser til aktsomhetskartene for å identifisere områder med mulig, vil et eventuelt aktsomhetskart for vifteprosesser (ref. avsnitt 4.1.2) trolig kunne få samme plass i TEK, og på den måten oppnå samme effekt.

#### 5.1.5 Nasjonal kartleggingsplan for flom i bratte vassdrag

NVE har siden 2011 hatt en nasjonalt kartleggingsplan for skred. Den planen har siden styrt den årlige skredfarekartleggingen i NVEs regi, som per i dag har

gitt over 60 kommuner skredfaresoner for bruk i arealplan-, sikrings- og beredskapsarbeid. I tillegg blir NVEs kravspesifikasjon for skredfarekartleggingsoppdrag ofte «lånt» og brukt av kommuner som i egen regi bestiller skredfarekartlegging fra private rådgivere. NVEs skredfarekartlegging er på denne måten blitt en standard for denne typen fareutredning av store arealer.

Parallelt med sitt skredarbeid har NVE også har stått for mye av flomsonekartleggingen i større vassdrag. Den nasjonale kartleggingsplanen for flom dekker ikke flom i bratte vassdrag.

Prosjektgruppen anbefaler at en nasjonal kartleggingsplan for flom i bratte vassdrag prioriteres, og at en kartlegging i NVEs regi startes så snart en plan er ferdigstilt. Et slikt, nasjonalt kartleggingsarbeid vil gi kommuner med begrensede ressurser viktig kunnskapsgrunnlag for å redusere konsekvenser av naturfare. Videre vil metodikken som NVE velger å benytte i det statlige kartleggingsarbeidet for flom i bratte vassdrag, raskt etablere seg som standardmetodikk for samme type utredning på kommunalt og privat oppdrag.

En nasjonal plan for flomfarekartlegging i bratte vassdrag kan ha en ytterligere, viktig bruk: Sett sammen med den eksisterende planen for skredfarekartlegging i bratt terreng, vil det gi NVE oversikt over områder med behov for kartlegging av begge naturfaretyper. I de områdene vil NVE kunne samkjøre og integrere kartlegging av flom- og skredfare på en måte som sikrer tverrfaglighet og best mulig kvalitet, og som også kan bli en bransjestandard for oppdrag kommuner og private bestiller.

### **5.1.6 Forbedret veiledning til kommuner**

Veiledning og bevisstgjøring om naturfarer i kommuner. Som vist er problemene med bratte vassdrag komplekse, og ikke alt kan løses av nye kartprodukter. Derfor vil det fortsatt være viktig med god kommunikasjon mellom NVE og kommuner, slik at kommunen selv kan ta eierskap på utfordringene de står ovenfor. NVEs bidrag kan inkludere kurs og webinarer. Her finns det gode eksempler fra Østerrike som gir kommuner muligheter til en naturfaresjekk (Naturgefahrencheck) som omhandler alle typer naturfare (naturgefahrenimklimawandel.at). Denne sjekken innebærer at fagmyndigheten besøker den enkelte kommunen og gjennomfører en workshop hvor man går gjennom alle mulige naturfarer i kommunen. Dette bidrar til økt bevissthet og er til hjelp for kommunen både til arealplan, beredskap og eventuelle sikringstiltak. Små tilpasninger av infrastruktur, f.eks. bedre drenering og vannhåndtering, kan ofte gjøre den mer robust, med mindre skadepotensiale.

### 5.1.7 Bedre håndtering av skogsveier og hogst i utsatte områder

Flatehogst, samt etablering og manglende vedlikehold av skogsbilveier er en gjenganger i tilknytning til løsmasseskredhendelser. Ofte handler det om vannhåndtering, endret drenering, kjørespor og raskere avrenning som følge av store åpne flater. Noen ganger er det også utglidning av selve veikroppen.

Det er trolig ikke realistisk med regulering av gamle og eksisterende skogsbilveier, men det finnes i dag søknadssystem for tilskudd til bygging av nye skogsbilveier eller utbedring av gamle veier. Som regel er dette søknadsregimet knyttet opp mot lokale forskrifter, med bl.a. krav om bruk av godkjente skogsbilveiplanleggere med utdanning gjennom skogkurs.no

Det finnes en egen veileder for skogsbilveier og skredfare:

[https://skogkurs.no/wp-content/uploads/l\\_smasseskred\\_veileder\\_A4\\_140711.pdf](https://skogkurs.no/wp-content/uploads/l_smasseskred_veileder_A4_140711.pdf). Denne veilederen er noen år gammel og det kunne være på tide med en oppdatering. Sammen med skogforvaltningen i kommunene er Skogkurs er en viktig ressurs for å bruke og formidle kunnskap om flom- og skredfare i relasjon til hogst.

Skogsdrift og flom: her er det så langt gjort lite systematisk kunnskapsinnhenting i Norge på effekten av skog og avrenning. Hogst har åpenbart noe å si for avrenning og respons i et nedbørsfelt, samt muligheter for erosjon og utglidninger som i neste rekke vil kunne påvirke vassdragene i nedbørsfeltet. Spesielt i små bratte nedbørsfelt vil skogen ha en effekt på å redusere flomtoppen under intense nedbørshendelser. Det finnes eksempler på skog i Norge der det er fastsatt en skjøtselsplan for uttak av tømmer systematisk, nettopp for å bevare den flom- eller skreddempende effekten. Vegetasjonen langs vassdrag, kantvegetasjonen, er et tydelig landskapselement. Den har stor betydning for økosystemet i og langs vassdraget og kan bidra til å redusere erosjon. Kantskog er nærmere beskrevet i NVE veileder 2/2019 ( [publikasjoner.nve.no/veileder/2019/veileder2019\\_02.pdf](http://publikasjoner.nve.no/veileder/2019/veileder2019_02.pdf) )

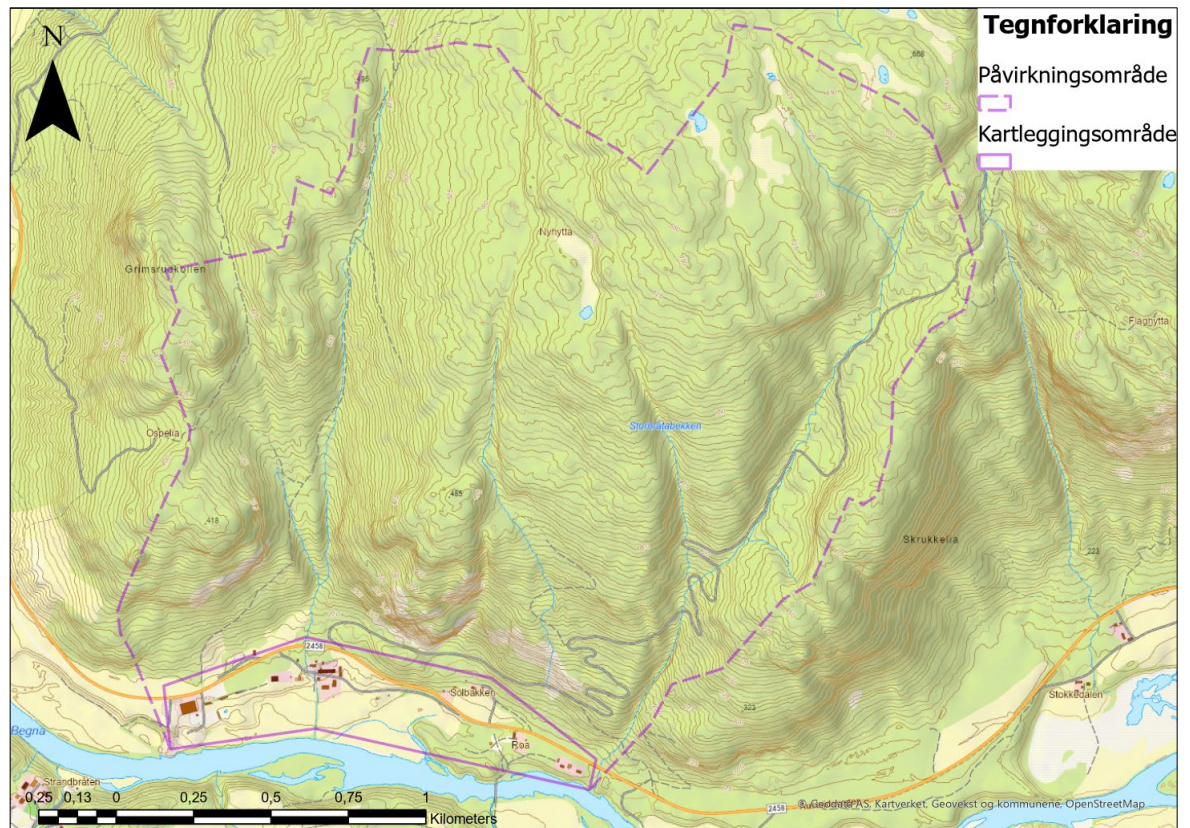
## **5.2 Forbedring av kartleggingsmetodikk for flom og skred i små, bratte vassdrag**

Ved å ikke bare kartlegge flom- og skredfare i samme utredning, men reelt tverrfaglig, mener NVE at kvaliteten på begge deler av utredningen kan bli styrket: Registreringer og vurderinger gjort av geofaglig personell, f.eks. type og tykkelse av løsmassedekket, tegn på tidligere utglidninger i bratt sideterreng langs vassdraget m.m., kan gi bedre grunnlag for å vurdere potensialet for erosjon, masseførende flommer, sannsynligheten for tilstopping av kritiske punkter og vann på avveie og dermed sannsynligheten for plutselig oversvømmelse i områder som normalt ikke opplever flom. På den andre siden kan utredninger gjort av vassdragshydrauliker hjelpe geofaglig personell med å vurdere sannsynligheten for at flom utløser utglidninger i bratt sideterreng, og kunnskap om kritiske punkter kan hjelpe å fange opp løsneområder for jordskred.

En mer helhetlig og tverrfaglig tilnærming til naturfare vil derfor ofte resultere i bedre flom- og skredfareutredninger, i tillegg til å hindre at overgangsprosesser ikke blir vurdert og at skader oppstår i områder en trodde var trygge, som i eksemplene i kap. 3 ovenfor.

For å teste disse påstandene ble det som en del av dette prosjektet gjennomført en slik tverrfaglig kartlegging. Det utvalgte kartleggingsområdet ligger ved Piltingsrud/ Solbakken, ved Begna, i Sør-Aurdal kommune og dekker ca. 1,5 km dalside (Figur 10). Området ble valgt ettersom det inneholder bebyggelse dekket av aktsomhetskart for flom fra minst to mindre sidevassdrag, i tillegg til aktsomhetssoner for snøskred, jordskred/flomskred og steinsprang, samt at det var en godt dokumentert skredhendelse der. Feltarbeid ble utført i april i 2024 etter snøsmelting, og prosjektgruppa ble delt i to grupper med både geologer og vassdragshydraulikker i hver gruppe.

En egen rapport blir i skrivende stund utarbeidet for å sammenstille resultatene av det kartleggingsarbeidet i et format som kan komme Sør-Aurdal kommune til nytte. Avsnittene nedenfor gir kun en oppsummering av fremgangsmåten og erfaringene prosjektgruppa kunne dra fra den tverrfaglige kartleggingsøvelse.



Figur 8: Kart som viser kartleggingsområdet og påvirkningsområdet.

### 5.2.1 Geomorfologiske vurderinger som en del av flomfarevurdering

En erfaring fra feltarbeidet er at flomkartleggingsmiljøet bør ha mer fokus på landformtolkning/geomorfologi. Dvs. at en mer aktivt kan bruke eksisterende løsmassekartlegging, der slike detaljerte kart finnes (NGUs løsmassekart). På samme måte som tolkning av vifter, leveer og andre former i terrenget kan fortelle mye om tidligere skredaktivitet, kan tolkning av flomavsetninger både på overflaten og i skjæringer / prøvegroper fortelle mye om hvordan tidligere flomforløp har vært, og hvilken påvirkning elva og flomprosessene har hatt på terrenget.

### 5.2.2 Bedre, entydig, veiledning for flomberegninger for små vassdrag

For å beregne mengde avrenning som kan forventes under flom, for de mer detaljerte analysene, ble det brukt forskjellige metoder både basert på veileder 1/2022 og 2/2023. Som bl.a. veileder for flomberegninger (1/2022) peker på er det er en del utfordringer med små nedbørsfelt (<2km<sup>2</sup>), som var tilfelle for de kartlagte bekkene. Derfor ble ulike metoder brukt for å beregne vannføringen både for å redusere mulig feil og for å teste de ulike metodene. Men det er helt avgjørende å ha god kunnskap om hydrologi i mikrofelt som også påpekes i

den nye veileder for flomberegninger som er under arbeid i NVE. Vi ville kanskje utvide denne anbefalingen med at det trengs også god vassdragshydraulisk kunnskap. Veilederen anbefaler bl.a. å sjekke resultatene for dimensjonerende vannføring når:

- Den spesifikke 200-årsflommen er mindre enn 2000 l/s/km<sup>2</sup> (så må verdien økes til 2000 l/s/km<sup>2</sup>).
- Den spesifikke 200-årsflommen overskrider 5000 l/s/km<sup>2</sup>.

Veilederen viser til veiledere 4/2022 og 2/2023 for anbefalinger for flomberegninger i mikrofelt. Mens veileder 4/2022 behandler hvordan farer fra overvann skal håndteres i arealplan uten noen konkrete anbefalinger for flomberegning, er veileder 2/2023 utarbeidet for bruk i urbane felt. Det var en del diskusjon i sammenheng med denne kartleggingen for valg av riktig metoder, men det er også et problem for eksterne å finne riktig metode for små, bratte vassdrag. Her må veiledningen bli mer tydelig både i flomberegning- og flom/overvannskartleggingsveilederen. Her kan det nye verktøyet «hydrologisk modellering for overalt» (HSO), som utvikles av H i «Flomrisk» prosjektet hjelpe i framtiden. Med dette verktøyet, som er basert på det hydrologiske DDD modellen, vil det være mulig å generere vannføringskuver for hvilket som helst nedbørfelt i hele Norge også hvor det ikke finns målinger per i dag.

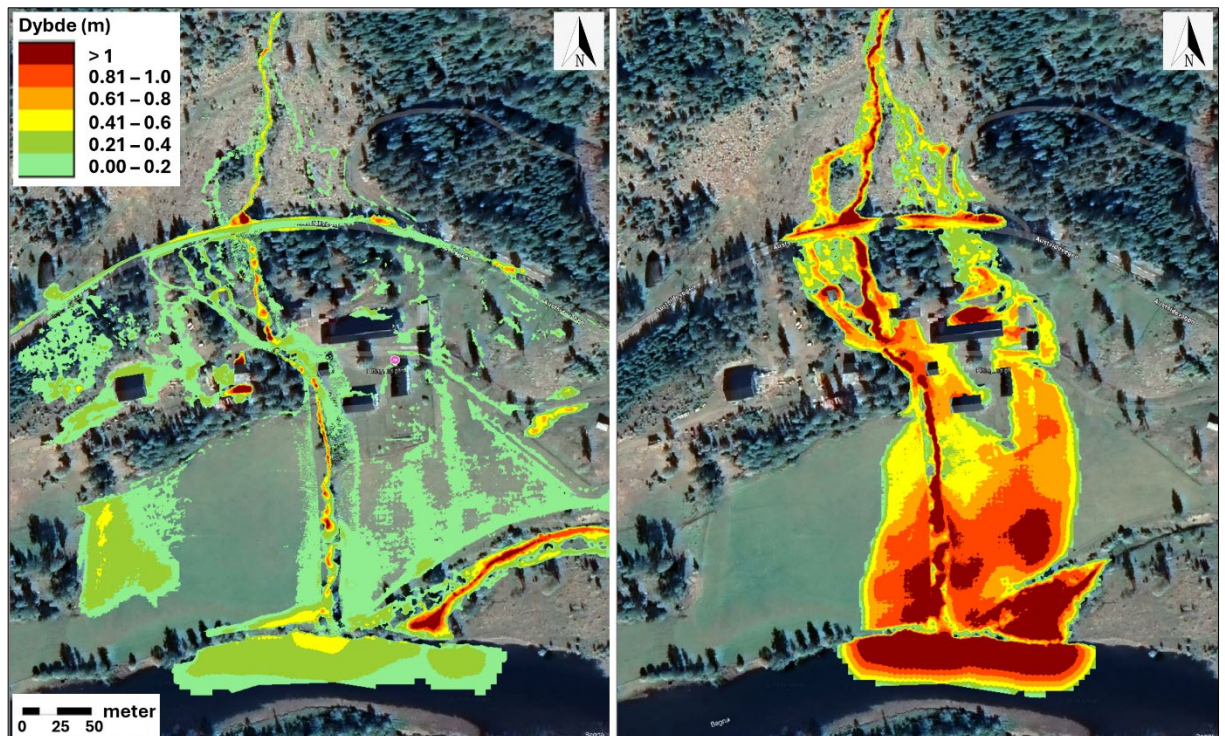
### **5.2.3 Forslag til utarbeidelse av en scenariobasert utredning av flomfaren i bratte vassdrag**

For å finne mulige faresoner for flom som tar hensyn til en forventet massetransport under flom ble det valgt en scenariobasert tilnærming i dette prosjektet, noe som brukes allerede i skredfarekartlegging i dag.

Følgende scenarier ble valgt for en 200 årsflom med ? % klimapåslag:

- Alle kulverter er fullt åpne og fungerer normalt
- Alle kulverter er 50% blokkerte
- Alle kulverter er 100% blokkerte
- Alle kulvertscenarioene ble kjørt med ulike volumetriske konsentrasjoner av sediment i vannet (0%, 30%, 50% og 70%).

Totalt ble det modellert 12 scenarier. En detaljert beskrivelse av scenarioene og resultatene finnes i NVE rapporten 1/2025. Et eksempel med to ulike, modellerte, flomutbredelser med bruk av to forskjellige sedimentkonsentrasjoner vises i figur 13



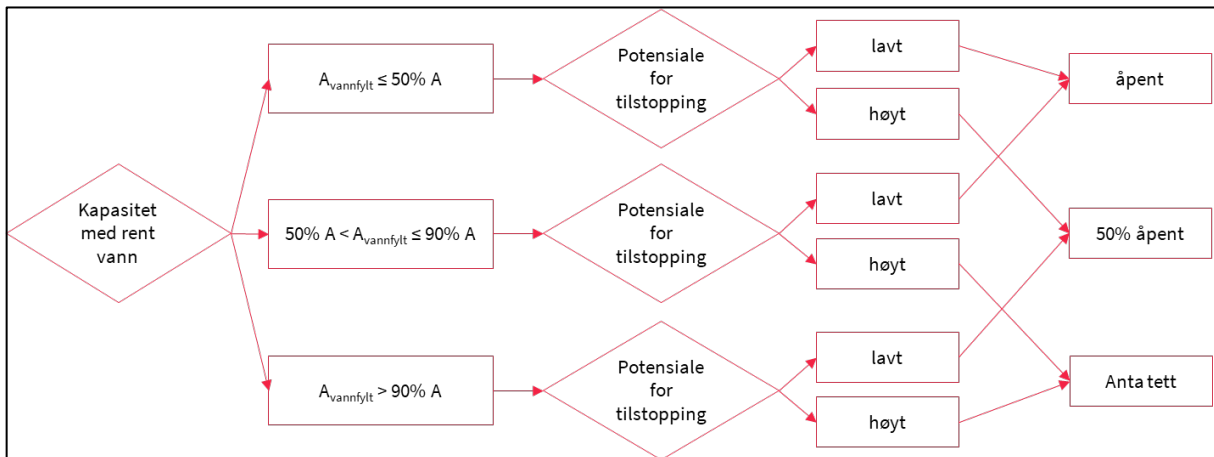
Figur 9: Eksempel på modellert flomutbredelse med ulikt sediment innhold (50% venstre, 70% høyre) for en 200-årsflom.

Uten å si at de valgte scenariene var uttømmende i vårt kartleggingseksempel, har det vist seg at en slik tilnærming vil forbedre forståelse av hvordan bratte vassdrag kan oppføre seg under flom. Med å modellere forskjellige volumprosent av sediment i vannet kan man også få en bedre tilnærming av hvordan et flomskred vil oppføre seg i et slik vassdrag. Denne framgangsmåten gir også muligheten til en bedre vurdering av fare fra erosjon og sedimentering, tilstopping/endringer av kritiske punkter og vann på avveier (plutselige flommer). Dette kan resultere i mer robuste faresonekart. Det anbefales derfor å utrede hvordan en senariobasert tilnærming for flomfareutredning i bratte vassdrag kan utføres. Dette kan gjøres f.eks. i et eget FoU prosjekt. Dersom man lander på en egnet metodikk må dette forankres i våre veiledere.

Avhengig av, mulige utfordringer i et bratt vassdrag kan følgende scenarier være interessant å utrede nærmere:

- Vannføring beregnet både fra flomberegning og «regn on grid» metoden f.eks. med bruk av possible maximum precipitation (PMP)
- Forskjellige mengder sediment i vannet
- Modellering hvor kritiske punkt er tett eller ikke
- Teste forskjellige scenarier med bunnheving og senking
- Scenarier for erosjon, for eksempel brudd av veifyllinger osv.
- Endringer i terreng pga. skred

I Figur 10 vises en skisse for et flytskjema for en mulig scenariobasert tilnærming for utredning av mulig tilstopping av kritiske punkt. For å vurdere potensiale for tilstopping bør følgende punkter vurderes: potensiale av tilgjengelige masser og drivgods oppstrøms, størrelsesforhold mellom masser/drivgods, samt størrelse og utforminge av det kritiske punktet. F.eks. for en kulvert vil dette typisk være størrelsen av åpningen, det hydrauliske forhold ved innløpet, mulighet for å renne over og tilbake til vassdraget.



**Figur 10: Skisse hvordan en vurdering for scenario ved et kritisk punkt, i dette tilfellet en kulvert, kan se ut. Eventuelle verdier må sjekkes i ulike caser. Det er videre også viktig å gi anbefalinger hvordan vurdere potensiale for tilstopping.**

Typiske temaer som en forbedret utredning bør ta stilling til, og gjerne komme med anbefalinger for størrelser og grenseverdier: Hvordan håndtere kritiske punkt og fare for tilstopping

- Hvordan bruke ulike sedimentkonsentrasjoner
- Følsomhetsanalyse
- Hva med sikkerhetspåslaget på vannstand?
- Hvor går grensene f.eks. noe dv tall, også kriterium når det ikke lengre blir med
  - Slike kriterier må bli utarbeidet og gjerne bli oppsummert i en veiledning, ev. som tillegg til eksisterende veiledninger

#### **5.2.4 Forbedring av datagrunnlag og naturfaremodellering i bratte vassdrag**

Tidligere arbeid med naturfareutredninger og som bekreftes i dette prosjektet, har vist at det er stor mangel på data fra bratte vassdrag. Det anbefales derfor å etablere flere målestasjoner for måling av nedbør og vannstand, og gjerne sammen med sediment-målestasjoner. Dette vil forbedre datagrunnlaget både for flomberegninger, for våre varslings tjenester og gi data for kalibrering av både hydrauliske modeller, men også gi bedre data til sediment simuleringer.

Arbeidet i dette prosjektet har vist at modelleringskompetansen i NVE bør styrkes. Det bør settes av tid og etableres prosjekt der NVE kan styrke sin kompetanse både på hydraulisk modellering, på modellering av sediment transport, og på modellering av flomskred. Sammen med data fra nye målestasjoner i bratte vassdrag vil man kunne teste og prøve ut de mange modellverktøyene som finnes i dag, for å bygge opp egen modelleringskompetanse, og lage gode veiledere. Hydraulisk modellering med sedimenttransport er mye mer komplisert enn modellering med rent vann, som veilederne våre er laget for per i dag. En god måte for å teste de forskjellige verktøyene kan være å modellere hendelser i bratte vassdrag, som allerede er kartlagt.

## 6 Konklusjon og veien videre

Komplekse naturfarehendelser med stort skadepotensiale kan oppstå gjennom ulike kombinasjoner av vassdragsprosesser som flom, erosjon og sedimentasjon, samt skråningsprosesser som jordskred og utglidninger. Denne rapporten har vist at faren for slike hendelser ikke alltid fanges opp, og at skadelige hendelser kan oppstå i områder som ikke var ansett som utsatt for naturfare. Under ekstremværet Hans i 2023 kunne flere hendelser kobles til utfordringene belyst i rapporten.

I et endret klima der vannstyrte hendelser blir hyppigere, vil skader i områder som tidligere var ansett som trygge skje hyppigere, med mindre tiltak iverksettes for å adressere årsakene til utfordringene.

Rapporten viser at utfordringene med å fange opp komplekse hendelser ikke har en enkelt årsak, men sammensatte årsaker som ligger både i forvaltningspraksisen og i utredningsmetodikken for flom- og skredfare.

Forvaltningsmessige forhold:

- Regelverket behandler flom og skred som adskilte naturpåkjenninger
- NVEs arbeid for å redusere konsekvenser av flom og skred, og spesielt NVEs kartleggingsarbeid, har i liten grad sett på samspillet mellom prosessene flom, erosjon og skred
- NVEs aktsomhetskart for flom gir en for dårlig fremstilling av den potensielle flomfaren, spesielt på store vifter, i vassdrag med forgrening og for mindre bekker
- Kommunene har verken kompetanse eller verktøy for å identifisere områder der det kan være sterk kobling mellom vann og skred, f.eks. områder der vann på avveie kan føre til skred
- NVE mangler en nasjonal kartleggingsplan og påfølgende farekartleggingsarbeid for flom i bratte vassdrag

Metodikkrelaterte forhold:

- Skredfareutredningsmetodikken, beskrevet i NVEs veileder [Utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng](#), innebærer ikke bruk av kompetanse, metoder eller modellverktøy fra fagområdene hydraulikk og hydrologi.
- Utredning av flomfare i bratte vassdrag, typisk utført av hydrologer/hydrauliker, involverer i for liten grad personell med kompetanse på geomorfologi og skred, eller registreringer og vurderinger som gjøres under skredfarekartlegging.
- Metodikken for flomsoneutredning er laget for større vassdrag og er ikke tilpasset til utredning av flomfare i små, bratte vassdrag. Veiledning

(NVE 3/2022) per i dag er laget for flom av rent vann og gir lite veiledning for vurdering av erosjon, massetransport og sedimentasjon ved flom, som gjør modellering av hydraulikk komplisert i bla. bratte vassdrag.

- Veiledningsmaterialet som finnes av relevans for skred- og flomfareutredning, er ikke helt oppdatert når det gjelder verktøy og best praksis, og er ikke utviklet på en tverrfaglig måte.

Siden utfordringene etter alt å dømme skyldes kombinasjonen av forskjellige forhold, ligger også løsningen i den samlede effekten av flere tiltak. Dette vises også i matrisen under der utfordringene er presentert i nedover med referanser til kapittel 2. Foreslåtte løsninger er presentert bortover med referanser til kapittel 4. Det er satt kryss i feltene der foreslått løsning ville bidra til å bedre utfordringen.

		Forslåtte løsninger								
		4.1.1	4.1.2	4.1.3	4.1.4	4.1.5	4.1.6	4.1.7	4.2	
		Bedre aktsomhetskart for flom i bratte vassdrag og jord-/flomskred	Kartverktøy for å identifisere koblinger mellom flom, erosjon og skred	Nasjonalt avrenningskart basert på hydraulisk modellering	Mer presist regelverk	Nasjonal kartleggingsplan for flom i bratte vassdrag	Forbedret veiledning til kommuner	Bedre håndtering av skogsveier og hogst i utsatte områder	Forbedring av kartleggingsmetodikk for flom og skred i små, bratte vassdrag	
Utfordringer	2.1	Relevant prosess ikke fanget opp på aktsomhetskart eller i fareutredning	x	x	x		x			
	2.2	Manglende bevissthet rundt kritiske punkt	x	x	x		x	x	x	
	2.3	Utfordringer og forskjell mellom flom og skred i dagens TEK17				x			x	
	2.4	Ikke alle relevante prosesser blir fanget opp i farekartleggingen	x	x	x	x	x	x	x	
	2.5	Dagens utredningsmetodikk for flom er ikke egnet for bratte vassdrag		x	x		x		x	
	2.6	Utfordringer med hydraulisk modellering i bratte vassdrag					x		x	
	2.7	Dagens utfordring for varslingstjeneste for flom og skred i bratte vassdrag	x	x	x		x	x	x	

Nasjonal kartleggingsplan og forbedring av kartleggingsmetodikk for flom og skred i bratte vassdrag har flest kryss nedover og er dermed tiltakene som ville gi effekt på de fleste utfordringene.

De viktigste anbefalingene fra prosjektgruppa er:

- Et bedre aktsomhetskart for flom med like mye fokus på sidevassdrag som på større vassdrag.
- Et eget kartverktøy som hjelper kommunene å identifisere områder med antatt sterk kobling mellom vann og skred, og som i TEK har samme status og effekt som dagens aktsomhetskart. Åpenbare stikkord ved utvikling av et slikt kartverktøy vil være vifter og kritiske punkt.
- En forbedret forvaltningspraksis som, i områder potensielt utsatt for overgangsprosesser mellom flom og skred, innebærer utredning av både flom- og skredfare.
- En nasjonal kartleggingsplan og nasjonalt kartleggingsarbeid for flom i bratte vassdrag.
- En klar veiledning for utredning av fare i bratte vassdrag, der den anbefalte metodikken inkluderer registrering av relevante geomorfologiske elementer, bruk av enkle, feltbaserte sedimentologiske analyser og andre analyser som er vanligere under kartlegging av fare for skred i bratt terreng.
- En oppdatering av veileder 3/2022 for å gi en klar veiledning for vurdering av fare fra erosjon, massetransport og sedimentasjon.
- Øke antall vannstands- og vannføringsmålinger i små og bratte vassdrag for å skaffe en datagrunnlag til å forbedre modellering og flomberegninger i slike vassdrag.
- Veileder 3/2015 må oppdateres iht. vurderingene i dette prosjektet.
- En oppdatering av veilederen [Utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng](#) som inkluderer hydrauliske analyser og bruk av verktøy det hydrologiske fagmiljøet har gode erfaringer med.
- Økt bevisstgjøring av kommunene om viktigheten av å kartlegge og ivareta kritiske punkt.

En generalisert, kombinert utredning av flom-, erosjon- og skredfare i alle områder med potensiell naturfare ville være fordyrende og mer belastende for tiltakshavere, sett ift. utredning av bare den naturfaretypen som det finnes aktsomhetssoner for. Samtidig forventer samfunnet, spesielt ved ny utbygging, en høy grad av sikkerhet og en følelse av trygghet mot naturfare. Det er derfor behov for å tette hullet mellom naturfaretypene flom og skred.

Løsningsforslagene ovenfor inkluderer derfor et kartverktøy som kan hjelpe til å identifisere områder der et samspill av flom-, erosjons- og skredprosesser er mer sannsynlig. Prosjektgruppa er overbevist over at tiltakene skissert ovenfor vil redusere utfordringene som er belyst i denne rapporten, uten å øke den økonomiske belastningen for tiltakshavere mer enn strengt nødvendig.

# Referanser:

NVE 2018. NVE ekstern rapport nr. 7/2018. Skredfarekartlegging i Lom, Skjåk og Vågå kommuner. [https://publikasjoner.nve.no/eksternrapport/2018/eksternrapport2018\\_07.pdf](https://publikasjoner.nve.no/eksternrapport/2018/eksternrapport2018_07.pdf)

NGI 2021. Mulighetsstudie for sikring av Vågåmo – Vågå kommune. Fase 1: Presentasjon av kunnskapsgrunnlaget; nå-situasjonen.

NVE 2024. NVE ekstern rapport nr. 11/2024 - Faresoneutredning skred i bratt terreng – Spangrud i Bagn, Sør-Aurdal kommune.  
[https://publikasjoner.nve.no/eksternrapport/2024/eksternrapport2024\\_11.pdf](https://publikasjoner.nve.no/eksternrapport/2024/eksternrapport2024_11.pdf)

Taurisano, A. 2017. Skred AS rapport 16136-01-2. Sør-Aurdal, Bagn - Faresoner for skred i bratt terreng. [webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/201802083/2317258](http://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/201802083/2317258)  
[Skogbrukets kursinstitutt, 2011: Skogsveger og skredfare – veileder: https://skogkurs.no/wp-content/uploads/l\\_smasseskred\\_veileder\\_A4\\_140711.pdf](https://skogkurs.no/wp-content/uploads/l_smasseskred_veileder_A4_140711.pdf)

NVE rapporten 1/2025 - ikke publisert ennå.



NVE

## Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthuns gate 29  
Postboks 5091 Majorstuen  
0301 Oslo  
Telefon: (+47) 22 95 95 95