

Oppdragsgiver	Navn Ål kommune	Kontaktperson Svein Furuhaug
Oppdrag	Nummer og navn 23520 – Ål, Vestlia – Skred og flomvurdering for Kulufossen, Vestlia og deler av Oppsjø	Oppdragsleder Ingrid Alne
Dokument	Nummer 23520-03-0 Utført av Ragnhild Hammeren	Dato 2024-07-05 Kontrollert av Ingrid Alne, Petter Reinemo

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
0	05.07.24	RH	IA, PR	Utkast

Vurdering av flomsikringstiltak i Kulu

Sammendrag

I etterkant av ekstremværet «Hans» har Ål kommune engasjert Skred AS til å vurdere skredfare, kartlegge kritiske punkter og vurdere mulige sikringstiltak i Vestlia. Som en del av oppdraget er vassdraget Kulu vurdert med hensyn på kapasitet, mulige flomsikringstiltak og fordeling av vannføring i Kulus to løp. Det ble mye skader i det østre løpet til Kulu under Hans, da tilnærmet all vannføringen havnet hit og vasket ut vei og jernbane.

Formålet med denne rapporten er å kartlegge mulige sikringstiltak for å kunne gi tilstrekkelig sikkerhet for eksisterende bebyggelse langs Kulu basert på krav i TEK17 for ny bebyggelse, som stiller krav til 200-års gjentakintervall med klimapåslag. Rapporten gir også grunnlag for manøvrering av Hafslunds luke ved Tunga for fordeling av vannføring i Kulus to hovedløp. Det er foreslått at luken justeres slik at inntil 8 m³/s kan ledes mot det vestre løpet uten at det er behov for ytterligere tiltak i det vestre løpet. Beregnet 200-årsflom med 20 % klimapåslag er på 30 m³/s og resterende vil da ledes i det østre løpet i en flomsituasjon.

På grunn av fare for stor massetransport i Kulus østre løp og fare for tilstopping, har vi foreslått tiltak med bakgrunn i at hele 200-årsflommen kan ledes i det østre løpet, fordelt på hovedløp og flomløp. Aktuelle flomsikringstiltak langs østre løpet av Kulu er erosjonssikring, etablering eller utbedring av eksisterende ledevoller, utbedring av eksisterende mur, uttak av masser/hindringer fra elveløp samt tilpasning av bru.

Innhold

1	Bakgrunn	4
1.1	Innledning	4
1.2	Formål med rapporten	4
1.3	Kartleggingsområdet	4
1.4	Forbehold	5
2	Premisser, regelverk og krav for planlegging av sikringstiltak	6
2.1	Krav til sikkerhet mot flom i TEK 17	6
2.1.1	Ny bebyggelse	6
2.1.2	Eksisterende bebyggelse	6
2.2	Tiltak i bekkeløp	7
3	Grunnlag	8
3.1	Befaring	8
3.2	Tidligere vurderinger	8
3.3	Beskrivelse av elveløpet til Kulu	8
3.3.1	Bilder østre løp	10
3.3.2	Bilder av vestre løp	12
3.4	Beskrivelse av konstruksjoner	12
3.4.1	Østre løp	13
3.4.2	Vestre løp	15
3.5	Grunnforhold	16
3.6	Observasjoner under og etter ekstremværet «Hans»	16
4	Dimensjonerende vannmengder	17
4.1	Beskrivelse av nedbørfelt	17
4.2	Dimensjonerende vannføring	18
5	Hydrauliske beregninger	19
5.1	Metode	19
5.2	Modellvalg	19
5.3	Oppsett av modell	19
5.3.1	Terrengmodell	19
5.3.2	Modelloppsett	19
5.3.3	Konstruksjoner	23
5.4	Kalibrering og tilpasning av modell	23
5.5	Modellering av dimensjonerende flommer	23
5.5.1	Vestre løp	23
5.5.2	Østre løp	24
5.5.3	Kapasitet bruer	27
5.6	Følsomhetsanalyser	27
6	Risikoreduserende tiltak	28
6.1	Vestre løp	28

6.2	Østre løp.....	28
6.3	Kryssing ved Nysetvegen.....	31
7	Referanser	33
8	Vedlegg.....	34

1 Bakgrunn

1.1 Innledning

Ekstremværet «Hans» 8. og 9. august 2023 ga to døgn med svært mye nedbør i Ål kommune. I etterkant av ekstremværet har Ål kommune engasjert Skred AS til å blant annet kartlegge kritiske punkter og vurdere mulige sikringstiltak. Som del av dette er kapasiteten til vassdraget Kulu vurdert, samt vurdert mulige flomsikringstiltak og fordeling av vannføring i Kulus to løp.

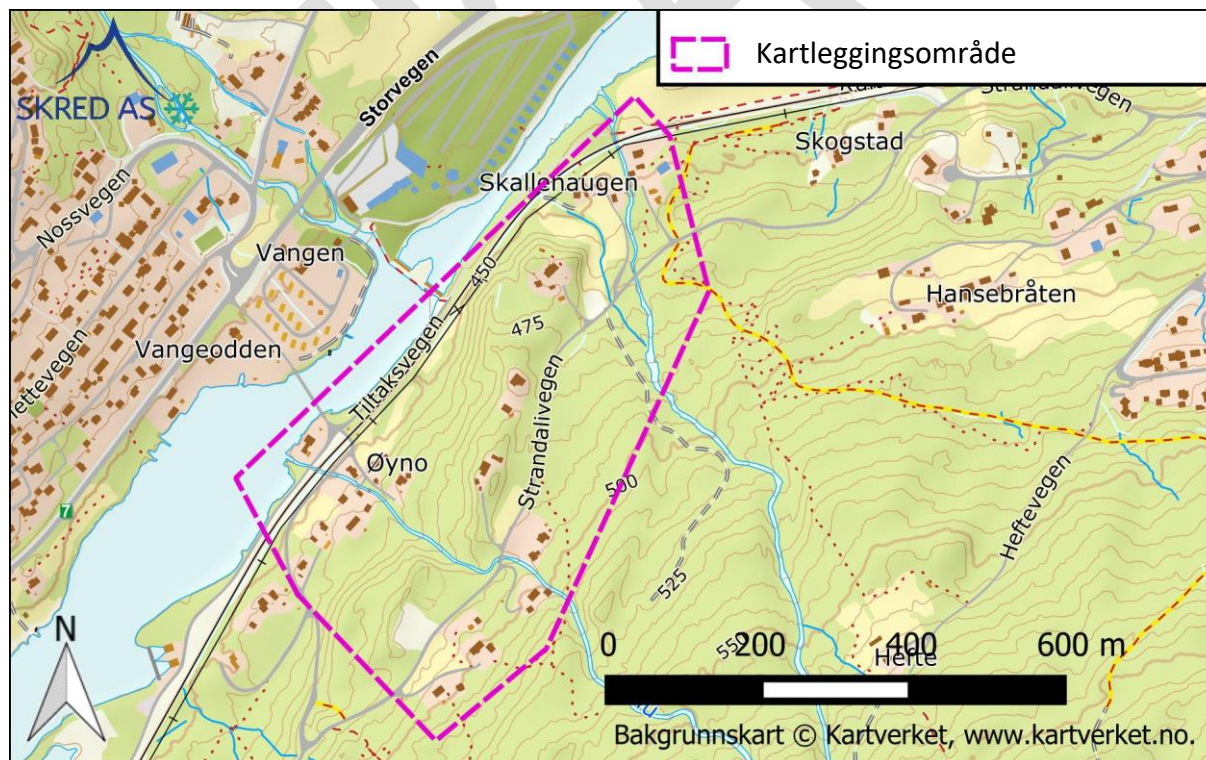
1.2 Formål med rapporten

Formålet med denne rapporten er å kartlegge mulige sikringstiltak for å kunne gi tilstrekkelig sikkerhet for eksisterende bebyggelse langs Kulu basert på krav i TEK17 for ny bebyggelse. Rapporten vil også være grunnlag for manøvrering av Hafslunds luke ved Tunga, for fordeling av vannføring i Kulus to løp.

Siden den eksisterende bebyggelsen som skal sikres består av boliger legges TEK 17 § 7-2 sikkerhetsklasse F2 til grunn for vurderingene, som innebærer årlig sannsynlighet for flom < 1/200 der foreliggende klimaframskrivninger er hensyntatt.

1.3 Kartleggingsområdet

Kulu ligger i Ål sør for Strandafjorden og Hallingdalselva. Kartleggingsområdet er begrenset til områdene med bebyggelse langs vestre og østre løp av Kulu. Beliggenheten til kartleggingsområdet er vist på Figur 1.



Figur 1: Beliggenheten til kartleggingsområdet, ved Kulu i Ål kommune.

1.4 Forbehold

Flomvurderinger er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik det fremsto på vurderingstidspunktet etter «Hans». Hvis terreng eller vegetasjon endres betydelig, kan det ha betydning for flomforholdene. Det kan innbefatte fysiske endringer i vassdraget eller endring i klimaframskrivninger. Da anbefales det å utføre en ny vurdering av reell flomfare og eventuelle sikringstiltak sin effekt.

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

Mange av tiltakene omfatter både privat, kommunal og statlig grunn og infrastruktur. Dette er ikke tatt hensyn til i forslag av tiltak og må løses ved de enkelte tiltakene der det er flere involverte parter.

2 Premisser, regelverk og krav for planlegging av sikringstiltak

2.1 Krav til sikkerhet mot flom i TEK 17

2.1.1 Ny bebyggelse

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, 2023)

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

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

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

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

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

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

2.1.2 Eksisterende bebyggelse

Hentet fra NVE «Sikringshåndboka»:

«For eksisterende bebyggelse kan målet være å forbedre sikkerheten for et definert område. Dette betyr at det kan velges et annet sikkerhetsnivå enn i kravene i TEK17, som for eksempel 1/100. Det er viktig å være klar over at dette kan legge begrensinger på fremtidig utbygging. Derfor velges det ofte å forholde seg til kravene i TEK17.»

2.2 Tiltak i bekkeløp

Tiltak i vassdrag og for å endre på flomveier vil defineres som vassdragstiltak etter Vannressursloven, og vil kreve tillatelse med hjemmel i denne. Noen aktuelle bestemmelser er gjengitt under.

Vannressursloven §5:

Enhver skal 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.

Vassdragstiltak skal fylle alle krav som med rimelighet kan stilles til sikring mot fare for mennesker, miljø eller eiendom.

Vannressursloven §8:

Ingen må iverksette vassdragstiltak som kan være til nevneverdig skade eller ulempe for noen allmenne interesser i vassdraget eller sjøen, uten at det skjer i medhold av reglene i §12 eller § 15, eller med konsesjon fra vassdragsmyndigheten.

Vassdragsmyndigheten kan i forskrift eller i det enkelte tilfelle fastsette at tiltak utenfor vassdraget som kan ha påtagelige virkninger for et vassdrag, må ha konsesjon."

Vannressursloven §20:

Vassdragsmyndigheten kan fastsette i forskrift eller i det enkelte tilfelle at det ikke trengs konsesjon etter loven her for tiltak som [...] d) er tillatt i reguleringsplan etter plan-og bygningsloven.

NVE publikasjon 1/2021 Veileder til vannressursloven og NVEs behandling av vassdrags- og grunnvannstiltak angir nærmere hvordan ulike vassdragstiltak forvaltes. Vi anbefaler at Ål kommune planlegger tiltakene i samråd med NVE.

Grannelova § 2:

«Ingen må ha, gjera eller setja i verk noko som urimeleg eller uturvande er til skade eller ulempe på granneeigedom. Inn under ulempe går òg at noko må reknast for farleg.»

I henhold til grannelova kan man ikke gjøre tiltak som gir urimelig økt ulempe for naboene.

3 Grunnlag

3.1 Befaring

Befaring i området ble utført 24.04 av Ingrid Alne og Ingvild Brekke, samt en påfølgende befaring 25.05 av Ingrid Alne og Petter Reinemo (alle fra Skred AS). Under befaring i april var det fortsatt en del snø i det østre elveløpet, men i mai var det bart. Registeringer ble gjort til fots og med drone.

3.2 Tidligere vurderinger

Etter befaringen i april ble det laget en skisse og beskrivelse på epost av hastetiltak av Skred AS som ble utført av entreprenør i regi av Ål kommune før vårflommen. Det ble også utført en vurdering av kapasitet i det vestre løpet som grunnlag for at Hafslund kunne justere åpningen til luka i dammen ved Tunga for å lede mer av vårflommen dit.

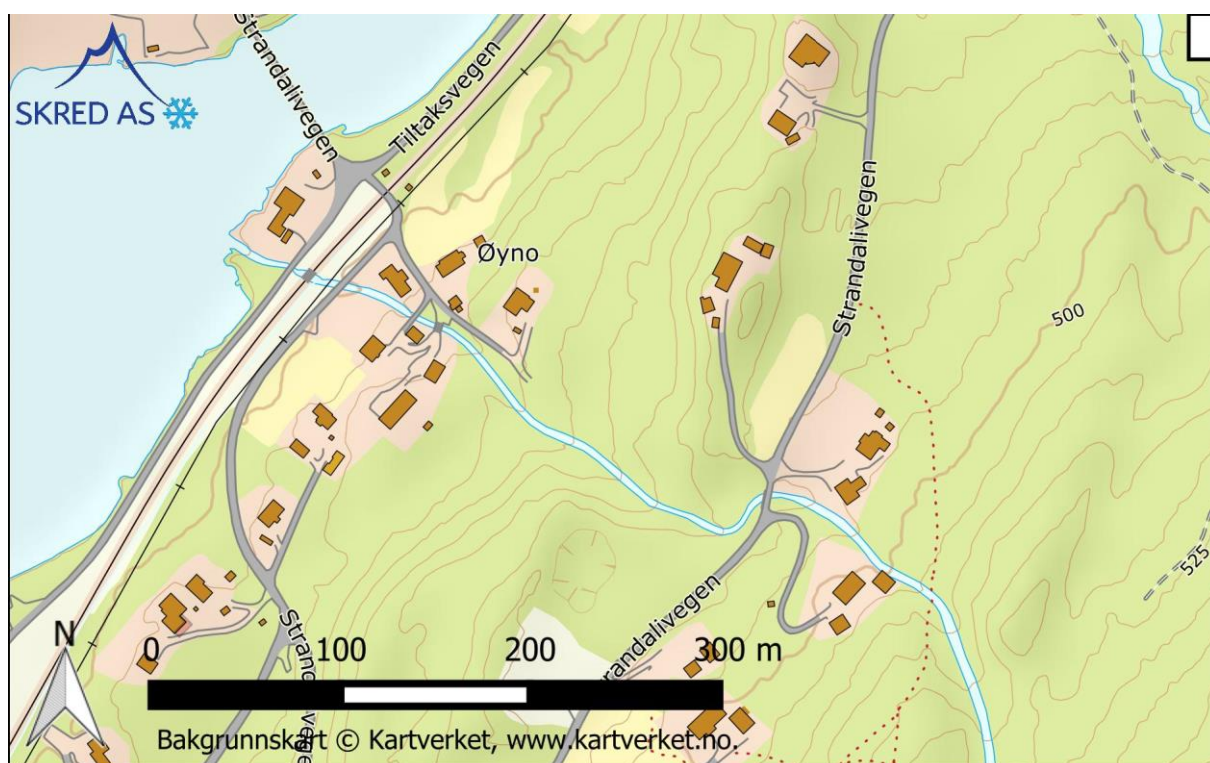
3.3 Beskrivelse av elveløpet til Kulu

Kulu har sitt utspring rundt et myrområde på fjellplatået sørøst for Strandafjorden, og renner i ett løp herfra forbi inntaket til Kulu kraftverk og videre ned til Tunga. Før utbyggingen av Kulu kraftverk var det et flomløp rett vest for inntaksdammen som ledet mer vann i det vestre løpet under flom. Ved Tunga er det etablert en dam som fordeler vannføringen i to løp. Dammen består av en luke som styrer vannføringen mot det vestre løpet og et fast overløp som leder resterende vannføring til det østre løpet.

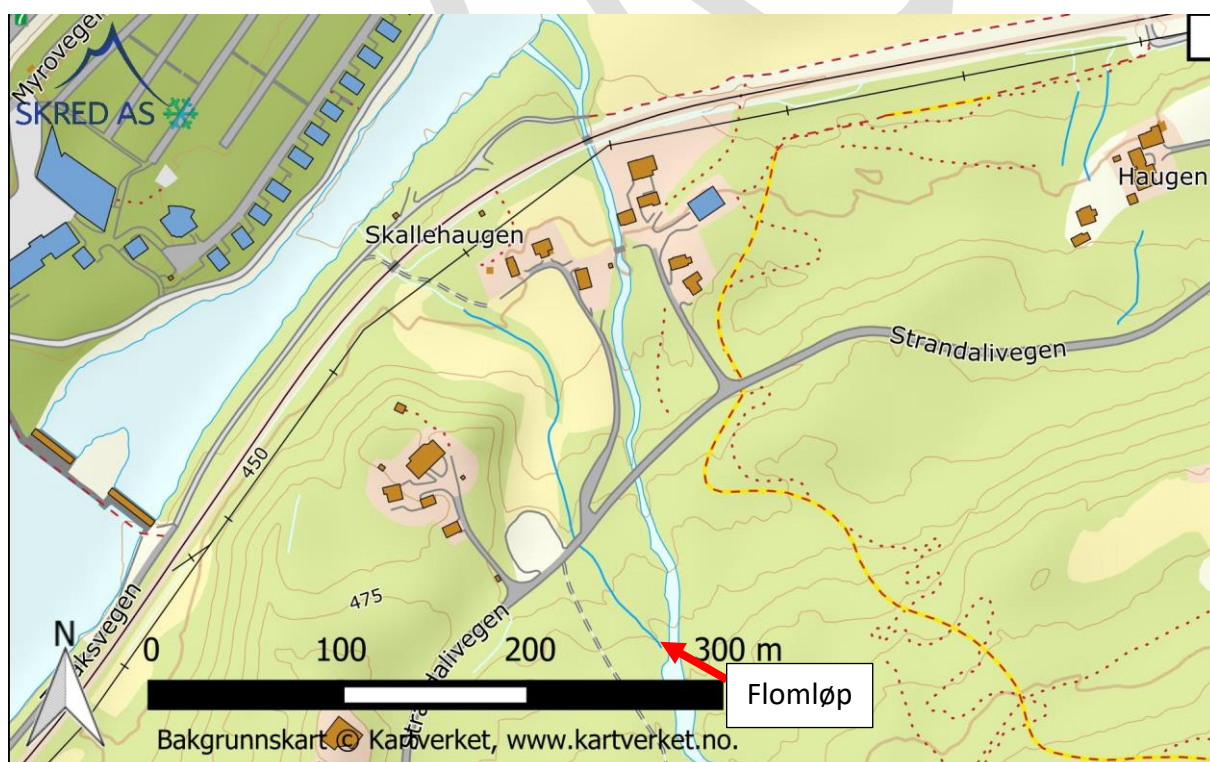
Omtrent 700 meter nedstrøms delingspunktet møter det vestre løpet den første bebyggelsen langs Strandalivegen. Videre følger et kort parti uten bebyggelse før bebyggelsen ved Øyno og videre kryssing av jernbanen og turvei før utløpet i Strandafjorden.

Det østre løpet deles igjen i to løp, et østre hovedløp og et vestre flomløp, omtrent 900 meter nedstrøms delingspunktet ved Tunga og ca. 90 meter oppstrøms kryssing av Strandalivegen. Begge løpene krysser Strandalivegen med bruer. Nedstrøms Strandalivegen er det spredt bebyggelse ned til kryssing av jernbanen og utløp i Hallingdalselva. Hovedløpet krysses i tillegg av en bru mellom Strandalivegen 104 og 118.

Elveløpene består av en blanding grus, stein og større blokker som stedvis kan yte høy friksjon mot vannmassene. Det er også bart fjell i elveløpet enkelte steder. Basert på observasjoner, lokal informasjon og tilgang på løsmasser vurderer vi at det er stort potensiale for massetransport under flom. Figur 2 og Figur 3 viser oversiktskart over området for henholdsvis vestre og østre løp.



Figur 2: Oversiktskart over kartleggingsområdet og Kulu vestre løp.



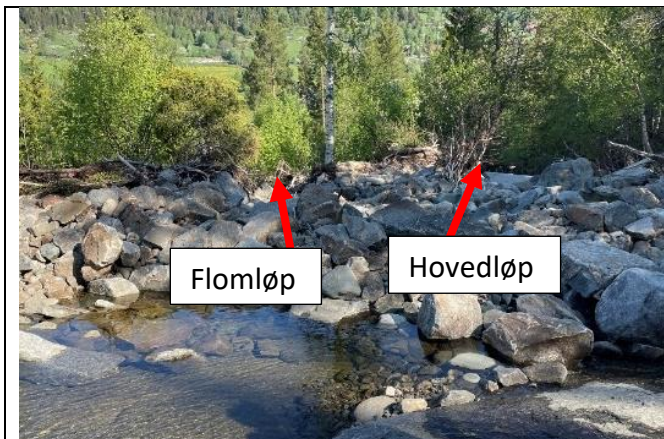
Figur 3: Oversiktskart over kartleggingsområdet og Kulu østre løp.

3.3.1 Bilder østre løp



Figur 4: Dronebilde av det østre løpet tatt 24.05.24.

Figur 5: Bilder av elveløpet i det østre løpet.



Østre elveløp der det deler seg og noe vann ledes i flomløpet mot vest. Etter Hans er det avsatt mye masser i splitten mot flomløpet i vest, som vil begrense vannmengden her.



Elveløpet oppstrøms flomløpet



Elveløpet oppstrøms Strandalivegen 106 hvor det er lagt opp mye masser på sidene.



Flomløpet i østre del av Kulu sett ned mot jernbanen.

3.3.2 Bilder av vestre løp

Figur 6: Bilder av det vestre elveløpet til Kulu.



3.4 Beskrivelse av konstruksjoner

Dammen ved Tunga, vist i Figur 7, fordeler vannet mot vest via luka og mot øst via overløpsterskelen. Ved lav vannføring går dermed alt vannet mot vest, mens under flom så går alt vannet luka ikke har kapasitet til mot øst. Kapasiteten til luka avhenger av åpningen.



Figur 7: Dammen ved Tunga med luka mot vestre løp og overløpsterskel mot østre løp.

3.4.1 Østre løp

I det østre løpet er det tre bruer i det hovedløpet og to i flomløpet (ikke inkludert turveien nedstrøms jernbanen). I hovedløpet har den øverste brua god kapasitet og er fundamentert på fjell, se Figur 9. Vannet har god hastighet her og eventuelle masser vil spyles gjennom brua. Elva gjør en krapp sving like nedstrøms brua hvor adkomstveien til 118 ligger, og denne er svært utsatt for erosjon og ble vasket ut under «Hans». Brua mellom Strandalivegen 106 og 118, Figur 8, ligger på den flate strekningen ned mot jernbanen hvor masser avsettes under flom. Den har en stålpilar midt i løpet som også øker faren for gjentetting. Vannet stod over rekkverket under Hans og ledet mye vann inn på tunet til 106. Brua under jernbanen er forholdsvis liten, og elveløpet flater ut i forkant og etter brua, som gjør at den er utsatt for tilstopping under flom. Flomløpet krysser jernbanen i en undergang som har store dimensjoner og er fundamentert på fjell. Bilder av konstruksjonene er vist i Figur 9 og Figur 8.



Figur 8: Gangbru mellom Strandalivegen 106 og 118.

Figur 9: Bilder av konstruksjoner i det østre løpet til Kulu.



Brua til flomløpet ved Strandalivegen



Brua til hovedløpet ved Strandalivegen



Jernbaneundergangen til flomløpet



Jernbaneundergangen til hovedløpet

3.4.2 Vestre løp

Bruene framstår som godt fundamentert og med forholdsvis god lysåpning. Det er jevnt helning på elveløpet, med unntak av ved jernbanen hvor det flater litt ut.

Figur 10: Bilde av konstruksjoner i vestre løp av Kulu



Den øverste brua ved Strandalivegen 155



Brua ved Strandalivegen 232



Brua ved Strandalivegen 230



Jernbanebrua og Strandalivegen sett i bakgrunn

3.5 Grunnforhold

Området består ifølge NGU sitt løsmassekart av morenemateriale med stedvis stor mektighet (kartlagt i 1:250 000) langs det partiet av Kulus vestre løp som er bebygd. Dette gjelder også for det østre løpet rundt Strandalivegen og ned til der bebyggelsen starter, mens det videre nedover er elve- og bekkeavsetninger (kartlagt i 1:250 000). Området ligger over marin grense.

3.6 Observasjoner under og etter ekstremværet «Hans»

Observasjoner, video, bilder og flyfoto under og etter ekstremværet «Hans» sammen med estimert flomvannføring er benyttet til å verifisere den hydrauliske modellen og resultatene.

Adkomstveien til Strandalivegen 118 ble gravd over, som gjorde at vannet rant innover jordet og adkomstveien og delte seg mot østre og vestre jernbaneundergang. Før veien ble gravd over rant trolig mesteparten av vannet i hovedløpet og det dro ut av elveløpet ved og oppstrøms brua mellom 106 og 118 inn på tunet til Strandalivegen 106. Flyfoto fra 10. august er vist i Figur 11 som viser situasjonen etter at veien var gravd over.



Figur 11: Flyfoto fra 10. august 2024 i etterkant av Hans i det østre løpet av Kulu hentet fra Norgebilder.no

4 Dimensjonerende vannmengder

4.1 Beskrivelse av nedbørfelt

Nedbørfeltet til Kulu drenerer nordvestover og er relativt slakt i øvre del, bestående av snaufjell, skog, tjern og myrer. I nedre del har feltet en jevn bratt gradient og er dominert av skog. Tjernene og myrområdene i øvre del vil bidra med naturlig flomdempning. Inntaksdam til Kulu kraftverk ligger i øvre del av lia ned mot Strandafjorden og Hallingdalselva.

Nedstrøms inntaksdammen ligger en fordelingsdam som fordeler vann i Kulus vestre og østre løp med en luke mot vest og et fast overløp mot øst. Feltkarakteristika til Kulu er vist i Tabell 2 og feltgrensene er vist i Figur 12.

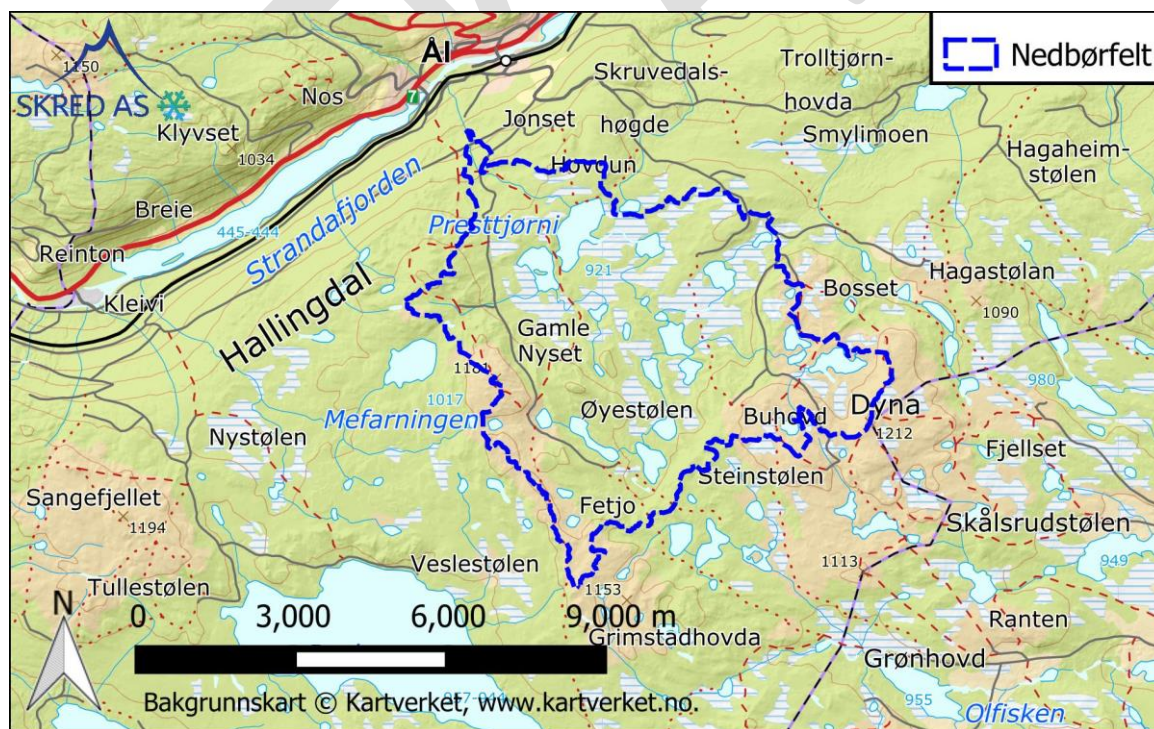
Slukeevnen ved Kulu kraftverk er på $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ som ledes rett ut i Strandafjorden, men det er ingen magasinering av vann ved inntaket, så feltet framstår uregulert. Under Hans gikk inntaket tett, og alt vannet gikk i Kulu.

Flomberegningen er utført for Kulu ved fordelingsdammen ved Tunga. Resterende feltareal for vestre og østre løp er på henholdsvis kun $0,4 \text{ km}^2$ og $0,3 \text{ km}^2$, slik at det vurderes at disse kan neglisjeres ved beregning av flomverdier.

Tabell 2: Feltkarakteristika til Kulu.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	qN* [l/s*km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Snaufjell [%]	Feltlengde [km]	Høydeint. [moh.]
Kulu v/Tunga	39,4	16,3	3,06	55	17	9,7	609 - 1211

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90.



Figur 12: Feltgrensene til Kulu ved fordelingsdam ved Tunga.

4.2 Dimensjonerende vannføring

Dimensjonerende vannføring beregnet for Kulu er gitt i Tabell 3. Spesifikk 200-årsflom med klimatillegg er beregnet til 761 l/s*km². Detaljert flomberegning er vist i Vedlegg 1. Under Hans er det estimert basert på nærliggende målestasjoner at det kom ca. 17- 19 m³/s ved Tunga, som tilsvarer en 20-årsflom i dagens klima. Ettersom tilnærmet alt av dette gikk i det østre løpet, var det trolig et høyere gjentaksintervall for det østre løpet.

Tabell 3: Dimensjonerende vannføring i Kulu med og uten klimapåslag (kulminasjon).

Vassdrag	Feltareal [km ²]	Klima- påslag	Middelflom	Middelflom	Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
			Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]		
Kulu v/Tunga	39,4	Ingen	9,1	230	2.78	25
Kulu v/Tunga	39,4	1.2	10,9	276	2.78	30

5 Hydrauliske beregninger

5.1 Metode

Det er etablert en hydraulisk modell for hvert av de to løpene til Kulu med mål om å kartlegge kapasiteten til løpene som grunnlag for å finne hensiktsmessig fordeling av vannføring i de to løpene, samt mulige sikringstiltak for å kunne håndtere fremtidig 200-årsflom på en trygg måte slik at bebyggelse ikke blir berørt.

Det er tatt utgangspunkt i å kartlegge kritisk verdi for flomvannføring i det vestre løpet og deretter forutsatt at luken ved dammen justeres tilsvarende, slik at resterende vannføring går i det østre løpet. Det er også sett på en situasjon hvor luken mot det vestre løpet er tilstoppet slik at tilnærmet hele den fremtidige 200-årsflommen er ledet til det østre løpet. Dette var situasjonen under Hans, da inntaksrista foran luka gikk tett og så å si alt vannet gikk i det østre løpet.

5.2 Modellvalg

I beregning av vannlinje og hydrauliske parametere er programvaren Hec-Ras versjon 6.5 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 Oppsett av modell

5.3.1 Terrengmodell

Terrengmodellen som er benyttet i den hydrauliske modellen er basert på bakkepunkter fra LiDAR-data av området fra 2018 (NDH Hol-Ål 5pkt 2018) lastet ned fra www.hoydedata.no. Det er etablert en terrengmodell med horisontal oppløsning på 0,5 x 0,5 meter og gjort justeringer av terrengmodellen basert på innmålinger med CPOS-GPS fra befaringen for å inkludere endringene som er blitt gjort etter ekstremværet «Hans». Innmålingene er fra april 2024 og inkluderer ikke de siste «hastetiltakene» som ble utført i etterkant av denne befaringen, men noe av dette er lagt til manuelt basert på observasjoner.

For det østre løpet er terrengmodellen justert under alle bruer. I tillegg er elveløpet justert etter innmålinger like oppstrøms jernbanebru i hovedløp øst og nedstrøms Strandalivegen i hovedløp øst. Nedstrøms Strandalivegen er overhøyden på begge sider av elveløpet hevet noe for å holde vannet i elveløpet. Disse justeringene i terrengmodellen er basert på faktiske terrengendringer som er utført i forbindelse med opprydning etter ekstremværet «Hans».

For det vestre løpet er terrengmodellen justert under alle bruer tilsvarende innmålte bredder.

5.3.2 Modelloppsett

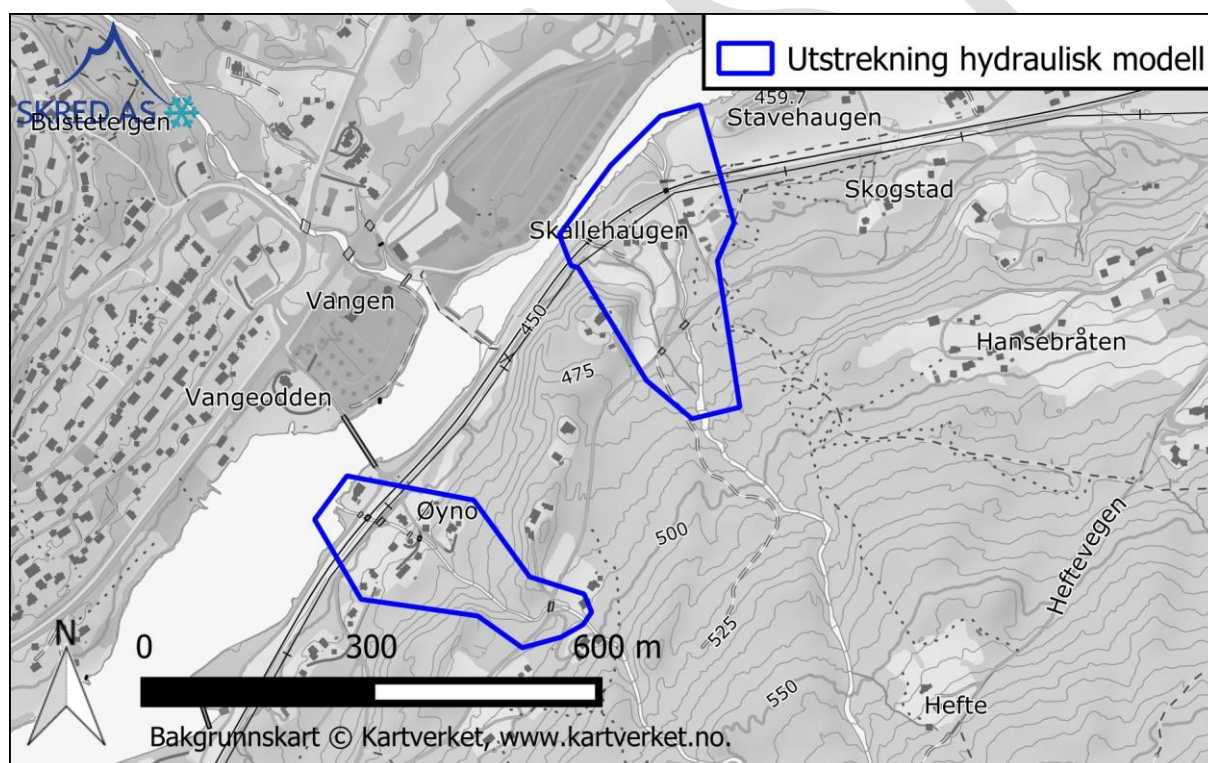
Det er utført beregninger for både det vestre og det østre løpet av Kulu som skilles ved Tunga med Hafslunds lukekonstruksjon. Kulus østre løp er modellert fra oppstrøms delingspunktet for hovedløp og flomløp sør for kryssing av Strandalivegen, ned til utløpet i Hallingdalselva. I tillegg er det gjort en beregning isolert rundt jernbanen for å vurdere

kapasiteten til jernbanebruene. Det vestre løpet er modellert fra litt ovenfor den første brua og ned til utløpet i Hallingdalselva.

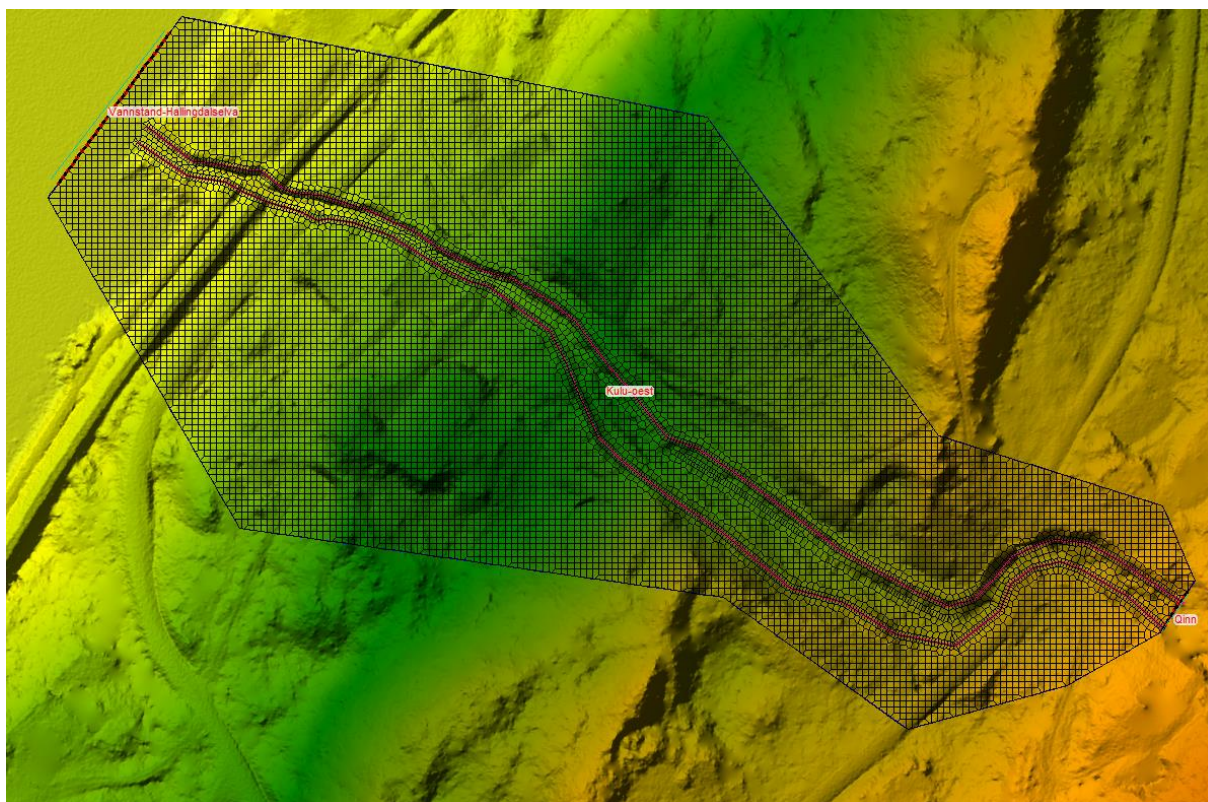
Benyttede parametere i modellen er oppsummert i Tabell 4. Utstrekningen til de hydrauliske modellene er vist på Figur 13. Terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 14 og Figur 15.

Tabell 4: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Kulus vestre og østre løp.

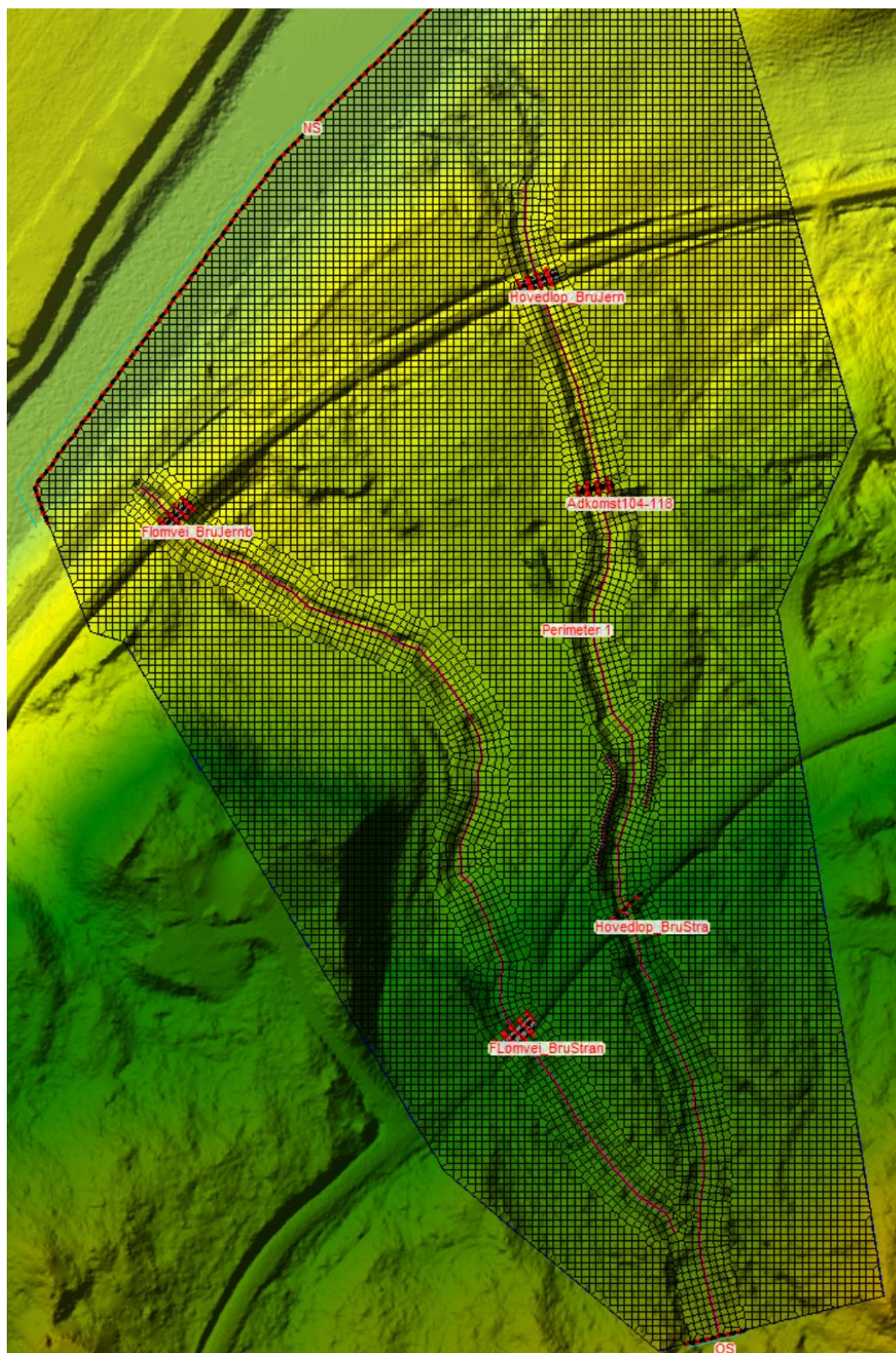
Parameter	Kulu vestre løp	Kulu østre løp
Oppløsning på terrengmodell	0,5 x 0,5 meter	0,5 x 0,5 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Normalstrømning	Normalstrømning
Cellestørrelse beregningsgrid	2 x 2 meter	2 x 2 meter
Likningssett	Full momentum	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av courant-number mellom 0,1 og 1,0	Gitt av courant-number mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	15	15



Figur 13: Utstrekning til hydraulisk modell.



Figur 14: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser, Kulus vestre løp.



Figur 15: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser, Kulus østre løp.

5.3.3 Konstruksjoner

En oversikt over bruene langs vassdraget er vist i Tabell 5. Brudekkene til bruene langs det vestre løpet er ikke lagt inn i den hydrauliske modellen, men det er kontrollert om vannstanden vil nå underkanten av dekkene. For det østre løpet er alle brudekkene lagt inn i modellen med unntak av dekket til bru langs Strandalivegen over hovedløpet, som forventes å ha god nok kapasitet for flomvannføringen.

Tabell 5: Oversikt over bruer langs Kulu.

Elvestrekning	Bru	Underkant bru [moh.]	Overkant bru [moh.]
Vestre løp	Strandalivegen 155	489.28-489.93	489.5 - 489.9
	Strandalivegen 232	457.78-457.3	458.78 – 458.3
	Strandalivegen 230	456.34 – 456.65	456.73 – 456.68
	Strandalivegen oppstrøms jernbanen	449.83-449.5	450.35
	Jernbanen	447.5-447.2	448.65
Østre løp, hovedløp	Strandalivegen	462,61-463,65	463,93-464,37
	Adkomst mellom Strandalivegen 104/106 og 118	450,77	451,13
	Jernbanen	445,33	446,36
Østre løp, flomløp	Strandalivegen	466,57-466,61	466,89-466,93
	Jernbanen	446,44-466,49	447,28-447,11

5.4 Kalibrering og tilpasning av modell

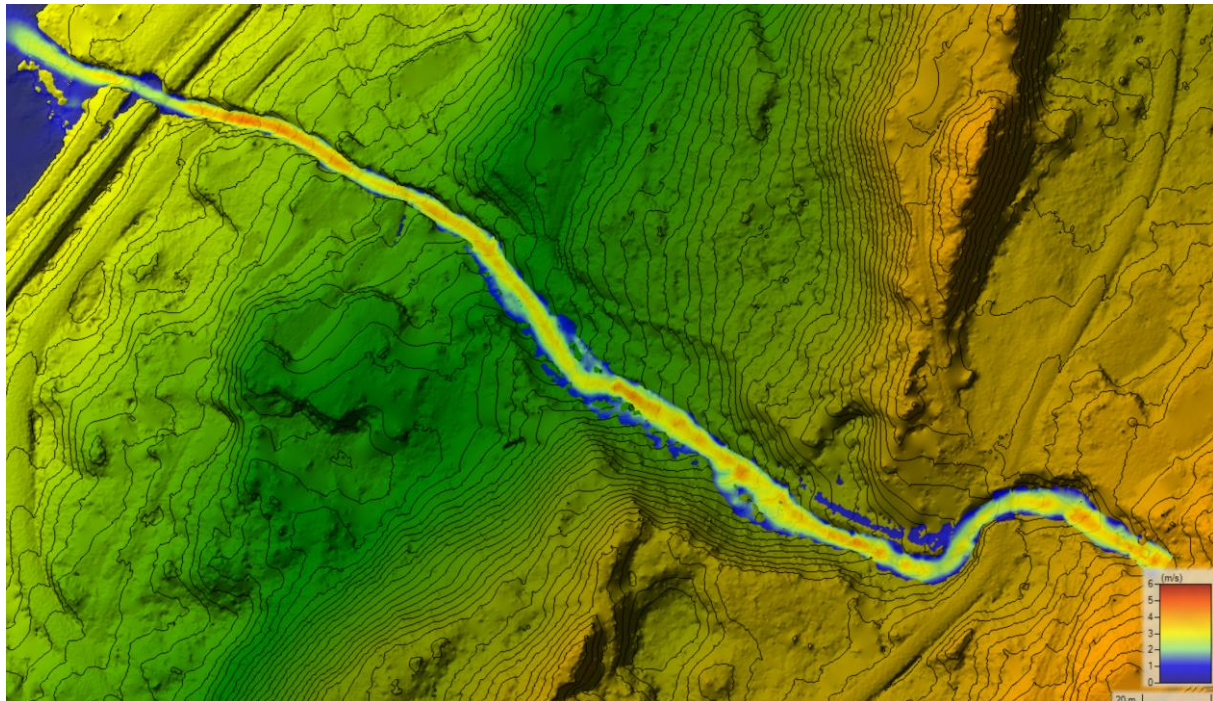
Resultatene fra de hydrauliske modellene er sammenlignet mot observasjoner og flyfoto under og etter ekstremværet «Hans» i august 2023.

5.5 Modellering av dimensjonerende flommer

5.5.1 Vestre løp

Det er kjørt et flomforløp med økende vannføring fra 3 m³/s inntil 20 m³/s for å vurdere hvilken kapasitet det vestre løpet og konstruksjonene der har i dagens situasjon. Luken i dammen på Tunga har en begrenset kapasitet ettersom overløpet mot øst aktiveres når vannet når et gitt nivå. Vi har vært i dialog med Hafslund om justering av luken og hvilke vannmengder som forventes å komme ved ulike lukeåpninger. Erfaringsmessig er det bruene som begrenser kapasiteten, og i første runde ble det vurdert hvilken kapasitet disse har for å sette et fornuftig nivå for luken. Ettersom det forventes noe massetransport i løpet, ble det lagt inn et fribord på 0,5 m fra vannstand opp til underkant bru, som viste at inntil 10 m³/s vil være et fornuftig nivå. Modelleringen viser at elveløpet har god kapasitet ved 10 m³/s som er godt erosjonssikret langs kantene.

Det kan oppstå store vannhastigheter i elva under flom, der vannhastigheter inntil 3-4 m/s vurderes realistisk basert på modelleringen. Figur 16 viser en illustrasjon av modellert strømningssituasjon.



Figur 16: Illustrasjon av modellert strømningssituasjon ved 10 m³/s.

5.5.2 Østre løp

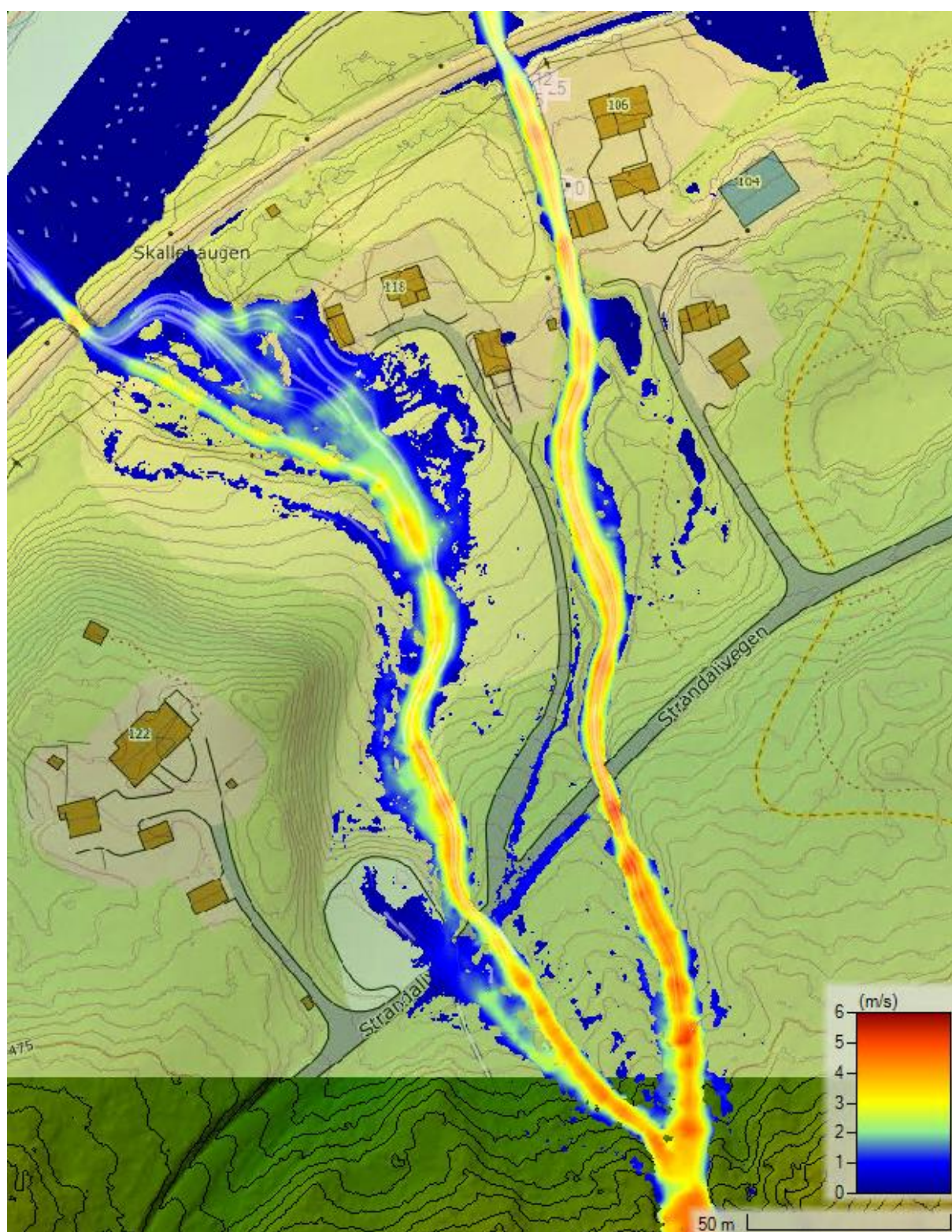
For en framtidig 200-årsflom i Kulus østre løp viser modelleringen at med benyttet terrengmodell fordeles vannføringen mellom hovedløp og flomvei med ca. 60 % i hovedløpet og 40 % i flomveien. Det vil si at dersom hele 200-årsflommen ledes til Kulus østre løp vil ca. 17 m³/s gå i hovedløpet mot øst og 13 m³/s i flomveien mot vest. Dersom 10 m³/s avledes i Kulus vestre løp, og 20 m³/s ledes til det østre løpet, vil fordelingen mellom hovedløp og flomvei være ca. 12 m³/s og 8 m³/s. Det bemerkes at det er stor usikkerhet knyttet til denne fordelingen da den vil endres ved eventuell terrengendring på grunn av massetransport. Slik situasjonen fremsto under befaringen med avlagrede masser ved innløpet til flomløpet, forventes det at en betydelig større andel enn 60 % vil gå i hovedløpet. Fordelingen kan også variere under en flomhendelse.

For hovedløpet viser modelleringen at plasseringen til de tiltakene som allerede er utført ser ut til å være tilstrekkelige for å holde vannet i elveløpet, dvs. voll langs begge sider av hovedløpet mellom Strandalivegen og bebyggelse og utbedringer i mur nedstrøms bebyggelse. Det er likevel noe usikkerhet knyttet til dette, da det ikke er utført en fullstendig oppmåling av topp voller langs elva. I tillegg er vollene bygget opp av stedlige masser og er utsatt for erosjon under en flom som vil kunne svekke konstruksjonene, og kan derfor ikke anses som et fullverdig tiltak som vil begrense faresonen for flom. Kapasiteten til jernbanebrua er ikke tilstrekkelig og flomvei/grøft langs jernbanen vil aktiveres.

For flomveien viser modelleringen at overhøyden langs løpet oppstrøms bru langs Strandalivegen er liten og fører til at flomvann drar ut av løpet. Vannet vil holde seg nært løpet, men vil, i tillegg til å finne veien tilbake til løpet og under brua, også strømme over vegen like vest for brua. Dette gjelder spesielt dersom hele 200-årsflommen ledes til det østre løpet. Vannstanden oppstrøms brua står høyere enn underkanten av brudekket. I tillegg er det fare for at det aktiveres en flomvei mot øst som leder vann langs og over Strandalivegen og videre langs adkomstvegen til Strandalivegen 118.

Videre nedstrøms i flomveien er overhøyden langs østre side av løpet liten i yttersvingen oppstrøms bebyggelsen ved Strandalivegen 118 hvor det også er pågående erosjon. Flomvann drar ut av løpet her og oversvømmer områdene oppstrøms innkjørselen til bebyggelsen samt videre nedstrøms like vest for bebyggelsen og ned til jernbanen. Ved jernbanen ledes vannet mot og under brua. Selve brua har tilstrekkelig kapasitet.

Det kan oppstå store vannhastigheter i elva under flom, der vannhastigheter større enn 4-5 m/s vurderes realistisk basert på modelleringen. Figur 16 viser en illustrasjon av modellert strømningsituasjon.



Figur 17: Illustrasjon av modellert strømningssituasjon ved en 200-årsflom inkludert klimapåslag i Kulus østre løp, hvor $10 \text{ m}^3/\text{s}$ er avledet i Kulus vestre løp. Tiltak utført like etter «Hans» er inkludert i modellen.

5.5.3 Kapasitet bruer

Beregnet kapasitet for de ulike bruene er vist i Tabell 6. Oppgitte kapasiteter er for friskeilstrømning uten tilstopping av bruene. Ved tilstopping reduseres kapasiteten.

Beregning isolert rundt jernbanebruene i det østre løpet med økende vannføringer viser at brua ved flomveien til det østre løpet har betydelig større kapasitet enn bru ved hovedløpet. Gjennom jernbanebrua over flomveien kan det gå ca. 16 m³/s før grøfta langs jernbanen mot hovedløpet aktiveres, som skjer omtrent samtidig som vannstanden når underkanten av brua. Under jernbanebrua ved hovedløpet er kapasiteten beregnet til ca. 6 m³/s før vannstanden når underkant bru, som vil inntreffe før grøfter langs jernbanen aktiveres.

For det vestre løpet er det kun sett på vannmengder inntil 20 m³/s, og derfor ikke beregnet total kapasitet for alle bruene. I det vestre løpet er det brua under jernbanen og brua ved Strandalivegen 230 som har dårligst kapasitet. Ettersom elva flater ut rett foran innløpet av jernbanekulverten vil denne trolig være mest utsatt for tilstopping og redusert kapasitet.

Tabell 6: Oppsummering av beregnet kapasitet og vannmengder ved de ulike bruene.

Elvestrekning	Bru	Teoretisk kapasitet (uten fribord) [m ³ /s]	Forventet vannmengde Q ₂₀₀ [m ³ /s]	Sannsynlighet for masseavlagring og redusert kapasitet
Vestre løp	Strandalivegen 155	> 20	8 - 10	Middels
	Strandalivegen 232	17,5		Middels
	Strandalivegen 230	14		Middels
	Strandalivegen oppstrøms jernbanen	> 20		Lav
	Jernbanen	15		Høy
Østre løp, hovedløp	Strandalivegen	30 - 31	12 - 25	Lav
	Adkomst mellom Strandalivegen 104/106 og 118	19		Høy
	Jernbanen	6		Høy
Østre løp, flomløp	Strandalivegen	6	8 - 13	Høy
	Jernbanen	16		Middels

5.6 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 ruhet med 20 %
- Hele fremtidige 200-årsflom ledet i østre løp med tilfeldig fordeling ved flomløp
- Tilstopping av luken og flomveien til østre løp slik at hele den fremtidige 200-årsflommen er ledet i hovedløpet til østre løp

Resultatene fra følsomhetsanalysene benyttes til å vurdere nødvendige sikringstiltak.

6 Risikoreduserende tiltak

Det foreslås tiltak for å redusere risikoen ved flom og sikre eksisterende bebyggelse i etter sikkerhetsklasse F2 for ny bebyggelse i TEK 17 §7-2. Dette innebærer at årlig sannsynlighet for flom ikke skal overstige 1/200 inkludert klimapåslag. På grunn av fare for stor massetransport i Kulu og fare for tilstopping, foreslås det tiltak med bakgrunn i at hele den 200-årsflommen kan ledes i det østre løpet, fordelt på hovedløp og flomløp.

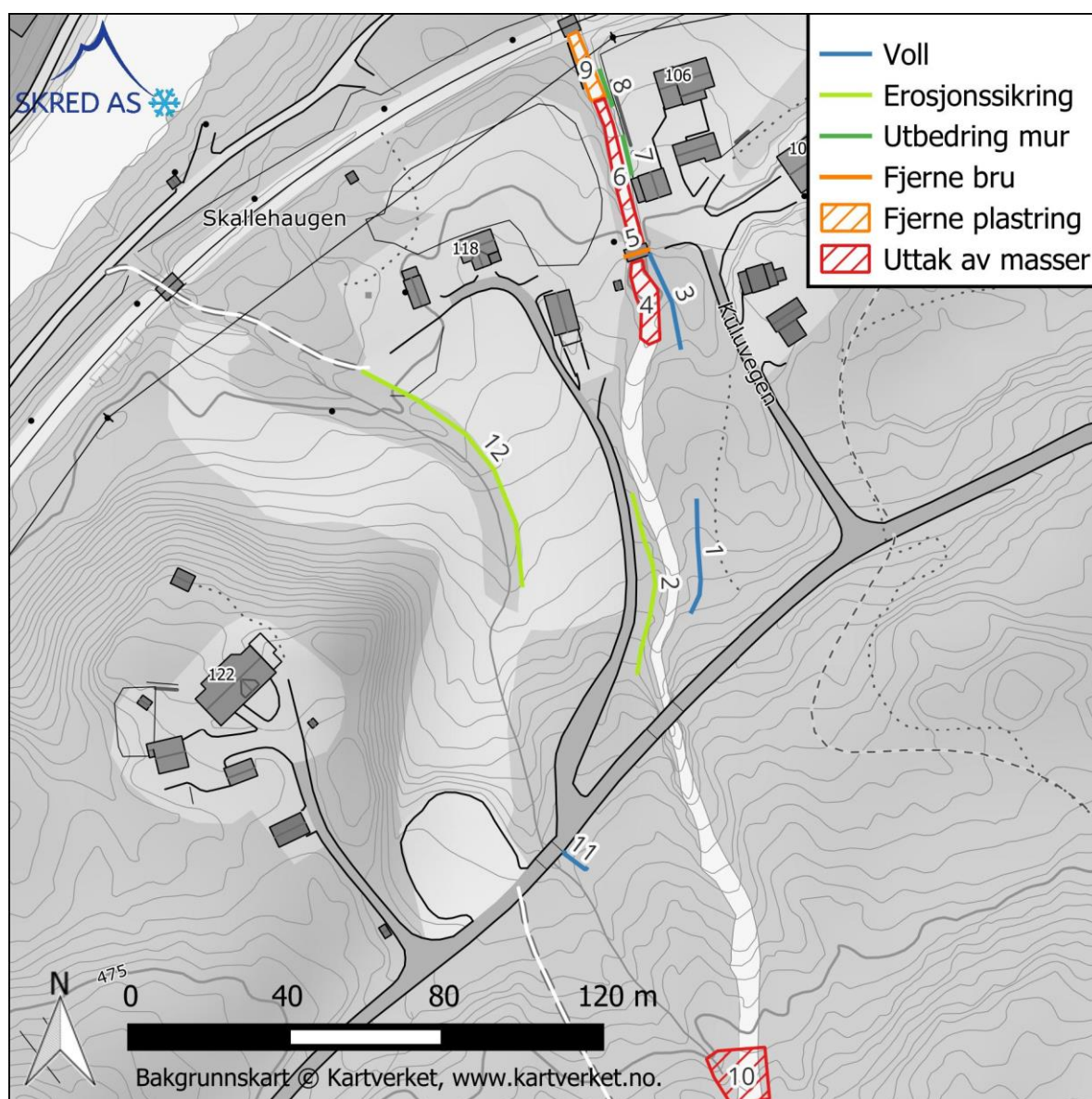
Aktuelle flomsikringstiltak langs østre løpet av Kulu er erosjonssikring, etablering eller utbedring av eksisterende ledevoller, utbedring av eksisterende mur, uttak av masser/hindringer fra elveløp samt tilpasning av bru. I tillegg vil det vestre løpet benyttes i større grad enn tidligere til å ta unna vannmengder og redusere risiko for mye vann i det østre løpet. Aktuelle sikringstiltak er beskrevet og skissert i det videre, men må detaljeres ytterligere før eventuell utførelse.

6.1 Vestre løp

For vestre løp innebærer risikoreduserende tiltak å holde vannføringen innenfor kapasiteten til løpet, uten at det får konsekvenser for bebyggelsen rundt. Det vil si at luke ved fordelingsdam ved Tunga styres slik at vannføringen til vestre løp holdes på ca. 8 m³/s, for å ta høyde for usikkerhet i beregnet kapasitet på luka og tilførte vannmengder nedstrøms Tunga. Inntaksristen foran luka skal fjernes for å sikre at funksjonen opprettholdes under flomhendelser. På grunn av isproblemer i vestre løp, kan det være aktuelt med en nedjustert åpning vinterstid for å redusere vannmengden som ledes hit vinterstid. Dette forutsetter at man åpner luka før vårflommen hvert år.

6.2 Østre løp

Foreslåtte tiltak for å sikre eksisterende bebyggelse langs Kulu vises i Figur 18 og beskrives kort i Tabell 7, med nummerering som i figuren. Noen av tiltakene er også beskrevet i e-post «Hastetiltak Kulu» til Svein Furuhaug oversendt 29. april 2024, og ble delvis utført i april 2024. I tillegg til disse tiltakene bør kulverten under jernbanen utvides for å kunne ta unna forventede vannmengder. Alternativt må det anlegges et flomløp langs jernbanen til en kryssing med bedre kapasitet, men dette er opp til Bane NOR å vurdere.



Figur 18: Plassering til foreslåtte sikringstiltak for Kulus østre løp.

Tabell 7: Forslag til sikringstiltak langs Kulus østre løp.

Nr.	Type tiltak	Beskrivelse	Dimensjonerende vannføring [m^3/s]	Vedlikeholdsbehov	Forventet effekt av tiltak
1	Voll av stedlige masser	Høyde ca. 0,5-1 m, lengde. Som beskrevet i pkt. 1. Erosjonssikres med plastring som forankres i en fotgrøft. Innenfor plastringen etableres et filterlag og en støttefylling.	15-20	Jevnlig tilsyn og evt. utbedring av skader	Hindre vann mot bebyggelse
2	Erosjonssikring	Erosjonssikres med plastring som forankres i en fotgrøft. Innenfor plastringen etableres et	15-20	Jevnlig tilsyn og evt. utbedring av skader	Hindre utgraving av vei og vann mot

		filterlag for å hindre utvasking.			Strandalivegen 118
3	Voll av stedlige masser	Høyde ca. 0,5-1 meter. Trekkes litt inn fra elveløpet oppover fra brua for å redusere fare for undergraving, samt legges slik at den avskjærer vann tilbake til elveløpet. Erosjonssikres med plastring som forankres i en fotgrøft. Innenfor plastringen etableres et filterlag og en støttefylling. Behovet for tetning bør vurderes for å unngå at områdene bak vollen oversvømmes.	15-20	Jevnlig tilsyn og evt. utbedring av skader	Hindre vann mot Strandalivegen 106
4	Uttak av masser	Uttak av masser fra elveløpet som ekstremværet «Hans» førte med seg. Avgraving må tilpasses slik at det oppnås en jevn gradient på elveløpet frem til Bane NOR sitt tiltak sikringstiltak oppstrøms jernbanebrua.	-	Tilsyn og evt. uttak av masser før, under og etter flom.	Opprettholde kapasitet i elveløp
5	Fjerne bru	Fjerne bru og evt. etablere klopp som kan tas vekk før flom eller som det aksepteres at tas ved store flommer.	-	Fjerne klopp før flom eller etablere ny klopp etter flom	Reduksjon av restrisiko
6	Uttak av masser	Uttak av masser fra elveløpet som ekstremværet «Hans» førte med seg. Avgraving må tilpasses slik at det oppnås en jevn gradient på elveløpet frem til Bane NOR sitt tiltak sikringstiltak oppstrøms jernbanebrua.	-	Tilsyn og evt. uttak av masser før, under og etter flom.	Opprettholde kapasitet i elveløp
7	Utbedre skader på mur	Utbedre skader på mur der den har rast ut med stein med tilsvarende størrelse som eksisterende mur.	15-20		
8	Utbedre skader på mur	Utbedre skader på mur der den har rast ut med	15-20		

		stein med tilsvarende størrelse som eksisterende mur.			
9	Fjerne plastring	Fjerne potensiell ustabil plastring som bygger opp elveløpet og reduserer kapasiteten	-		Bedre strømningsforhold oppstrøms og gjennom jernbanebru, redusert fare for tilstopping
10	Uttak av masser	Uttak av masser som tilstopper flomveien.	-	Tilsyn og evt. uttak av masser før, under og etter flom.	Avlaste hovedløp
11	Voll/mur	Voll/mur med topp på samme nivå som bru.	6-10	Jevnlig tilsyn og evt. utbedring av skader	Hindre vann langs adkomst til Strandalivegen 118
12	Erosjonssikring	Erosjonssikre bekkekant i yttersving.	6-10	Jevnlig tilsyn og evt. utbedring av skader	Hindre utvasking av dyrket mark

6.3 Kryssing ved Nysetvegen

Ovenfor Kulufossen krysser Nysetvegen over Kulu med en bru, vist i Figur 19. Vi har ikke beregnet kapasiteten av denne, men på befaring var det spor etter mye vann langs veigrøfta fra brua og nedover Nysetvegen, vist i Figur 20. Vannet hadde dratt over veien noen hundre meter lenger nord og trolig dratt tilbake mot Kulu lengre ned. For å unngå at veien vaskes ut kan et risikoreduserende tiltak være å bygge opp muren på nordsiden slik at vannet ikke drar nedover Nysetvegen med en gang. Det kan også være aktuelt å oppdimensjonere brua.



Figur 19: Bru over Kulu ved Nysetvegen.



Figur 20: Spor etter vann i veigrøfta langs Nysetvegen.

7 Referanser

Direktoratet for byggkvalitet, 2023. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning § 7-2 [WWW Document]. URL <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-2>

Norsk Klimaservicesenter, 2024. Klimaprofiler [WWW Document]. URL <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/om>

NVE, 2022. Veileder 01/2022 - Veileder for flomberegninger.

8 Vedlegg

Vedlegg 1: Flomberegning

UTKAST

1 Vedlegg 1: Flomberegning

1.1 Metode

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

NVE sin veileder for flomberegninger (2022) er lagt til grunn for beregning av dimensjonerende flommer.

1.2 Flomfrekvensanalyse

1.2.1 Målestasjoner

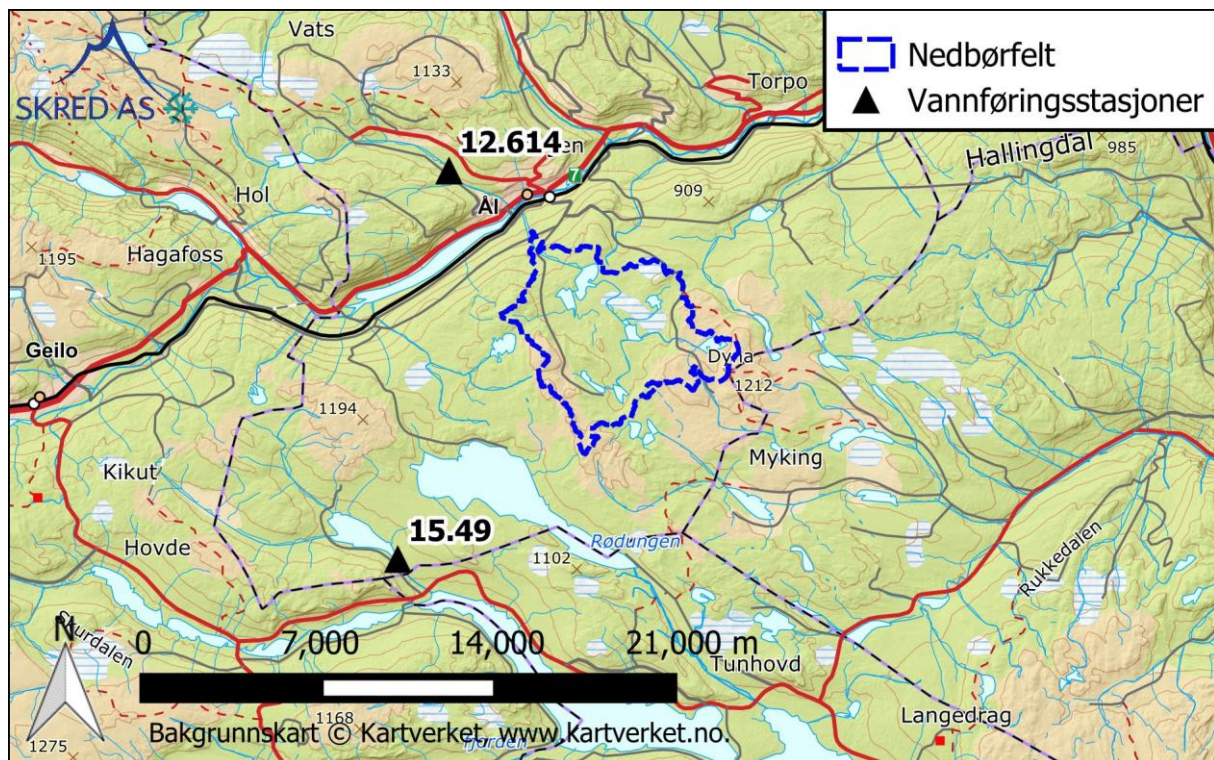
Det foreligger ingen kjente målinger av flomvannføring i Kulu. Det er derfor funnet et utvalg målestasjoner som sammen kan gi en indikasjon på flomforholdene. Kvaliteten til vannføringskurvene er gitt av NVE sin vurdering av aktuell kurve, noe som er avgjørende for kvaliteten til måledataene.

I Tabell 8 er det gitt et utvalg målestasjoner, inkludert feltkarakteristika, som sammen kan gi en indikasjon på flomforholdene i det vurderte nedbørfeltet og gi grunnlag for lokal flomfrekvensanalyse. Det er valgt ut stasjoner som ikke er påvirket av regulering og hvor det foreligger et datagrunnlag med tilstrekkelig kvalitet. Middelvrenning (q_n) er beregnet basert på måleserien ved hver stasjon. Kurve med høydefordelingen til stasjonene er vist i Figur 22 og beliggenhet er vist i Figur 21.

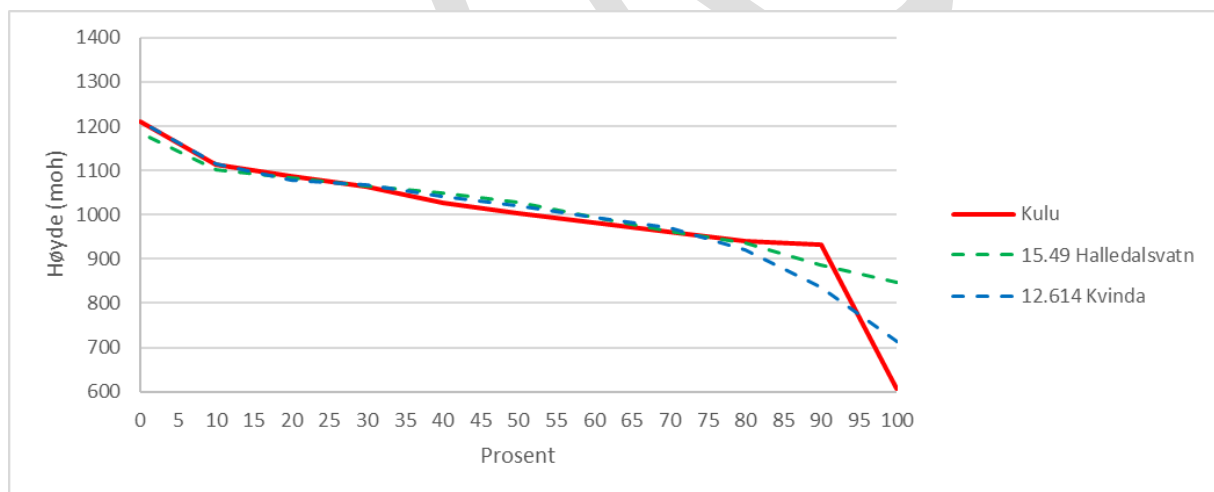
Tabell 8: Feltkarakteristika og kurvekvaliteten til utvalgte referansevassdrag.

Målestasjon	Feltareal [km ²]	Måleperiode [år]	q_n [l/s*km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Snaufjell [%]	Høydeint. [moh.]	Kurve- kvalitet (flom)
Kulu	39.4	-	16.3*	3.06	55	17	609-1211	-
15.49 Halledalsvatn	59	1964-2023	16.4	3.85	59	19	846-1028	Bra
12.614 Kvinda	49	2019-2023	21.4	0.55	54	24	714-1211	Usikker

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961–1990.



Figur 21: Beliggenhet til utvalgte målestasjoner.



Figur 22: Høydefordeling til Kulu og vurderte målestasjoner.

1.2.2 Valg av metode for flomfrekvensanalyse

Den mest representative målestasjonen 15.49 Halledalsvatn har lang serie med findata (> 25 år), og det er derfor valgt å gjøre flomfrekvensanalyse direkte på findata.

1.2.3 Lokal flomfrekvensanalyse

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 9 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 9: Resultater fra flomfrekvensanalyse på utvalgte måleserier, findata.

Målestasjon	År	Middelflom		Q ₂₀₀ / Q _M			Metode
		Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]	Nedre estimat	Middel- estimat	Øvre estimat	
15.49 Halledalsvatn	48	11.4	193	2.32	2.78	3.25	Gumbel
12.614 Kvinda	4	15.0	305*	-	-	-	-

* Måleserien til 12.614 Kvinda består kun av fire år med data, der én av årsflommene er «Hans». «Hans»-målingen er betydelig høyere enn de tre andre årsflommene, og beregnet middelflom forventes derfor å være kunstig høy på grunn av «Hans»-målingen.

1.2.4 Regional flomfrekvensanalyse (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 målestasjon 15.49 Halledalsvatn. Det er derfor valgt å benytte en middelavrenning på 16,3 l/s*km² i flomformelverket.

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

Tabell 10: Resultater fra RFFA-NIFS (kulminasjon).

	Middelflom	Middelflom	Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
	Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]		
Lav (2,5 %)	4.2	106		12.5
Middel	8.3	212	3.00	25.0
Høy (97,5 %)	16.7	423		50.0

1.3 Klimaframskrivninger

I henhold til anbefalinger i Klimaprofil for Buskerud (Norsk Klimaservicesenter, 2024) blir et klimapåslag på 20 % benyttet for å ta hensyn til forventet økning i flomstørrelser frem mot år 2100.

1.4 Vurdering av resultater

1.4.1 Middelflom

Kulu har sammenlignbar feltkarakteristikk med 15.49 Halledalsvatn. 15.49 Halledalsvatn er noe større og har noe høyere effektiv sjøprosent, ellers er middelavrenning og andel skog og snaufjell lik. Det forventes derfor like store, eller noe høyere spesifikke flommer i Kulu som ved målestasjonen.

12.614 Kvinda har mye lavere effektiv sjøprosent enn Kulu og forventes dermed å ha høyere spesifikke flommer, da resterende feltparametere er sammenlignbare. Målestasjonen har også svært få år med findata hvor «Hans» er med i måleserien og skaper dermed en kunstig høy spesifikk middelflom. Det forventes lavere spesifikke flommer for Kulu enn ved 12.614 Kvinda.

Fra målestasjonene vurderes en kulminert middelflom i Kulu på 200-250 l/s*km² realistisk. Dette ligger rundt middelestimatet og mot øvre konfidensintervall fra RFFA-NIFS.

1.4.2 Vekstfaktor

15.49 Halledalsvatn vurderes å ha et godt grunnlag for frekvensanalyse på grunn av måleseriens lengde og gode kvalitet. Middelestimatet for vekstfaktoren for målestasjonen ligger noe under RFFA-NIFS, 2,78 mot 3,00. Siden målestasjonen vurderes å ha godt grunnlag til fastsettelse av vekstfaktor, samt at vekstkurven fra målestasjonen sammenfaller med vekstkurven fra RFFA-NIFS, velger vi å legge vekt på vekstfaktoren fra målestasjonen.

1.4.3 Sammenligning og vurdering av resultater fra ulike metoder

Vurdert middelflom fra stasjonene er fra middelestimatet fått fra flomformelverket og noe høyere. Vekstkurven fra flomformelverket ligger mellom middel- og øvre estimat fra målestasjonene. Resultatene fra de ulike flomberegningsmetodene er oppsummert i Tabell 11.

Tabell 11: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.).

Metode	q_m [l/s*km ²]	Q_{200}/Q_M	q_{200} [l/s*km ²]
Vurdert fra referansefelt	200 – 300	2,78	-
Formelverk for små nedbørfelt	110 – 420 (210)	3,00	320 – 1270 (640)
VALGT	230	2,78	640

1.5 Klassifisering av det hydrologiske datagrunnlaget for flomberegningen

Da det ikke foreligger observasjoner i eller nært vassdraget, men observasjonene har god kvalitet, samt at det ikke er store gradienter i spesifikke flomstørrelser, vurderes det hydrologiske grunnlaget for flomberegninger til klasse 3 (på en skala fra 1 – 5 der 1 er best). Det tilsvarer klassifiseringskriteriet «Brukbart hydrologisk datagrunnlag».