

Beregnet til
Hammerfest kommune

Dokument type
Utredning, flomfarevurdering

Dato
Desember, 2019

FLOMSONEKARTLEGGING REPPARFJORDELVA



FLOMSONEKARTLEGGING REPPARFJORDELVA

Oppdragsnavn **Flomsonekartlegging Repparfjordelva**
Prosjekt nr. **1350035241**
Mottaker **Hammerfest kommune**
Dokument type **Utredning flomsonekartlegging**
Versjon **1**
Dato **12.12.2019, revidert 25.02.2020**
Utført av **Lan T. Phan og Bjørnar Nordeidet**
Kontrollert av **Bjørnar Nordeidet**
Godkjent av **Bjørnar Nordeidet**
Beskrivelse **Flomfarevurdering for utbygging i Repparfjorddalen sør for Rv. 94.**

Rambøll
Løkkeveien 115
Postboks 1077
9503 Alta

T +47 78 44 92 22
F +47 78 44 92 20
<https://no.ramboll.com>

INNHALDSFORTEGNELSE

Forord	3
Sammendrag	4
1. Innledning og mål	6
1.1 Bakgrunn	6
1.2 Målsetting	7
1.3 Avgrensning av prosjektet	7
2. Retningslinjer, krav og metode	9
2.1 Retningslinjer	9
2.2 Myndighetskrav	9
2.2.1 Plan- og bygningsloven	9
2.2.2 Krav til flomsikkerhet - Byggeteknisk forskrift, TEK 17	9
2.2.3 Krav til utforming av bruer	10
2.3 Metode	10
3. Datagrunnlag	11
4. Flomfrekvensanalyse	14
4.1 Nedbørfelt	14
4.2 Flomberegninger og dimensjonerende flom	16
4.2.1 Målte data/representative regionale målestasjoner	16
4.2.2 Observerte flommer Skaidi	20
4.2.3 Flomfrekvensberegninger	21
4.2.4 Valgte årsflommer for vassdragene	24
4.2.5 Klimafremskrivninger	25
5. Hydrauliske beregninger	27
5.1 Modelloppsett	27
5.1.1 Oppmåling	27
5.1.2 Supplerende innmålinger	28
5.2 Grensebetingelser og modellparametre	29
5.2.1 Grensebetingelser	29
5.2.2 Ruhet	30
5.3 Kalibreringsdata	31
5.4 Spesielt om bruer	31
5.4.1 Skaidi bru (SVVS objektid.: 272343536)	31
5.4.2 Repparfjordelv bru (gammelbrua) (SVVs objektid.: 272915963)	33
5.4.3 Repparfjord bru (kjørebru) (SVVs objektid.: 516725459)	35
5.5 Vannlinjer	37
5.6 Beregnede vannstander	39

5.7	Vannhastighet	41
5.8	Sensitivitetsanalyse	42
6.	Flomsonekart	46
6.1	Resultater fra flomsoneanalyse.	46
6.2	Lavpunkt	48
7.	Usikkerhet	49
7.1	Flomberegning	49
7.2	Hydrauliske beregninger	49
7.3	Flomsonene	50
7.4	Samlet vurdering og sikkerhetsmargin	50
8.	Tidligere flommer og andre farmomenter i området	51
8.1	Isrelaterte problemstillinger	51
8.2	Observerte isganger og oppstuvning samt flommer	52
9.	Veiledning for bruk	56
9.1	Hvordan lese kartet	56
9.2	Arealplanlegging og byggesaker -bruk av flomsonekart	56
9.3	Flomvarsling og beredskap -bruk av farekart flom	57
9.4	Generelt om gjentakintervall og sannsynlighet	57
9.5	Hvordan forholde seg til hastigheter?	58
9.6	Forbehold	58
10.	Referanser	59

VEDLEGG:

Vedlegg 1: NEVINA rapporter for Rapparfjord- og Skaidi-vassdragene.

Vedlagte temakart:

T1 Flomsonekart (flomutbredelse) 20 årsflom

T2 Flomdybdekart, 20 årsflom.

T3 Flomhastigheter, 20 årsflom

T3 Flomsonekart (flomutbredelse) 200 årsflom

T4 Flomdybdekart, 200 årsflom.

T5 Flomhastigheter, 200 årsflom

T6 Flomsonekart (flomutbredelse) 1000 årsflom

T7 Flomdybdekart, 1000 årsflom.

T8 Flomhastigheter, 1000 årsflom

FORORD

Flomfarevurderingen er et viktig hjelpemiddel for arealplanlegging, byggesaksbehandling og beredskap langs vassdrag. Rambøll har en global divisjon innen klimatilpasning, herunder en gruppe i Norge som har spesialisert seg på flomanalyser og flomsonekartlegging.

Denne rapporten presenterer resultatene av flomsonekartleggingen for nedre deler av Skaidielva og Repparfjordelva som renner ut i fjorden ved Repparfjordbotn i Finnmark. Flomsonekartet omfatter de nedre 9 km av Repparfjordvassdraget. Grunnlaget for flomsonekartene er innmålte tverrprofiler/lysåpninger bruer, terrengmodell (fra laserscanning), flomanalyser og 2D flomsone og vannlinjeberegninger.

SAMMENDRAG

Det er utført en flomsonekartlegging for tilrettelegging av bygging langs nedre del av Repparfjordelva og langs Rv. 94 i Kvalsund kommune. Repparfjordelva og nedre deler av Skaidielva utgjør en potensiell flomfare for utbyggingsplaner på denne strekningen generelt, og for reguleringsplanene Enebakk, Solbakken og Repparfjord golf spesielt. Kommunen ønsker fokus på disse tre reguleringsplanene i flomfarevurderingen.

Dagens krav til sikkerhet mot flom definert i TEK17 er lagt til grunn i flomfarevurderingen. Det er valgt å utføre hydrauliske 2D flomberegninger av elvestrekningen da vassdraget er kompleks, og ved store flommer går elva utover breddekantene i flate partier. 2D-modellen strekker seg fra utløpet av Repparfjordelva og ca. 9 km oppstrøms, litt forbi Skaidi, samt nedre deler av Skaidielva. Modellens beregningsgrid/rutenett ble tilpasset utfordrende geometri, blant annet ved bruk av høyere oppløsning og dermed bedre nøyaktighet for eksempel ved bruer og elvekant.

Utførte flom- og vannlinjeberegninger er for vannføringer tilsvarende 20-, 200- og 1000 årsflom, hvilket tilsvarer sikkerhetsklasse F1 (garasje/lager), F2 (byggverk med personopphold, hus/hytter) og F3 (sårbare samfunnsfunksjoner/fare for stor forurensing).

Tidligere isgang- og flomhendelser:

I Repparfjordelva går det ofte store vårisganger, av og til med skade som konsekvens. Klimaendringer med økt temperatur gir kortere perioder med is, og mindre og tidligere vårisganger. Vinterisganger er ennå forholdsvis uvanlige i Finnmark på grunn av det stabile vinterværet. Utover i dette århundret ventes imidlertid vinterisganger å skje oftere i kystvassdragene, inkludert Repparfjordelva.

Observerte flomområder/flomutstrekning i forbindelse med en ispropp og etterfølgende sjelden og ekstrem overflomming-hendelse ved Solvang i 2009, samsvarer meget godt med beregnet flomsone for 200 årsflom. Dette indikerer at flomsonekartet for 200 årsflom (under ekstrem vårflo) også kan være representativt for overflomming knyttet til isgang/ispropp om vinteren, og påfølgende overflomming over isen og innover elveslettene. På grunn av usikkerheten i observasjoner (utstrekning og vannlinje) samt ukjent returperiode for ispropp/overflomming, har vi valgt å hensynte dette i endelig valg av sikkerhetsmargin.

Resultatene fra elvesimuleringene viser at både en framtidig 20-, 200- og 1000-årsflom vil berøre eksisterende reguleringsplaner, for både Solbakken, Enebakk og Repparfjord Golf. Flomsone utelukker ikke utbygging, men flomfaren må hensyntas for deler av områdene.

Vannlinjeberegningene er basert på data fra ulike kilder som alle har feilkilder, i tillegg til usikkerheten i selve beregningene. Videre er det for Repparfjordelva også viktig å hensynte fare for overflomming knyttet til isgang. Ved praktisk bruk av beregnede flomnivåer anbefales det å benytte en **sikkerhetsmargin på minimum 0,5 meter**.

Ved bruk i kommuneplanen kan en bruke flomsone direkte for å identifisere områder som ikke bør bebygges uten nærmere vurdering av faren og mulige tiltak. Ved bruk i reguleringsplaner og ved dele- og byggesaksbehandling må en ta hensyn til at også flomsonekartene har begrenset nøyaktighet. Spesielt i områder nær flomsonegrensen må en ta utgangspunkt i de beregnede

vannstandene og kontrollere terrengkotene i felt mot disse. En må spesielt huske på at for å unngå flomskade, må dreneringen til et bygg ligge slik at avløpet også fungerer under flom. Områder som er utsatt for flomfare skal avsettes som hensynssone-flomfare på arealplankart og tilknyttes bestemmelser som begrenser eller setter vilkår for arealbruken. Dette kan gjøres ved at det ikke tillates etablering av ny bebyggelse lavere enn nivå for en 200-årsflom, med mindre det utføres tiltak som sikrer bebyggelsen mot flom. Anbefalt minimum tillatt byggehøyde for byggverk med personopphold settes lik beregnede vannstander for 200 årsflom, pluss et tillegg på 0,5 meter (sikkerhetsmargin).

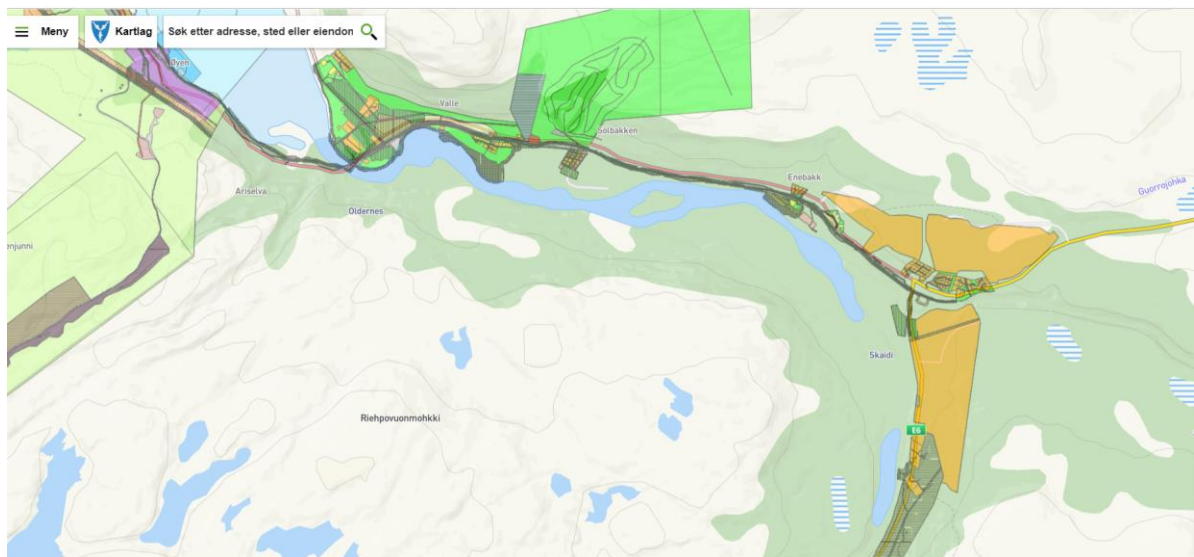
Hensynssonene for flom må innarbeides når kommuneplanen for Hammerfest/Kvalsund kommune rulleres.

Vedlagte temakart viser flomutredelse/flomsonekart, flomdybde og vannhastighet for 20, 200 og 1000 årsflom (i henhold til sikkerhetsklasser i TEK 17). Det presiseres at flomsonekartene ikke inkluderer sidebekker.

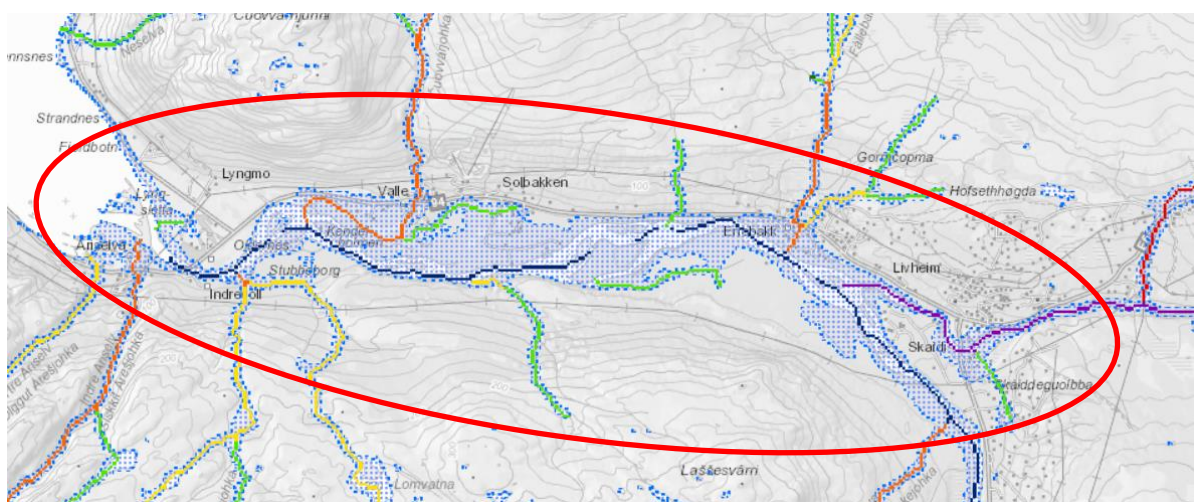
1. INNLEDNING OG MÅL

1.1 Bakgrunn

Hammerfest kommune planlegger å tilrettelegge for bygging langs nedre delen av Repparfjordelva og langs Rv. 94. De aktuelle områdene er innenfor NVEs aktsomhetsområder for flom, og eventuell utbygging vil derfor kreve at det gjennomføres en detaljert flomfarevurdering før byggetillatelse kan gis. Rambøll Norge AS har på oppdrag fra Hammerfest kommune utført flomanalyse med tilhørende vurderinger og anbefalinger.



Figur 1. Oversiktskart over reguleringsplaner langs nedre del av Repparfjord vassdraget. Oransje felt har reguleringsformål fritidsbebyggelse.



Figur 2. Aktsomhetskart for flom i det aktuelle området (rød ring).

1.2 Målsetting

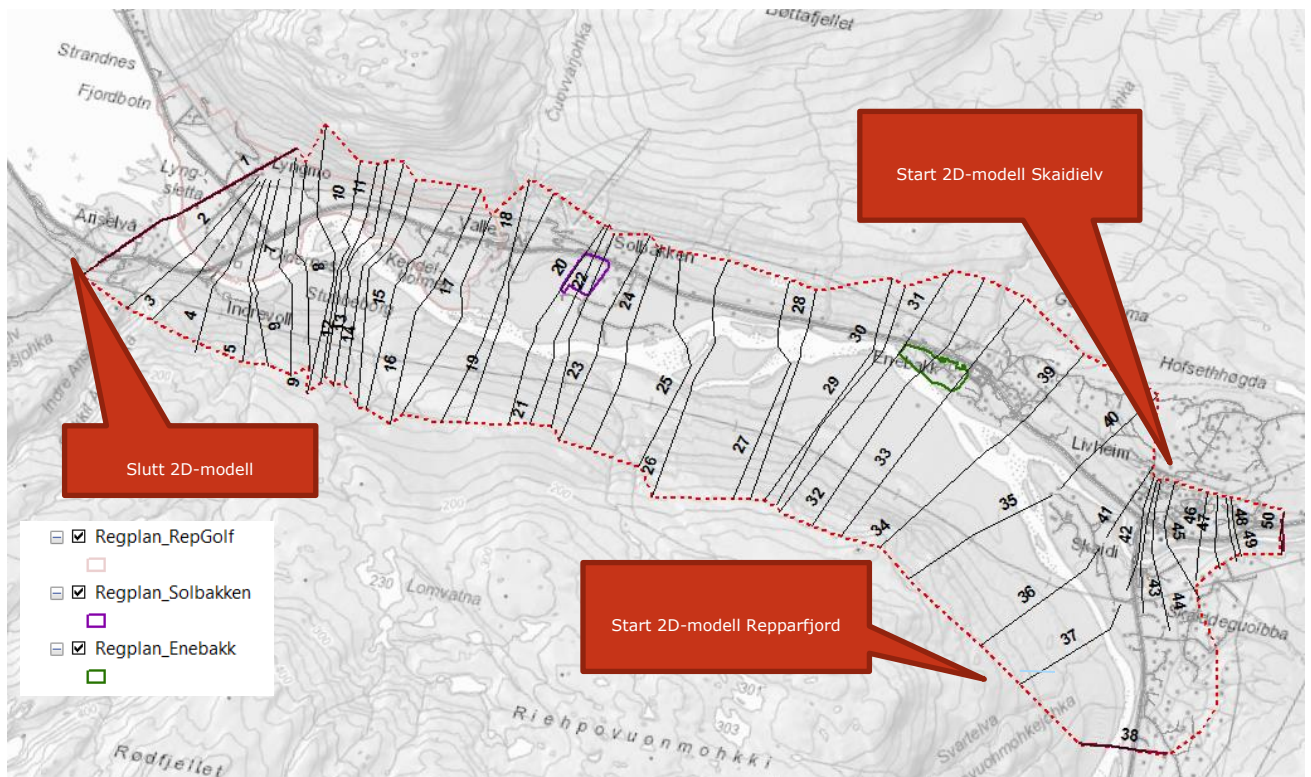
Hovedmålet med flomfarevurderingen har vært å utarbeide klimatilpassede flomsonekart for nedre deler av Repparfjordelva og de regulerte områdene, med hensyn til dimensjonerende flomhendelser (20, 200 og 1000 årsflom). Prosjektet skal sikre at fremtidig utbygging langs sørsiden av RV. 94 er flomsikker og i henhold til gjeldende myndighetskrav, herunder TEK 17 § 7-2 *Sikkerhet mot flom og stormflo*.

Formålet med flomsonekartlegging er å gi et grunnlag for vurdering av flomfare til bruk i arealplanlegging. Flomsoneene kan benyttes til å identifisere områder som ikke bør bebygges eller hvilke tiltak som kan være aktuelle dersom utbygging ikke kan unngås.

1.3 Avgrensning av prosjektet

Arbeidsområdet er fra rett oppstrøms Skaidi/Skaidielv bru og ned til sjø. Det er kun flom som følge av naturlig høy vannføring som beregnes, under forutsetning at elvens geometri ikke endres og uten massetransport (blokkering av lysåpninger). Vassdragsrelaterte faremoment som erosjon, skred og farer relatert til is (for eksempel isoppstuvning) er ikke tatt hensyn til i de hydrauliske beregningene. Andre faremomenter som heller ikke er tatt hensyn til er flom i sideelver/bekker, grunnforhold og grunnvannstand som for eksempel kan medføre vann i kjellere.

Isrelaterte problemstillinger er spesielt omtalt i kapittel 9 og er hensyntatt i flomkartleggingen, blant annet i form av noe større sikkerhetsmarginer i områder med særlig fare for isgang og overflomming pga. «ispropp».



Figur 3. Oversiktskart over prosjektområdet og 2D-modellen, samt plassering av tverrprofiler for beregning av lavpunkter. Rød stiplet linje viser flomanalysens område (gyldighetsområde for hovedelv).

2. RETNINGSLINJER, KRAV OG METODE

2.1 Retningslinjer

Flomberegningen er en statistisk analyse av hvor store og hyppige flommer som kan forventes i gjeldende vassdrag. NVEs retningslinjer brukt i flomvurderingen er «Flaum og skredfare i arealplanar» (2011, rev. 2014), «Retningslinjer for flomberegninger» (2011, rev. 2013) og «Klimaendringer og fremtidige flommer i Norge» (2016). Vedrørende stormflo ble Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap (DSB) sin rapport om havnivåstigning og stormflo (2016) benyttet (tabeller for stormflotall og havnivåstigning inklusive anbefalt klimapåslag).

2.2 Myndighetskrav

De mest sentrale kravene er gitt i Plan og bygningsloven og tilhørende byggeteknisk forskrift (TEK 17).

2.2.1 Plan- og bygningsloven

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

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

2.2.2 Krav til flomsikkerhet - Byggeteknisk forskrift, TEK 17

TEK17 § 7-2 Sikkerhet mot (elve)flom og stormflo angir ulike sikkerhetsklasser for byggverk i flomutsatt område.

Tabell 1. TEK 17 sikkerhetsklasser for byggverk i flomutsatt område. Kilde: TEK 17 § 7-2.

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	liten	1/20
F2	middels	1/200
F3	stor	1/1000

Ifølge TEK 17's veiledning havner **lagerbygg, garasjer** o.l. (uten personopphold) i sikkerhetsklasse F1, liten konsekvens og største nominelle årlige sannsynlighet på 1/20, hvilket tilsvarer 20 årsflommen. Planlagte **byggverk med personopphold** havner i sikkerhetsklasse F2, middels konsekvens og største nominelle årlige sannsynlighet på 1/200, hvilket tilsvarer 200

årsflommen. Særlig **sårbare byggverk**, sykehjem, sykehus etc., havner i sikkerhetsklasse F3, 1000 årsflommen.

For utbyggingsområdene (spesielt hyttefeltene) langs Repparfjordvassdraget vil planlagte byggverk havne i sikkerhetsklasse 2 og skal dermed sikres iht. 200 årsflommen.

Kravene i TEK 17 kan oppnås ved enten å plassere byggverket utenfor flomutsatt område, ved å sikre det mot oversvømmelse eller ved avbøtende sikringstiltak som hindrer skader.

Videre skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon.

2.2.3 Krav til utforming av bruer

I henhold til Statens vegvesens håndbok N400 skal vannstandsberegninger for bruer over vassdrag gjennomføres med utgangspunkt i beregnet vannstand for 200 årsflom. Fri høyde over vassdrag bestemmes slik at det er minst 0,5 m klaring mot overbygningen ved beregnet vannstand for 200 årsflom (Vegdirektoratet, 2015).

2.3 Metode

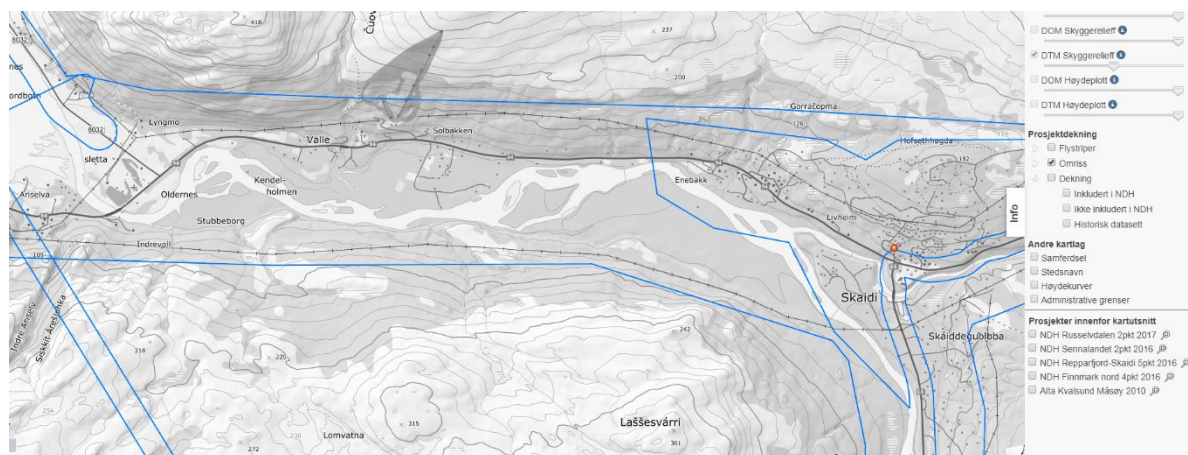
Flomberegningen er en statistisk analyse av hvor store og hyppige flommer en kan forvente i gjeldende vassdrag. Ved bruk av flomfrekvensanalyse bestemmes flomfrekvensfordelingen av en eller flere flomserier, fra samme region og med sammenlignbare karakteristika. Ved estimering av sannsynligheten for større flommer enn de som er observert tilpasses dataene til en statistisk fordelingsfunksjon. Hydra II programvare (NVE) er anvendt for å innhente målerdata og vurdere fordelingsfunksjon for gjeldende vassdrag.

Estimerte vannføringer og terrengdata blir benyttet i en hydraulisk 2D modell utarbeidet i HEC-RAS, som beregner flomvannstander, dybder og hastigheter for hver vannføring. I utgangspunktet skal/bør modellen kalibreres basert på vannmerker fra tidligere flommer. I dette vassdraget er det kun grove observasjoner fra 1992- og 2009-flommene som er benyttet. Det ble derfor i tillegg utført sensitivitetsanalyse for å få et bedre bilde av usikkerheten til modellen.

3. DATAGRUNNLAG

Grunnlagsdata benyttet i flomfarevurderingen er vist i tabellen under:

Datatype, form	Kilde/kommentar	
Terrengdata, Laserscan	Høydedata, prosjekter innenfor kartutsnittet er følgende (data i NN2000 og UTM sone 35):	
	☐ NDH Repparfjord-Skaidi 5pkt 2016 Prosjektnr LACH0009 Oppdragsgiver Kartverket Dekningsnummer 42199 Laserstandard 10 Flyfirma Terratec AS Leverandør Terratec AS Type Laser Prioritet 1 Koordinatsystem Euref89 UTM35 Høydesystem NN2000 Objektkatalog FKB-Laser 2.0 Bestilt punktetthet 5 Årstall 2016 Dato 30.08.2016 Prosjektrapport Last ned Oppløsning 0.25 Dato opprettet 08.05.2018 Dato endret 07.06.2018 Beskrivelse: NN2000/HREF2018A	☒ NDH Russelvdalen 2pkt 2017 Prosjektnr LACH0009 Oppdragsgiver Kartverket Dekningsnummer 42198 Laserstandard 10 Flyfirma Terratec AS Leverandør Terratec AS Type Laser Prioritet 1 Koordinatsystem Euref89 UTM35 Høydesystem NN2000 Objektkatalog FKB-Laser 3.0 Bestilt punktetthet 2 Årstall 2017 Dato 24.10.2017 Prosjektrapport Last ned Oppløsning 0.5 Dato opprettet 29.05.2018 Dato endret 30.05.2018 Beskrivelse:
Innmålinger av bruer og tverrprofiler	Kof-fil	Rambøll Norge AS
Plankart	Sosi-fil	Kvalsund kommune
FKB temaer	Sosi-fil	Kvalsund kommune



Figur 4. Oversikt over laserscan Prosjekter.

Det er lastet ned terrengmodeller fra Statens kartverket sin side «Høydedata». Prosjekt NDH Russelvdalen 2pkt 2017 dekker hele planområdet. Terrengmodellen ble supplert med NDH Repparfjord-Skaidi 5pkt 2016, da prosjektet har høyere oppløsning.

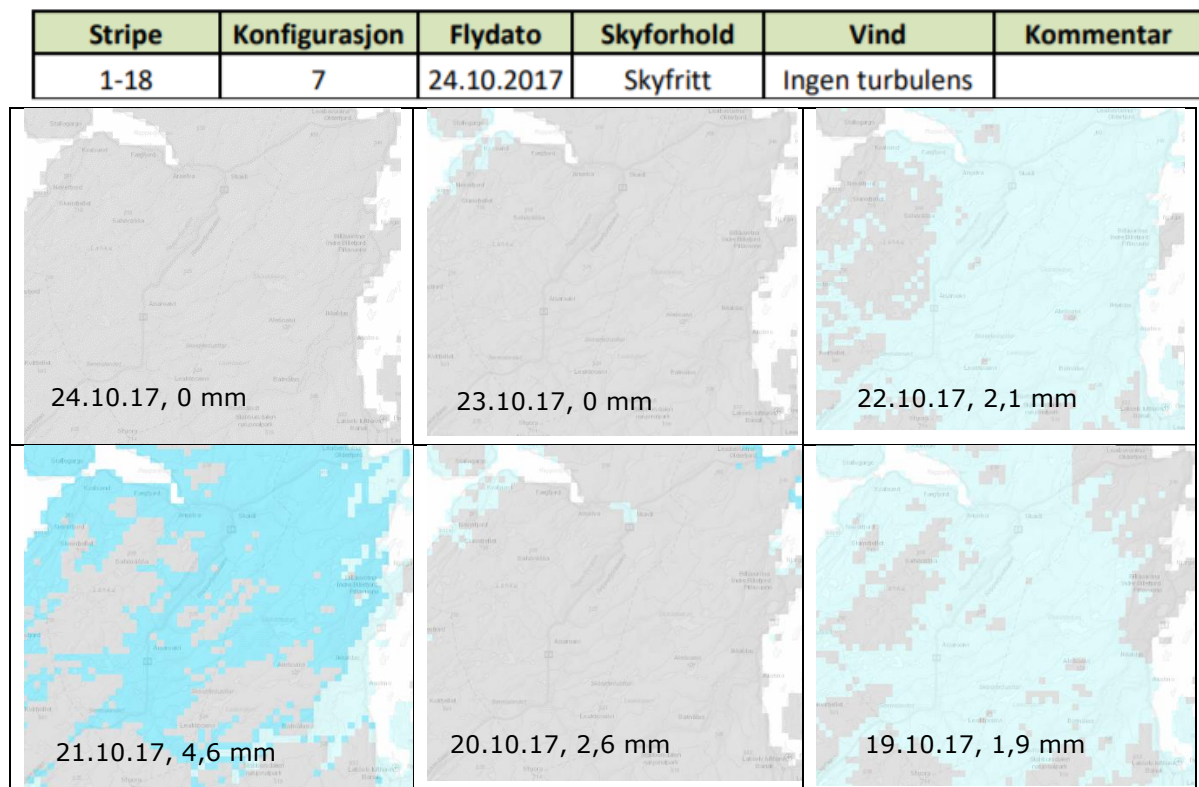
Nedbørdata ved laserscanning

For de 2 prosjektene ble scanningen foretatt på senhøsten hvor vannføringen normalt er meget lav. Det var små nedbørmengder i regionen i tiden før scanningen ble foretatt, henholdsvis 11 og 16 mm i sum de 6 siste døgn før scanning (nedbørstasjon Hammerfest). Basert på satellittbilder var det ingen nedbør og skyfritt under scanningen.

Dette indikerer at det var lav vannføring i vassdragene, og at laserdata er dekkende for hovedflomløpene til elvene. Djupålene og kulpene vil imidlertid ha en viss vannstand, og her vil laserdata gjengi topp vannspeil.

Foruten om bruene og utvalgte innmålte elve-tverrprofiler har vi valgt å bruke laserdata direkte som elveutforming i elvemodellen. Dette betyr at modellen ikke får med seg elvas tilgjengelige tverrsnitt under tørrvær. Dette er imidlertid meget lite i forhold til utnyttet elvetverrsnitt ved ekstremflommer som 20 og 200 årsflommer, hvilket er de vi særlig skal sikre iht. myndighetskrav.

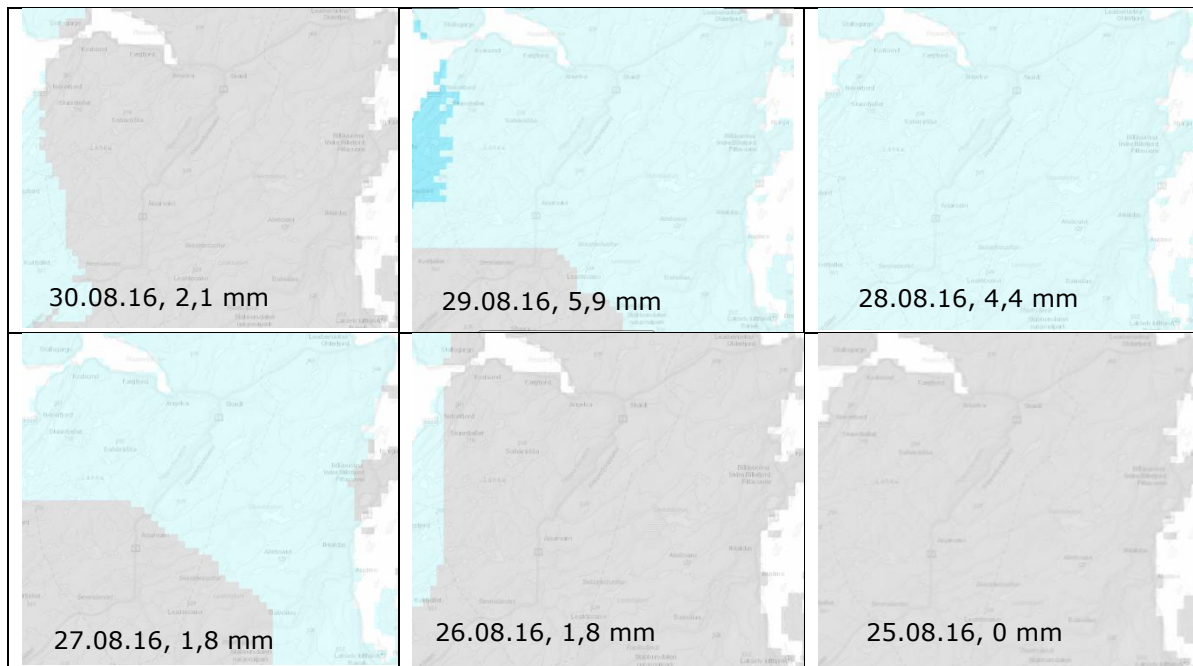
NDH Russelevdalen 2pkt 2017:



Figur 5. Nedbør de fem døgnene i forkant av laserscanning. SUM nedbør siste 6 døgn: 11,2 mm. Kilde: senorge.no.

NDH Repparfjord-Skaidi 5pkt 2016:

Stripe	Konfigurasjon	Flydato	Skyforhold	Vind	Kommentar
1-20	1	30.08.2016	Skyfritt	Lite	

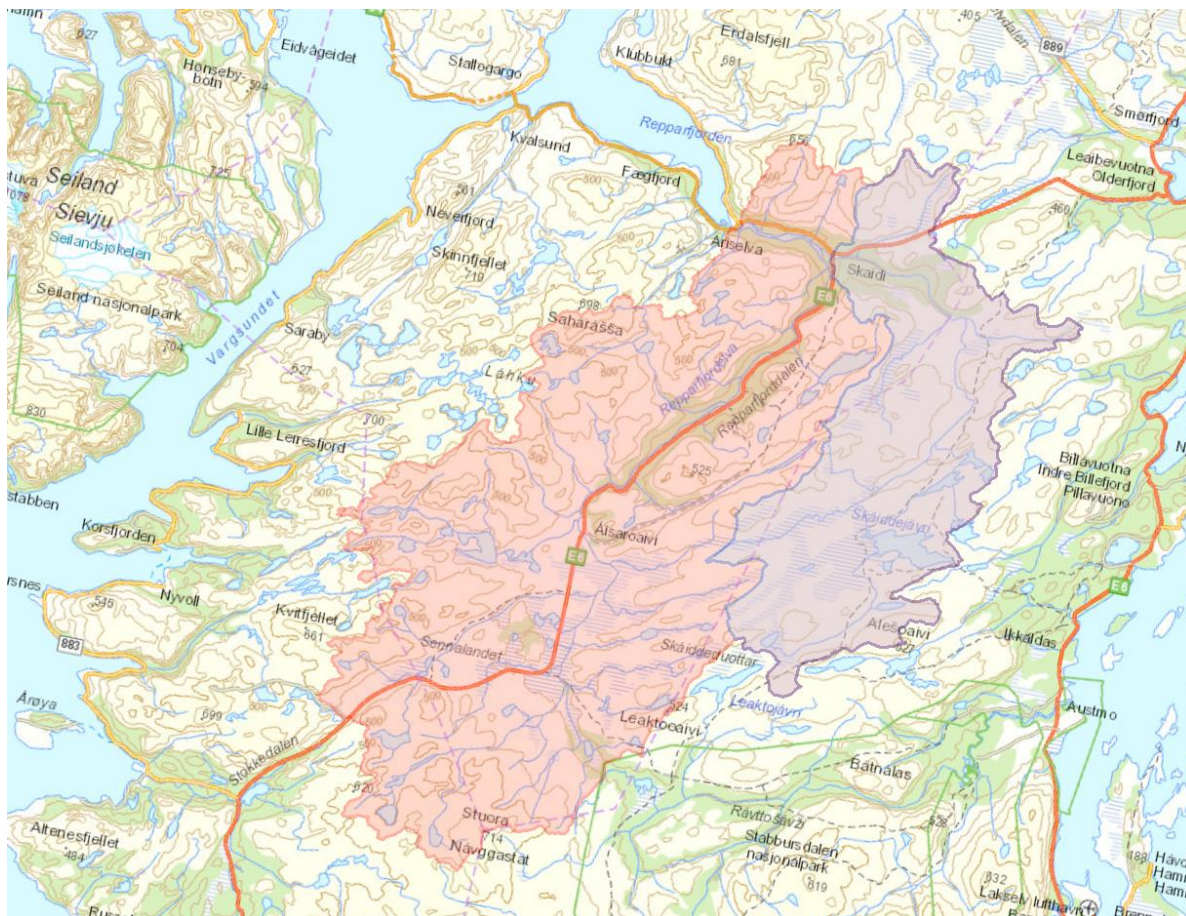


Figur 6. Nedbør de fem døgnene i forkant av laserskanning. SUM nedbør siste 6 døgn: 16 mm. Kilde: senorge.no

4. FLOMFREKVENSANALYSE

4.1 Nedbørfelt

Nedbørfeltet til Repparfjordvassdraget strekker seg fra Návvgastattjávri i Stuora ved Sarves til utmunningen i Repparfjorden. Nedbørfeltet inkluderer også Skaidielvas nedbørfelt, som utgjør ca. 30 % av totalt nedbørfelt til Repparfjordvassdraget.



Figur 7. Repparfjordelvas nedbørfelt (rødt+blått polygon) ved Repparfjordbrua ($A=1098 \text{ km}^2$), hvorav Skaidielvas nedbørfelt (blått polygon) ved Skaidibru utgjør ca. 30 % ($A=315 \text{ km}^2$).

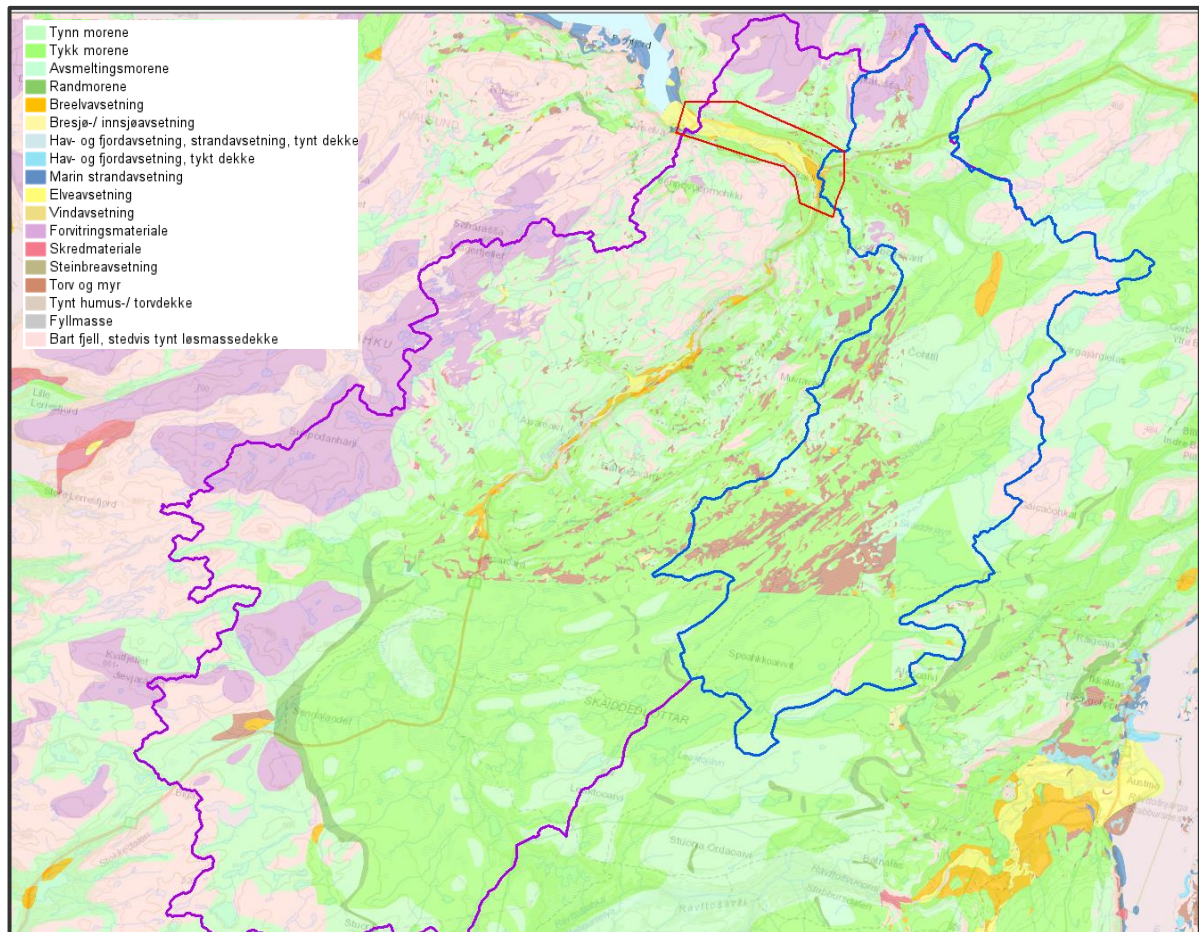
Feltkarakteristikker for Repparfjordelva (213.A0) (NEVINA analyse)

Nedbørfeltets areal er ca. **1098 km²** og består av snau fjell (63,8 %), myr (9,4 %), skog (8,6 %) og sjø (5,1 % hvorav 0,1 % er effektiv sjø). Vassdraget har en feltlengde på 44,8 km og en middelvrenning på 28,5 l/s*km² (NEVINA, vedlegg 1).

Feltkarakteristikker for Skaidielva (213.AA0) (NEVINA analyse)

Nedbørfeltets areal er ca. **315 km²** og består av snau fjell (66,5 %), myr (14,6 %), skog (6,3 %) og sjø (5,1 % hvorav 0,4 % er effektiv sjø). Vassdraget har en feltlengde på 27,9 km og en middelvrenning på 25,2 l/s*km² (NEVINA, vedlegg 2).

Nedbørfeltene løsmasser er vist i figuren under. Planområdet (rødt felt) løsmasser består primært av morenemasser (53 %), elve- og bekkeavsetning (32 %) og breelvasvestning (10 %).



Figur 8. Løsmassekart i nedbørfeltet til Repparfjordelva (lilla linje), Skaidielva (blå linje) og arbeidsområdet (rød linje).



Bilde 1. Repparfjordelva på den vurderte strekningen, ca. 30 meter oppstrøms Repparfjord gang- og sykkelbru.
Kilde: Rambøll V/TUPH.

4.2 Flomberegninger og dimensjonerende flom

Det er ingen vannføringsdata fra Repparfjordelva, men Skaielva har tidligere hatt vannføringsmålinger fra 1974 til 1993 (19 år). I 2018 er det etablert en nivåmåler ved Repparfjord bru (gammelbru) nær utløp til sjø (213.18 Repparfjordelva v/Oldernes).

For å estimere flommer for umålte felt, er det nødvendig å ha representative stasjoner med gode tidsserier. Flomfrekvensanalyser og beregning av dimensjonerende flom er derfor primært basert på målte data fra Skaidielva, samt sammenlignet med måledata fra regionale felt.

4.2.1 Målte data/representative regionale målestasjoner

Figur 9 og Tabell 2 viser et utvalg av regionale målestasjoner som er i nærheten av Repparfjordvassdraget.



Figur 9. Oversikt over målestasjoner i nærheten av Repparfjordvassdraget. Kilde: Nevina.

Målestasjon 213.3 Skaidi, ligger nederst i Skadielva og er som nevnt en stor bielv til Repparfjordelva (utgjør ca. 30% av det totale nedbørfelt).

Tabell 2. Oversikt over målestasjoner i nærheten av Repparfjordvassdraget. Kilde: Nevina.

Målestasjoner - lavvann

Lavvannsindekser er beregnet 2007/2008. Slike beregninger er 'ferskvare', og grunnlagsdata og resultater kan endre seg over tid pga. mer data, endret vannføringskurve m.m.

Verdiene er derfor kun ment som en forstudie, før analyser utføres på nytt på oppdaterte vannføringsserier.

Målestasjon		Måle- periode (antall år)	Feltareal (km ²)	Eff.sjø (%)	Q l/(s*km ²)	Høydeint. (m)		Alm.l.vf. l/(s*km ²)	5-pers. (år)	5-pers. (s)	5-pers. (v)	Baseflow l/(s*km ²)
208.2.0	Oksfjordvatn		265,60	2,16	30,65	8,00	- 1335,00	3,97	3,97	9,56	3,50	18,13
209.1.0	Njemenjaikafoss		172,45	1,94	27,42	67,00	- 1033,00	1,04	0,92	2,34	0,82	7,44
210.1.0	Øvrefoss		170,33	0,23	27,45	86,00	- 989,00	3,54	3,15	7,61	2,77	20,14
212.7.0	Lille Mattisvatn		319,02	0,42	21,68	64,00	- 937,00	1,47	1,47	4,50	1,30	11,75
212.49.0	Halsnes		144,89	0,00	28,92	30,00	- 1146,00	1,80	1,80	7,33	1,61	10,97
213.2.0	Leirbotnvatn		135,14	1,09	25,94	161,00	- 716,00	2,31	2,31	4,79	2,10	9,33
213.4.0	Kvalsund		124,80	1,04	37,69	19,00	- 707,00	2,09	2,09	6,39	1,61	12,20
213.3.0	Skaidi		305,64	0,41	24,84	63,00	- 524,00	1,19	1,19	2,37	0,93	4,57
223.2.0	Lombola		877,14	0,12	19,26	58,00	- 1136,00	2,28	2,18	4,91	1,88	8,16
228.1.0	Mattusjavri		104,40	2,23	25,10	55,00	- 493,00	2,78	2,78	5,13	2,53	11,52
228.2.0	Kunes		678,27	0,12	21,04	39,00	- 1002,00	4,27	4,27	11,17	4,00	16,53
229.1.0	Adamsfjordfoss		710,57	0,53	19,15	41,00	- 796,00	2,24	1,62	5,24	1,29	9,00
237.2.0	Lillefossen		77,20	0,21	32,02	20,00	- 494,00	6,26	5,48	7,33	5,48	17,97
241.1.0	Bergeby		247,58	0,05	16,79	24,00	- 470,00	2,08	1,95	2,64	1,70	6,07
246.4.0	Lille Ropelvvatn		48,87	17,97	13,24	52,00	- 267,00	3,53	3,53	5,11	3,18	9,38
211.1.0	Langfjordhamn	19	14,85	3,38	52,25	247,00	- 1061,00	4,10	4,00	9,37	3,38	42,72
220.1.0	Hamnevatn	10	53,58	1,58	35,43	23,00	- 455,00	5,38	4,87	10,01	3,93	31,14
237.1.0	Båtsfjord	23	21,93	1,43	36,19	142,00	- 480,00	2,02	1,98	8,07	1,32	13,38

Til sammenligning har Repparfjordelva (ved utløp sjø) et Feltareal på 1098 km², Eff. Sjø 0,1%, middelvannføring Q 28,5 l/s*km², og et høydeintervall fra 0-712 moh.

Tabell 3 viser en sammenligning av sentrale feltparametre for Skaidielva (bielv) og Repparfjordelva (samlet). De hydrologiske felt parameterne viser at Repparfjord-vassdraget har sammenlignbare karakteristika som Skaidi-vassdraget. Begge feltene er dominert av snaufjell og myr, og det effektive sjøareal er lite. Med disse felt-karakteristika vil det være forventet at de

spesifikke flommene vil være høye for begge felt, og at de trolig også er sammenlignbare selv om Repparfjordvassdraget er 3 ganger større enn Skaidivassdraget alene.

Tabell 3. Feltparametre for Skaidielv og Repparfjordelva.

Felt	Areal Km2	Eff. Sjø (%)	Qn (l/s*km2)	Elvegradient (m/km)	Snaufjell (%)	Skog (%)	Myr (%)	Sjø (%)
Skaidielv	315	0,4	25,2	6,9	66	6,3	15	5,1
Repparfjordelva før samløp Skaidi	728	0,1	29,8	9,4	63	8,8	7,8	5,3
Repparfjordelva (utløp)	1098	0,1	28,5	8,9	64	8,6	9,4	5,1

Tabell 4 under viser målte årsflommer for en rekke større vassdrag i Troms og Finnmark, herunder også 213.3 Skadi. Til sammenligning har nærliggende målestasjon 213.4 Kvalsund et totalareal på 125 km², årsflom Q_M på 326 l/s*km², effektiv sjø lik 1% og årsmiddel på nær 38 l/s*km².

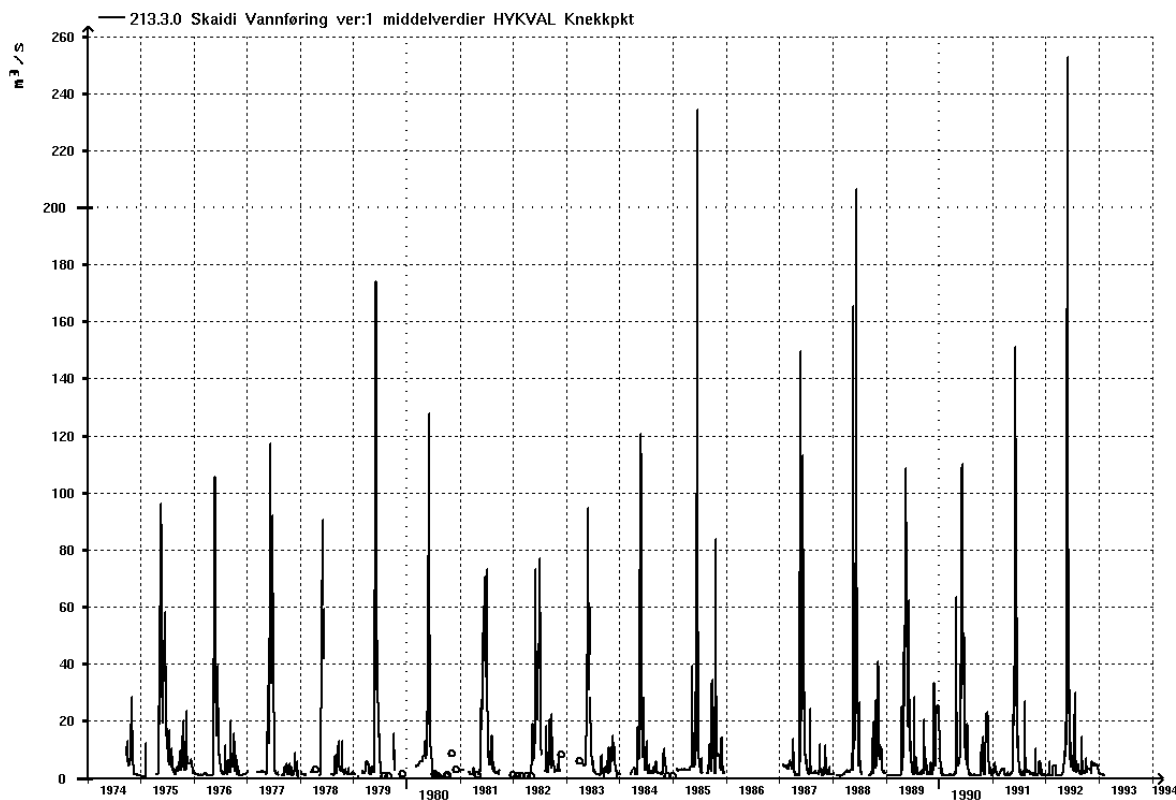
Basert på en samlet vurdering av hydrologiske forhold og tilgjengelige vannføringsdata, mener vi at historiske data fra Skaidielv-vassdraget også er de beste for å beskrive flomforholdene i Repparfjordvassdraget.

Tabell 4. Midlere flom, døgnmidler for en del målestasjoner i Troms og Finnmark.

Stasjon	Periode	Ant. år	Areal km ²	Q _M		Eff. sjø (%)	Q _N (61-90) (l/s·km ²)
				l/s·km ²	m ³ /s		
196.11 Lille Rostavatn	1959-2015	57	638	208	133	3.6	23
196.35 Målselvfossen	1908-1964	58	2965	236	699	0.2	25
204.1 Solli	1928-1962	34	415	312	130	0.1	32
205.3 Skibotn bru	1971-1997	9	724	198	143	0.3	26
206.3 Manndalen bru	1972-2015	44	200	281	56	0.0	29
208.1 Moskudal	1920-1938	19	2267	249	564	0.0	30
208.3 Svartfossberget	1982-2016	35	1886	210	397	0.0	30
208.2 Oksfjordvatn	1956-2016	61	266	240	64	2.2	31
209.3 Kvænangselv Bru	1972-2013	26	310	332	103	0.3	26
209.4 Lillefossen	1962-2014	53	316	427	135	0.1	39
212.10 Masi	1967-2015	49	5626	113	637	0.3	13
212.11 Kista	1972-2015	44	6187	113	698	0.4	10
212.2 Stengelsen	1915-1969	54	6358	111	709	0.4	11
212.13 Kautokeino	1979-1993	16	1772	71	126	0.2	11
212.26 Suohpatjohka	2009-2015	7	604	65	65	1.0	10
212.48 Sagafoss	1972-2015	44	234	235	55	0.0	16
213.2 Leirbotnvatn	1961-204	54	136	317	43	1.1	26
213.3 Skaidi	1975-1993	19	307	363	111	0.4	25
223.1 Stabburselv	1923-2015	91	1068	232	248	0.1	20
223.2 Lombola	1923-2015	91	878	224	197	0.1	19
234.18 Polmak nye	1912-2015	103	14157	115	1624	0.0	10

4.2.2 Observerte flommer Skaidi

Figur 10 viser oversikt over de største flommene som er observert ved den hydrometriske stasjonen 213.3 Skaidi ovenfor Skadi bru, i perioden 1974 til 1993 (19 år).



Figur 10. Registrerte vannføringer ved målestasjonen 213.3 Skaidi (Kilde: HYDRA II, FINUT).

4.2.3 Flomfrekvensberegninger

Flomfrekvensanalyse er en statistisk metode for å estimere størrelsen på en flom med en bestemt sannsynlighet (eller et bestemt gjentakintervall). Analysen er basert på observerte flomdata, enten analyser av enkeltserier, eller basert på flere sammenliknbare stasjoner, regionale flomfrekvensanalyse. En detaljert beskrivelse av dagens metoder for flomfrekvensanalyse i Norge, med relevante referanser finnes blant annet i Wilson m.fl. (2011) (Thorarinsdottir m.fl., 2018).

Ifølge Energi Norge (Thorarinsdottir m.fl., 2018) utføres regional flomfrekvensanalyse ofte i to trinn. I det første trinnet bestemmes indeksflommen QM (ofte middelflom eller medianflom). I det andre trinnet bestemmes forholdet QT/QM hvor QT er estimat av T-års flommen. Dette gjøres ved å anta en bestemt statistisk modell, dvs. frekvensfordelingen, og å estimere parameterne for denne utfra observerte flomhendelser. Et annet alternativ er å bestemme hele fordelingen på en gang ved å estimere QM og QT/QM samtidig.

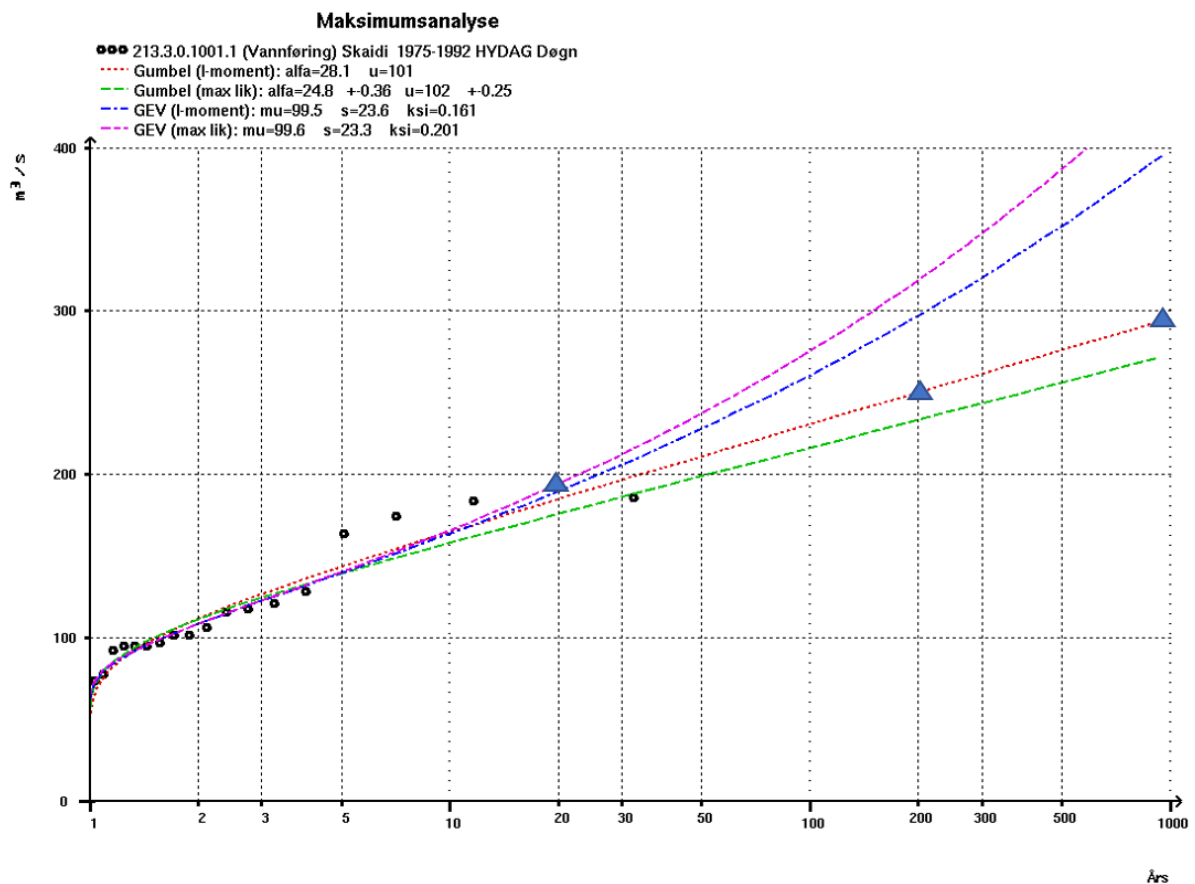
I eksisterende retningslinjer er pålitelighet og stabilitet for flomestimat tatt hensyn til ved å anbefale ulike tilnærminger avhengig av hvor mye data som er tilgjengelig for lokal analyse, jf. Tabell 5.

Tabell 5. Anbefalinger fra nåværende retningslinjer. Indeksflommen er indikert ved Q_M og 1000-års flommen ved Q_{1000} . Kilde: Gjengitt av Thorarinsdottir m.fl., 2018 og basert på NVE, 2011.

Antall år	Anbefaling
> 50 år	Q_M beregnes fra observert serie og Q_{1000}/Q_M fra to- eller tre-parameterfordelinger.
30-50 år	Q_M beregnes fra observert serie og Q_{1000}/Q_M fra to-parameterfordelinger.
10-30 år	Q_M beregnes fra observert serie og Q_{1000}/Q_M fra analyse av andre lengre serier i området.
< 10 år	Q_M beregnes ved korrelasjon mot andre serier og/eller fra flomformler i Midttømme m.fl. (2011). Q_{1000}/Q_M beregnes ved analyse av andre lengre serier i området.

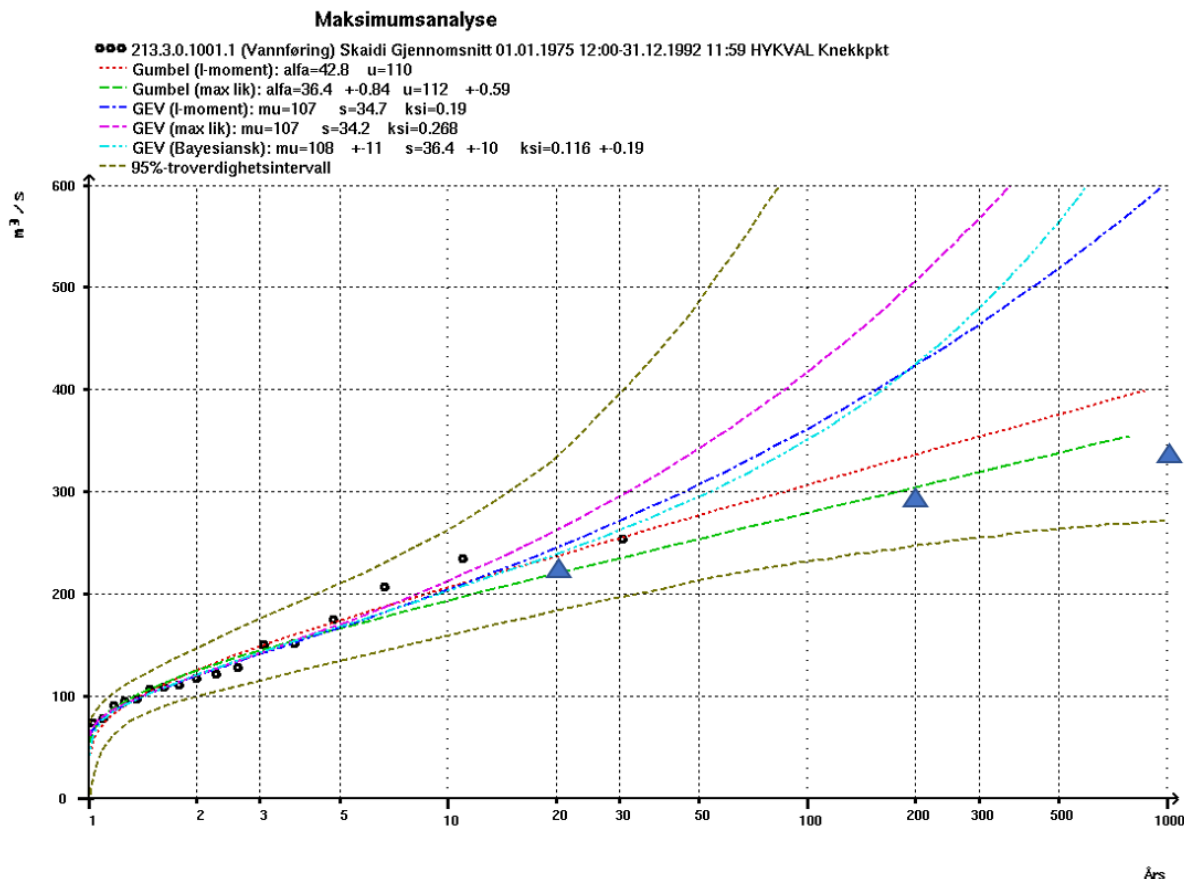
Det er utført flomfrekvensanalyse på flomdata fra Skaidi for flere fordelinger. Ved flomfrekvensanalyser anbefales det i første omgang benytte Gumbel (EV1) – fordelingen, som er en to-parameterfordeling, eller General Extreme Value (GEV)-fordelingen, som er en tre-parameterfordeling. GEV brukes ofte i ekstremverdianalyser - ekstremere over perioder (som år). Tilpasningsmetodene L-moment, Max likelihood og Bayesiansk er numeriske metoder for å finne tilpasningen som gjør observasjonene mest sannsynlige. Vanligvis velges den fordelingen som gir best tilpasning til data, særlig til de store flommene, ut fra en skjønnsmessig vurdering av plottet av flere fordelinger.

Da målestasjonen 213.3 Skaidi har mindre enn 20 år med målte perioder velges det derfor herunder to-parameterfordeling, dvs. Gumbel og L-moment (som generelt anbefales foran Bayesiansk). Figur 12 og Figur 11 viser resultatene fra flomfrekvensanalyse for døgndata og timesverdier/knekkpunkter.



Figur 11. Flomfrekvensanalyse DØGN data, 2- og 3- parameterfordeling. Blå trekanter basert på beregnet Q_M og regionale Q_T/Q_M -data (Vårflom 3). Gumbel L-moment mest representativ (2 parameter). Kilde: HYDRA II.

Flomfrekvensanalysen og Gumbel max fordeling for døgndata viser seg å passe meget bra med regionale Q_T/Q_M -data (vist i figur 11, data beregnet basert på tall fra tabell 6).



Figur 12. Flomfrekvensanalyse FINUT data, 2- og 3- parameterfordeling. Blå trekanter basert på beregnet Q_M og regionale Q_T/Q_M -data, for «vårflom 3». Velger Gumbel max som mest representativ (2 parameter og nær regionale Q_T/Q_M -data). Kilde: HYDRA II.

Flomfrekvensanalysen og Gumbel max lik fordeling for timesdata/knekkpunktet, viser seg å passe bra med regionale Q_T/Q_M -data, men ligger litt høyere.

Basert på døgndata er årsflommen for **Skaidielva** beregnet til $118 \text{ m}^3/\text{s}$ som tilsvarer en spesifikk flom på **$373 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$** .

Basert på FINUT data er årsflom for Skaidielva beregnet til $135 \text{ m}^3/\text{s}$ som tilsvarer en spesifikk flom på **$427 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$** .

4.2.4 Valgte årsflommer for vassdragene

For Skaidielva har vi valgt å benytte beregnede verdier basert på FINUT og Gumbel max fordeling (årsflom lik $427 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$). Disse samsvarer godt med regionale Q_T/Q_M -data, men ligger litt høyere.

For Repparfjordelva er det valgt å bruke samme spesifikke årsflom som beregnet for Skaidielva, basert på døgndata, $373 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$. Momentanflom er beregnet basert på regionale

regresjonslikninger for forholdstallet mellom momentanflom og døgnflom. Denne beregnes av følgende formel (NVE, 2011):

$$\text{Vårflom: } Q_{\text{momentan}}/Q_{\text{døgn}} = 1.72 - 0.17 \cdot \log A - 0.125 \cdot A_{\text{SE}}^{0.5}$$

Hvor A= Nedbørfeltets areal, A_{SE}=Effektiv sjøareal.

For Repparfjordelva ble forholdstallet beregnet til Q_{mom}/Q_{døgn}=1,16. Dette gir en spesifikk årsflom på 434 l/s*km².

For øvrige flommer ble regionale forholdstall benyttet, se tabell under, og Flomregion «Vårflom 3»:

Tabell 6. Regionale forholdstall QT/QM. For Repparfjordelva gjelder Flomregion «Vårflom 3».

Flomregion	Q ₅ /Q _M	Q ₁₀ /Q _M	Q ₂₀ /Q _M	Q ₅₀ /Q _M	Q ₁₀₀ /Q _M	Q ₂₀₀ /Q _M	Q ₅₀₀ /Q _M	Q ₁₀₀₀ /Q _M
Vårflom, 1	1.28	1.47	1.67	1.90	2.09	2.31	2.54	2.73
Vårflom, 2	1.24	1.41	1.57	1.77	1.88	2.01	2.19	2.32
Vårflom 3	1.28	1.47	1.64	1.85	2.00	2.16	2.36	2.50
Vårflom 4	1.31	1.57	1.80	2.09	2.34	2.58	2.88	3.14
Høstflom 1	1.33	1.59	1.86	2.21	2.48	2.79	3.23	3.50
Høstflom 2	1.33	1.68	1.95	2.39	2.70	3.05	3.58	3.94
Høstflom 3	1.33	1.73	2.04	2.57	3.05	3.45	4.20	4.73

Basert på ovenstående beregninger og valg er elvenes kulminasjonsvannføringer beregnet og oppsummert i Tabell 7. Her er også dimensjonerende vannføring i Rapparfjordelva oppstrøms Skaidielva beregnet basert på ren massebalanse. (Dette er ikke matematisk helt korrekt, men vi velger å se bort fra den lille andel felt mellom nedstrøms Skaidi og utløp sjø).

Tabell 7. Kulminasjonsvannføringer i Rapparfjord elv (utløp), Skadi elv (utløp) samt Repparfjord før samløp med Skaidi elv.

Returperiode (år)	Skadielv	Repparfjordelv	Repparfjordelv før Skaidi
	Q _{mom} (m ³ /s)	Q _{mom} (m ³ /s)	Q _{mom} (m ³ /s)
QM (middelflom)	135	477	342
Q20	237	782	545
Q200	337	1030	693
Q1000	405	1192	787

4.2.5 Klimafremskrivinger

Elveflom

Ifølge Norsk Klimaservicesenter (2016, med oppdatering juli 2017) er det ikke behov for klimapåslag på flomvannføring for store nedbørfelt dominert av snøsmelteflommer. I små elver som reagerer raskt på regn anbefales et klimapåslag på minst 20 % (Norsk Klimaservicesenter,

2016). Repparfjordvassdraget er relativt stort ($>100 \text{ km}^2$) og er dominert av snøsmelteflom. Det er derfor valgt å ikke ta i bruk klimapåslag, men bruke middelflom (QM) og årsflommene Q20, Q200 og Q1000 som endelige tall.

Havnivå, stormflo og bølger

Havnivåstigningen kan føre til at stormflo og bølger strekker seg lenger inn på land enn hva som er tilfelle i dag. Dette kan føre til skader på bebyggelse og infrastruktur på grunn av oversvømmelse i områder hvor en i dag ikke har registrert skader. I rapporten «Havnivåstigning og stormflo» (DSB, 2016) er det gitt tall for ulike returnivåer for stormflo og havnivåstigning med klimapåslag for alle kystkommuner i Finnmark. I beregningene er det tatt hensyn til landhevning. Basert på høye klimagassutslipp og beregninger for perioden 2081-2100, er det anbefalt å bruke fra 60-78 cm (avhengig av kommune) som tillegg for havnivåstigning med klimapåslag. I tillegg må det gjøres egne vurderinger for bølge- og vindoppstuvning. I rapporten er det gitt eksempler på hvordan tallene skal brukes i planlegging.

Anvendte dimensjonerende stormflonivåer i denne utredning er vist i figur 15.

5. HYDRAULISKE BEREGNINGER

5.1 Modelloppsett

I beregningen av vannlinje og hydrauliske parametere er programvaren HEC-RAS versjon 5.0.7 benyttet. De viktigste inngangsparameterne er geometri (terrengmodell, beregningsgrid/rutenett, elvebanker og konstruksjoner), ruhet, grensebetingelser og vannføring. For å kunne vurdere effekten av 20-, 200- og 1000 årsflommen er en 2D-modell vurdert mest hensiktsmessig. I en 2D-modell vil hele terrengmodellen danne grunnlag for beregningene. Det er ofte fordelaktig å benytte 2D-beregninger når vassdraget har flate partier, og hvor flommen går utover elvas breddekanter. 2D-modellen seg fra utmunningen av Repparfjordelv og ca. 9 km oppstrøms vassdragene Repparfjordelv og Skaidielv.

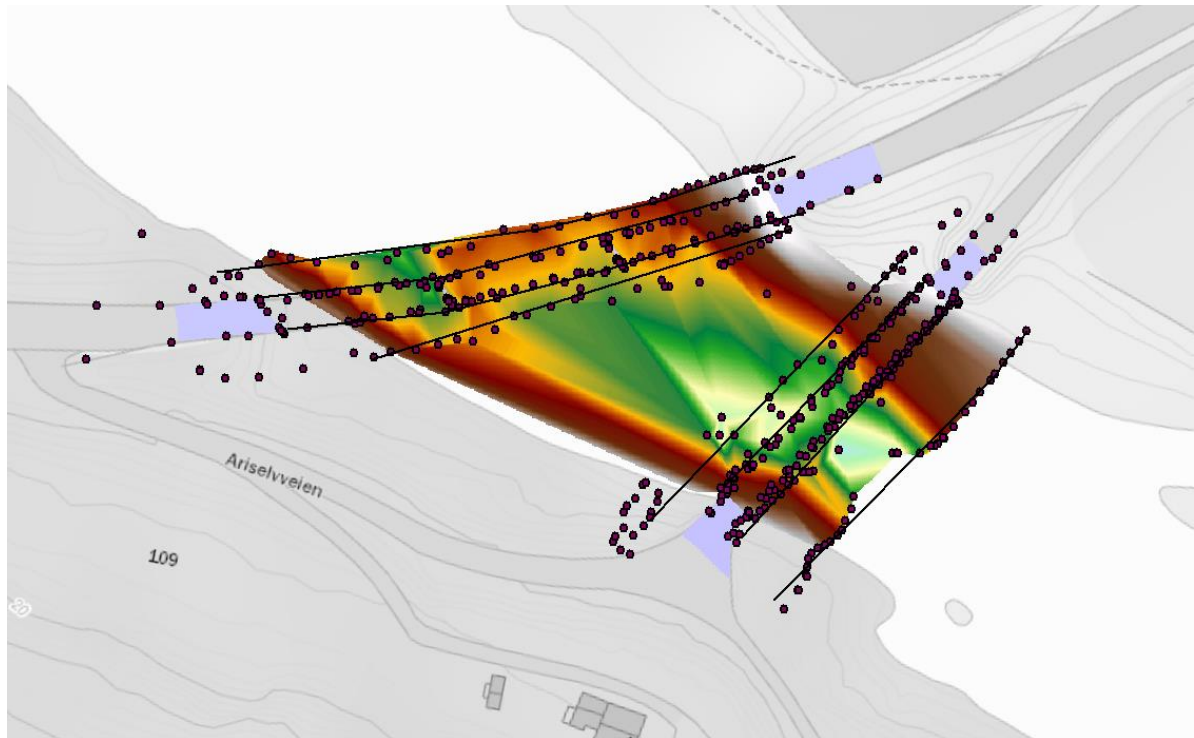
For flomsoneberegningen er det valgt rutenett celledimensjon på typisk 5x5 meter i senterlinje elveløp, 5x5 meter i selve elveløpet supplert med såkalte «breaklines» for breddekanter og for brukonstruksjoner. 10x10 meter rutenett ble brukt for resterende områder i modellen. Vertikale hastigheter blir ikke beregnet.

5.1.1 Oppmåling

2. juli 2019 ble det utført innmålinger av lysåpningen til Skaidibru, samt bruene i Repparfjord. I tillegg ble elvebunnprofilene, to oppstrøms og to nedstrøms bruene, målt inn. Totalt var det 12 elvebunnprofiler som ble målt inn.

Oppmålingsarbeidene dannet blant annet grunnlag for oppbyggingen av bruene i modellen. Bruenes landkar og pilarer er bygget opp og lagt inn i terrengmodellen.

Figuren under viser tverrprofiler med punkter som ble målt inn ved Repparfjordbruene.



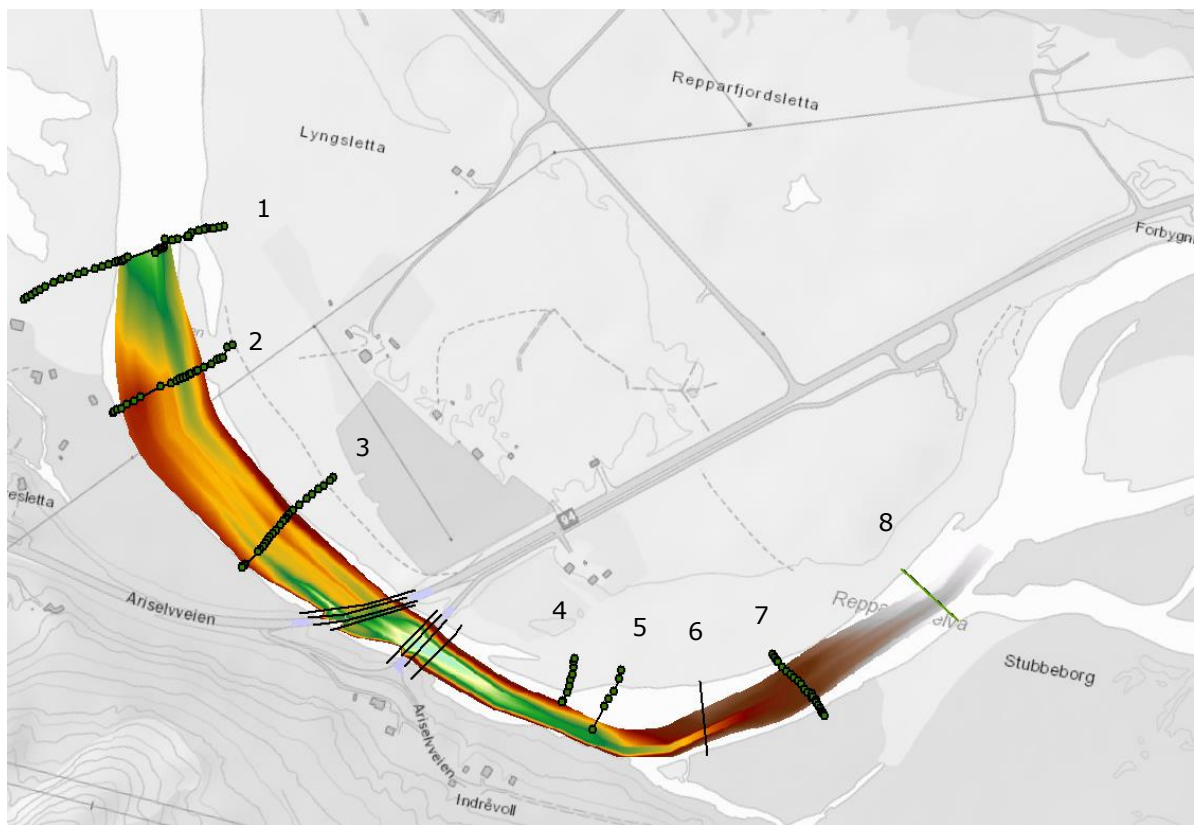
Figur 13. Innmålinger utført 02.07.2019 ved Repparfjordbrue. Innmålingene av tverrprofilene langs elvebunnen ble brukt til å senke terrengmodellen (sjøbunn), mens innmålingene av Repparfjordbrue ble bruk til å heve terrengmodellen i fht. brukarar og pilarer.

5.1.2 Supplerende innmålinger

28. oktober ble det utført supplerende innmålinger av 6 tverrprofiler ved utløpet av Repparfjordelva. Profilene er valgt ut for best mulig å beskrive elvas geometri i horisontal- og vertikalplanet og dermed beskrive strømningsforholdene i elva.

Under innmålingen var det noe snø og is på bakken, noe som vanskeliggjorde innmåling av elvebunn i tverrprofil 4 og 5 oppstrøms brue. Tverrprofilene ble derfor konstruert i forhold til de innmålingene som ble utført samt visuelle observasjoner og grove dybdemålinger på stedet. Tverrprofil 6 ble konstruert dels basert på en interpolering mellom profil 5 og 7, samt dels manuelt justert basert på visuelle observasjoner og grove dybdemålinger på stedet.

Tverrprofilene av elvebunnen ble omgjort til en ny 2D terrengmodell for elvebunnen, basert på interpolering mellom tverrprofilene.



Figur 14. Oversikt over innmålinger/GPS av tverrprofiler utført 28.10.2019. Grønne punkter er nye innmålinger. Innmålingene ved bruene er utført 02.07.2019.

5.2 Grensebetingelser og modellparametre

5.2.1 Grensebetingelser

Elveflommer:

2D-modellens nedre grensebetingelse er satt som konstant vannstand. Det er valgt å bruke høyvann med 1 års gjentaksintervall, hvilket er **1,50 moh** (Kartverket, «Se havnivå», juli 2019).

Øvre grensebetingelser er satt lik den årsflommen som modellen skal beregnes for (henholdsvis flomvannføring Skaidielv og Repparfjordelva), samt initialbetingelse satt lik innmålt gjennomsnittlig fall oppstrøms elvene.

Dimensjonerende stormflonivåer:

For stormflo har vi benyttet 20, 200 og 1000 årshendelsen inkl. klimapåslag dvs. **2,53 moh** (sikkerhetsklasse 1 for 20 årsflom), **2,70 moh** (sikkerhetsklasse 2 for 200 årsflom) og **2,81 moh** (sikkerhetsklasse 3 for 1000 årsflom) for Repparfjorden (Kartverket, se havnivå, juli 2019, Figur 15).

For flomsonekartet anvender vi kombinasjons- eller lokk-metoden, dvs. en kombinasjon av høyeste verdi/vannlinje av flomsone fra elveflom og flomsone for stormflo alene.

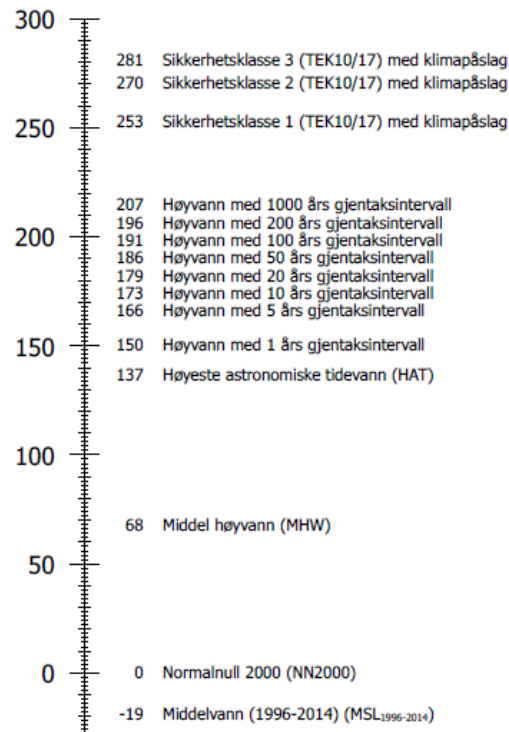


11. juli 2019

Repparfjorden

Nivåskisse med de viktigste vannstands nivåene og ekstremverdier

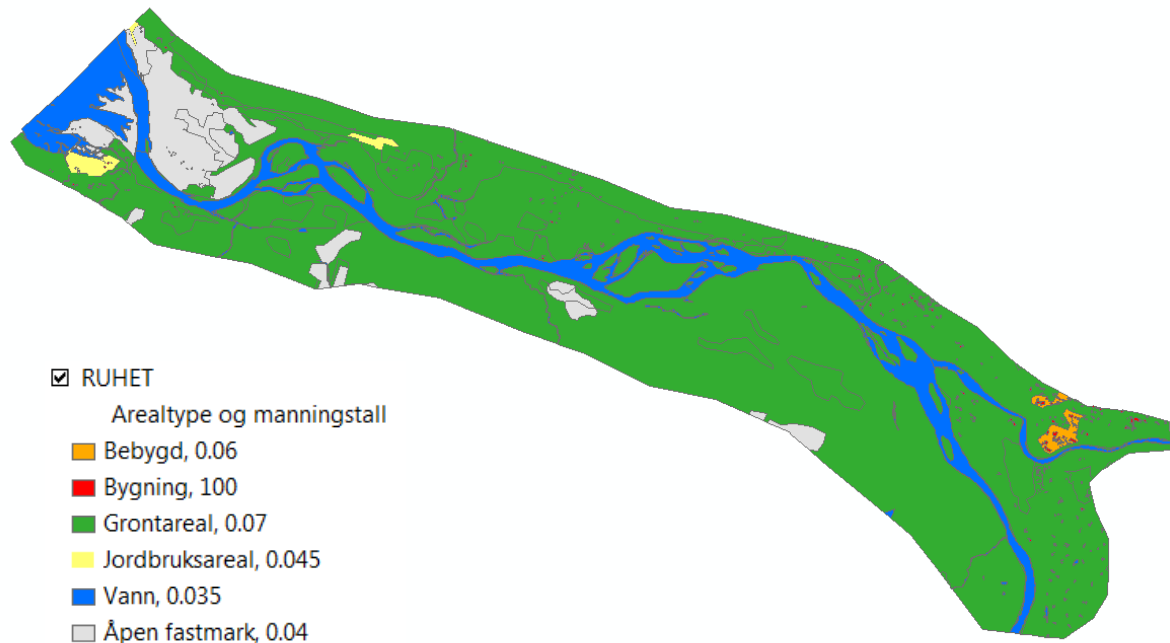
Nivå er hentet fra HAMMERFEST og justert med faktor 0,98.



Figur 15. Vannstands nivå for Repparfjord inklusive anbefalte nivå for planlegging (sikkerhetsklasser med klimapåslag, år 2100). Kilde: Kartverket.no

5.2.2 Ruhet

Følgende Mannings'n verdier er antatt og benyttet i HEC-RAS-modellen:



Figur 16. Oversikt over Mannings'n verdier brukt i modellen.

5.3 Kalibreringsdata

For å kalibrere hydrauliske modeller er en avhengig av samhørende verdier av vannføring og vannstand. Dette finnes dessverre ikke nøyaktige observasjoner/målinger i vassdragene.

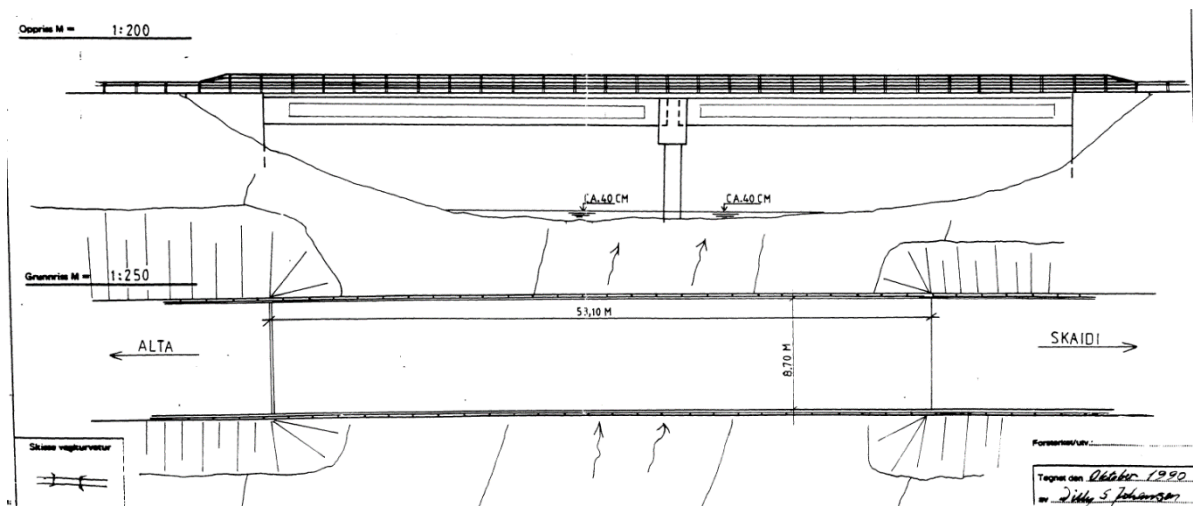
En beboer observerte imidlertid at vannstanden under storflommen i 1992 nådde nesten opp til breddekanten rett nedstrøms Repparfjordbrua, mot golfbanen, og Erdal bru ble nesten tatt (sidebekk). Videre er det en del bildedokumentasjon fra flommen vinteren og våren 2008.

5.4 Spesielt om bruer

Bruene i modellen er lagt inn basert på bilder, tegninger fra Statens Vegvesen, samt befaring og innmålinger.

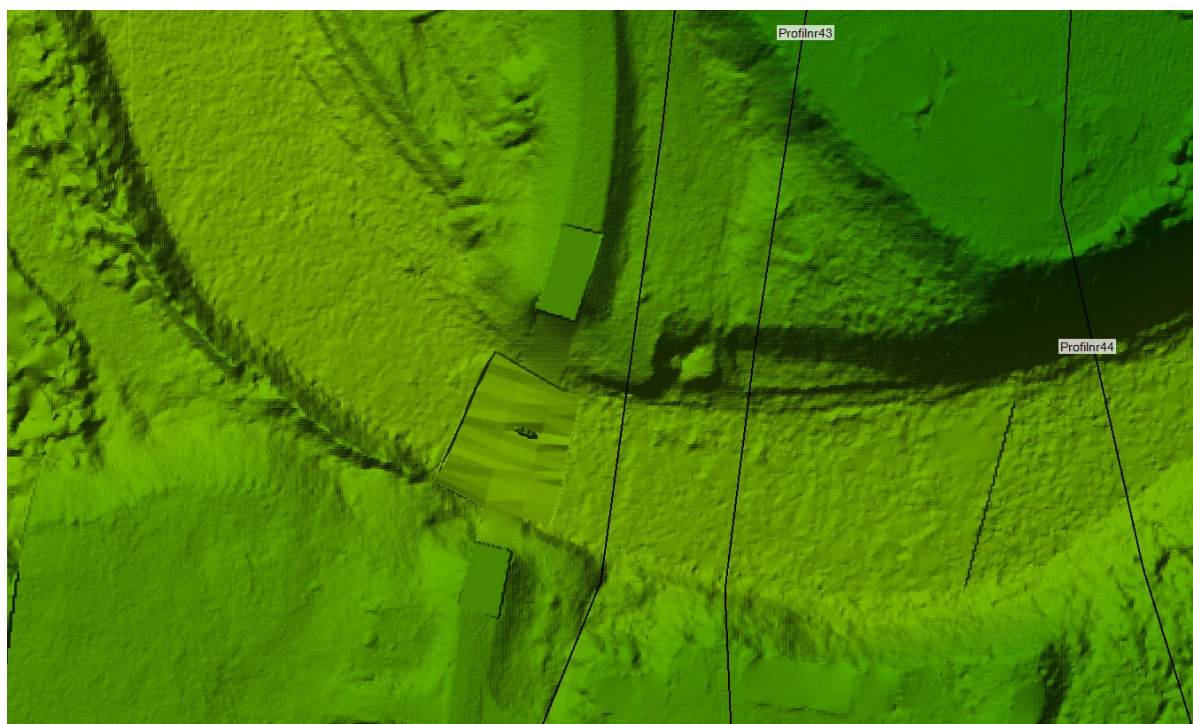
5.4.1 Skaidi bru (SVVS objektid.: 272343536)

Kjørebrua er ei bjelkebru (NIB 321), 2 spenn, kasselandkar og firkantpilar med isbryter. Innmålinger viser at brua har en lengde på ca. 52 meter, bredde på ca. 8,5 meter, topp bru ca. kote 57 moh og underkant bru ca. kote 53 moh.

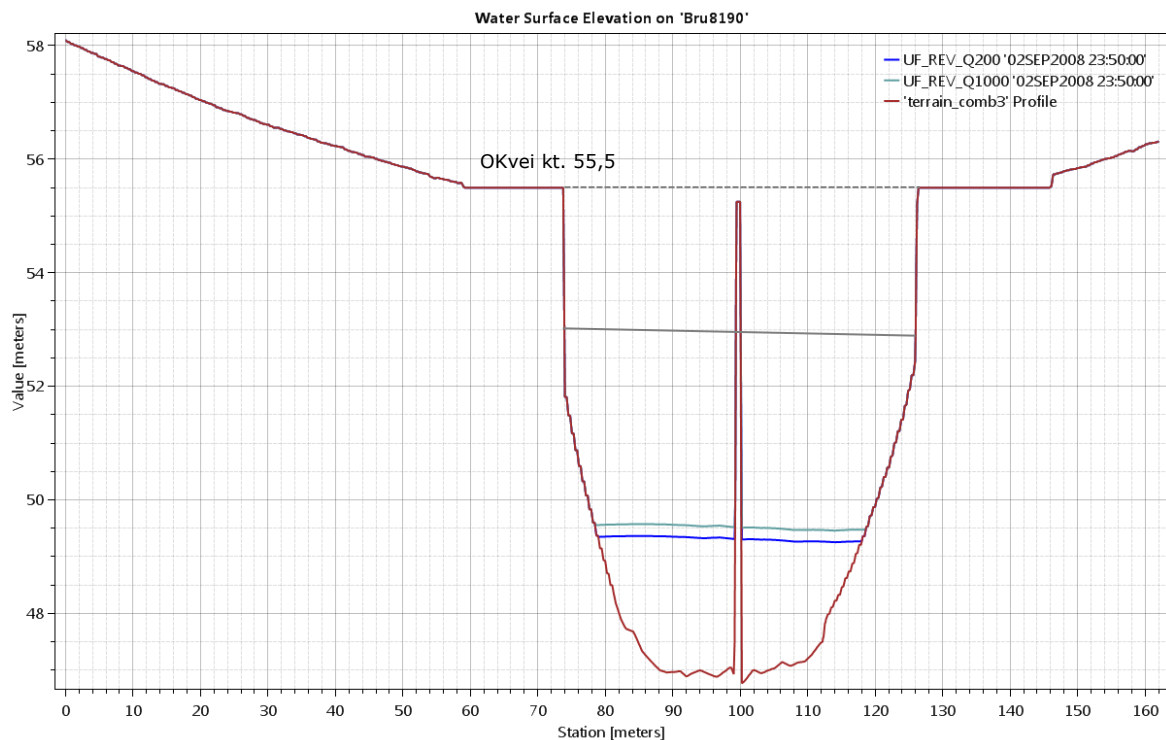


Figur 17. Skaidi bru. Kilde: SVV.

Basert på innmålingene ble Skaidibru lagt inn i 2D-modell som en del av terrengmodellen med høydekote på senterlinjevei på 55,5 moh. Figur 19 under viser hvordan vannstanden til 200 og 1000 årsflom (Q200 og Q1000) ligger i fht. eksisterende bru.



Figur 18. Terrengmodell med innlagte brukar og pilar for Skaidibru, samt senket elvebunn i fht. innmåling utført 02.07.2019.

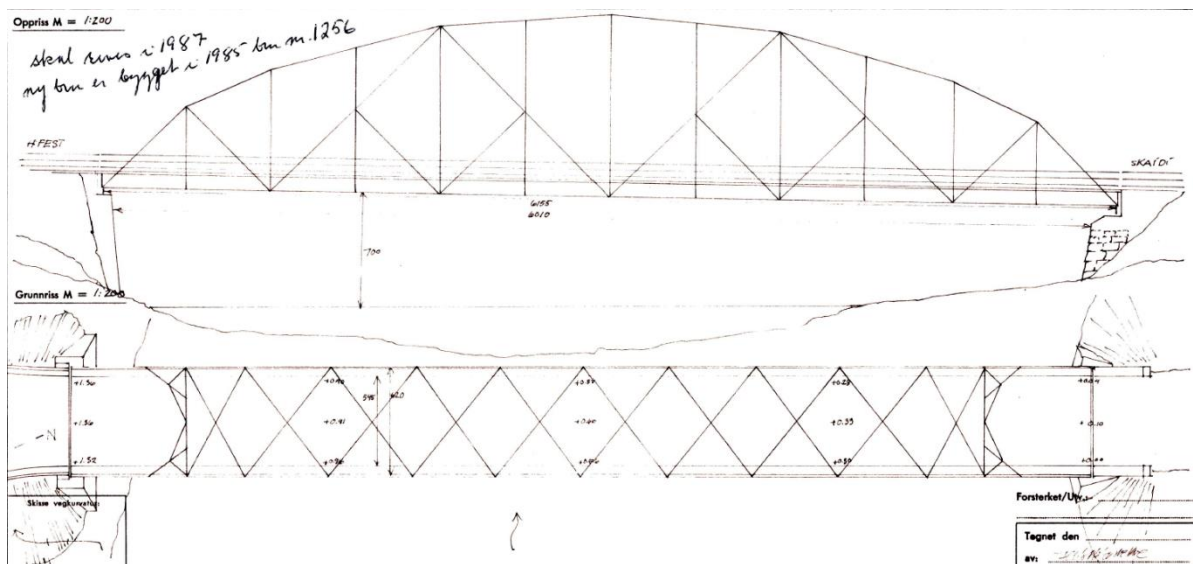


Figur 19. Tverrprofil som viser brukonstruksjoner og beregnet vannstands nivå ved brua for Q200 og Q1000. Stiplet grå linje illustrerer toppdekket på veien.

Beregningene viser at lysåpningen under brua er mer enn stor nok til å ta unna en 1000 årsflom og at det fremdeles er stor høyde opp til UK bru.

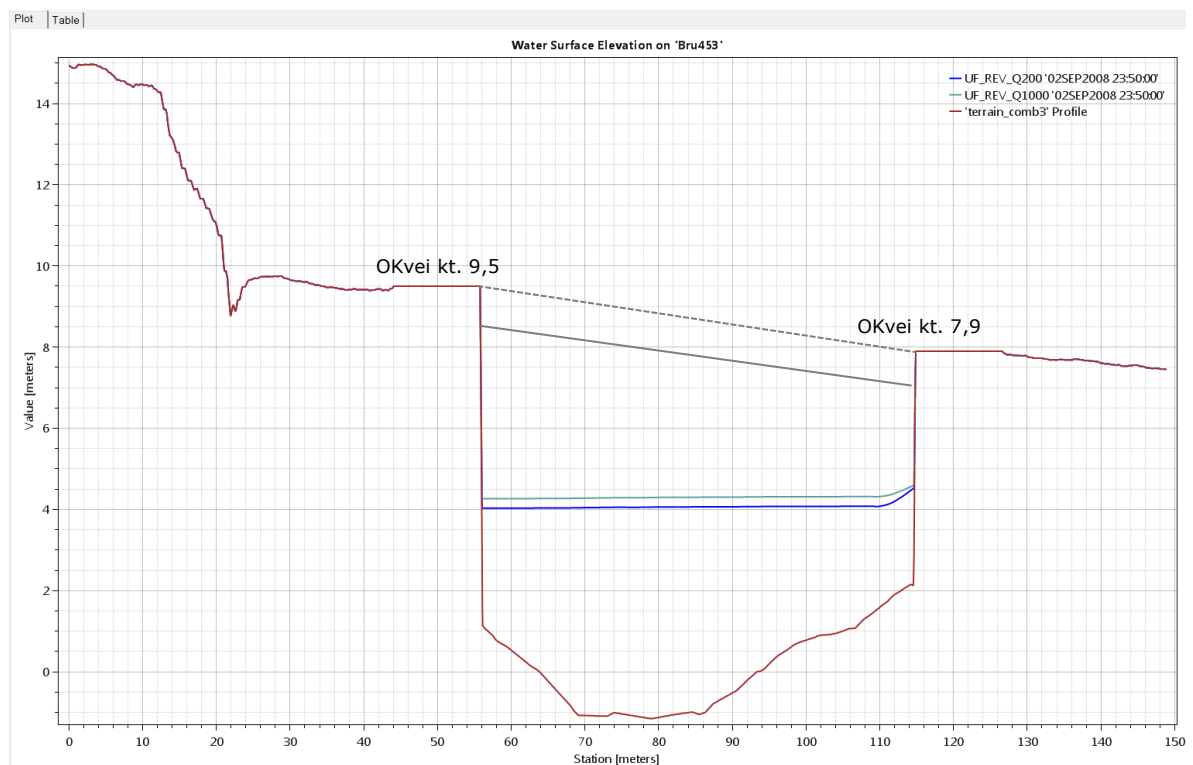
5.4.2 Repparfjordelva bru (gammelbrua) (SVVs objektid.: 272915963)

Gang- og sykkelvei brua er ei fritt opplagt fagverksbru (621) av stål. Innmålinger viser at brua har en lengde på ca. 61 meter, bredde på ca. 7 meter, topp bru ca. kote 7,3-9,5 moh og underkant bru ca. 7,1-8,3 moh.



Figur 20. Repparfjordelvbua (gammelbrua). Kilde: SVV.

Basert på innmålingene ble bruene så lagt inn i 2D-modell som en del av terrenngmodellen, se figur. Figuren under viser hvordan vannstanden til 200 og 1000 årsflom (Q200 og Q1000) ligger i fht. eksisterende GS-bru.

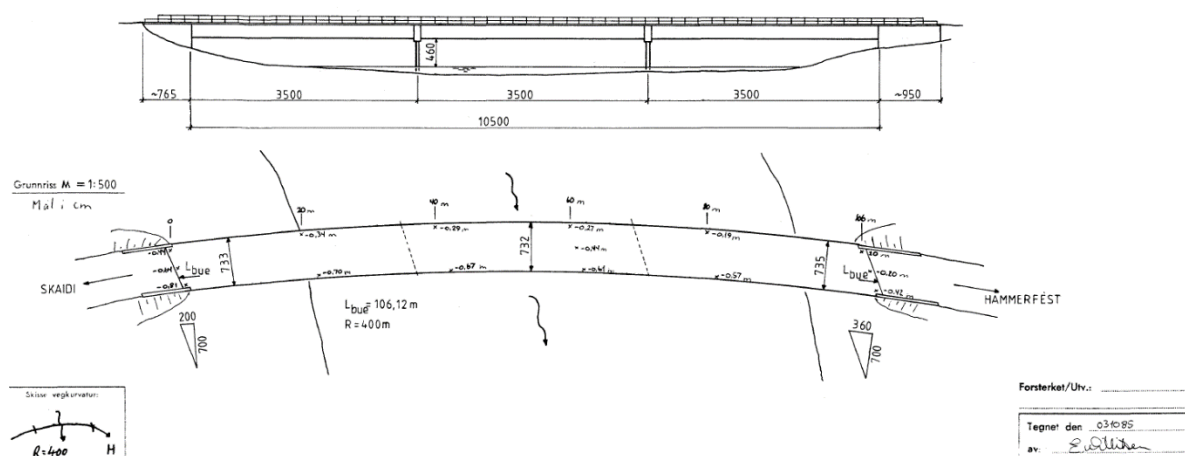


Figur 21. Tverrprofil som viser bruonstruksjoner og vannstands nivå ved brua for Q200 og Q1000. Stiplet grå linje illustrerer toppdekket på veien.

Beregningene viser at eksisterende lysåpning under brua er mer enn stor nok til å ta unna en 1000 årsflom, og at det fremdeles er stor høyde opp til UK bru.

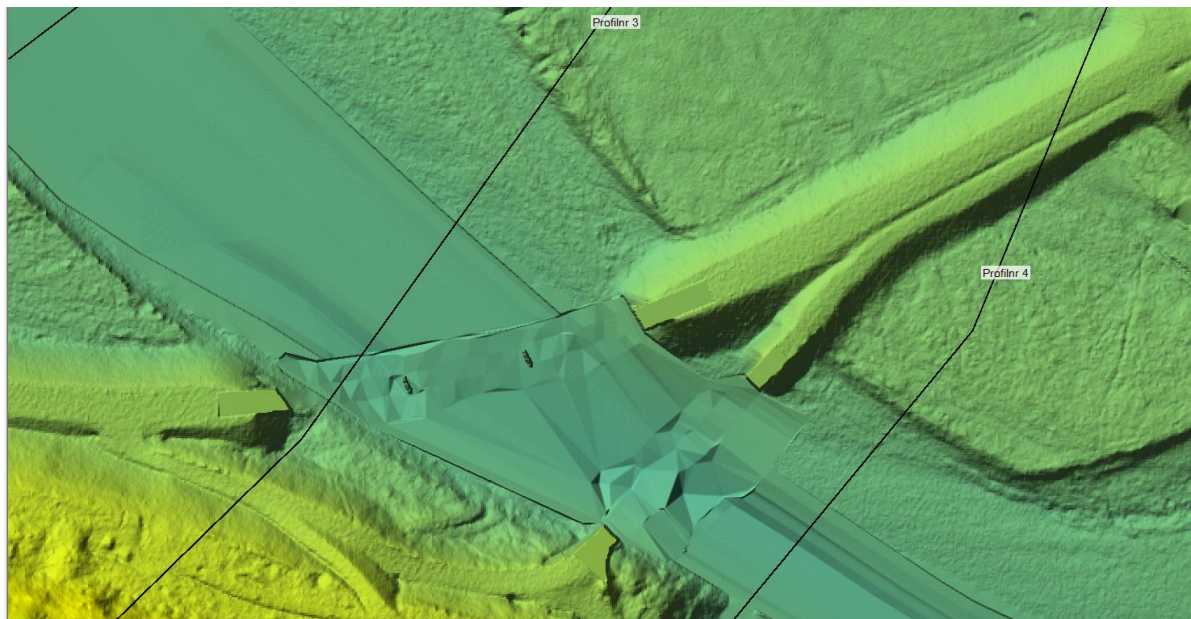
5.4.3 Repparfjord bru (kjørebru) (SVVs objektid.: 516725459)

Repparfjord-kjørebru er ei fritt opplagt bjelkebru (NIB 321) i 3 spenn. Brukar og søyler av armert betong. Innmålinger viser at brua har en lengde på ca. 104 meter, bredde på ca. 7 meter, topp bru ca. kote 7,4-8,4 moh. og underkant bru ca. 5,6-6 moh.

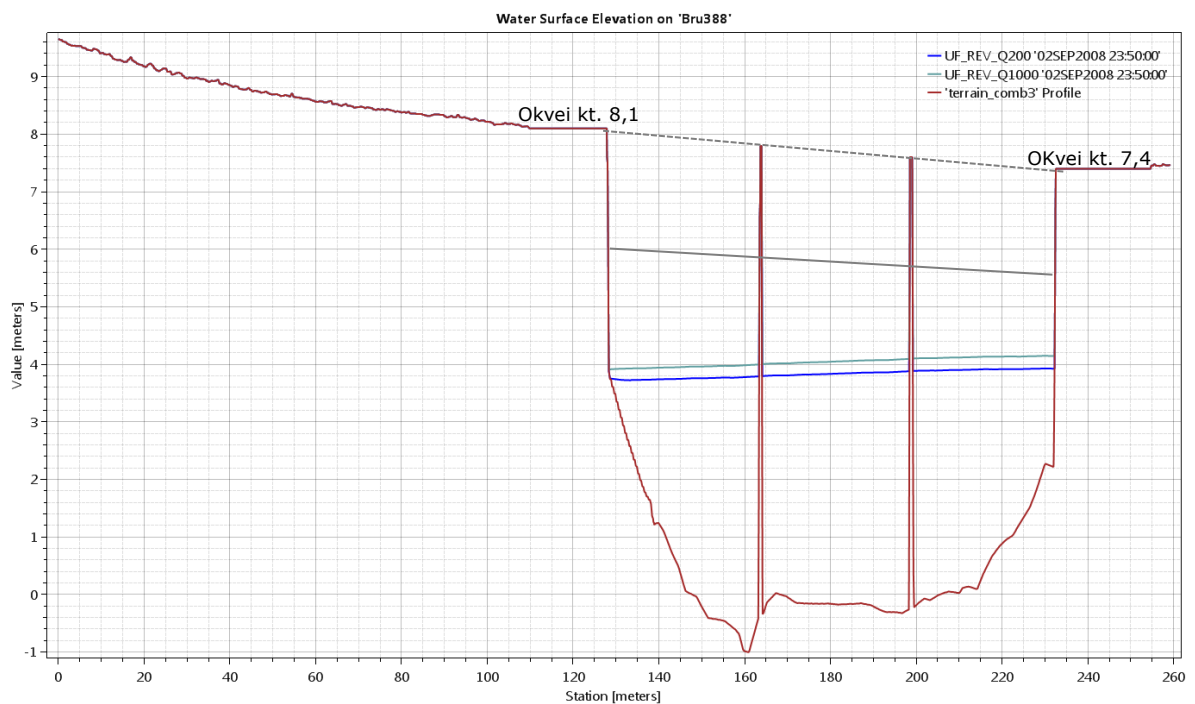


Figur 22. Repparfjordbrua. Fritt opplagt bjelke i 3 spenn. Kilde: SVV.

Basert på innmålingene ble bruen så lagt inn i 2D-modell som en del av terrengmodellen, se figur. Figuren under viser hvordan vannstanden til 200 og 1000 årsflom (Q200 og Q1000) ligger i fht. eksisterende kjørebru.



Figur 23. Terrengmodell med innlagte brukarer og pilarer for Repparfjordbrua, samt senket elvebunn ift innmåling utført 02.07.2019.



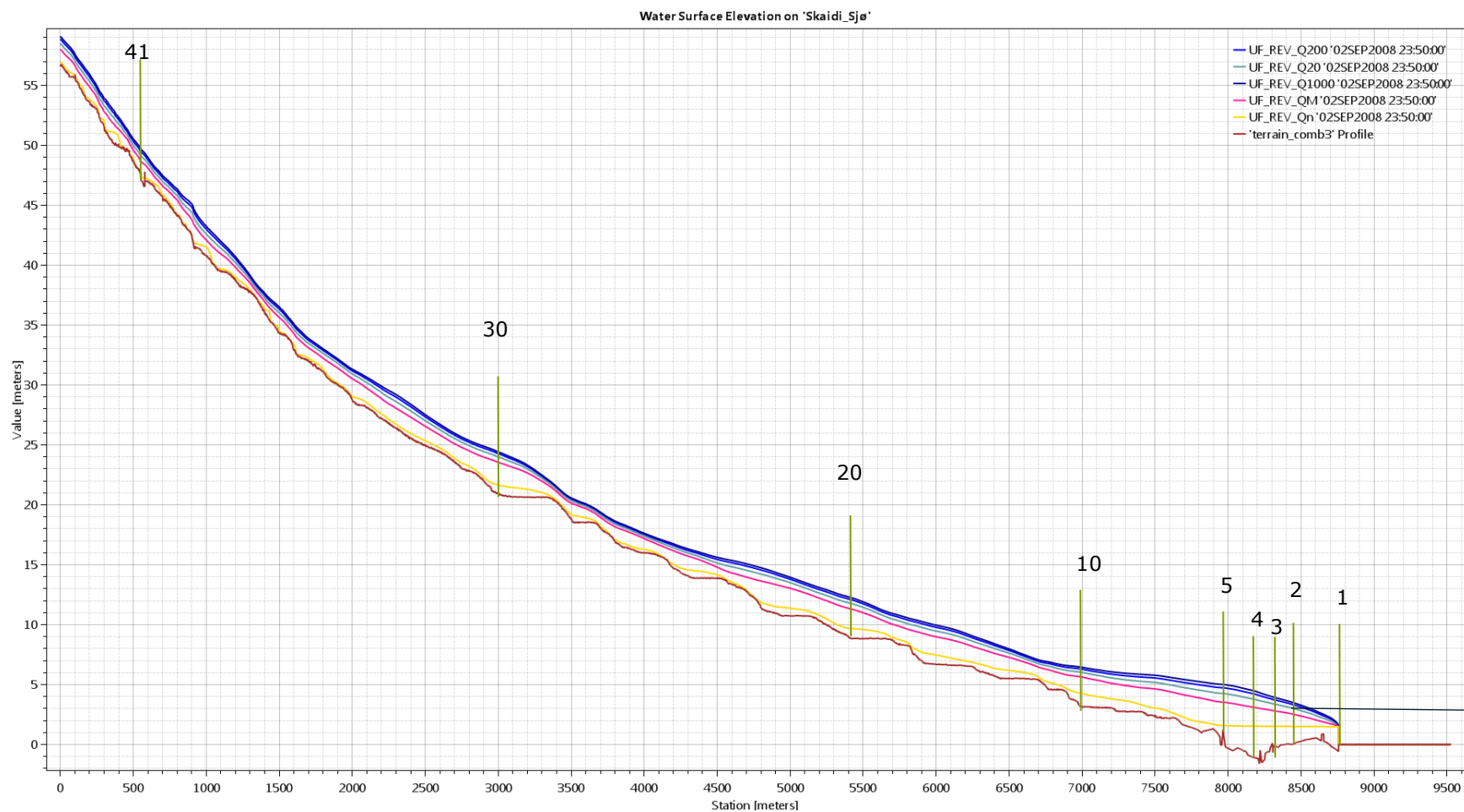
Figur 24. Tverrprofil som viser brukonstruksjoner og vannstands nivå ved brua for Q200 og Q1000. Stiplet grå linje illustrerer toppdekket på veien. Minimum lysåpning ved Q1000 er ca. 1,4 meter.

Beregningene viser at eksisterende lysåpning under brua er mer enn stor nok til å ta unna en 1000 årsflom, og at det fremdeles er stor høyde opp til UK bru.

5.5 Vannlinjer

En 2D modell beregner flomutbredelse, dybder og hastigheter langs vassdraget. Det er også mulig å legge inn profil-linjer enten langs eller på tvers av vassdraget, og der hente ut ønskede resultater.

Det er blant annet beregnet vannlinje langs senter av Rapparfjordelva (dvs. beregninger av vannspeilets høyde/nivå langs elven) for flomvannstander ved normalvannføring (Q_n), middelflom (Q_M), 20 årsflom (Q_{20}), 200 årsflom (Q_{200}) og 1000 årsflom (Q_{1000}). Resultatene av beregningene er vist på en samlet lengdeprofil i figuren under. Samme data er også presentert i etterfølgende Tabell 8, men for ulike tverrprofiler.



Figur 25. Vannlinje langs senterlinje elv med tverrprofiler fra Skaidi og ned til sjø for Qn, QM, Q20, Q200 og Q1000.

Figur 25b. Vannlinje, nedre del.

5.6 Beregnede vannstander

Tabell 8 viser beregnede vannstander for ulike tverrprofiler langs vassdragene. Oversikt over tverrprofilenes plassering er vist i figur 3, samt i vedlagte flomsonekart.

Tabell 8. Beregnede vannstander for Repparfjordelva og Skaidielva for ulike tverrprofiler. For nedre del av Repparfjordelva er også dimensjonerende stormflonivå lagt inn.

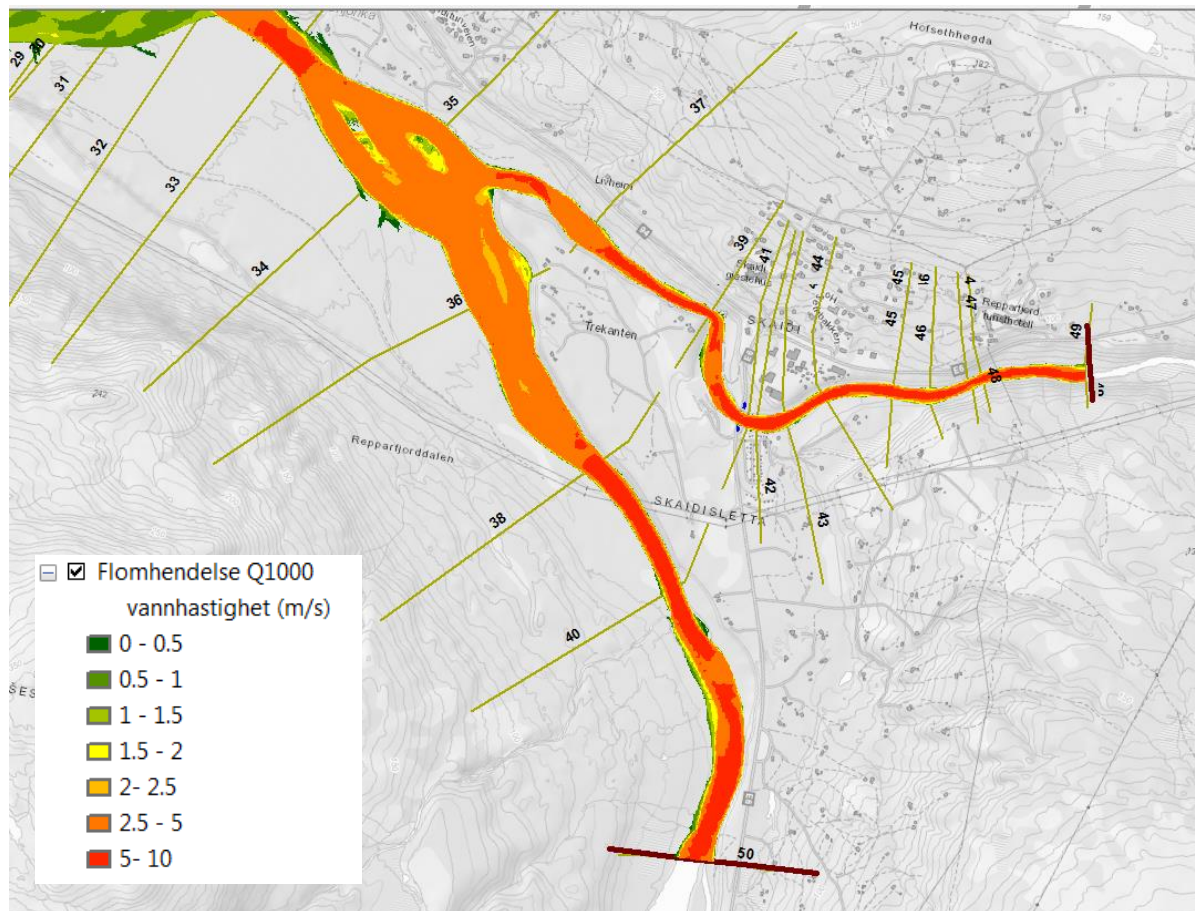
Sted	Profilnr.	Qn	QM	Q20/ stormflo 20	Q200/ stormflo 200	Q1000/ stormflo 1000
Start 2D-modell Repparfjordelv	38	56.42	57.26	57.62	57.85	57.98
	37	45.03	46.63	47.18	47.53	47.73
	36	41.25	42.42	42.84	43.11	43.26
	35	35.12	36.11	36.39	36.56	36.66
	34	30.83	31.32	31.53	31.71	31.82
Samløp Skaidielva. Start reg.plan Enebakk	33	26.16	27.53	28.06	28.42	28.63
	32	24.54	25.58	26.01	26.30	26.46
Slutt reg.plan Enebakk	31	23.11	24.41	24.86	25.13	25.29
	30	22.21	23.90	24.37	24.65	24.81
	29	21.66	23.59	24.04	24.30	24.46
	28	19.40	20.29	20.50	20.64	20.72
	27	18.42	19.19	19.38	19.52	19.59
	26	15.61	16.53	16.76	16.93	17.05
	25	14.50	15.44	15.70	15.93	16.07
	24	12.30	13.78	14.40	14.72	14.93
	23	11.45	13.19	13.70	13.99	14.16
Start reg.plan Solbakken	22	11.02	12.45	12.84	13.13	13.29
	21	10.45	12.00	12.41	12.72	12.90
Slutt reg.plan Solbakken	20	9.70	11.33	11.79	12.10	12.28

Sted	Profilnr.	Qn	QM	Q20/ stormflo 20	Q200/ stormflo 200	Q1000/ stormflo 1000
Start reg.plan Repparfjord Golf	19	9.22	10.23	10.68	10.96	11.12
	18	8.78	9.90	10.35	10.64	10.81
	17	7.58	9.14	9.62	9.93	10.11
	16	6.93	8.27	8.73	9.01	9.17
	15	6.28	7.47	7.87	8.10	8.24
	14	5.90	6.71	6.99	7.19	7.31
	13	5.45	6.45	6.77	6.97	7.09
	12	5.09	6.11	6.44	6.67	6.80
	11	4.64	5.81	6.18	6.44	6.60
	10	4.22	5.60	5.99	6.26	6.42
	9	3.78	5.06	5.52	5.84	6.04
	8	2.96	4.57	5.12	5.50	5.73
	7	2.29	4.17	4.77	5.20	5.45
	6	1.68	3.63	4.34	4.81	5.08
	5	1.61	3.57	4.30	4.77	5.05
Repparfjordbru (gml)	4	1.54	3.11	3.78	4.22	4.47
Repparfjordbru	3	1.53	2.83	3.39	3.74	3.95
Slutt 2D-modell Repparfjord	2	1.52	2.55	3.02/2.53	3.34/2.7	3.52/2.81
	1	1.50	1.54	1.58/2.53	1.63/2.7	1.66/2.81
Skaidielv (2D)	50	63.56	64.65	65.11	65.48	65.71
	49	59.26	60.46	61.07	61.56	61.84
	48	58.41	60.02	60.63	61.12	61.40
	47	57.04	58.14	58.63	59.01	59.23
	46	55.84	56.69	57.10	57.44	57.65

Sted	Profilnr.	Qn	QM	Q20/ stormflo 20	Q200/ stormflo 200	Q1000/ stormflo 1000
Skaidibru	45	51.76	52.82	53.33	53.73	53.96
	44	49.91	50.99	51.40	51.72	51.90
	43	48.45	49.45	49.87	50.21	50.41
	42	47.87	48.87	49.32	49.68	49.89
	41	41.84	43.41	43.98	44.42	44.68
	40	37.17	37.79	38.06	38.28	38.41
Slutt 2D-modell, deretter samløp Repparfjordelv	39	30.27	31.54	31.94	32.18	32.31

5.7 Vannhastighet

2D-modellen beregner vannhastigheter for alle enkeltgrid i modellen. Høyest vannhastighet i elva forekommer på strekningene oppstrøms samløpet til elvene, der elvene er smalest og brattest.



Figur 26. Beregnet maksimal vannhastighet [m/s] for 1000 årsflom.

For nærmere presentasjon av hastighetsfordeling i 2D-modellen vises til egne temakart for hastighet.

5.8 Sensitivitetsanalyse

For å få et bilde av usikkerheten til modellen og resultatene er det gjennomført en sensitivitetsanalyse for modellert 200 årsflom. Det er utført en sensitivitetsanalyse ved å øke ruheten i modellen (dvs. Mannings-tallene) med 30 %, se Tabell 9 og Figur 27.

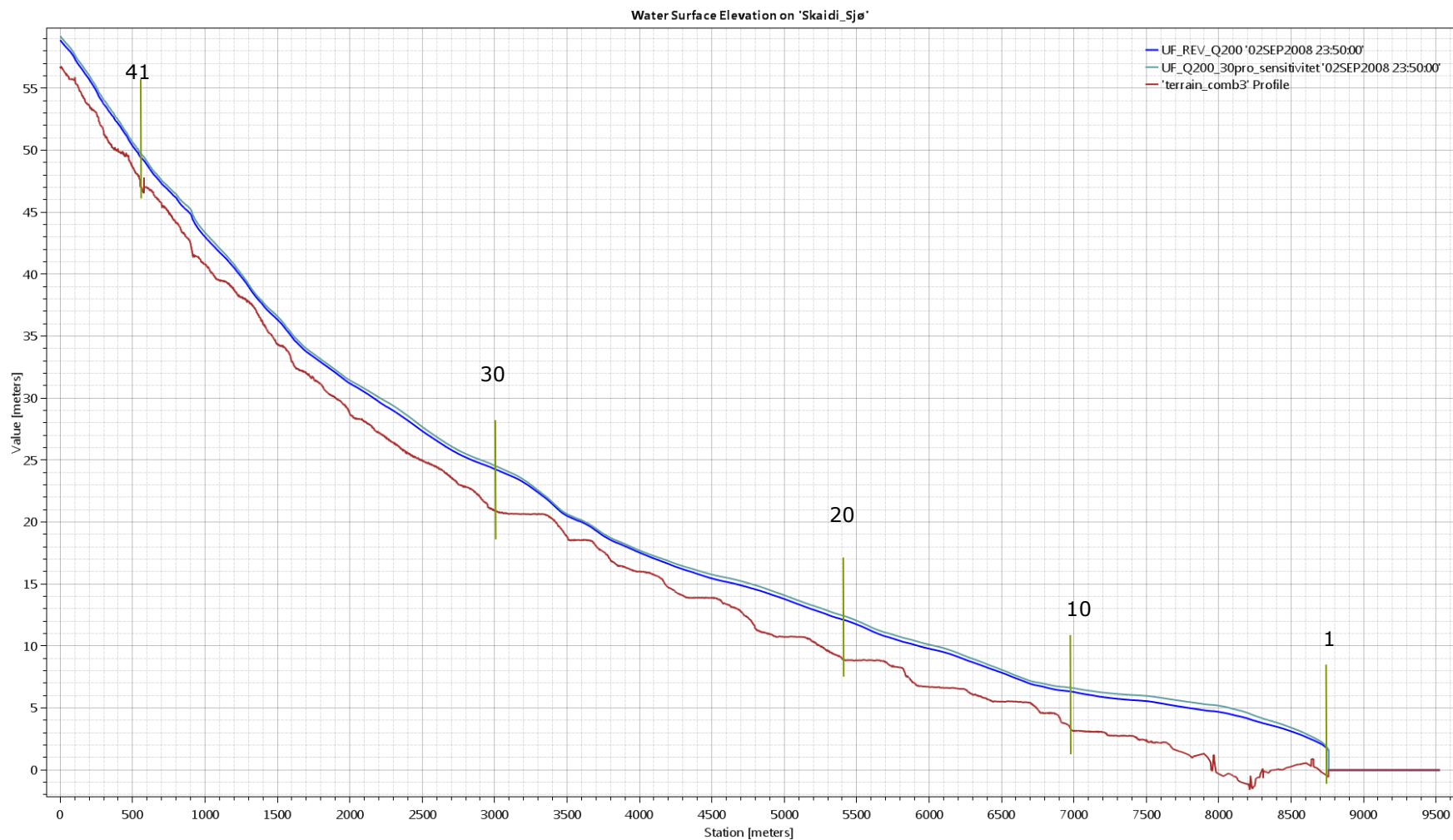
Sensitivitetsanalysen med økt ruhet viser at vannlinjen for alle gjentakintervall heves, og er på det høyeste opp mot 0.5 m. For 200 årshendelsen er det en typisk heving av vannstand på 0,3 meter langs vassdraget, og høyest for nedre deler av Repparfjordelva (0,5 meter ved profil 5 og 6).

Modellen er med andre ord relativt sensitiv for økt ruhet, og endelig valg av sikkerhetsavstand må hensynta dette.

Tabell 9. Oversikt over beregnet vannstand for 200 årsflom og med økt ruhet på 30 % (sensitivitetsanalyse), samt endring i vannstands nivå.

Sted	Profilnr.	Q200	Q200+30% ruhet	dZ_Q200
Start 2D-modell Repparfjordelv	38	57.85	58.12	0.27
	37	47.53	47.95	0.42
	36	43.11	43.44	0.33
	35	36.56	36.72	0.16
	34	31.71	31.92	0.21
Samløp Skaidielva. Start reg.plan Enebakk	33	28.42	28.81	0.39
	32	26.30	26.6	0.30
Slutt reg.plan Enebakk	31	25.13	25.42	0.29
	30	24.65	24.94	0.29
	29	24.30	24.57	0.27
	28	20.64	20.79	0.15
	27	19.52	19.68	0.16
	26	16.93	17.14	0.21
	25	15.93	16.2	0.27
	24	14.72	15.06	0.34
	23	13.99	14.3	0.31
	22	13.13	13.44	0.31
Start reg.plan Solbakken	21	12.72	13.04	0.32
	20	12.10	12.42	0.32
Slutt reg.plan Solbakken	19	10.96	11.26	0.30
	18	10.64	10.96	0.32
Start reg.plan Repparfjord Golf	17	9.93	10.27	0.34
	16	9.01	9.3	0.29
	15	8.10	8.35	0.25
	14	7.19	7.42	0.23
	13	6.97	7.2	0.23

Sted	Profilnr.	Q200	Q200+30% ruhet	dZ_Q200
	12	6.67	6.94	0.27
	11	6.44	6.73	0.29
	10	6.26	6.57	0.31
	9	5.84	6.21	0.37
	8	5.50	5.93	0.43
	7	5.20	5.66	0.46
	6	4.81	5.31	0.50
	5	4.77	5.27	0.50
Repparfjordbruer	4	4.22	4.69	0.47
Repparfjordbruer	3	3.74	4.12	0.38
	2	3.34	3.65	0.31
Slutt 2D-modell Repparfjordelv	1	1.63	1.69	0.06
Start 2D-modell Skaidielv	50	65.48	65.83	0.35
	49	61.56	61.98	0.42
	48	61.12	61.53	0.41
	47	59.01	59.33	0.32
	46	57.44	57.75	0.31
	45	53.73	54.07	0.34
	44	51.72	52	0.28
	43	50.21	50.51	0.30
Skaidibru	42	49.68	50	0.32
	41	44.42	44.8	0.38
	40	38.28	38.48	0.20
Slutt 2D-modell, deretter samløp Repparfjord-elv	39	32.18	32.4	0.22



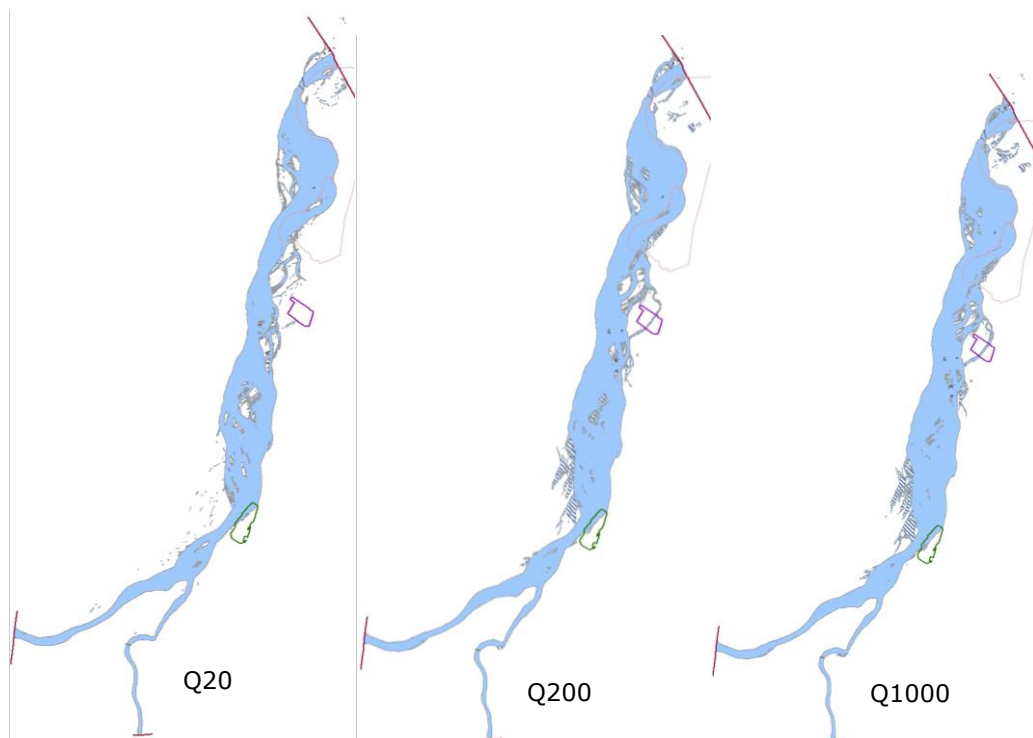
Figur 27. Sammenstilling av vannlinjer langs senterlinje elv med tverrprofiler fra Skaidi og ned til sjø for Q200 og sensitivitetsanalyse med økt ruhet (Q200_30pro_sensitivitet).

6. FLOMSONEKART

6.1 Resultater fra flomsoneanalyse.

Flomsonekart for henholdsvis 20, 200 og 1000 årshendelsene er vedlagt i egne flomsonekart.

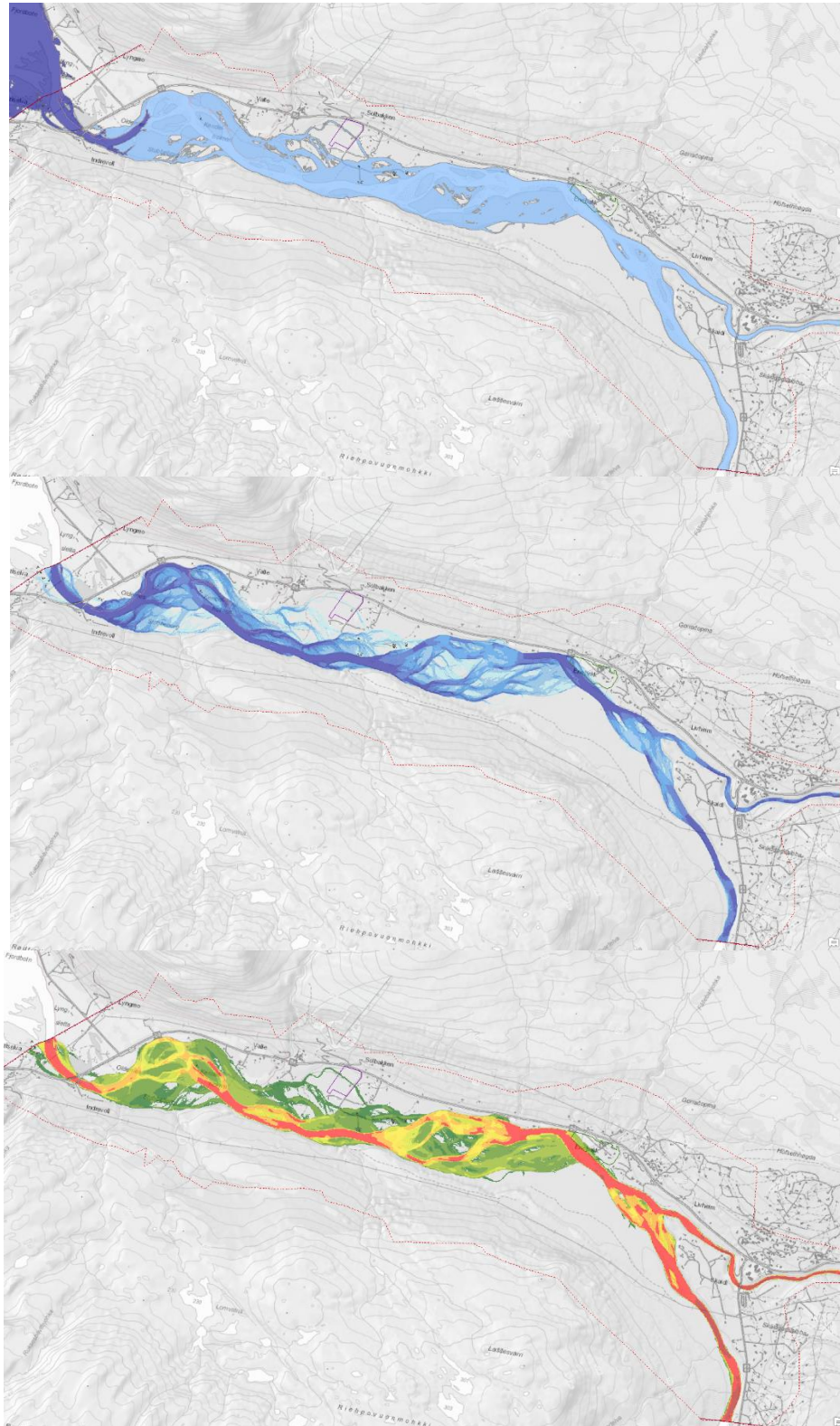
Figur 28 viser en sammenligning av flomutbredelse for de ulike flommene.



Figur 28. Resultater fra flomsoneanalyse for Q20, Q200 og Q1000.

Generelt viser flomsoneanalysene at det i store trekk er de samme arealene (primært flomslettene) som oversvømmes ved 20, 200 og 1000 årsflom. Med høyere gjentakintervall øker vanndybden på flomslettene og arealer grensende mot flomsettene blir gradvis utvidet og satt under vann.

Figur 29 viser en oversikt over 200 årsflom-beregninger av henholdsvis flomsoneutbredelse (inklusive stormflo), vanndybder (eksklusive stormflo) og hastigheter.



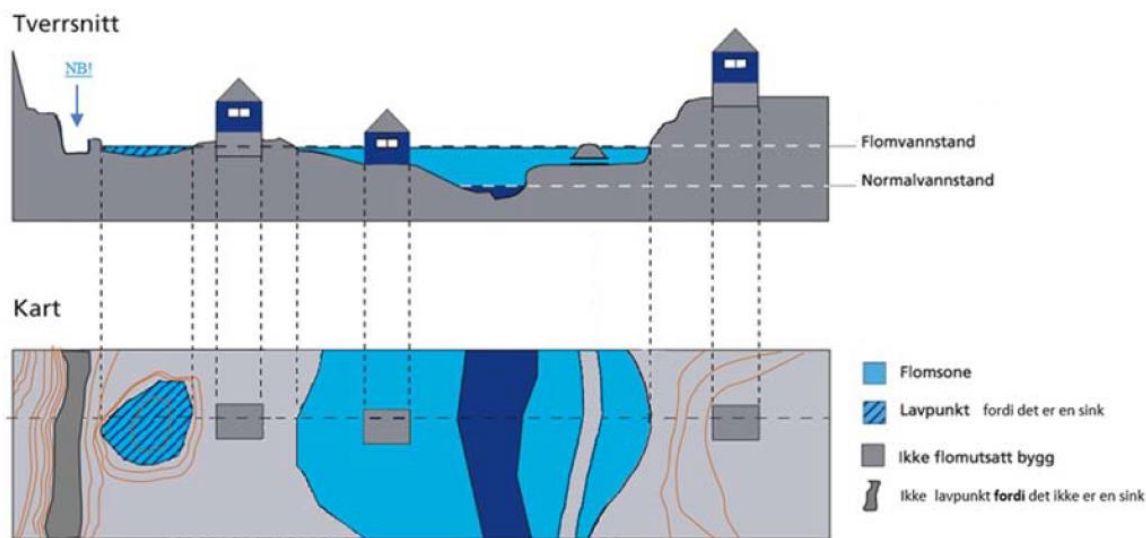
Figur 29. Resultater fra flomanalyser for 200 årsflom: Flomutbredelse (øverst), dybde (midten) og hastighet (nederst).

For nærmere presentasjon av flomresultater i 2D-modellen vises til egne flomsone, flomdybde og flomhastighetskart for alle flomsikkerhetsklasser.

6.2 Lavpunkt

Et lavpunkt er areal som ligger lavere enn de beregnede flomvannstandene, men uten direkte forbindelse til elva og som ikke har naturlige drensveier. Dette kan være områder som ligger bak flomverk, eller veier/fyllinger, men også lavpunkt som har forbindelse via en kulvert eller via grunnvannet. Disse områdene er markert med egen skravur, fordi de vil ha en annen sannsynlighet for overflomming og må håndteres særskilt. Spesielt utsatt vil disse områdene være ved intenst lokalt regn, ved stor flom i sidebekker eller ved tetting av kulverter.

I områder med lavpunkt må det utføres ytterligere vurderinger. Figur 30 viser prinsippsskisse som NVE bruker i sin definisjon på lavpunkt.



Figur 30. Prinsippsskisses lavpunkt. Området lengst til venstre i figuren er ikke et lavpunkt fordi det ikke er en sink, dvs. at vannet kan renne bort fra denne flaten. Flomsone lengst til høyre er ikke et lavpunkt, fordi det er en vei med drensør som har direkte forbindelse til elva.

Normalt beregnes lavpunkter basert på resultater fra 1D modeller. I denne utredning har vi imidlertid benyttet en 2D-modell, noe som vil gi ulike vanndybder for samme tverrsnitt. For å kunne hensynta og beregne lavpunkter basert på 2D modell har vi valgt å benytte **et karakteristisk/typisk beregnet vannlinjenivå i senter av hovedelva.**

Videre er alle lavpunkter mindre enn 50 m² tatt bort, for bedre presentasjon av temakartene. Lavpunkter som er omringet av en flomsone, vurderes til å ha stor fare for oversvømmelse.

7. USIKKERHET

7.1 Flomberegning

Datagrunnlaget for flomberegning i Repparfjordvassdraget kan karakteriseres som «Brukbart datagrunnlag». Det foreligger dataserie a 20 år i aktuelt og nærliggende vassdrag (Skaidielv før samløp med Repparfjordelva). Det er imidlertid en del usikkerhet knyttet til bl.a. frekvensanalyser av flomvannføringerne og forholdet mellom momentanverdier og døgnmidler.

Observasjonene som foreligger er av vannstander. Disse omregnes ut fra en vannføringskurve til vannføringsverdier. Vannføringskurven er basert på et antall samtidige observasjoner av vannstand og fysiske målinger av vannføring i elva. Disse direkte målingene er ikke alltid utført på ekstreme flommer. De største vannføringene er altså normalt beregnet ut fra en ekstrapolert sammenheng mellom vannstander og vannføringer. Dette medfører at også "observerte" flomvannføringer kan inneholde en grad av usikkerhet og at usikkerheten i vannføringskurven normalt øker med økende vannføring.

Å klassifisere usikkerhet i hydrologiske data er vanskelig da det er mange faktorer som spiller inn, særlig for å anslå usikkerhet i ekstreme vannføringsdata.

Datagrunnlaget for flomberegningen karakteriseres som godt og flomberegningen klassifiseres i klasse 2 av 5, hvor 1 er best (2: Brukbart hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i eller nært vassdraget).

7.2 Hydrauliske beregninger

For en 2D-modell er de største usikkerhetene normalt forbundet med kvaliteten på terrengmodellen, herunder 2D-rutenettet/grid. En terrengmodell vil alltid være en forenkling (modell) av virkeligheten slik at en nøyaktig modell med høy detaljeringsgrad/oppløsning normalt også vil gjøre beregningene mer nøyaktige. Høy detaljeringsgrad krever stor datatetthet som er ressurskrevende ved innsamling og prosessering slik at dette normalt blir en avveining mellom nøyaktighet og tilgjengelige ressurser.

Laserdataene for Repparfjordelva er skannet med en nominell punkttetthet på 2,0 punkt /m². En del av disse punktene treffer vegetasjon, bygninger mv. slik at punkttettheten på bakken blir noe lavere, spesielt i områdene med tett vegetasjon. I flatt/jevnt terreng vil dette typisk påvirke resultatet i mindre grad enn i områder med store, lokale topografiske kontraster. Terrengdataene som er anvendt i prosjektet er det best tilgjengelige datamaterialet per dags dato. I tillegg er en del spesielt viktige områder som f.eks. bruer målt inn i felt for å sikre at disse representeres mest mulig korrekt i terrengmodellen.

Kvaliteten av en vannlinjeberegning er avhengig av en godt kalibrert vannlinjeberegningsmodell, med tilhørende godt kalibreringsgrunnlag. Et optimalt kalibreringsgrunnlag oppnås vha. en komplett innmålt vannlinje av en flom med stort gjentaksintervall samt en eller flere fysiske vannføringsmålinger i vassdraget under selve flommen. Data fra historiske flommer kan ofte ha

reduisert verdi pga. naturlig endringer i elveløpet samt diverse inngrep som for eksempel bruer, flomverk mv. Da det ikke er tilgjengelig kalibreringsdata er det vanlig å supplere med bl.a. sensitivitetsanalyser. Noe som det er blitt utført i denne utredning.

Beregning av vannstand nær kompliserte geometrier som bruer og kulverter kan medføre noe større usikkerhet. Erosjon og masseavlagring under en fremtidig flom representerer generelt et betydelig usikkerhetsmoment i beregningene. Spesielt ved store flommer kan det skje store endringer i elveløpet.

En annen faktor som påvirker kvaliteten på flomsonekartene er forutsetningene som ligger til grunn for modellen. Disse forutsetningene er de en anser som mest sannsynlig skal inntreffe ved en fremtidig flomhendelse, men det er ikke gitt at dette alltid stemmer. Det er uansett viktig å påpeke at flomsonekartene er et verktøy som bygger på best tilgjengelige kunnskaper og data pr. dags dato, for slik å kunne forutsi hvordan en fremtidig flom mest sannsynlig vil opptre.

7.3 Flomsonene

Nøyaktigheten i de beregnede flomsonene er avhengig av usikkerhet i hydrologiske data, flomberegningen, samt de hydrauliske beregningene. I tillegg kommer usikkerheten knyttet til den underliggende terrengmodellen.

Alle faktorer som er nevnt ovenfor vil sammen påvirke usikkerheten i sluttresultatet, dvs. utbredelsen av flomsoner på kartet.

7.4 Samlet vurdering og sikkerhetsmargin

En måte å forholde seg til usikkerheten på, er å legge sikkerhetsmarginer til de beregnede flomvannstandene. På bakgrunn av generell usikkerhet, vannhastigheter og resultater fra sensitivitetsanalysen, samt vurdering av isgang/overflomming, anbefales det å benytte en **sikkerhetsmargin på 0,5 meter**.

8. TIDLIGERE FLOMMER OG ANDRE FARMOMENTER I OMRÅDET

8.1 Isrelaterte problemstillinger

De største problemene knyttet til is er knyttet til oversvømmelser på grunn av tilstopping av elveleiet. Når elveleiet tettes må vannet finne nye veier inn over elveslettene, som igjen kan gi skade på hus og veier, samt erosjon og isbrann. Nær elvebredden vil isen også gjøre skade ved isgang.

Ved isgang løsner store ismasser og driver med strømmen nedover elva. Isflakene blir som regel knust til mindre flak, og det er store krefter på gang. Ismassene stopper av og til opp, gjerne på grunne og rolige partier, brå sving eller innsnevring hvor isflakene kiler seg til hverandre. Når isgangen har stanset må vannet videre, og det bygger seg opp en dam ovenfor isproppen. Enten ryker proppen pga vanntrykket eller så finner vannet en ny vei over elvebredden og forbi isproppen.

I Repparfjordelva går det ofte store vårisganger, av og til med skade som konsekvens. Klimaendringer med økt temperatur gir kortere perioder med is, og mindre og tidligere vårisganger. Vinterisganger er ennå forholdsvis uvanlige i Finnmark på grunn av det stabile vinterværet. Utover i dette århundret ventes imidlertid vinterisganger å skje oftere i kystvassdragene. I innlandet vil fortsatt vårisganger være det vanlige.



Bilde 2. Isganger i Repparfjordelven i Kvalsund førte til ødeleggelse på hyttefelt i mai 2009. Foto: NVE v/A. Bjordal. Kilde: Norsk Klimaservicesenter, 2016.



Bilde 3. Isganger og vårflo i Repparfjordelva i Kvalsund førte til ødeleggelse på hyttefelt i mai 2009. Foto: NVE v/A. Bjordal. Kilde: nrk.no.

8.2 Observerte isganger og oppstuvning samt flommer

Under mildvær romjula 2008 førte mildvær til isgang i Rapparfjordelva. Det dannet seg en propp oppstrøms Hauankulpen (innsnevring), isdam oppstrøms og med påfølgende flom innover elveslettene. Dette medførte store skader på hyttefeltet ved Solbakken. Natt til 8. januar 2009 steg vannet oppstrøms isdammen ved Solbakken, og gikk over bredden i to lavbrekk/flomløp i terrenget og medførte skader på 2 hytter. I dagene etter sank vannstanden og området var tørt ved befaring 16. januar.

Senere samme år, i mai 2009, ble flere hytter rammet av flom. Flommen ble vurdert å være «den verste» siden 1968. Også da ble flere hytter stående under vann ved Solbakken, ref. bilder over i kapittel 8.1. Rambølls beregnede flomsone for 200 årsflom dekker også de samme flomberørte byggverk/hytter som er vist på bilde 3, samt øvrige bilder fra ROS-analyse og tilgjengelig bildedokumentasjon.

Figur 27 viser en figur fra ROS-analyse basert på hendelsen i januar 2008, utført av Pål-Reidar Fredriksen, Kvalsund kommune. Her er omfang av isdam og berørt flomområde som følge av at ellevannet presses over elvebredden og går i flomløp skissert inn. Flomvann-nivået ble etter det vi kjenner til ikke målt inn, og utbredelsen er basert på visuelle observasjoner.

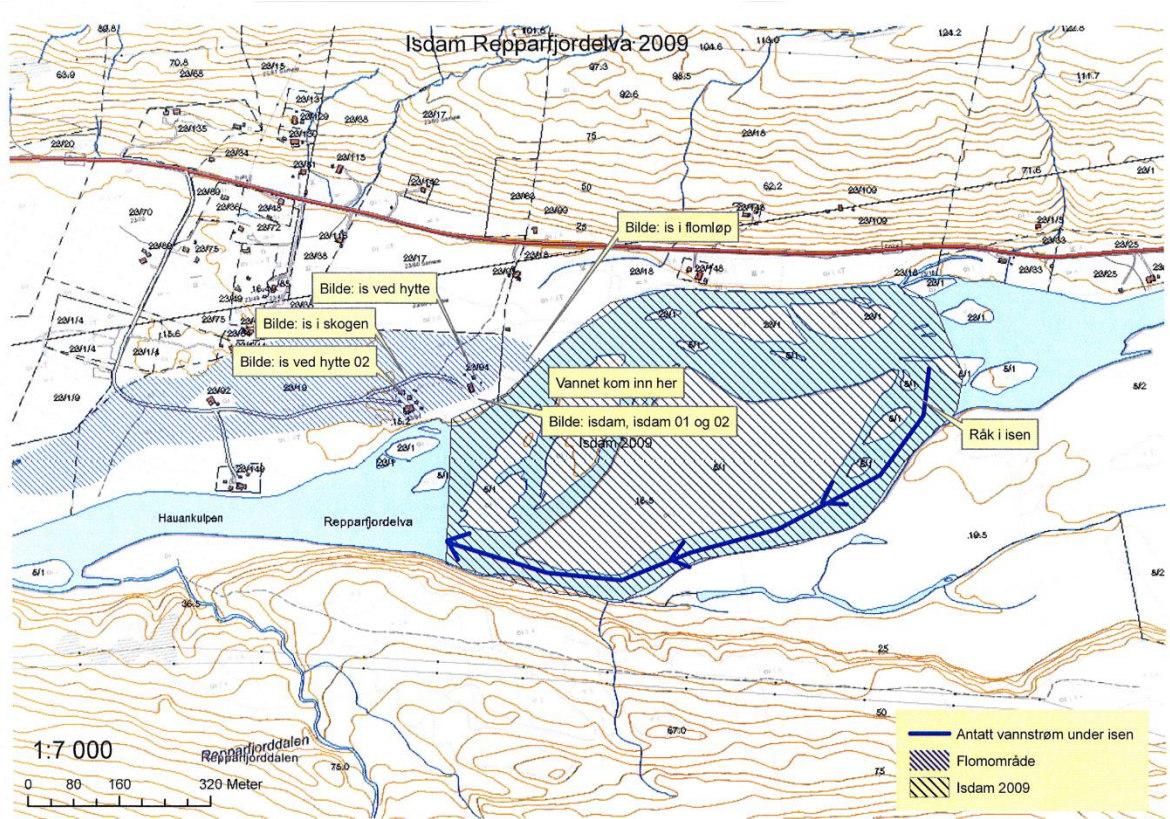
I figur 28 har vi grovt lagt inn flomområdet fra Fredriksen, Kvalsund kommune, og beregnet flomsone for 200 årsflom. Resultatet viser at **omfanget av beregnet flomsone for 200**

årsflom samsvarer godt med de visuelle observasjoner av flomsone i forbindelse med isgang/gjenpropping og etterfølgende flom innover sidekantene.

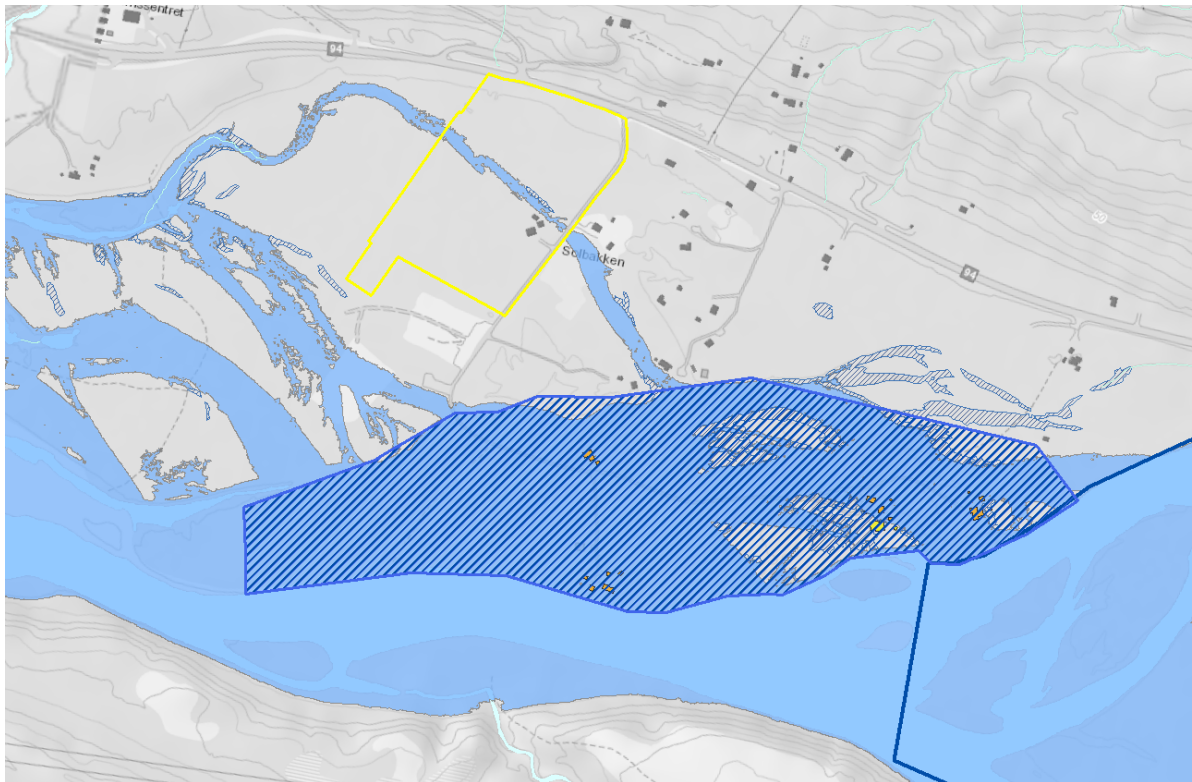
Selv om observasjonene er grove og ikke innmålt, både med hensyn til hendelsen i januar (ispropp/overflomming) og etterfølgende vårfloam i mai, synes det som om beregnet flomsone for 200 årshendelse er representativ for begge hendelsene.



Bilde 4. Is i flomløp, vannet har gått inn i et flomløp. Nivået på vannet ses av isen i trærne. Foto: NVE v/A. Bjordal.



Figur 31. Bilde fra ROS-presentasjon. (Kilde: Pål-Reidar Fredriksen, Kvalsund kommune).



Figur 32. Beregnet flomsone for 200 årsflom (lys blå, Kilde: Rambøll) samt grovt plassert flomsone fra isgang/overflomming i 2008/2009, utvidet ned til elvas hovedløp (Kilde: Basert på skisse fra Kvalsund kommune, utvidet/justert av Rambøll).

9. VEILEDNING FOR BRUK

Stortinget har forutsatt at sikringsbehovet langs vassdragene ikke skal øke som følge av ny utbygging. Derfor bør ikke flomutsatte områder tas i bruk, om det finnes alternative arealer. Sikkerhetskrav for byggverk i forbindelse med flom er gitt i byggt teknisk forskrift, TEK17, § 7-2. Kravene er differensiert i henhold til type flom og type byggverk/infrastruktur. NVEs retningslinje 2/2011 *Flaum- og skredfare i arealplanar* beskriver hvordan sikkerhetskravene i TEK17 kan oppfylles i arealplanleggingen. Fortetting i allerede utbygde områder skal heller ikke tillates før sikkerheten er brakt opp på et tilfredsstillende nivå, i henhold til TEK17.

9.1 Hvordan lese kartet

Dette er nyttig informasjon i arealplanprosesser, fordi det indikerer hvor store oppfyllinger som er nødvendig, dersom flomutsatte områder skal kunne utnyttes til byggeformål. Vanddyp er også en viktig parameter å vurdere, med tanke på hvor farlig det vil være å oppholde seg i disse områdene under en flomsituasjon. Lavpunkt er vist med blå skravur på kartet.

Kartene viser også plassering av utvalgte tverrprofiler, og beregnede vannstander i elvas midtre del er gjengitt i tabell 9. Mellom tverrprofilene kan vannstanden antas å variere lineært og kan derfor fastsettes ved interpolasjon.

9.2 Arealplanlegging og byggesaker -bruk av flomsonekart

I kommuneplansammenheng kan en bruke flomsone direkte for å identifisere områder som ikke bør bebygges uten nærmere vurdering av faren og mulige tiltak. Flomsone skal avsettes som hensynssoner på plankartet jf. pbl § 11-8.

Ved detaljplanlegging og ved dele- og byggesaksbehandling må en ta hensyn til at også flomsonekartene har begrenset nøyaktighet. Primært må en ta utgangspunkt i de beregnede vannstandene og kontrollere terrenghøyden i felt mot disse. For å unngå flomskade må dessuten dreneringen til et bygg ligge slik at avløpet fungerer under flom. Områder som etter nærmere kontroll i felt er utsatt for flomfare, avsettes som hensynssoner på plankartet jf. pbl § 12-6.

Til hensynssonene gis det bestemmelser som begrenser eller setter vilkår for arealbruken, for eksempel ved rekkefølgekrav om at det ikke tillates etablering av ny bebyggelse lavere enn nivå for en 200-årsflom, med mindre det først utføres tiltak som sikrer bebyggelsen mot flom.

En sikkerhetsmargin bør legges til ved praktisk bruk. For dette delprosjektet anbefaler vi et påslag på **50cm** på de beregnede vannstandene.

Sikkerhetsmarginen dekker opp usikkerhet i grunnlagsmateriale og beregninger, samt lokal fare for isgang og oversvømmelse.

Med grunnlag i flomsonekartene må det innarbeides hensynssoner med bestemmelser som ivaretar tilstrekkelig sikkerhet mot flom når kommuneplanen for Hammerfest/Kvalsund oppdateres.

9.3 Flomvarsling og beredskap -bruk av farekart flom

www.varsom.no er kilden til varsling av naturfare i Norge. NVE overvåker kontinuerlig vassdragene i Norge og sender ut flomvarsel for hvor og når det ventes stor vannføring. Det er ikke nødvendigvis et varsel om skade. For å kunne varsle skadeflom må man ha detaljert kjennskap til et område. I dag gis flomvarslene i form av aktsomhetsnivåer, som også sier noe om sannsynligheten for at skader kan forekomme. Grensen mellom de ulike aktsomhetsnivåene er oppgitt som vannføring relatert til gjentakintervall. Disse gjentakintervallene og vannføringene kan finnes på farekart for flom.

Ved varsel på oransje aktsomhetsnivå vil vannføringen nå et nivå mellom 5-årsflom og 50-årsflom. Ved rødt aktsomhetsnivå vil vannføringen nå et nivå over 50-årsflom. Også ved gult aktsomhetsnivå, hvor det ventes vannføring med mindre enn 5-års gjentakintervall, kan det forekomme skader. Det dreier seg som oftest om skader av mer lokal karakter i tilknytning til kulverter eller mindre bekker /elver. Ved kontakt med flomvarslingen vil en ofte kunne få mer detaljert informasjon.

Farekart flom gir detaljkunnskap i form av beregnede vannstander ved flom, og man kan se hvilke områder og hvilke typer verdier som er utsatt. Beredskapsmyndighetene bør innarbeide denne informasjonen i sine planer.

9.4 Generelt om gjentakintervall og sannsynlighet

Gjentaksintervall er det antall år som gjennomsnittlig går mellom hver gang en får en like stor eller større flom. Dette intervallet sier noe om hvor sannsynlig det er å få en flom av en viss størrelse. Sannsynligheten for eksempelvis en 50-årsflom er 1/50, dvs. 2 % hvert eneste år. Dersom en 50-års flom nettopp er inntruffet i et vassdrag, betyr dette ikke at det vil gå 50 år til neste gang dette nivået inntreffer. Den neste 50-årsflommen kan inntreffe allerede i inneværende år, om 2 år, 50 år eller kan hende først om 200 år. Det er viktig å være klar over at sjansen for eksempelvis å få en 50-årsflom er like stor hvert år, men den er liten – bare 2 prosent.

Et aktuelt spørsmål ved planlegging av virksomhet i flomutsatte områder er følgende: Hva er akseptabel sannsynlighet for flomskade med hensyn til gjentakintervall og levetid? Gitt en konstruksjon med forventet (økonomisk) levetid på 50 år som sikres mot en 100-årsflom. Ifølge tabellen vil det fremdeles være 40 % sjanse for å få flomskader i løpet av en 50-årsperiode. Tar man utgangspunkt i en «akseptabel sannsynlighet for flomskade» på eksempelvis 10 % i en 50-årsperiode, viser tabellen at konstruksjonen må være sikker mot en 500-årsflom!

Tabell. Sannsynlighet for overskridelse i prosent ut fra forventet økonomisk levetid og gjentakintervall.

Gjentaksintervall (T)	Periodelengde år (L)					
	10	50	100	200	500	1000
10	65 %	99 %	100 %	100 %	100 %	100 %
50	18 %	64 %	87 %	98 %	100 %	100 %
100	10 %	39 %	63 %	87 %	99 %	100 %
200	5 %	22 %	39 %	63 %	92 %	99 %
500	2 %	10 %	18 %	33 %	63 %	86 %
1000	1 %	5 %	10 %	18 %	39 %	63 %

9.5 Hvordan forholde seg til hastigheter?

Hastighetskartet er ment å være til hjelp i arealplanlegging og beredskap for å identifisere områder med fare for erosjon eller som har store vannhastigheter ved flom. Slike områder bør vies ekstra oppmerksomhet. Erosjonsfaren er avhengig av flere faktorer enn bare vannhastigheten, der blant annet vegetasjonstype, bunnform og type bunnsstrat er viktige faktorer. Selve elveløpet vil i noen tilfeller kunne ha vesentlig høyere hastigheter enn 2,0 m/s, uten at det medfører problem med erosjon. Tilsvarende vil det i områder med for eksempel fin silt/sand, der det til vanlig ikke strømmer vann, ifølge Hjulstrøms diagram kunne oppstå erosjon allerede ved vannhastigheter på 0,2 m/s.

På flomsletter bør en generelt være oppmerksom på erosjon i områder med vannhastigheter i størrelsesorden 2,0 m/s eller høyere.

9.6 Forbehold

Flomvurderinger er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik de ble observert på befaring, på tilgjengelige flyfoto, laserdata og på oppmålt terreng/tverrprofil. Hvis terreng eller vegetasjon endres betydelig, kan det ha betydning for flomforholdene. Det kan innbefatte fysiske endringer i vassdraget/nedbørfeltet, eller endring i klimaframskrivninger. Endringer i vassdraget/nedbørfeltet innbefatter vesentlige forandringer som en konsekvens av erosjon, masseavlagring og menneskelige inngrep. Hvis dette skjer anbefales det å utføre en ny vurdering.

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

10. REFERANSER

- **DSB, 2016.** *Havnivåstigning og stormflo – samfunnssikkerhet i kommunal planlegging.* Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). ISBN 978-82-7768-389-8 (PDF).
- **Norsk klimaservicesenter, 2016.** *Klimaprofil Finnmark – et kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning.* Oppdatert juli 2017.
- **NVE, 2011.** *Retningslinjer nr.2/2011. Flaum- og skredfare i arealplaner.* Revidert 22. mai 2014. Noregs vassdrags- og energidirektorat. ISSN: 1501-9810.
- **NVE, 2011/2013.** *Retningslinjer nr. 4/2011, oppdatert 2013. Retningslinjer for flomberegninger. til § 5-7 i forskrift om sikkerhet ved Vassdragsanlegg.* Noregs vassdrags- og energidirektorat. ISSN: 1501-9810.
- **NVE, 2016.** *Rapport nr. 81-2016. Klimaendring og fremtidige flommer i Norge.* Noregs vassdrags- og energidirektorat. ISSN: 1501-2832.
- **Thorarinsdottir T. L. m.fl., 2018:** *Nytt rammeverk for flomestimering I Norge: Sluttrapport fra forskningsprosjektet FlomQ.* Energi Norge, ISBN nr. 978-82-436-1048-4.
- **Vegdirektoratet, 2015.** *Håndbok N400. Bruprosjektering – prosjektering av bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner.* Statens vegvesen. ISBN: 978-82-7207-680-0.
- **Wilson D. m.fl., 2011:** *A review of NVE's flood frequency estimation procedures.* NVE Technical Report nr 9:2011, NVE, Oslo.