
RAPPORT

Flomfarevurdering Kristvika

OPPDRAUGSGIVER

Skretting AS

EMNE

Flomfarevurdering, erosjonsfare og
bølgevurdering

DATO / REVISJON: 8. juni 2021 / 00

DOKUMENTKODE: 418511-01- RIVass-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAAG	Flomfarevurdering Kristvika	DOKUMENTKODE	418511-01-RIVass-RAP-001
EMNE	Flomfarevurdering, erosjonsfare og bølgevurdering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Skretting AS	OPPDRAAGSLEDER	Kjartan Orvedal
KONTAKTPERSON	Pål Ødegård	UTARBEIDET AV	Kjartan Orvedal
		ANSVARLIG ENHET	10234051 Vannkraft Midt

SAMMENDRAG

I forbindelse med reguleringsplanforslag for Kristvika Nord Averøy kommune, har Fylkesmannen i Møre og Romsdal (Statsforvalteren) innsigelse mot at flom- og erosjon- og bølgefaren ikke var vurdert. For å svare ut innsigelsen fra Statsforvalteren har Multiconsult utført en flomfarevurdering. Resultatet av vurderingen viser at 200-års stormflo med klimaframskrivning, gir en vannstand på 2,61 moh. opp til tverrprofil 8. Dette er høyere enn beregnet vannstand ved 200-årsflom med klimapåslag og sikkerhetspåslag. I Strømsvågen gir flom de høyeste vannstandene, fordi bølger fra Kristvika ikke kan forplante seg oppover elva forbi bruene. Det er oppstuvning ved brua ved utløpet av vågen (tverrprofil 6) som gir de høyeste vannstandene i Strømsvågen.

For å ivareta faren for bølgeoppskylling, er det lagt til grunn samme vannstander som i *Reguleringsplanen for dypvannskaia ved Hestvika* (Averøy kommune, 2018). Sikker kotehøyde for stormflo med bølger forutsettes å være 3,5 moh. Faresonen for bølger er justert for tette bygninger og bruer i elveløpet, som vil hindre bølgene å forplante seg innover land.

Erosjonsfaren langs Strømselva er vurdert ut fra bilder av vassdraget og ved å beregne stabil steinstørrelse d_{50} . Multiconsults vurdering er at det ikke er erosjonsfare ved tverrprofil 6 pga. fjell i dagen og at eksisterende erosjonssikring på resten av strekningen gir tilstrekkelig beskyttelse, forutsatt at denne er fagmessig utført.

Det forutsettes at bekken følger forutsatt elveløp ned til området som er beregnet. Multiconsult anbefaler at de kritiske punktene som er markert vurderes nærmere av kvalifisert personell, og at nødvendige tiltak for å sikre at bekken følger det forutsatte elveløpet gjennomføres før ev. utbygging. Beregning for Bekken viser en kulvert med 51 m lengde og innvendig diameter på 1,2 m har tilstrekkelig kapasitet. Beregningene forutsetter ryddige inn- og utløp og at kulverten bygges der den er prosjektert, med tilsvarende eller større fall.

00	08.06.2021	Notat flomfarevurdering Kristvika	Kjartan Orvedal/Jean-Pierre Bramslev	Thea C. Wang	Torunn Spets Storhov
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn	5
2	Vurdering av flomfare i plan- og byggesak	6
2.1	TEK17 § 7-2. Sikkerhet mot flom og stormflo	6
2.2	Sikkerhetsklasser for byggverk	6
3	Forutsetninger for beregningene	7
4	Flomberegning.....	7
4.1	Klimaframskrivninger	7
4.2	Flomberegning Bruhagen.....	8
4.2.1	Flomfrekvensanalyse	9
4.2.2	Regionale flomformler (RFFA-2018)	12
4.2.1	Formelverk for små nedbørsfelt (NIFS)	12
4.2.2	Sammenligning mot andre flomberegninger	12
4.2.3	Valgte flomverdier	13
4.3	Flomberegning for bekken	13
4.3.1	Feltbeskrivelse	13
4.3.2	Den rasjonelle metode.....	14
4.3.3	Formelverk for små nedbørfelt (NIFS)	14
4.3.4	Nedbør-avrenningsmodell HEC-RAS	14
4.3.5	Valgt flomverdier	14
5	Hydraulisk modellering	15
5.1	Oppsett og kalibrering	15
5.1.1	Hydraulisk modell	15
5.1.2	Tverrprofil, bruer og kulverter	15
5.1.3	Datagrunnlag	15
5.1.4	Modelloppsett	16
5.1.5	Grensebetingelser	16
5.1.6	Friksjonsforhold og kalibrering	17
5.2	Resultater	17
5.2.1	Strømselva	17
5.2.2	Bekken	20
6	Vurdering av erosjonsfare og bølgehøyder.....	22
6.1	Stabil steinstørrelse og erosjonsfare.....	22
6.2	Bølger.....	24
7	Konklusjon.....	25
8	Referanser	27
9	Vedlegg.....	28
	Vedlegg 1 - NEVINA.....	28
	Vedlegg 2 - Flomfrekvensanalyser.....	29
	Vedlegg 3 – IVF-kurver Kristiansund - Kariholta	32
	Vedlegg 4 – NIFS-formelverk bekken.....	33
	Vedlegg 5 – Manning’s n-verdier for Kristvikelva	33
	Vedlegg 6 – Innmåling av bruer.....	35
	Vedlegg 7 – Resultat beregning av stabil steinstørrelse.....	40
	Vedlegg 8 – SeHavnivå.no	41

1 Bakgrunn

I høringen av reguleringsplanen for industriområdet gav Fylkesmannen i Møre og Romsdal (Statsforvalteren) innsigelse mot flomdelen av planforslaget:

Planområdet grensar til Straumsvågen og Kristvikbukta. Ei elv/kanal gjennom området. Planområdet kan derfor vere utsett for flaum- og erosjonsfare. Det er utført ei vurdering av flaumfaren ved Straumsvågen, der det er konkludert med at område ikkje er utsett for flaum på ein slik måte at det er naudsynt med tryggingstiltak. Fylkesmannen kan ikkje sjå korleis ein har kome fram til denne konklusjonen, og vi kan ikkje sjå om ein har vurdert flaumfaren opp mot tryggleikskrava i byggteknisk forskrift (TEK17) §7-2.

Det er lagt inn ei sone på 20 meter langs elva og føresegn § 3.1.11 stiller krav til at flaum- og erosjonsfare skal vurderast av fagkyndig før ein kan tillate tiltak innanfor sona. Fylkesmannen minner om at det ved siste plannivå ikkje er mogleg å skyve avklaring av reell fare til byggesak. Dette er seinast stadfesta i Kommunal- og moderniseringsdepartementet sitt rundskriv H-5/18 «Samfunnssikkerhet i planlegging og byggesaksbehandling» frå oktober 2018. Reell fare og naudsynte tryggingstiltak må derfor avklarast i samband med detaljreguleringa, og eventuelle tryggingstiltak må sikrast gjennom planen.

Inntil planen dokumenterer tilstrekkeleg tryggleik mot flaum- og erosjonsfare har Fylkesmannen **motsegn** til planen, jf. TEK17 § 7-2. Eventuelle fareområder skal synleggjerast i plankartet som omsynssoner, med tilhøyrande føresegn som sikrar tilstrekkeleg tryggleik, jf. TEK17 § 7-2.

For å avklare forholdene Statsforvalteren hadde innsigelse mot har Multiconsult utført en flom- og erosjonsfarevurdering for Kristvika, Averøy kommune. Beregningene er utført for Strømselva og bekken nord-vest i planområdet. Bekken nord i planområdet må beregnes separat, ettersom flomfaren knyttet til denne bekken også må utredes. Elvestrekningen som forbinder Strømsvågen og Kristvikbukta er på ca. 400 m, mens bekken er på ca. 150 m innenfor planområdet. Strekningene som er vurdert er vist i Figur 1 under.



Figur 1-1: Kart over området som er vurdert for flomfare ved Kristvika, Averøy.

2 Vurdering av flomfare i plan- og byggesak

Kravene til sikker byggegrunn, herunder sikkerhet mot flom, er fastsatt i plan- og bygningsloven (pbl) § 28-1 og § 29-5, og byggt teknisk forskrift (TEK17) kap. 7, med tilhørende veiledning. Generelle krav til sikkerhet mot naturpåkjenninger er gitt i TEK17 § 7-1, og konkrete sikkerhetskrav mot flom og stormflo er presisert i § 7-2 og § 7-3. Sikkerhetskravene er førende for arealplan, og tilstrekkelig sikkerhet mot flom må dokumenteres med lovpålagt ROS-analyse, jf. pbl. § 4-3, i forbindelse med reguleringsplaner. Sikkerhetskravene i TEK17 gjelder også for ikke søknadspliktige tiltak/byggverk.

Kravene skal sikre at det ikke gjennomføres tiltak i et område som kan være utsatt for flomfare uten at sikkerheten er tilstrekkelig ivarettatt, eller at man utsetter omgivelsene for økt flomfare som følge av tiltaket.

Det er som hovedregel forslagsstiller (plansaker) eller tiltakshaver (byggesaker) som har ansvaret for å framskaffe nødvendig dokumentasjon om sikkerhet mot flom. Kommunen som plan- og bygningsmyndighet er ansvarlig for å påse at planen/byggverket oppfyller kravene til sikkerhet gitt i plan- og bygningsloven (pbl) og byggt teknisk forskrift (TEK17).

Ved detaljregulering og byggesaksbehandling i områder der flomfaren ikke er utredet tidligere, må det innhentes nødvendig kompetanse for å utrede og dokumentere flomfaren. Flomfareutredningen må være knyttet opp mot sikkerhetskravene i TEK17, og være så detaljert utført at den er tilstrekkelig som dokumentasjonsgrunnlag for planen/tiltaket. NVE anbefaler også at utredningen inkludere hensynet til fremtidige klimaendringer, jf. pbl § 3-1 g).

2.1 TEK17 § 7-2. Sikkerhet mot flom og stormflo

Bestemmelsene i TEK17 § 7-2 gjelder sikkerhet mot saktevoksende flommer som normalt ikke medfører farer for menneskeliv. Regnflommer i bratte masseførende vassdrag er et eksempel på en hurtigvoksende flom som kan medføre fare for menneskeliv. Flodbølger som følge av isgang eller dambrudd i skred- eller ismasser faller også inn under definisjonen. For flom i slike vassdrag gjelder både kriterier og sikkerhetskrav i TEK17 § 7-3. NVE definerer alle andre flommer som saktevoksende.

Multiconsult vurderer både Strømselva og bekken til å falle inn under bestemmelsene i § 7-2.

2.2 Sikkerhetsklasser for byggverk

Det er definert tre sikkerhetsklasser for flom med ulike flomstørrelser som skal legges til grunn for byggverk i flomutsatte områder, jf. TEK17 § 7-2 annet ledd, se Tabell 2-1. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen ikke overskrides. Hvilken sikkerhetsklasse et byggverk tilhører, er avhengig av funksjonen og konsekvensen ved flom.

For reguleringsplanen for industriområdet vurderer Multiconsult at tiltaket faller inn i konsekvensklasse F2. I veiledningen til TEK 17 står det at «sikkerhetsklasse F2 omfatter de fleste byggverk beregnet for personopphold. Byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er typisk bolig, fritidsbolig og campinghytte, skole og barnehage, kontorbygning, industribygg og driftsbygning i landbruket som ikke inngår i sikkerhetsklasse F1. De økonomiske konsekvensene ved skader på byggverket kan være store, men kritiske samfunnsfunksjoner settes ikke ut av spill».

Tabell 2-1: Sikkerhetsklasser for byggverk i flomutsatt område. Kilde: TEK17 § 7-2 andre ledd.

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

3 Forutsetninger for beregningene

Beregningene er utført med dagens beste tilgjengelige datagrunnlag for terrengdata og historiske flomverdier. Beregningene bygger imidlertid på noen forutsetninger som at en ikke har profilendringer og at en har rent vann. I dette ligger det at effekter av massetransport, erosjon, utfyllinger i elva, is, drivgods m.m. ikke beregnes.

Erosjon er en framskridende prosess hvor sikkerhetsnivået ikke kan angis som gjentaksintervall. En menneskeskapt eller naturlig endring av elveløpet, vil kunne medføre at vannet strømmer i en ny retning, og vil dermed kunne medføre erosjon på steder der en før ikke har hatt erosjon. Erosjonsfaren i Strømselva er vurdert for dagens tilstand.

4 Flomberegning

Bekken nord-vest i planområdet har et vesentlig mindre nedbørfelt enn Strømselva. Små felt har mye høyere spesifikk avrenning enn større felt og man bør derfor ikke arealskalere flomverdier fra et større felt. Det utføres derfor separate flomberegninger for hvert felt. For Strømselva er det beregnet flomverdier ved Bruhagen og ved utløpet fra Strømsvågen.

4.1 Klimaframskrivninger

NVE anbefaler at det legges til grunn klimaframskrivninger for flomfarevurderinger. I klimaprofil for Møre og Romsdal (NVE, 2017) anbefaler NVE et klimapåslag på 20% eller 40%, avhengig av plassering og flomsesong. Det er ventet at vårflommene i regionen avtar som følge av at snøsmeltingen starter tidligere, men at regnflommene øker. Da de største flommene i feltene våre er høstflommer (regnflommer), feltene ligger nærme kysten og de nærmeste feltene som NVE har beregnet klimaframskrivninger for gir 21-30 % økning i vannføring, velges det er for våre felt 40 % klimapåslag. For nedbør-avløpsmodeller (aktuelt for flomberegning for Bekken) legges det til 50 % klimapåslag på nedbøren.

. Multiconsult anbefales at kritiske punkt vurderes nærmere med befaring og oppmåling, samt at ev. nødvendige tiltak gjennomføres før utbygging.

. Multiconsult anbefales at kritiske punkt vurderes nærmere med befaring og oppmåling, samt at ev. nødvendige tiltak gjennomføres før utbygging.

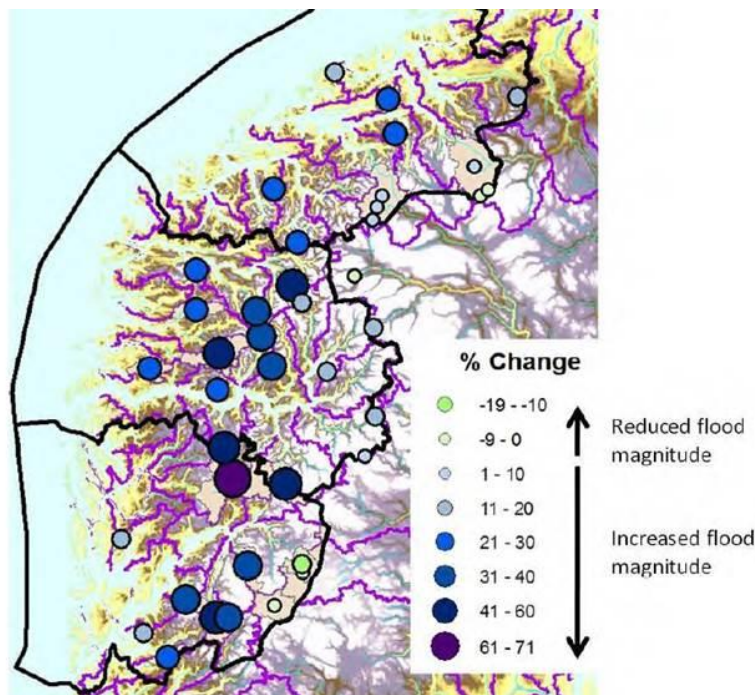


Figure 8.7. Projected percentage changes in flood magnitude for catchments in Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane, and Hordaland. Green indicates a reduced flood magnitude and blue indicates an increase in flood magnitude.

Figur 4-1: NVEs klimaframskrivninger for nedbørfelt i Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane og Hordaland. Grønne prikker indikerer redusert flomstørrelse mens for blå prikker er forventer en økte flomverdier.

4.2 Flomberegning Bruhagen

Nedbørfeltet til Strømselva ved Bruhagen ved utløpet til Straumsvågen er 9,7 km², mens nedbørfeltet ved utløp til hav er 10,7 km². Feltparameterne er beregnet i NVEs program NEVINA, se Tabell 4-1 under. Feltet er bratt i øvre deler, men flater ut mot de nedre deler der det er to store vann som bidra med flomdemping. Feltet består mest av skog (64%) og innsjøer (11%). Ifølge NVEs veiledere er nedbørsfeltet lite (< 50 km²)

Tabell 4-1. Feltparametere

Navn	Feltareal	Spesifikk avrenning	Snaufjell	Eff. sjø	Høyde
	km ²	l/s/km ²	%	%	min-med-maks
Strømselva ved Bruhagen	9,7	47	5,5	6,6	4 – 76 – 404

NVE anbefaler at det utføres flomberegninger med flere metoder for små nedbørsfelt. Det er derfor utført flomfrekvensanalyse for målestasjoner i områder med sammenlignbare feltegenskaper, beregninger med regionale flomformler og NIFS-formelverket for små felt. Kart over nedbørfeltet er vist i Figur 4-2 under.



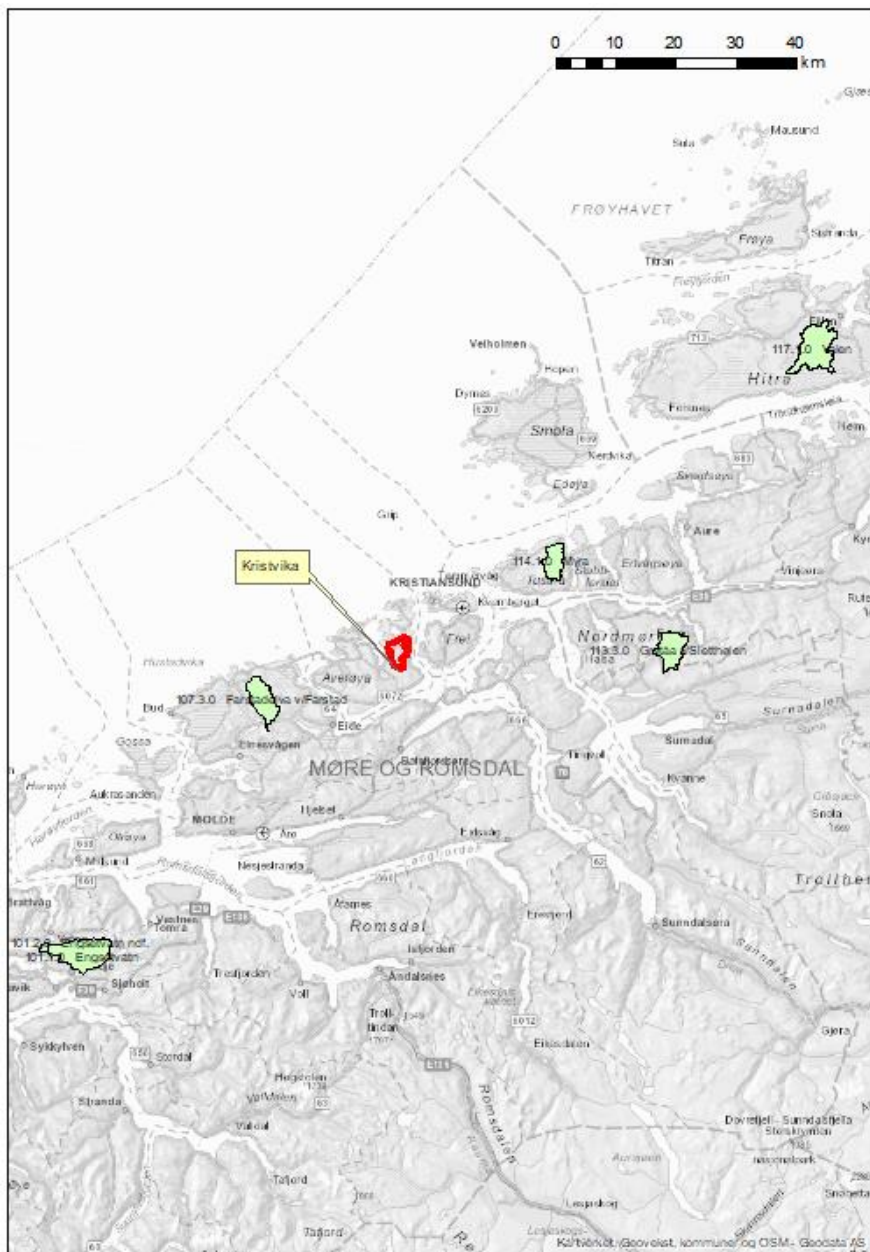
Figur 4-2. Averøya med nedbørfeltet til Strømselva ned til Kristvik.

4.2.1 Flomfrekvensanalyse

Det er sett på 15 målestasjoner i uregulerte felt innen rimelig avstand fra Kristvika. Feltparametrene er sammenlignet for å finne de mest representative for Strømselva. De seks mest representative er valgt ut og utført flomfrekvensanalyse for. Feltparametere og lengde av dataserier vist i Tabell 4-2. Feltenes beliggenhet er vist på Figur 4-3.

Tabell 4-2. Feltparametere for aktuelle målestasjoner hentet fra NEVINA.

	Navn	Periode	Antall år	Feltareal	Spesifikk avrenning	Snau-fjell	Eff. Sjø	Høyde
				km ²	l/s/km ²	%	%	min-med-maks
101.1.0	Engsetvatn	1923-2020	97	40	54,7	11	11	45 - 159 - 741
101.2.0	Engsetvatn ndf.	1923-1991	68	42	54,4	11	10,1	1 - 154 - 741
107.3.0	Farstadelva v/Farstad	1988-2020	32	24	46,3	14	2,8	11 - 56 - 794
113.3.0	Grytåa v/Sletthølen	1965-2020	55	23	65,1	31	7,3	214 - 373 - 964
114.1.0	Myra	1923-2001	78	16	48,5	42	0,01	30 - 212 - 891
117.1.0	Valen	1934-2019	77	40	29,2	0	4,8	8 - 77 - 299



Figur 4-3: Stasjoner utvalgt til flomfrekvensanalyse.

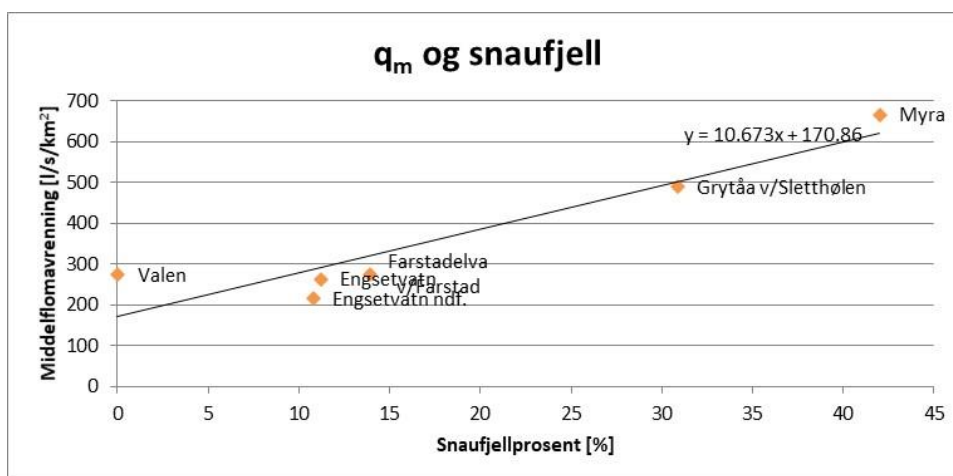
Tabell 4-3: Frekvensanalyse for døgnflom ved målestasjonene

	Navn	Q_M	q_M	Q_{200}	Q_{200}/Q_M	q_{200}	Valgt fordeling	Kurvekvalitet
		m^3/s	$l/s/km^2$	m^3/s		$l/s/km^2$		
101.1	Engsetvatn	10,5	264	27,5	2,6	689	GEV	Ikke opplyst
101.2	Engsetvatn ndf.	9,0	216	20,9	2,3	502	GEV	Ikke opplyst
107.3	Farstadelva v/Farstad	6,7	276	12,0	1,8	494	GEV	Middels/ mgt.dårlig
113.3	Grytåa v/Sletthølen	11,1	490	35,1	3,2	1550	GEV	Middels
114.1	Myra	10,8	666	20,8	1,9	1283	Gumbel	Bra/ dårlig
117.1	Valen	10,9	274	28,1	2,6	706	Gumbel	Middels/ dårlig
	Snitt		364		2,4	871		

Resultatene av flomfrekvensanalysen er vist i Tabell 4-3. Resultatene spriker kraftig for de ulike stasjonene. Spesifikk avrenning for middelflom (døgnmiddel) er på 216 - 666 l/s/km², mens vekstfaktor Q_{200}/Q_M varierer fra 1,8 til 3,2. Spesifikk avrenning for 200-årsflom varierer fra 494 til 1550 l/s/km², med et gjennomsnitt på 871 l/s/km². Når man ser på resultatene av FFA for de seks stasjonene og sammenligninger q_{200} med feltparametre, ser man:

- Trend ift. Effektiv sjøprosent tilsier $q_M \approx 350$ l/s/km².
- Trend ift. normalavrenning tilsier $q_M \approx 350$ l/s/km².
- Trend ift. snaufjellsprosent tilsier $q_M \approx 250$ l/s/km².
- Trend ift. feltareal tilsier $q_M \approx 700$ l/s/km².

Vi velger derfor et estimat for q_M på 400 l/s/km².



Figur 4-4: Korrelasjon mellom estimater for spesifikk middelflom og feltparameteren snaufjellsprosent.

For forholdet q_{200}/q_M bruker vi gjennomsnittet på 2,4 (iht. Tabell 4-3). Dermed får vi spesifikk 200 årsflom $q_{200} = 2,4 \times 400 \approx 1000$ l/s/km². For forholdet mellom kulminasjonsverdi og døgnmiddel

bruket forholdstall fra regionale flomformler (høstflom): 1,3. Kulminasjonsverdien blir da $Q_{200, \text{ kulm}} = 1,3 \times 1000 \text{ l/s/km}^2 = 1300 \text{ l/s/km}^2$. Med feltareal $9,7 \text{ km}^2$ blir vannføringen $Q_{200} = 12,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.2.2 Regionale flomformler (RFFA-2018)

Flomverdier fra RFFA-2018 gir en døgnverdi for Q^{200} på $7,2 \text{ m}^3/\text{s}$ og et forholdstall mellom døgn og kulminasjon på 1,1, se Vedlegg 1. Beregnet medianflom er på 316 l/s/km^2 . Flomformlene er utarbeidet for større felt og verdiene som er beregnes vurderes derfor som for lave. Beregnet kulminasjonsverdi for 200-årsflom blir dermed $7,9 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.2.1 Formelverk for små nedbørsfelt (NIFS)

Det er beregnet flomverdier for Strømselva med NIFS flomformler via NEVINA-tjenesten. Disse formlene er ment for nedbørfelt $< 60 \text{ km}^2$, og passer dermed godt til dette feltet. Beregningene er vist i Vedlegg 2 og resultatet er presentert i Tabell 4-4. NIFS-formlene gir en kulminasjonsflom på $14,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Dette er 15% større enn resultatet fra flomfrekvensanalyse før klimapåslag ($12,6 \text{ m}^3/\text{s}$) og er et akseptabelt samsvar.

Tabell 4-4 Resultater fra NIFS (kulminasjonsflom)

Navn	q_M	Q_M	q_{200}	Q_{200}
-	l/s/km^2	m^3/s	l/s/km^2	m^3/s
Strømselva	523	5,0	1495	14,5

4.2.2 Sammenligning mot andre flomberegninger

En sammenligning av resultatene de ulike flomberegningene gav for 200-årsflommen er gitt i Tabell 4-5. NVE utførte en forenklet flomberegning for Bruhagen i 2009 (Edvardsen, 2009). der en kom frem til en vannføringen for en 200årsflom på $13,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Skred AS utførte i 2018 en flomberegning for Bruvollbrua for Statens vegvesen Region Midt. Skred AS beregnet flomverdiene med FFA, PQRUT og Formelverk for små nedbørsfelt som gav hhv. $12,7 \text{ m}^3/\text{s}$, $10,0 \text{ m}^3/\text{s}$ og $14,7 \text{ m}^3/\text{s}$ for 200-årsflommen. IVF-data for PQRUT-modellen er hentet fra Kristiansund. Skred AS har benyttet 40 % klimapåslag på beregningene og har valgt en dimensjonerende 200-årsflom inklusivt klimapåslag på $12,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabell 4-5: Sammenligning av flomverdier fra andre flomberegninger for Bruhagen.

Bruhagen	Spesifikk avrenning (q_{200})	Q200	Klimapåslag
	$[\text{l/s/km}^2]$	$[\text{m}^3/\text{s}]$	$[\%]$
NVE (2009)	1340	13,0	-
Skred AS (2018)	1237	12,0	40
Multiconsult (2021)	1299	12,6	40

4.2.3 Valgte flomverdier

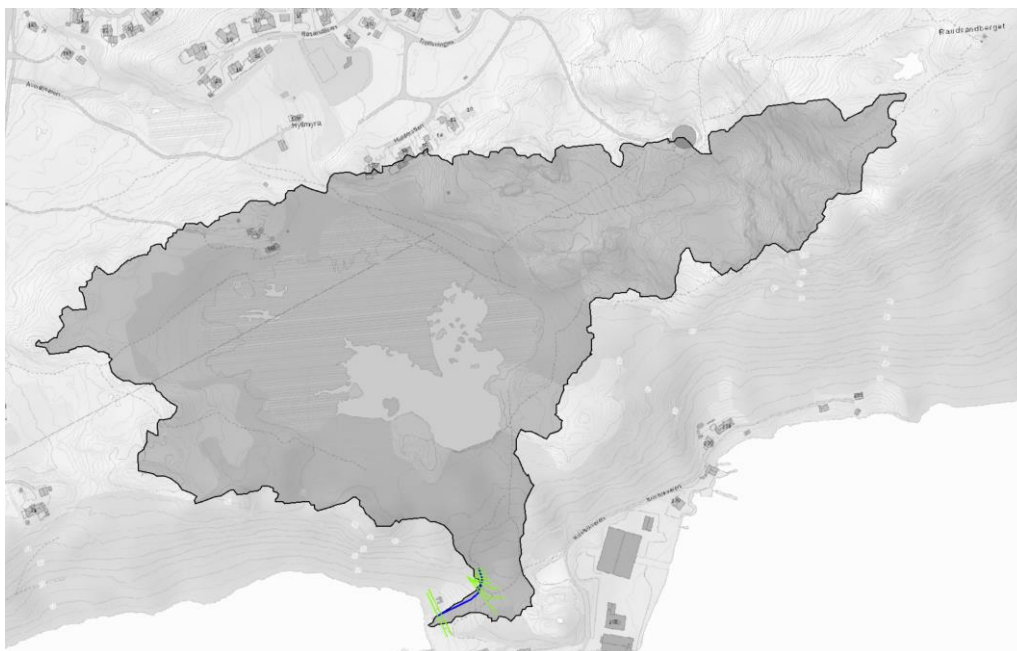
Resultatet fra flomfrekvensanalysen for Bruhagen harmonerer bra med NVEs beregning, men er noe høyere enn Skred AS sine verdier. Det velges å benytte en kulminasjonsverdi for 200-årsflommen på $12,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Med et klimapåslag på 40 % blir klimakorrigert kulminasjonsvannføring for 200-årsflom på $17,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

Navn	Feltareal	q_{200}	$Q_{200 + 40 \% \text{ Klima}}$	Q_{200}	$Q_{200 + 40 \% \text{ Klima}}$
	km^2	l/s/km^2	l/s/km^2	m^3/s	m^3/s
Strømselva ved Bruhagen	9,7	1299	1816	12,6	17,6
Strømselva ved utløp hav	10,7	1299	1816	13,9	19,4

4.3 Flomberegning for bekken

4.3.1 Feltbeskrivelse

Bekken nordvest i planområdet ligger ikke i NVEs flomverktøy NEVINA. Spesifikk avrenning varierer lite på korte avstander og er derfor hentet fra NEVINA for et tilsvarende felt på motsatt side av Strømsvågen. Dette feltet har en spesifikk avrenning på 43 l/s/km^2 . Nedbørfeltet er beregnet med Scalgo og har et areal på $0,26 \text{ km}^2$, se Figur 4-5. Arealbruken er vist i Tabell 4-6. I flomberegningen er det lagt til grunn 40 % klimapåslag for beregninger etter formelverket for små nedbørfelt, da formlene er basert på flomverdier for avrenning. For den Rasjonelle metode og nedbør-avrenning i HEC-RAS er det lagt til 50 % klimapåslag på nedbørsverdiene, som anbefalt på Norsk Klimaservicesenteret (Norsk klimaservicesenter, 2019).



Figur 4-5: Kart over nedbørfeltet på $0,26 \text{ km}^2$ til Bekken.

Tabell 4-6: Arealbruk i nedbørsfeltet beregnet med Scalgo. Åpen fastmark er ut fra flybildet vurdert å være skog.

Landbruk	Areal	Prosentvis
Åpen fastmark (skog)	$0,11 \text{ km}^2$	43%
Skog	$6,77 \text{ ha}$	26%
Myr	$5,01 \text{ ha}$	19%

Ferskvann	2,06 ha	8%
Jordbruk	0,88 ha	3%
Bebyggd og samferdsel	0,17 ha	1%

4.3.2 Den rasjonelle metode

I den rasjonale metode beregnes kulminerende vannføring ut ifra nedbørintensitet, feltareal og en avrenningsfaktor som varierer avhengig av overflatetype. Disse feltparameterne er hentet fra Scalgo. Nedbørintensiteten leses av for en gitt varighet fra en intensitetskurve for en representativ nedbørsmålestasjon. For våre felt er nedbørintensitetskurven hentet hos Norsk Klimaservicesenter for nedbørsmålestasjonen på Kariholia i Kristiansund, se Vedlegg 3. I tillegg må konsentrasjonstiden for feltet fastsettes, som avhenger av feltlengde og høydeforskjell.

Konsentrasjonstiden til feltet kan beregnes for naturlige felt eller for urbane felt som gir raskere avrenning. Formlene for naturlige felt gav urealistisk høye verdier og det ble derfor benyttet formelene for urbane felt. Konsentrasjonstiden ble satt til 10 min.

For bekken nedbørfelt er arealtypen hovedsakelig åpen skog og myr. Skogen i feltet er åpen og det benyttes derfor en avrenningsfaktor på $C = 0,25$, mens det for myrområdet er benyttet $C = 0,40$. Samlet C-verdi for feltet ble 0,36. For beregninger med nedbør anbefales det et klimapåslag på 50 % på nedbørverdien. Beregnet 200-årsflom med og uten klimapåslag ble hhv. $1,7 \text{ m}^3/\text{s}$ og $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.3.3 Formelverk for små nedbørfelt (NIFS)

Det er beregnet flomverdier for bekken med NIFS flomformler (kulminasjonsverdier). Formlene er gyldige for nedbørfelt $< 60 \text{ km}^2$ og kan derfor benyttes for dette feltet. Beregningene er dokumentert i Vedlegg 4 og oppsummert i Tabell 4-7.

4.3.4 Nedbør-avrenningsmodell HEC-RAS

Det ble satt opp en nedbør-avrenningsmodell i HEC-RAS for å beregne flomverdiene. Det ble konstruert en varighetskurve for 200-årsnedbøren med 60 min varighet og for 200-årsnedbøren med 50 % klimapåslag. Resultatet av beregningene er oppsummert i Tabell 4-7.

4.3.5 Valgt flomverdier

Beregnete flomverdier fra de ulike metodene er oppsummert i Tabell 4-7. De beregnede verdiene for 200-årsflom spriker nokså mye og det er generelt stor usikkerhet forbundet med flomberegninger for små nedbørfelt. Det velges å benytte gjennomsnittet for resultatene som gir en 200-årsflom på $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ og en 200-årsflom med klimaframskrivning på $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabell 4-7: Beregnede flomverdier for Bekken med de ulike metodene.

	q_{200}	Q_{200}	q_{200K}	Q_{200K}
	l/s/km^2	m^3/s	l/s/km^2	m^3/s
Den rasjonelle metode	6496	1,7	9744	2,5
NIFS	2178	0,57	3049	1,2
HEC-RAS	5134	1,3	9655	2,5

5 Hydraulisk modellering

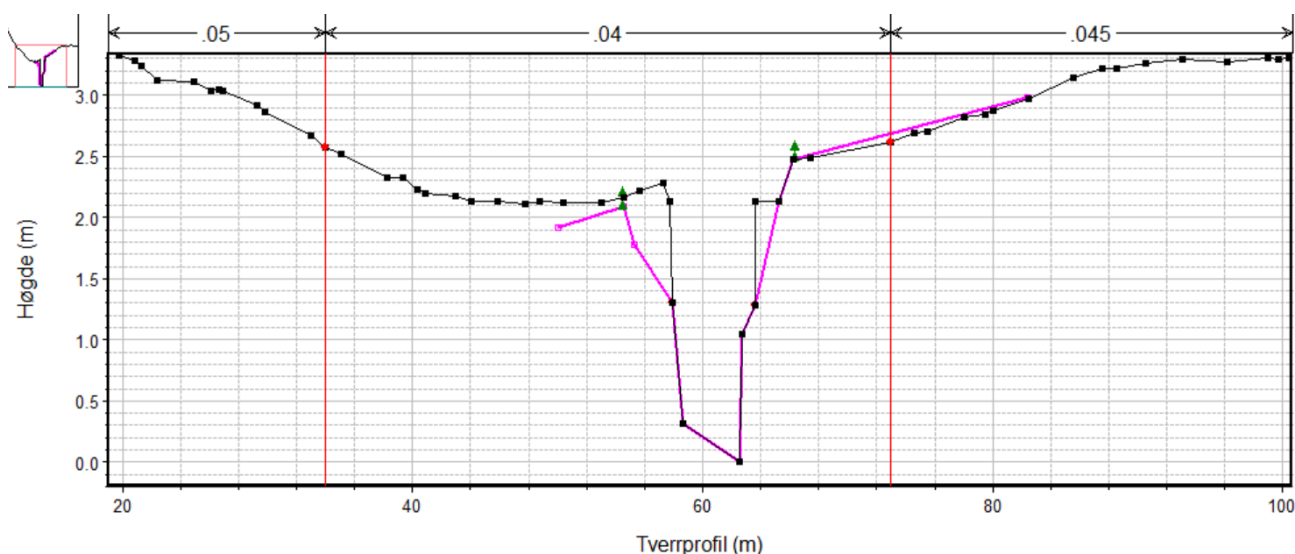
5.1 Oppsett og kalibrering

5.1.1 Hydraulisk modell

Hydrauliske simuleringer er utført i programvaren HEC-RAS v.6.0 (Brunner, 2016) som er utviklet av USACE. Beregningene er utført i 1D og er utført for vannstand og vannhastigheter ved 200-årsflom (Q_{200}) og 200-årsflom med 40% klimapåslag og 25% usikkerhetspåslag ($Q_{200+40\%K+25\%S}$). Modellen er den samme som NVEs benyttet i 2009, men er oppdatert med nye terrengdata og flomverdier. Det er kun flom som følge av rent vann og statisk geometri som er beregnet. For Strømselva vurderes modellverktøyet HEC-RAS som godt egnet, mens det for Bekken vurderes som dårlig. Bakgrunnen for dette er at Bekken har et gjennomsnittlig fall på 16 %, mens modellen gyldighetsområde er for elver med fall opptil 10 %.

5.1.2 Tverrprofil, bruer og kulverter

Tverrprofilene fra NVEs modell er georeferert og forlenget ut fra terrengmodellen. Dette ble gjort for alle tverrprofilene. Siden elvebunnen ikke er med i laserskannet data er elvebunnen i kanalen korrigert ut fra NVEs modell, se Figur 5-1. En har også kontrollert at bruene er lagt riktig inn i modellen ut fra bilder og mål av bruene som er vist i Vedlegg 6.



Figur 5-1: Tverrprofil for bru 6 der rosa linje er tverrprofil fra NVE mens sort linje er tverrprofilen brukt i modellen.

5.1.3 Datagrunnlag

Alle høgdedata er oppgitt i NN2000 dersom ikke annet er spesifisert. Strekingen som er modellert ble laserskannet 11. juni 2016 (Terratec AS, 2016). Bestilt oppløsning var på 2 pkt. pr m^2 .

Modellen til NVE har ikke noe oppgitt høydesystem, men på tidspunktet modellen ble utarbeidet ble NN1954 normalt brukt. Høydeforskjellen mellom NN2000 og NN1954 er 2 cm i dette området og er dermed neglisjerbar.

Ifølge dokumentasjonen mottatt fra NVE engasjerte Averøy kommune landoppmåler for å måle opp tverrprofilene som ligger til grunn i NVEs modell.

5.1.4 Modelloppsett

Den modellerte strekningen for bekken er ca. 0,1 km lang og med et fall på ca. 13,5 høydemeter, mens modellen for Strømselva er totalt 1,7 km lang og går fra utløp i hav ved Kristvikbukta til Bruhagen. Høydeforskjellen mellom Strømsvågen og Kristvikbukta er 0,0 m. Modellen har en større utstrekning enn det som er nødvendig med tanke på hydrauliske forhold, fordi den er basert på NVEs modell som har denne utstrekningen. Strekningene som er vurdert er vist med blå linjer i Figur 5-2 under.

Beregningene er utført under forutsetning om at en har underkritisk strømming (underkritisk, rolig strømming), noe som er kontrollert ved å kontrollere at Froude tallet er under 1,0. Dette medfører at vannstanden i bratte partier ikke kan bli lavere oppstrøms enn nedstrøms.



5.1.6 Friksjonsforhold og kalibrering

Det er valgt å benytte samme Mannings n-verdier som i modellen til NVE. I NVEs modell ble Manningsverdiene fastsatt basert på helningen til hovedløpet med "*Friction- Slope*"-metoden. Benyttede Mannings n-tall er vist i Vedlegg 5.

5.2 Resultater

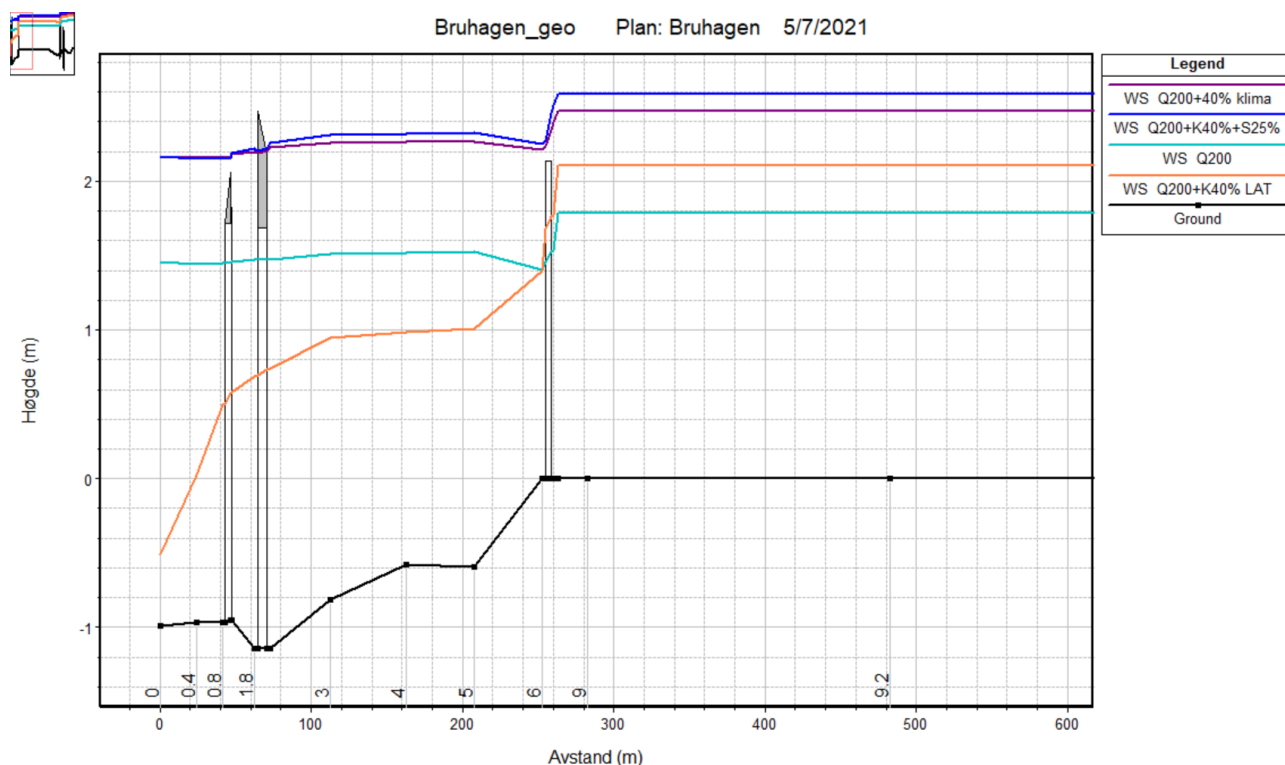
5.2.1 Strømselva

Det ligger 4 bruer på nedre del av Strømselva. Skretting AS målte opp lysåpningen på bruene den 27.april 2021 og disse ble kontrollert mot NVEs modell. Lysåpningen for brua ved tverrprofil 6 ble innsnevret etter kontrollen, da betongmuren under brua viste seg å ikke være riktig modellert i NVEs modell, se Vedlegg 6. Av de 4 bruene er det brua ved tverrprofil 6 som gir oppstuvning, se Figur 5-3 og Figur 5-4.

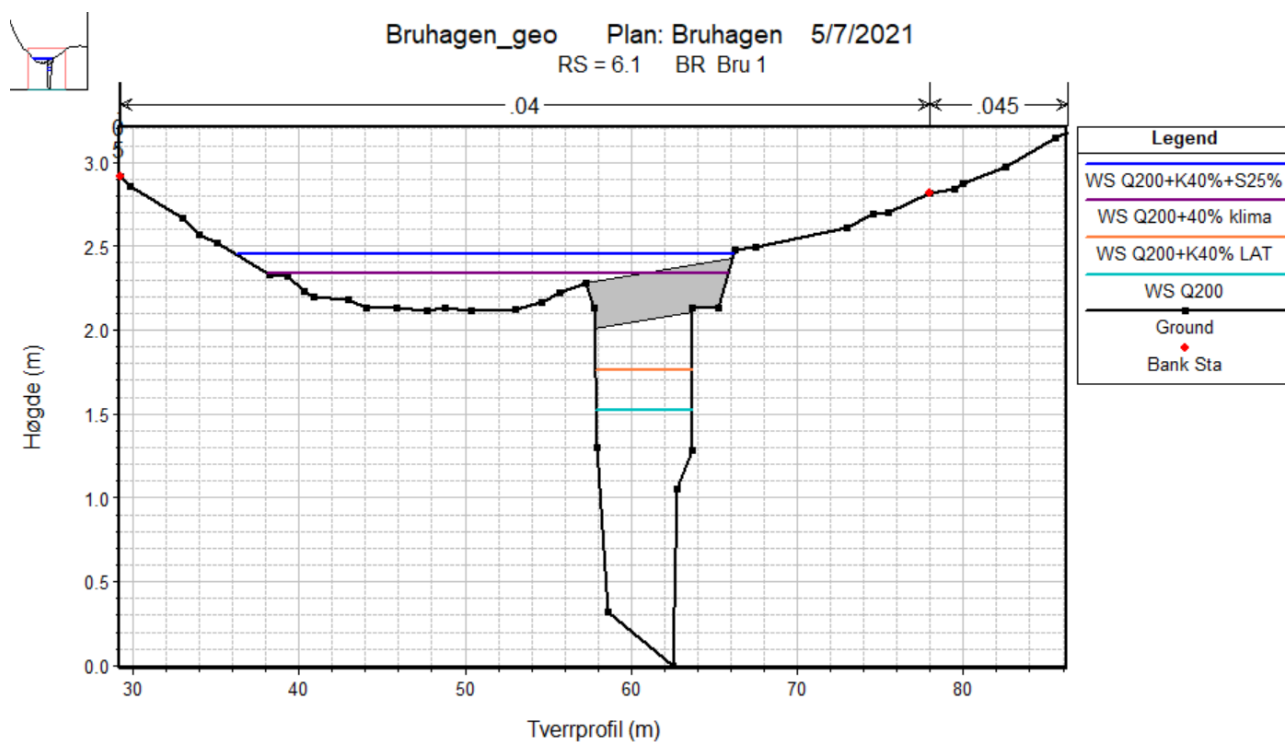
Fordi modellen ikke er kalibrert, er det utført en sensitivitetsanalyse ved å øke ruheten med 20 %. Resultatet viser at vannstandene øker med størrelsesorden 3 cm. En 40 % økning i vannføring gir tilsvarende 0,68 m vannstandsstigning i Strømvågen oppstrøms brua, som skyldes brua ved tverrprofil 6. Nedstrøms brua er vannstandsstigningen i størrelsesorden 2 cm. Modellen vurderes derfor som lite sensitiv. Basert på at en har målestasjoner i nærliggende felt og at det er godt samsvar mellom det ulike beregningsmetodene for flomberegninger for dette nedbørfeltet, samt at en har oppmålte tverrprofil for Strømselva, vurderer vi at et sikkerhetspåslag på vannføringen på 25 % er tilstrekkelig for Strømselva. Benyttet vannføring i modellen er derfor på 22 m³/s.

NVE har for sin modell anbefalt 0,3 m sikkerhetsmargin, som er både høyere og lavere enn vår sikkerhetsmargin.

Kontroll av Froude-tallen viser at dette er under 1,0 på hele strekningen, hvilket viser at antagelsen underkritisk strømning er gyldig.



Figur 5-3: Lengdeprofil fra sjø til Strømsvågen viser at brua ved profil 6 har for lav kapasitet og medfører at vannstanden i Strømsvågen blir forhøyet.



Figur 5-4: Beregnede vannstander ved brua ved tverrprofil 6.

Flomfarekart er vist i Figur 5-5 med beregnede vannstander i **Error! Reference source not found.**, der vannstandene som skal benyttes for planformål er i kolonnen Q200+K40%+S25%. Oppgitt 200-års stormflo i år 2100 er 2,61 moh.



Figur 5-5: Kart som viser utstrekningen av 200-årsflommen med 40 % klimapåslag og 25 % usikkerhetspåslag i vannføringen.

Tabell 5-2: Beregnede vannstander for Strømselva fra utløp i hav ved Kristvikbukta til Strømsvågen.

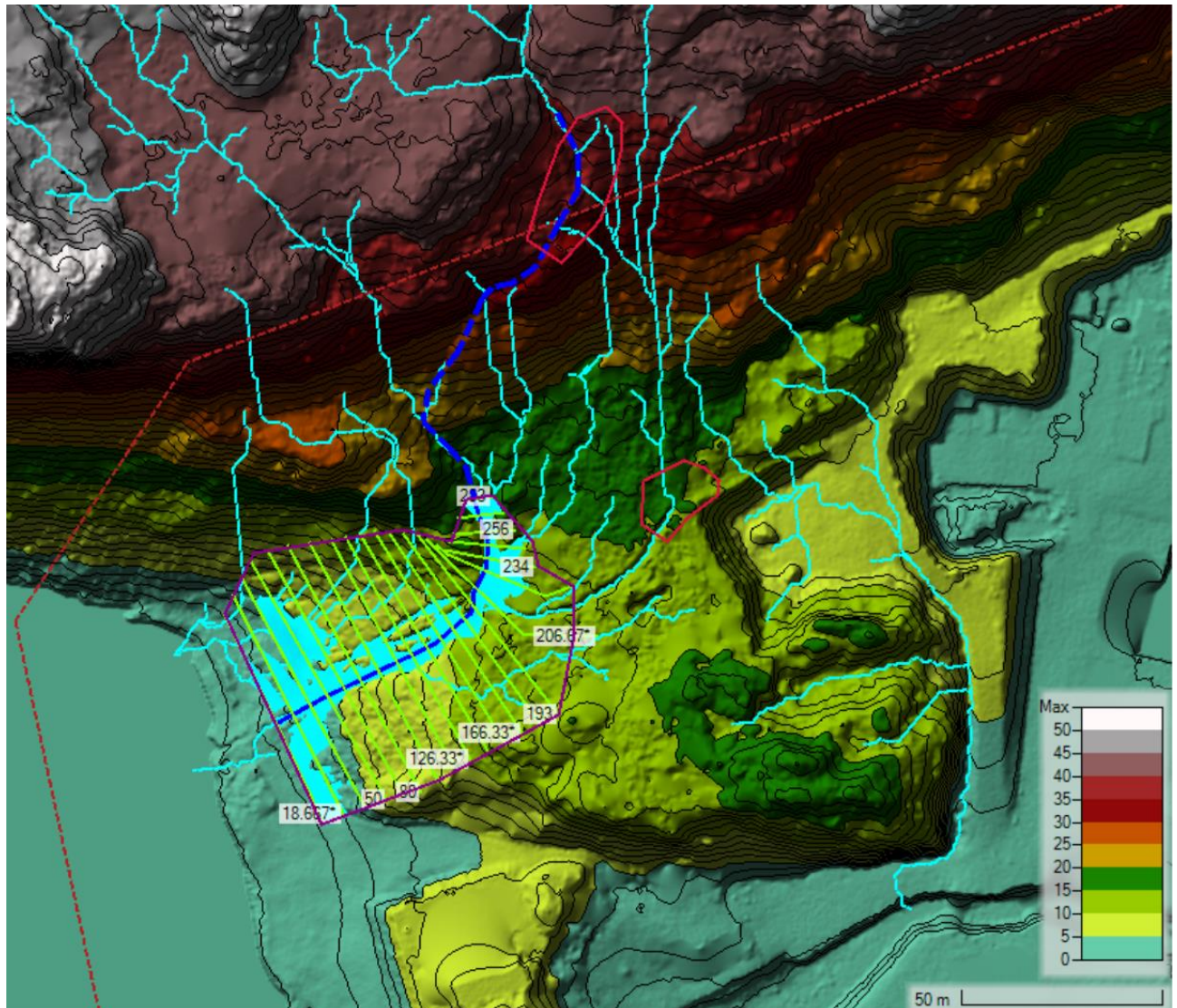
Tverrprofil	Q200	Q200+K40% LAT	Q200+K40%	Q200+K40%+S25%
0	1,5	-0,5	2,2	2,2
0,4	1,5	0,1	2,2	2,2
0,8	1,5	0,5	2,2	2,1
1	1,5	0,6	2,2	2,2
1,8	1,5	0,9	2,2	2,3
2	1,5	0,9	2,3	2,3
3	1,6	1,1	2,3	2,4
4	1,6	1,2	2,3	2,4
5	1,6	1,2	2,3	2,4
6	1,4	1,5	2,3	2,4
6,2	1,6	1,9	2,5	2,6
8	1,9	2,2	2,5	2,7
9	1,9	2,2	2,5	2,7

Fra Tabell 5-2 ser en at det er flom som gir de høyeste vannstandene ved profil 8 og 9, mens det er stormflo og bølger som gir de høyeste vannstandene på resten av området.

Modellen beregnet med LAT som nedre grensebetingelse at en får størst vannhastigheter ved tverrprofil 6 og 0,4 med vannhastigheter på hhv. ca. 3,4 m/s og 3,1 m/s.

5.2.2 Bekken

Beregningene for bekken forutsetter at vannet følger elveløpet lengst mot vest, som markert i Figur 5-6. Det er imidlertid 2 kritiske punkt i vassdraget, der vannet vil kunne ta nye løp og terrengdata ikke er detaljert nok til å vurdere kapasiteten til de ulike løpene. Multiconsult anbefales at kritiske punkt vurderes nærmere med befaring og oppmåling, samt at ev. nødvendige tiltak gjennomføres før utbygging.



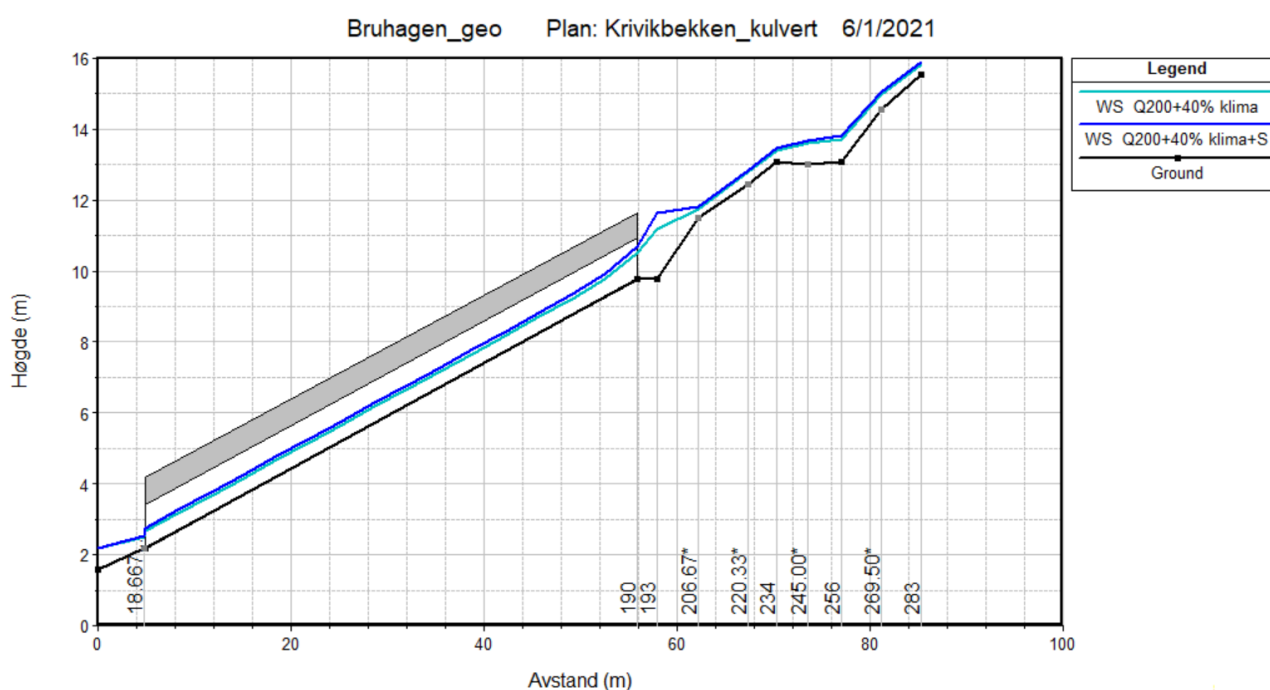
Figur 5-6: Kartutsnitt som viser flomsone langs bekken for dagens situasjon. Det er forutsatt at vannet følger elveløpet (blå stiple linje) ned til profil 283. Lilla polygon viser analyseflaten for flomfarekartleggingen, som er området som er kartlagt. Det er 2 kritiske punkt i vassdraget, markert med røde polygon. Lyseblå linjer viser avrenningslinjene fra Scalgo basert på en terrengmodell med 1x1 m oppløsning.

Det er ingen kulverter på strekningen som er modellert i dag, men Skretting ønsker å utvikle området og i den forbindelse må en strekning på ca. 51 m av bekken legges i rør. Fordi bekken er bratt og en ikke har kalibreringsdata eller oppmålte tverrprofiler er ruheten for alle profilene satt til Mannings n -verdi 0,05. I sensitivitetsanalysen er ruheten økt med 40 % til n -verdi på 0,07. Resultatet viser at vannstandene øker med størrelsesorden 4 cm. En 40 % økning i vannføring gir tilsvarende 0,06 m vannstandsstigning i bekken oppstrøms kulverten.

Modellen er kjørt under antagelse om at en har underkritisk strømning, men en kontroll av Froude-tallet viser at det er partier med overkritisk strømning. Dette betyr at elva er så bratt at en vil få små

endringen i vannstand som følge av økt vannføring og ruhet. Modellen vurderes derfor som lite sensitiv. Flomberegninger i så små felt er forbundet med forholdsvis store usikkerheter og det foreligger ikke oppmålte tverrprofiler. Vi vurderer derfor at det bør benyttes et sikkerhetspåslag på 45 % på vannføringen.

Kartutsnitt som viser flomfaren langs bekken med prosjektert kulvert og lengdeprofil er vist i hhv. Figur 5-6 og Figur 5-7. Beregnede vannstander for de ulike tverrprofilene for 200-årsflom med klimapåslag og 200-årsflom med klima og sikkerhetspåslag er gitt i Tabell 5-3. Beregnet vannføring for 200-årsflommen er 2,0 m³/s, mens 200-årsflommen med 45 % sikkerhetspåslag er på 2,9 m³/s.

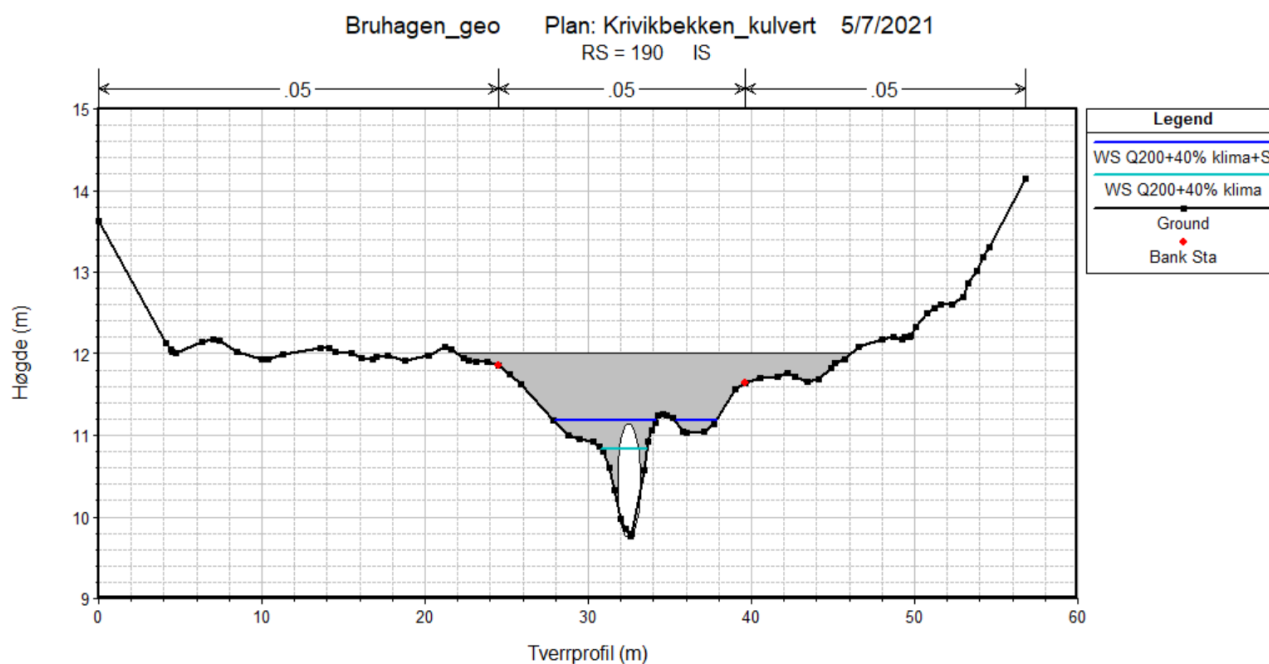


Figur 5-7: Lengdeprofil for bekken med prosjektert betongkulvert med innvendig diameter på 1,2 m.

Tabell 5-3: Beregnede vannstander for Bekken, forutsatt en kulvert med innvendig diameter på 1,2 m.

Tverrprofil	Q200+K40%	Q200+K40%+S45%
3	2,17	2,17
193	10,84	11,19
234	13,41	13,47
256	13,70	13,83
283	15,84	15,90
18,667*	2,48	2,54
206,67*	11,76	11,81
220,33*	12,79	12,84
245,00*	13,61	13,69
269,50*	14,98	15,06

Betongkulverten er prosjektert med en innløpshøyde på 9,74 moh. og utløpshøyde på 2,2 moh., se Figur 5-8. Det er forutsatt ryddige inn- og utløpsforhold og at kulverten legges med jevnt fall langs heles trasen. Med disse forutsetningene gir kulverten en utløpshastighet på 1,3 m/s.

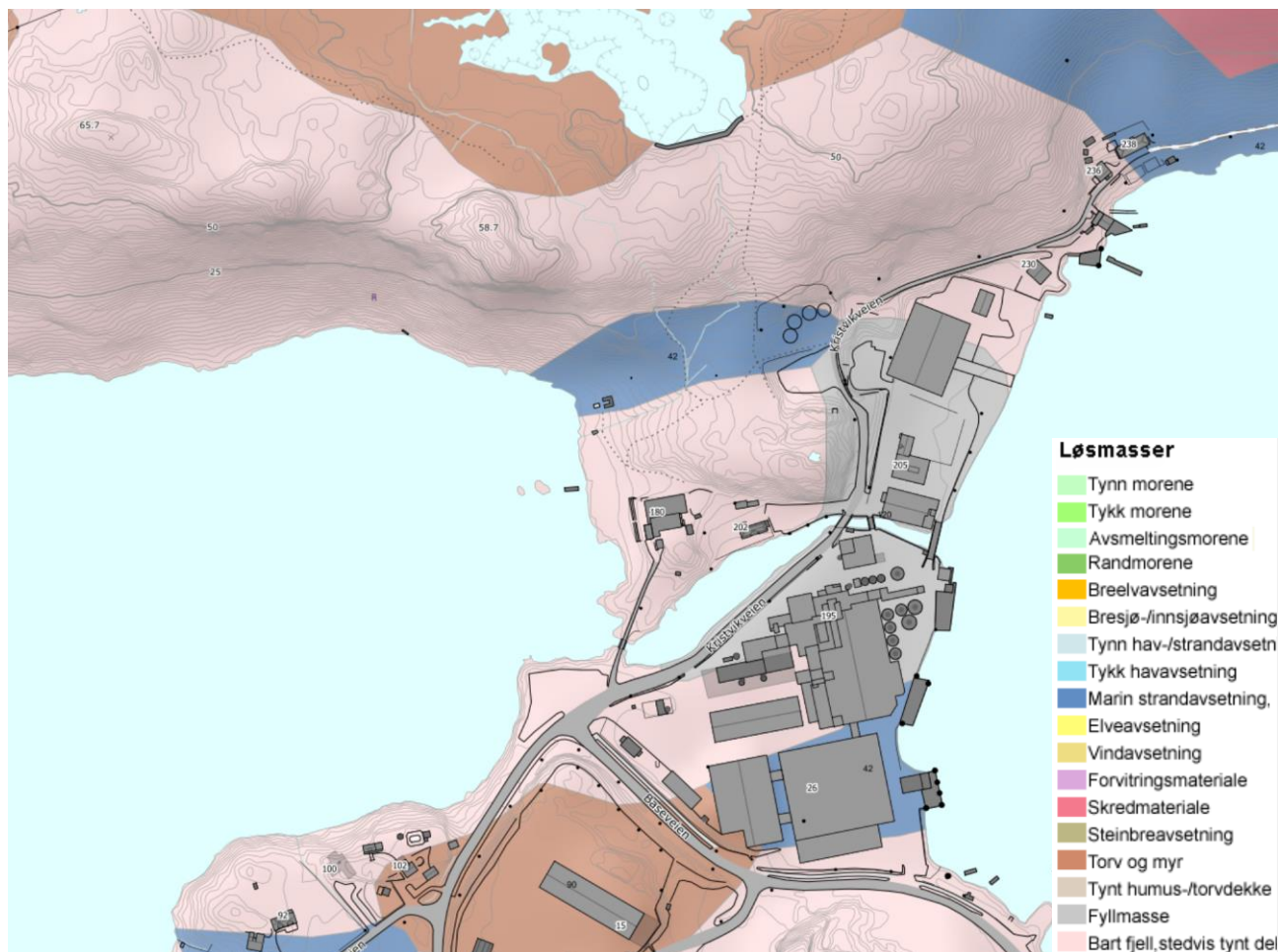


Figur 5-8: Tverrprofil av innløpet til kulverten viser at en vil kunne få noe vannstandsstigning over topp innløp kulvert for 200årsflom inklusiv klimaframskriving og sikkerhetspåslag.

6 Vurdering av erosjonsfare og bølgehøyder

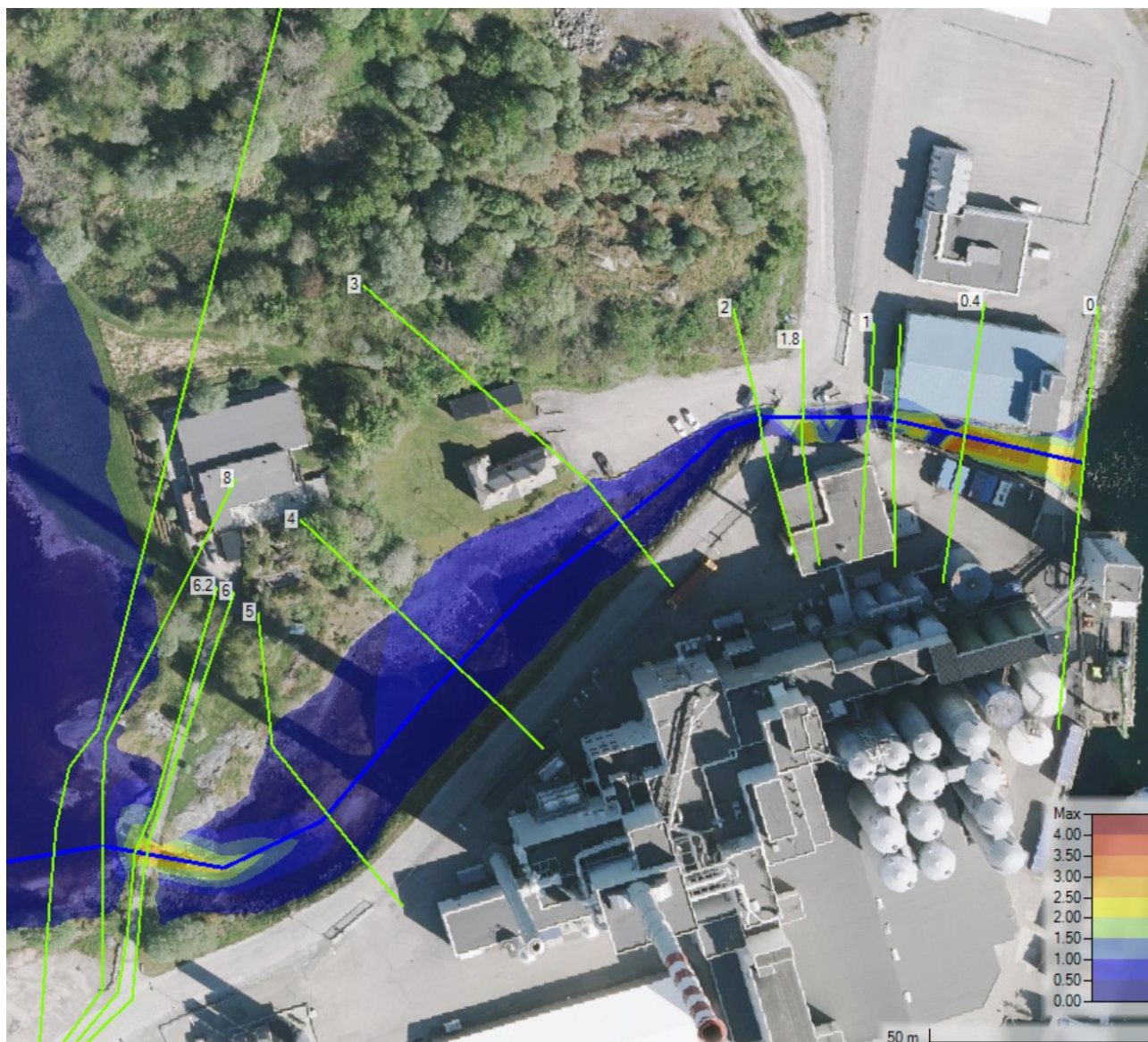
6.1 Stabil steinstørrelse og erosjonsfare

NGUs løsmassekart viser at det er bart fjell og stedvis tynt lang med løsmasser, se Figur 6-1. Faren for langsiktig bunnsenkning og bunnsenkning i kanalen fra Strømsvatnet til utløpet i sjø er vurdert som lav pga. hele strekningen er tidevannspåvirket.



Figur 6-1: NGUs løsmassekart for Kristvika. Rosa er bart fjell og mørkt blått er marin strandavsetning.

Det er beregnet stabil steinstørrelse med Maynords formel som er gyldig for slake elver med fall mindre enn 2 %. Denne er gyldig for hele kanalen. Det er beregnet stabil steinstørrelse D_{50} for profil 6 og profil 0,4 som har de største beregnede vannhastighetene med midlere vannhastighet på hhv. 3,1 m/s og 2,0 m/s. Kart som viser fordelte vannhastigheter basert på 1D-modellen er vist i Figur 6-2. Beregningen er dokumentert i Vedlegg 7. Stabil steinstørrelse D_{50} for bunnen i profil 6 er beregnet til 0,44 m, mens stabil steinstørrelse $D_{50,s}$ for sidesikringen er beregnet til 0,48 m. For profil 0,4 er tilsvarende verdier 0,15 og 0,16 m.



Figur 6-2: Kart over beregnede vannhastigheter for en 200-årsflom med 40% klimapåslag og 25 % sikkerhetspåslag med laveste astronomiske tidevann (LAT) som nedre grensebetingelse.

Ut fra flybilder og bildene Skretting AS tok på befaringen, vurderes erosjonsfaren som lav for hele kanalen. Ved profil 6 er det fjell i dagen og liten fare for erosjon, mens elvesidene på resten av strekningen består av tørrmur med større steinstørrelser. Pr. dags dato vurderes det til at det ikke er behov for å iverksette ytterligere tiltak for å sikre mot erosjon. En må imidlertid være oppmerksom på at erosjon er en fremskridende prosess hvor sikkerhetsnivået ikke kan fastsettes med gjentakintervall. Det forutsettes derfor at det føres jevnlig tilsyn med erosjonssikringene og at det spesielt føres tilsyn etter store flommer. Skader i erosjonssikringen må utbedres før de rekker å utvikle seg. Faren for undergraving av eksisterende erosjonssikring er ikke vurdert og det er forutsatt at eksisterende erosjonssikring er fagmessig utført.

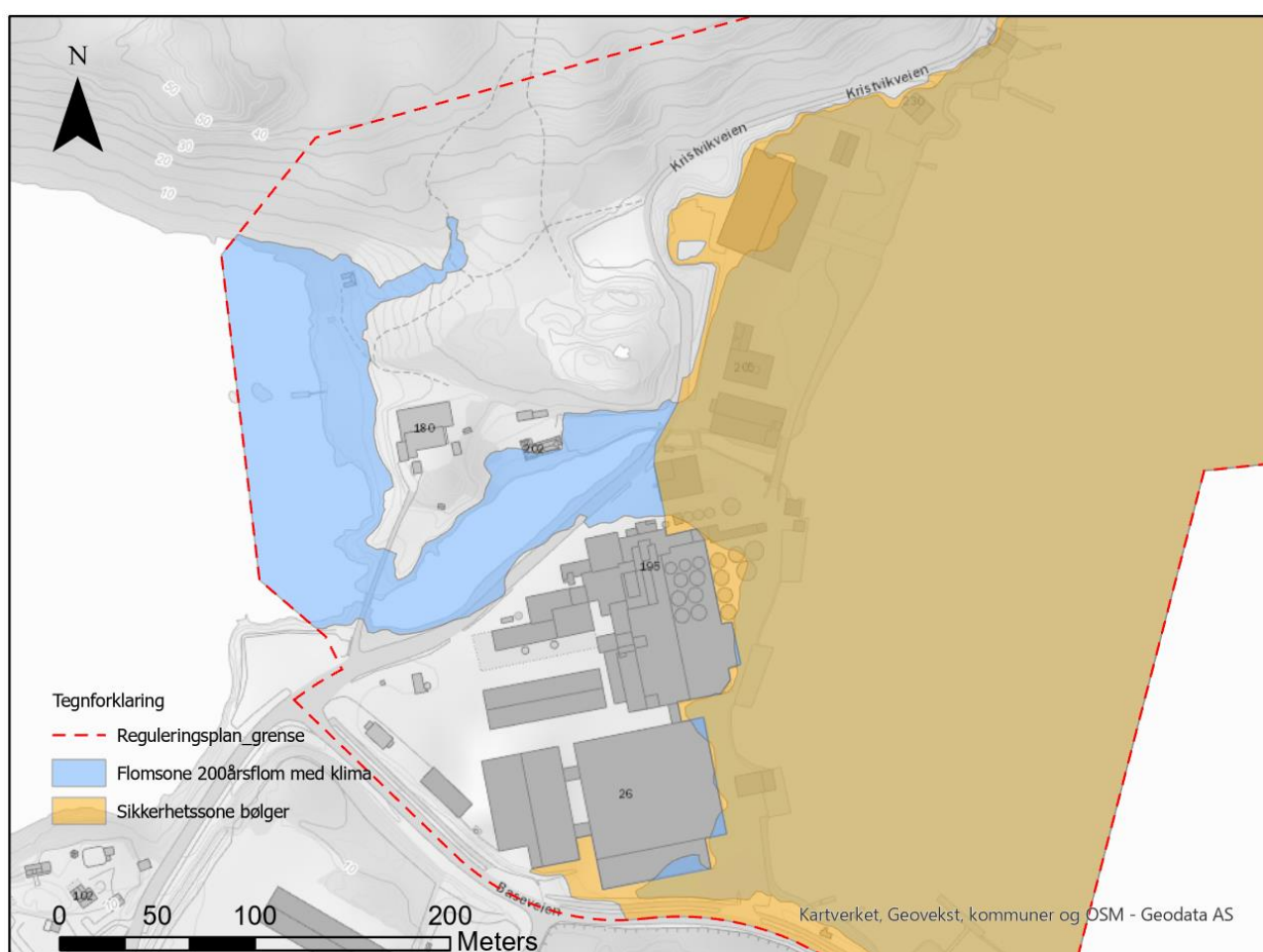
6.2 Bølger

Det er undersøkt hva som finnes av informasjon om bølger i området. I bestemmelsene til reguleringsplanen for dypvannskaia ved Hestvika (Averøy kommune, 2018), som ligger like sør-øst for denne reguleringsplanen, ble det lagt inn følgende bestemmelse knyttet til bølger;

14. Alle bygning eller anlegg og bygningsdeler under kote 3,5 m over gjennomsnittlig vannstand skal kunne tåle sjøvann og bølgepåvirkning.

Denne bestemmelsen medfører at en legger til grunn at bølger med signifikant bølgehøyde på 0,89 m, kan inntreffe samtidig som en 200-års stormflohendelse i sjø. På Figur 6-3 er områder utsatt for 200-års flom med klimapåslag frem mot år 2100 og stormflo i år 2100 markert med blått, mens områder utsatt for bølger og som er lavere enn kote 3,5 moh er markert med gult.

Ettersom bølger ikke kan forplante seg oppover i vassdraget forbi bruer og gjennom eksisterende bygg, forutsettes det at områder bak industribygget sør i planområdet ikke er utsatt for bølger, se Figur 6-3. Tilsvarende vil området nord for Strømselva, som på kartet er markert som utsatt for bølger, kunne sikres ved å etablere bølgebrytere. For områdene langs Strømselva er det 200-års stormflo som gir de høyeste vannstandene, da bølger ikke vil kunne forplante seg oppover i elva forbi bruene.



Figur 6-3: Kart som viser 200-års stormflo i år 2100 (blå) og 200-års stormflo med 0,89 m sikkerhetsmargin for bølger(gult). Rød stiplet linje er avgrensningen av reguleringsplanen.

7 Konklusjon

200-års stormflo i år 2100 med bølgehøyder som angitt i reguleringsplanen for dypvannskaia ved Hestvika, gir de høyeste vannstandene i nedre del av vassdraget. Bølgene vil imidlertid ikke kunne forplante seg oppover i elva forbi bruene og gjennom eksisterende bygninger. Dimensjonerende vannstander i Strømsvågen er derfor flomvannstander som følge av høy vannføring som beregnet ved vannlinjeberegning. De høye vannstandene i Strømsvågen skyldes oppstuvning ved brua ved tverrprofil

6. Beregningene av stabil steinstørrelse tilsier at de eksisterende sikringstiltakene i elva gir tilstrekkelig sikkerhet mot erosjon. For å ivareta sikkerheten mot erosjon over tid, bør en sørge for rutiner med tilsyn (min. hvert 2. år) og spesielt etter store flommer i vassdraget. Det forutsettes at ev. skader på erosjonssikringen utbedres raskt.

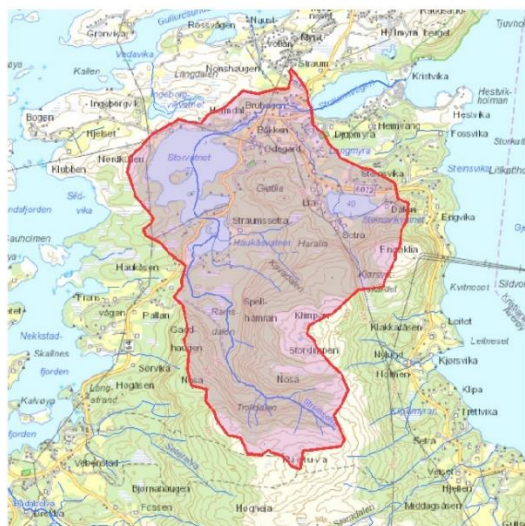
Multiconsult anbefales at kritiske punkt øverst i bekken vurderes nærmere med befaring og oppmåling, samt at ev. nødvendige tiltak gjennomføres før utbygging. I beregningene er det forutsatt at vannet følger bekkeløpet ned analyseområdet. Det er beregnet at en 51 m lang kulvert med innvendig diameter på 1,2 m har tilstrekkelig kapasitet for en 200-årsflom med 50 % klimapåslag på nedbøren og 45 % sikkerhetspåslag. Beregningene forutsetter at en etablerer ryddige inn- og utløpsforhold for kulverten og at den plasseres som anvist.

8 Referanser

- Averøy kommune. (2018). *Bestemmelser for reguleringsplan HESTVIKHOLMAN INDUSTRIOMRÅDE Nasjonalplan ID:20180001*. Averøy kommune.
- Brunner, G. W. (2016). *HEC-RAS River Analysis System, User's Manual, Version 5.0*. US Army Corps of Engineers.
- Edvardsen, S.-M. (2009). *Flaumproblematikk — Bruhagen i Averøy kommune*. NVE.
- Norsk klimaservicesenter. (2019). *Klimapåslag for korttidsnedbør - Anbefalte verdier for Norge, NCCS report no. 5/2019*. Dyrrdal, Anita Verpe; Førland, Eirik J.
- NVE. (2017). *Klimaprofil Møre og Romsdal - Eit kunnskapsgrunnlag for klimatilpassing*. NVE.
- Terratec AS. (2016). *NDH Averøy-Eide-Kristiansund 2pkt 2016*. Terratec.

9 Vedlegg

Vedlegg 1 - NEVINA



Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 128221 E
7012804 N

Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Feltparametere

Areal (A)	9.66 km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	6.55 %
Elvleengde (E _L)	7.2 km
Elvegradient (E _G)	41.8 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	25.6 m/km
Helning	12.4 °
Dreneringstetthet (D _T)	1.6 km ⁻¹
Feltleengde (F _L)	4.5 km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0 %
Dyrket mark (A _{JORD})	4.8 %
Myr (A _{MYR})	2.7 %
Leire (A _{LEIRE})	0.2 %
Skog (A _{SKOG})	64.4 %
Sjø (A _{SJO})	11.1 %
Snauffjell (A _{SE})	5.5 %
Urban (A _U)	0.1 %
Uklassifisert areal (A _{REST})	11.4 %

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	4 m
Høyde ₁₀	27 m
Høyde ₂₅	40 m
Høyde ₅₀	76 m
Høyde ₇₅	216.5 m
Høyde _{MAX}	404 m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q _N)	47.0 l/s*km ²
Nedbør juni	80 mm
Nedbør juli	114 mm
Regn og snøsmelting mai	95 mm
Regn og snøsmelting juni	85 mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	109 mm
Regn og snøsmelting november	162 mm
Temperatur februar	-0.7 °C
Temperatur mars	0.6 °C

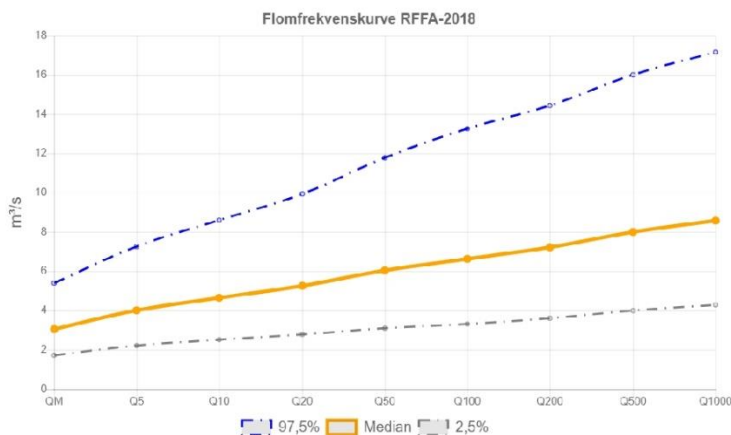
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 110.212
Kommune.: Averøy
Fylke.: Møre og Romsdal
Vassdrag.: Strømselva
Nedbørfeltareal: 9.66 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

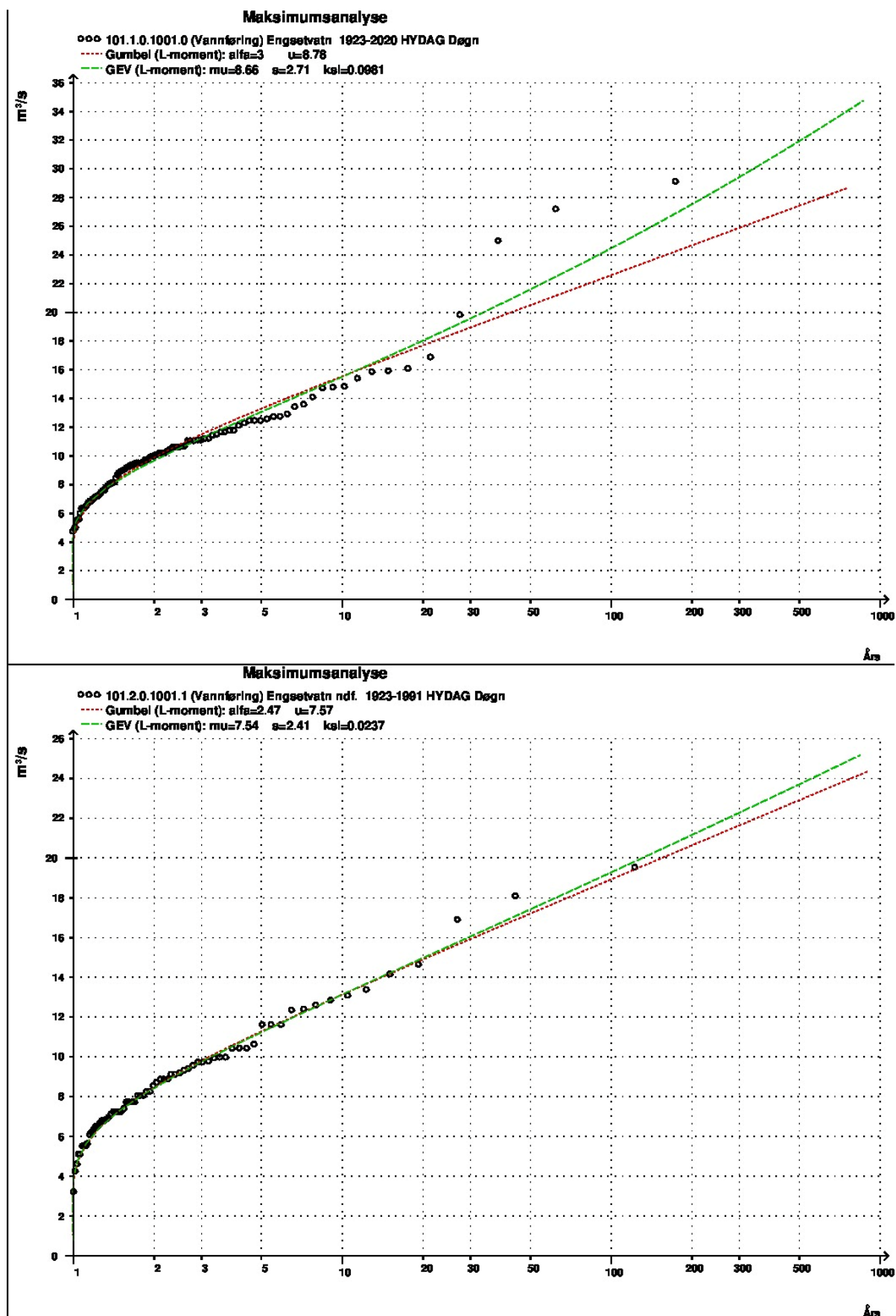


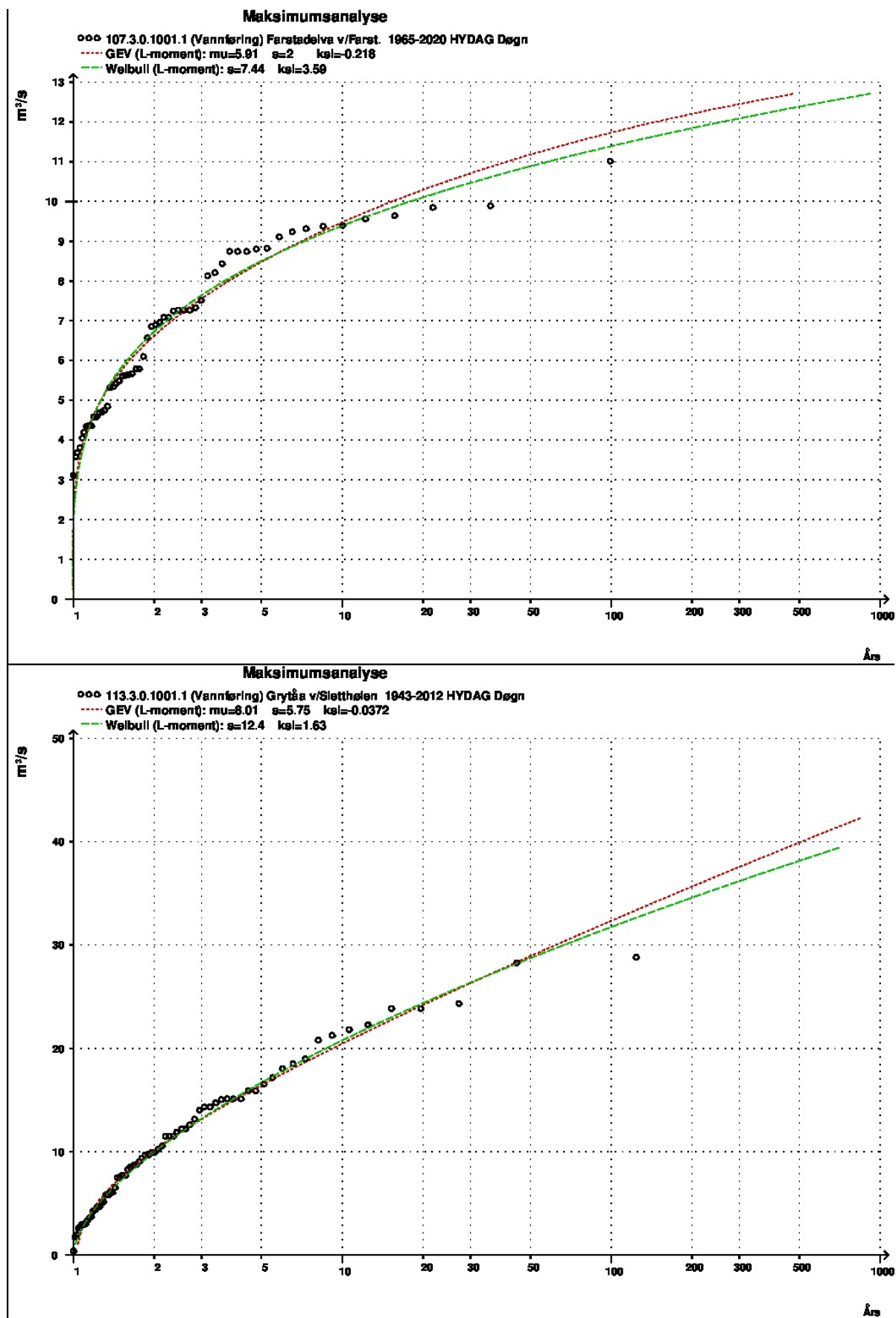
RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	316	l/s*km ²
Klimapåslag	20	%
Kulminasjonsfaktor	1.1	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	523	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%
Annet		
Tiløpsflom	Nei	-

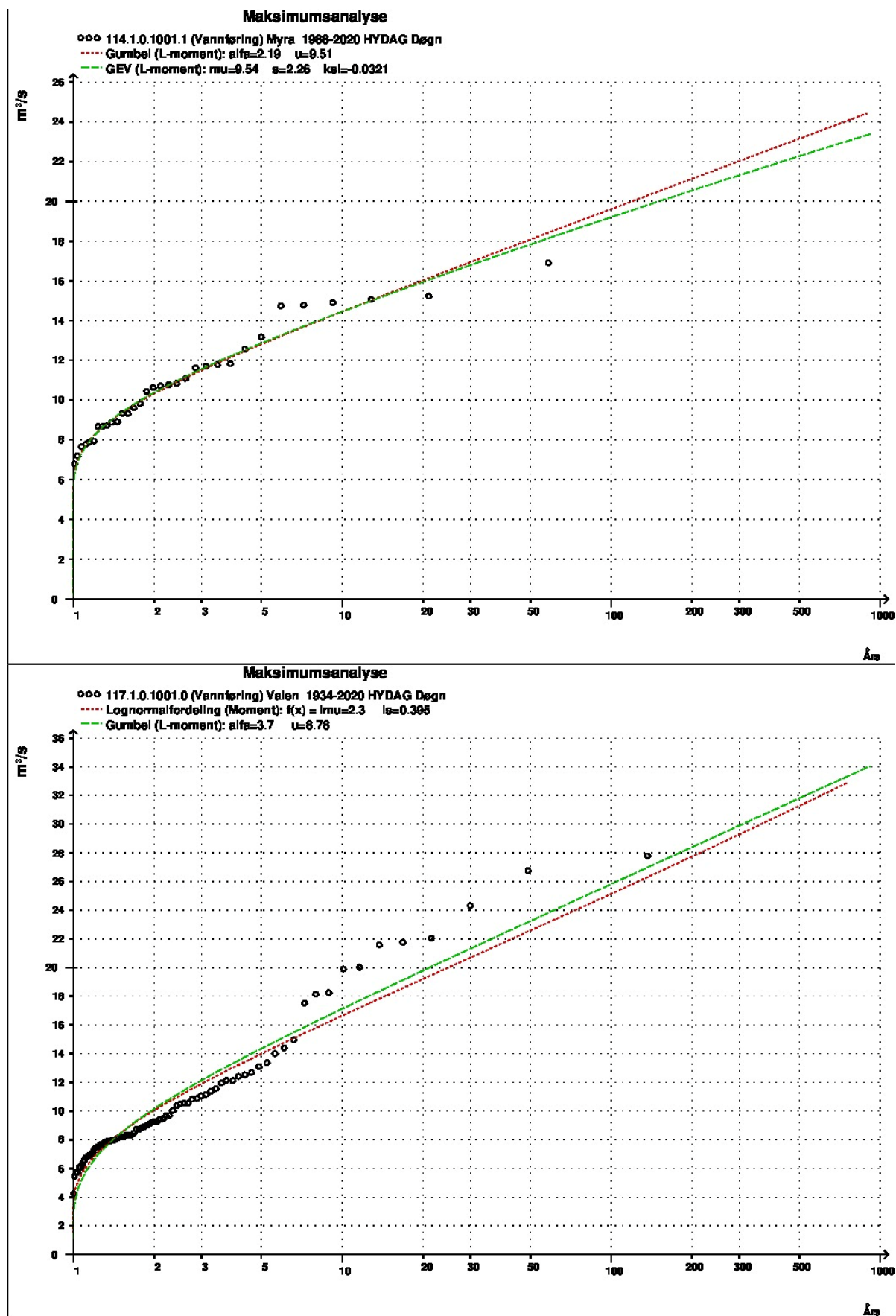
RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.31	1.52	1.72	1.98	2.17	2.37	2.62	2.81	-
Flomverdier, m ³ /s	3.0	4.0	4.7	5.3	6.0	6.6	7.2	8	8.6	8.7
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	5.4	7.3	8.6	9.9	11.8	13.3	14.4	16	17.2	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	1.7	2.2	2.5	2.8	3.1	3.3	3.6	4	4.3	-
NIFS (kulminasjon)										
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.22	1.45	1.70	2.09	2.45	2.87	3.54	4.15	-
Flomverdier, m ³ /s	5.0	6.2	7.3	8.6	10.6	12.4	14.5	17.9	21.0	20.3
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	8.9	11.2	13.5	16.2	20.6	24.7	29.0	35.7	41.9	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	2.9	3.4	4.0	4.5	5.4	6.2	7.2	8.9	10.5	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Vedlegg 2 - Flomfrekvensanalyser

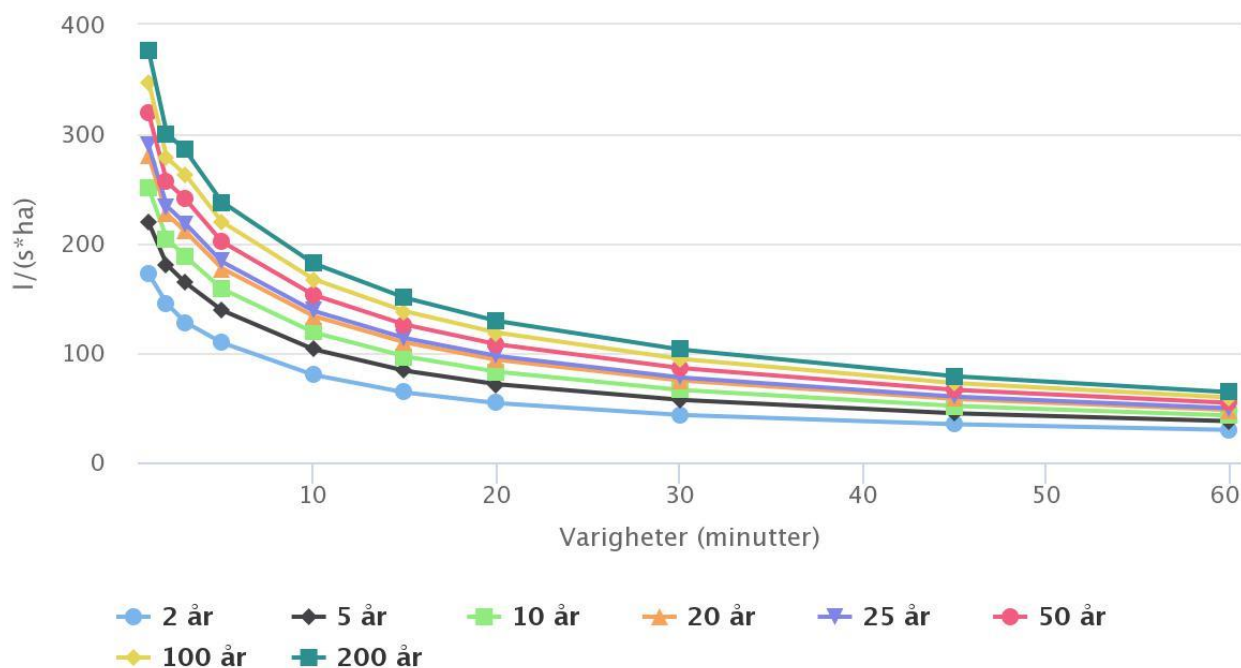






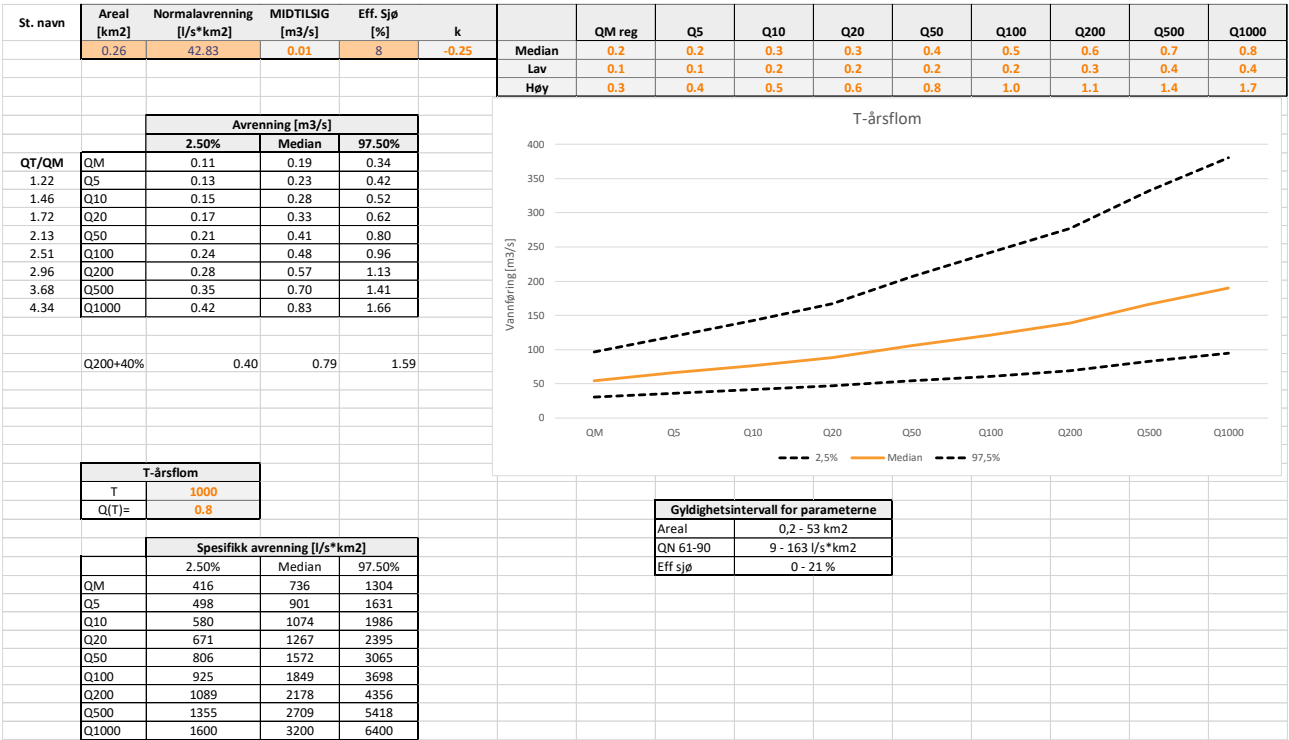
Vedlegg 3 – IVF-kurver Kristiansund - Karihola

IVF-kurve for Kristiansund – Karihola, Kristiansund, Møre Og Romsdal, 5 moh. (1973–1973, 38 ses.)



IVF-verdier ($I/(s \cdot ha)$)										
	Varigheter (minutter)									
Gjentaksintervall (år)	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60
2	172,5	144,9	128,1	109,4	79,9	63,8	54,1	43,3	34,8	29,6
5	219,4	180,6	164,3	139,0	103,3	83,7	71,4	57,1	44,8	37,6
10	250,5	204,3	188,2	158,6	118,8	96,8	82,8	66,2	51,5	42,8
20	280,2	227,0	211,1	177,4	133,7	109,5	93,7	74,9	57,9	47,8
25	289,7	234,2	218,4	183,4	138,4	113,5	97,2	77,6	60,0	49,4
50	318,8	256,4	240,8	201,7	153,0	125,8	107,9	86,2	66,2	54,3
100	347,7	278,4	263,1	219,9	167,4	138,0	118,5	94,6	72,4	59,2
200	376,5	300,4	285,3	238,1	181,8	150,3	129,2	103,1	78,6	64,1

Vedlegg 4 – NIFS-formelverk bekken



Vedlegg 5 – Manning's n-verdier for Kristvikelva

	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1	20	n	0.07	0.04	0.07
2	19	n	0.07	0.04	0.07
3	18	n	0.07	0.04	0.07
4	17	n	0.07	0.04	0.07
5	16	n	0.07	0.04	0.07
6	15.5	Culvert			
7	15	n	0.05	0.04	0.05
8	14	n	0.05	0.04	0.05
9	13	n	0.05	0.04	0.05
10	12.5	Culvert			
11	12	n	0.05	0.04	0.05
12	11	n	0.05	0.04	0.05
13	10	n	0.05	0.04	0.05
14	9.8	n	0.05	0.025	0.05
15	9.6	n	0.05	0.025	0.05
16	9.4	n	0.05	0.025	0.05
17	9.2	n	0.05	0.025	0.05
18	9	n	0.05	0.04	0.045
19	8	n	0.05	0.04	0.045
20	6.2	n	0.05	0.04	0.045
21	6.1	Bridge			
22	6	n	0.05	0.04	0.045

23	5	n	0.05	0.04	0.045
24	4	n	0.05	0.04	0.045
25	3	n	0.05	0.04	0.045
26	2	n	0.05	0.04	0.045
27	1.9	Bridge			
28	1.8	n	0.05	0.04	0.045
29	1	n	0.05	0.04	0.045
30	0.9	Bridge			
31	0.8	n	0.05	0.04	0.045
32	0.4	n	0.05	0.04	0.045
33	0	n	0.05	0.04	0.045

Vedlegg 6 – Innmåling av bruer

Kart oversendt med posisjoner for bildetagning



Bildene ble tatt mellom kl 1730 og 1800 den 27.04.21 (fjære kl 1830)

Kjetil Sundsøy

Bilde posisjon 1 og 2 fra kart oversendt



Bilde posisjon 3 og 4 fra kart oversendt



Bilder fra posisjon 4 og 5 fra kart oversendt



Bilder fra posisjon 6 og 7 fra kart oversendt



Vedlegg 7 – Resultat beregning av stabil steinstørrelse

Erosjonssikring Maynords formel, slake elver, fall mindre enn 2 %			Profil 6	Profil 0,4
Sikkerhetsfaktor	S_f		1.2	1.2
Bunnhelning	S_0		1.1 %	0.0 %
Midlere vannhastighet	V	m/s	3.1	2.0
Vanndybde	y_0	m	2.10	1.00
Bredde av hovedløp	W	m	5.7	6.14
Kurveradius	R	m	3000	500
Stabilitetskoeffisient	C_s		0.3	0.3
Relativ radius	R/W		526.32	81.43
	C_v kurve		1.00	1.00
Koeffisient for vertikal hastighetsfordeling	C_v		1.25	1.0
Koeffisient for sikringstykkelse	C_t		0.95	1
Steinvekt	W_s	kg/m ³	2600	2600
	U	m/s	3.9	2.5
	y_{0ss}	m	1.68	0.80
	U_{ss}	m/s	3.1	2.0
	d_{30}		0.34	0.11
	d_{30} side		0.37	0.13
	d_{50}	m	0.44	0.15
	d_{50} side	m	0.48	0.16

Vedlegg 8 – SeHavnivå.no

