



Flomberegning for Storelva

Stryn kommune, Sogn og Fjordane (087.5A0)

Ann-Live Øye Leine

51
2017

R
A
P
P
O
R
T



Rapport nr 51-2017

Flomberegning for Storelva

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør:

Forfattere: Ann-Live Øye Leine

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag:

Forsidefoto: Målestasjon 86.10 Åvatn (Foto: NVE)

ISBN 978-82-410-1604-2

ISSN 1501-2832

Sammendrag: Det er beregnet middelflom og flommer med gjentakintervall 50, 100 og 200 år for Storelva. I tillegg er flomverdiene justert i forhold til ventede klimaendringer.

Emneord: Flomberegning, Storelva, Stryn kommune, Sogn og Fjordane

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Innhold

Forord	2
Sammendrag	3
1 Beskrivelse av nedbørfeltet	4
2 Metode	6
2.1 Målestasjoner	6
2.2 Flomformler	9
2.3 Vurdering av middelvannføringen fra avrenningskartet.....	9
3 Flomberegninger	11
3.1 Flomfrekvensanalyser og estimat fra formelverk.....	11
3.2 Justering av flomverdier i forhold til ventede klimaendringer	13
4 Usikkerhet	14
5 Referanser	15
Vedlegg 1.....	16

Forord

Hydrologisk avdeling har for Region Vest utført flomberegninger for Storelva i Innvik i Stryn kommune i Sogn og Fjordane. Skred- og vassdragsavdelingen skal prosjektere et sikringstiltak langs elva, og flomberegningen utgjør det hydrologiske grunnlaget for prosjekteringen.

Middelflom og flommer med gjentaksintervall 50, 100 og 200 år er beregnet. I tillegg er flomverdiene justert i forhold til forventede klimaendringer.

Arbeidet ble utført mai 2017.

Ann-Live Øye Leine har utført beregningene, og Thomas Væringstad har kvalitetskontrollert arbeidet.

Oslo, mai 2017



Sverre Husebye
seksjonssjef



Ann-Live Øye Leine
overingeniør

Sammendrag

I sammenheng med prosjektering av et sikringstiltak ønsker Skred- og Vassdragsavdelingen å få utført flomberegninger. Det er utført flomberegning for Storelva i Stryn kommune i Sogn og Fjordane. Middelflom og flommer med gjentaksintervall 50, 100 og 200 år er beregnet. I tillegg er flomverdiene justert i forhold til ventede klimaendringer.

Flomberegningen er kontrollert av Thomas Væringstad, NVE.

Det finnes ingen vannføringsstasjon i vassdraget. Flomberegningene er derfor basert på formelverk for små nedbørfelt (Glad mfl., 2015) og flomfrekvensanalyser fra sammenligningsstasjoner i regionen.

Resultatet ble (kulminasjonsverdier):

Sted	Areal km ²	Q _M		Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀
		l/s·km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	l/s·km ²	l/s·km ²	l/s·km ²
Storelva	29,3	1114	32,6	64	73	83	2167	2474	2826

Kulminasjonsvannføringer for flommer i et endret klima (år 2100) er som følger, klimapåslag (40 %):

Sted	Areal km ²	Q _M		Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀
		l/s·km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	l/s·km ²	l/s·km ²	l/s·km ²
Storelva	29,3	1560	45,7	89	102	116	3034	3464	3956

Med bakgrunn i det tilgjengelige datagrunnlaget for denne beregningen kan usikkerheten i resultatene regnes som stor «Brukbart hydrologisk datagrunnlag i kombinasjon med store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området».

1 Beskrivelse av nedbørfeltet

Flommer kan forekomme hele året, men oftest på sensommeren og høsten.

Feltkarakteristikker for nedbørfeltet (087.5A0) er vist i tabell 1 og feltgrensene er vist i figur 1. Mer detaljert informasjon om nedbørfeltet til Storelva er gitt i vedlegg 1.

Storelvas breandel vil bidra til en økt avrenning i form av smelting, og i kombinasjon med nedbør kan det bli store flommer, spesielt på sommeren. I perioder hvor breen er fri for snø, bidrar også isen til en raskere avrenning.

Det ble etablert et kraftverk i vassdraget i 2007. Innvik kraftverk utnytter vannet fra Storelva og en liten sideelv, Tverrelva, til kraftproduksjon. Installert effekt er 15,5 MW. Det er ingen reguleringsmagasin, men inntaksmagasinet kan utnyttes mellom kt.541 og 544. Reguleringen antas for liten til at den vil påvirke flomforholdene i stor grad. Driftsvannføringen slippes ut oppstrøms sikringstiltakene, og man kan dermed anta at vannføringen er tilnærmet uregulert under flom.

Tabell 1. Feltkarakteristika for nedbørfeltet.

Sted	Felt-areal, A, km ²	Q _N (61-90) ¹ l/s·km ²	Eff. sjø, A _{SE}	Median høyde, H ₅₀ moh.	Feltlengde, L _F , km	Breandel, %
Storelva	29,3	66,6	0,0	934	9,7	11,3

¹ Avrenning beregnet fra NVEs avrenningskart for normalperioden 1961-1990.



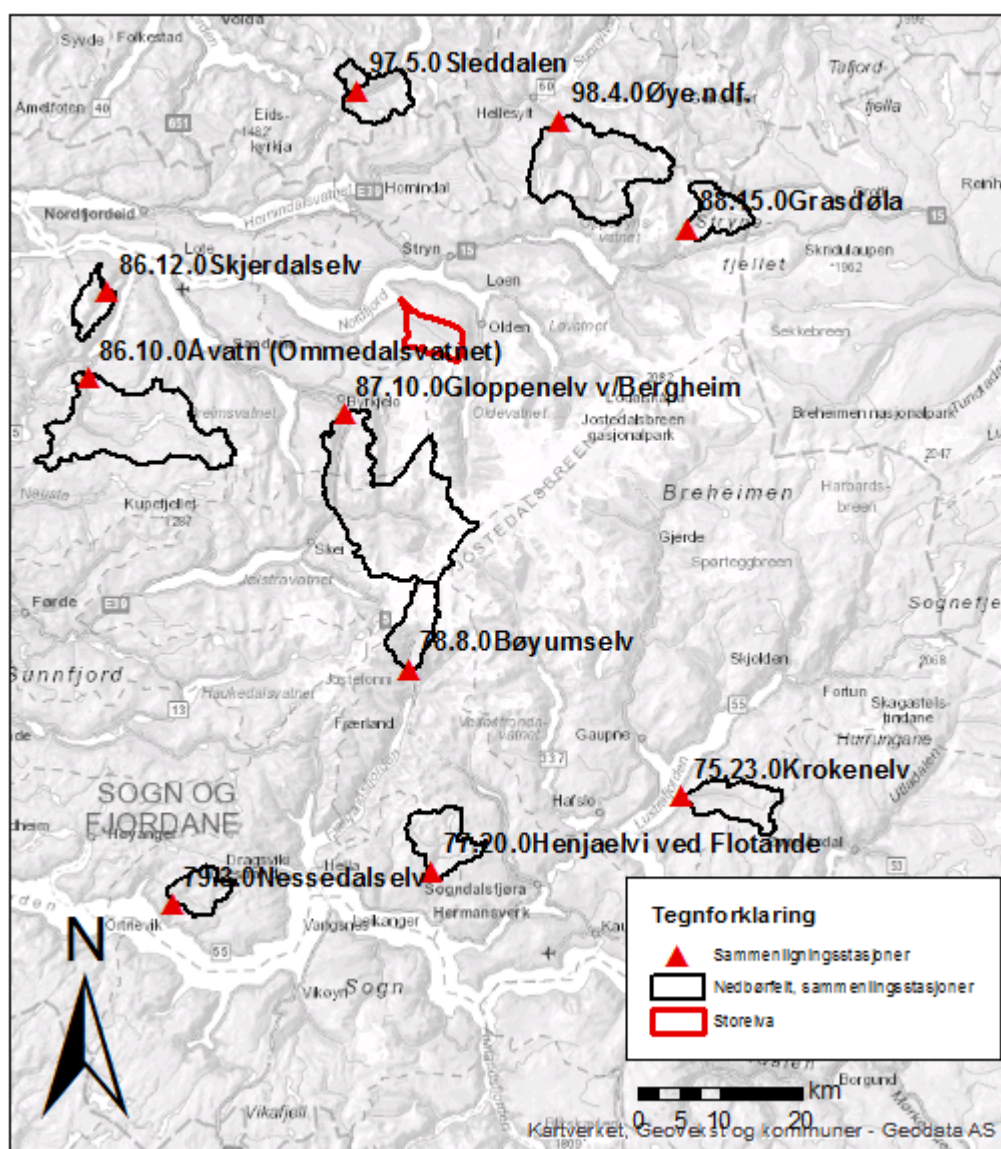
Figur 1. Nedbørfeltet ($A = 29,3 \text{ km}^2$) til Storelva.

2 Metode

Flomberegningene baserer seg til stort sett på formelverk for små nedbørfelt (Glad mfl., 2015), men middelflom og vekstkurver fra sammenligningsstasjoner i regionen er også vurdert. Felthydrolog har uttalt seg om kvaliteten på flomdata fra stasjonene.

2.1 Målestasjoner

En oversikt over sammenligningsstasjoner for området er gitt i tabell 2. Beliggenhet og feltgrenser er vist i figur 2. På Vestlandet kan man normalt gjøre sammenligninger med målestasjoner som har like feltegenskaper selv om de ligger forholdsvis langt unna hverandre, så fremt de ligger innen samme klimatiske forhold (stor nedbørgradient øst/vest). Altså er det viktigere å passe avstanden øst/vest enn nord/sør. Det har likevel vært vanskelig å finne representative sammenligningsstasjoner til Storelva.



Figur 2. Nedbørfelt til sammenligningsstasjoner i området (sort). Analysefeltet er markert med rødt.

Tabell 2. Feltkarakteristika for aktuelle sammenligningsstasjoner.

Stasjon	Måle- periode	Felt- areal (km ²)	Q _N (61-90) (l/s·km ²)	Q _{obs} (l/s·km ²)	Eff. sjø (%)	Median- høyde moh.	Bre- andel %
Storelva	-	29,3	67	-	0,0	934	11
75.23 Krokenelv	1965-2016	46	47	49	0,1	1148	0
77.20 Henjaelvi v/Flota	2007-2016	48	65	81	0,50	922	7
78.8 Bøyumselv	1965-2016	40	108	112	0,2	1225	40
79.3 Nessedalselv	1983-2016	30	63	75	1,3	820	0
86.10 Åvatn	1974-2015	162	80	81	1,5	696	1
86.12 Skjerdalselv	1979-2016	24	119	143	1,1	1042	17
87.7 Storelva v/ Innvik	2001-2005	27	66	(58)	0,0	900	11
87.10 Gloppen v/ Berg	1970-2016	217	79	75	0,3	1045	7
88.15 Grasdøla	1979-2016	34	71	(62)	2,1	1253	8
97.2 Saurevatn	1966-2001	46	73	-	1,6	708	1
97.5 Sleddalen	1998-2011	9	74	95	-	740	3
98.4 Øye ndf.	1916-2014	139	62	61	0,3	982	4

Q_N årsmiddelavrenningen i perioden 1961-90 beregnet fra NVEs avrenningskart.

Q_{obs} årsmiddelavrenningen beregnet for periode med tilgjengelige observasjoner.

Målestasjon 75.23 Krokenelv ligger 70 km sørøst for Storelva. Feltet er lite, raskt og høytliggende felt og har noe mindre avrenning enn Storelva fordi den ligger litt lenger inn i landet. Stasjonen har en lang tidsserie, med data fra 1965. Vannføringskurven på flom er vurdert som middels god.

77.20 Henhaelvi ved Flotande ligger 70 km rett sør for Storelva. Feltparameterne er sammenlignbare med Storelva, feltet har også 7 % bre. Målestasjonen har data fra 2007. Datakvaliteten er noe usikker på flom, da der mangler flomvannføringer på vannføringskurven.

Målestasjon 78.8 Bøyumselv ligger ca. 45 km rett sør for Storelva. Feltet har stor breandel, 40 %. Målestasjonen har data fra 1965, men ble flyttet i 1982. Data fra før 1983 bør ikke brukes da disse gir for mye vann. Stasjonen er i dag god på flomvannføringer.

Målestasjon 79.3 Nessedalselv ligger ca. 80 km sørvest for Storelva. Feltet er sammenlignbart med Storelva, men har noe større demping pga. effektiv sjøprosent på 1,3 %. Målestasjonen har vært i drift siden 1983. Stasjonen skal være god på flomvannføringer.

Målestasjon 86.10 Åvatn ligger ca. 40 km sørvest for Storelva. Åvatn har et mye større feltareal (A= 162km²), høyere effektiv sjøprosent og høyere middelavrenning sammenlignet med analysefeltet. Målestasjonen har vært i kontinuerlig drift siden 1974. Vannføringskurven ble sist revidert 29.10.2007. Vannføringskurven på flom er vurdert som bra.

Målestasjon 86.12 Skjerdalselv ligger ca. 40 km vest for analysefeltet og er godt eksponert for vestaværet, og har derfor en vesentlig høyere avrenning enn Storelva. Feltet har sammenlignbar feltstørrelse, men har en noe høyere effektiv sjøprosent og breandel. Målestasjonen har vært i drift siden 1979. Vannføringskurven er vurdert som ok på flom.

Målestasjonen 87.7 Storelva ved Innvik. Stasjonen har data fra 2001-2005, kun komplette data for 2002-2004. Stasjonen ble opprettet i forbindelse med kraftverksplanleggingen i elva. Datakvaliteten anses som dårlig da det ikke er gjort noen vannføringsmålinger på flom.

Målestasjon 87.10 Gloppenelv v/Bergheim ligger 15 km sørvest for Storelva. Stasjonen har et mye større feltareal, ellers forholdsvis sammenlignbare feltegenskaper. Stasjonen erstatter 87.3 Teita bru fra 2009. 87.3 Teita bru ble brukt som hydrologisk grunnlag for Innvik kraftverk i Storelva. Observasjoner fra 1970- d.d. Stasjonen antas som god på flom da der gjort målinger godt over middelflom.

Målestasjon 88.15 Grasdøla, ligger ca. 35 km øst for Storelva. Grasdøla ligger høyere og har en større effektiv sjøprosent enn Storelva. Stasjonen har observasjoner fra 1979, men kun data f.o.m 1998 kan brukes pga. meget tvilsom datakvalitet. Det er gjort mange korreksjoner i dataserien og flomverdiene er usikre (lave verdier). Felthydrolog mener stasjonen har problemer med å registrere flomtoppene pga. stor hastighet ved målestasjonen. Stasjonen er derfor ikke med i videre analyser.

Målestasjon 97.2 Saurevatn lå 25 km nord for Storelva. Saurvatn har mindre feltareal, men høyere effektiv sjøprosent sammenlignet med Horndøla. Målestasjonen var i drift fra 1966-2004. Grunnen til nedleggelse er ikke kjent. 8,7 km² av feltet er overført ut, og ved flom kan der være overløp. Vannføringskurven på flom er vurdert som meget dårlig.

Målestasjon 97.5 Sleddalen ligger ca. 30 km nord for Storelva. Sleddalen er ment å erstatte 97.4 Skjåstad og ligger like oppstrøms denne. Sleddalen har et mye mindre feltareal og observerte data kan tyde på høyere avrenning sammenlignet med Storelva. Målestasjonen har vært i kontinuerlig drift siden 1998. Felthydrolog tror vannføringskurven overestimerer vannføringen. Vannføringskurven bør anses som midlertidig, og kurveusikkerheten er ikke vurdert.

Målestasjon 98.4 Øye ndf. ligger ca. 30 km nordøst for Storelva. Målestasjonen har 4 % bre. Målestasjonen har vært i drift siden 1916. Avlesningene fra 1916 til 01.08.1982 ble gjort av lokale observatører, og under flom ble som regel kulminasjonsvannføringen avlest. Data fra perioden 1967-1978 anses dessuten som svært usikre da observatør flere ganger «diktet» opp vst., og ved flere tilfeller der den faktiske vannstanden har blitt avlest har den blitt endret i ettertid. Stasjonen ble flyttet i 1991. Vannføringskurven på flom er vurdert som bra etter 02.10.1990. Vannføringskurven ble sist revidert 11.11.2015. Felthydrolog kommer til å se på om det bør lages en egen kurve for perioden før 1990.

Andre stasjoner som ble vurdert, men ikke inkludert: 86.4 Gjengedalsvatn (nedlagt, høy eff. sjø), 74.16 Langedalen (for langt øst, høytliggende), 86.7 Bortne (nedlagt, usikre data, for langt vest), 80.4 Ullebøelv (for rask, høy avrenning, langt unna), 84.19 Syngesandselva (for lite felt, usikker data kvalitet), 84.30 Lunde (stor breandel, usikker datakvalitet, høytliggende).

2.2 Flomformler

Formelverket for flomberegninger i små felt er utarbeidet for å estimere middelflom og flommer med ulike gjentakintervall direkte som kulminasjonsverdier for nedbørfelt under ca. 50 km² (Glad mfl., 2015).

Formelverket er basert på ett sett med ligninger for hele Norge. En ligning for estimering av middelflommen, Q_M , og en ligning for å beskrive vekstkurven, Q_T/Q_M , (forholdet mellom middelflom og en flom med et vilkårlig gjentakintervall T).

Middelflommen (Q_M) fås av følgende formel:

$$Q_M = 18.97 Q_N^{0.864} e^{-0.251\sqrt{A_{SE}}} \quad (1)$$

hvor Q_N er nedbørfeltets middelvannføring (m³/s) i perioden 1961-90 hentet fra avrenningskartet, A_{SE} er den effektive sjøprosenten (%) og e er grunntallet $e \approx 2,718$. Middelflommen (Q_M) øker med økende middelvannføring, men minker med økende effektiv sjøprosent (se formel 1).

Vekstkurven (Q_T/Q_M) fås av følgende formel:

$$\frac{Q_T}{Q_M} = 1 + 0.308 \cdot q_N^{-0.137} [\Gamma(1+k)\Gamma(1-k) - (T-1)^{-k}] / k \quad (2)$$

hvor q_N er middelvannføring (l/s·km²) i perioden 1961-90 hentet fra avrenningskartet, Γ er gammafunksjonen, T er gjentakintervall og konstanten k gis av:

$$k = -1 + 2/[1 + e^{0.391 + 1.54 \cdot A_{SE}/100}]$$

Ligningen (2) viser at økt normalavrenning gir slakere kurve og økt effektiv sjøprosent gir brattere kurve.

Av de to parameterne i formel (1) er det middeltilsiget som er mest usikkert. Denne verdien blir hentet ut fra avrenningskartet og usikkerheten varierer kraftig mellom forskjellige geografiske plasseringer.

2.3 Vurdering av middelvannføringen fra avrenningskartet

Tabell 2 viser at avviket mellom årsmiddelavrenningen Q_N fra avrenningskartet og den observerte årsmiddelavrenningen er forholdsvis stor. Avrenningskartet underestimerer avrenningen for deler av området nord for Storelva (97.5 Sleddalen). Avrenningskartet stemmer derimot relativt godt i områdene rett sør og sørvest (86.10 Åvatn og 87.10 Gloppen), også i nordøst for Storelva (98.4 Øye ndf.). Avrenningskartet underestimerer avrenningen helt i vest, og for de fleste stasjonene sør for Jostedalsbreen. Flere av stasjonene med signifikant breprosent ser ut til å observere mer vann enn hva avrenningskartet tilsier.

Det er vanskelig å bedømme om Storelvas årsmiddelavrenning skal justeres. De tre årene man har med observert avrenning i Storelva har alt for dårlig kvalitet på store vannføringer til at de kan vektlegges.

Imidlertid må det påpekes at avrenningskartet er utviklet på data fra perioden 1961-1990 og ingen av målestasjonene har data fra hele denne tidsperioden. Avviket mellom Q_N og Q_{obs} kan dermed ikke sammenlignes direkte. Sammenligningsstasjonene har i tillegg svært varierende datakvalitet. Stasjoner med lengre dataserier i nabovassdragene rett øst for Storelva (88.4 Lovatn 88.30 Nordre Oldevatn), og som ikke er representative for analysefeltene og dermed ikke brukt til flomfrekvensanalysene, har god overensstemmelse med avrenningskartet og observert middelavrenning.

Ut fra en samlet vurdering vektlegges ikke avviket mellom Q_N og Q_{obs} videre i analysen.

3 Flomberegninger

For beregning av middelflom og flommer med ulik gjentakintervall er det utført flomfrekvensanalyser for noen av målestasjonene i tabell 2, samt at middelflom og flommer med ulike gjentakintervall er estimert med formelverk for små nedbørfelt (Glad mfl., 2015).

3.1 Flomfrekvensanalyser og estimat fra formelverk

I «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt» (Stenius mfl., 2015) er det anbefalt å bruke flere ulike metoder for å sammenligne ulike resultat før et endelig valg av flomverdier tas. Følgelig er det utført flomfrekvensanalyser på tidsserier fra de fleste målestasjonene i tabell 2 (døgnmiddelflodier), og middelflom og vekstkurve for analysefeltet er estimert med formelverk for små felt (Glad mfl., 2015). Resultatene fra flomfrekvensanalysene og formelverket er presentert i tabell 3.

Tabell 3. Flomfrekvensanalyse på årsflommer (døgnmiddel), samt kulminasjonsmiddel og vekstkurve estimert med formelverk for små felt (Glad mfl., 2015).

Stasjon	Periode	Ant. år	Areal km ²	Q _M		Q _{50/} Q _M	Q _{100/} Q _M	Q _{200/} Q _M	Fordeling/ kommentar
				l/s•km ²	m ³ /s				
75.23 Krokenelv	1965-2016	51	45,9	527	24	2,1	2,4	2,7	Gumbel l-mom
77.20 Henjaelvi	2007-2016	10	48,3	588	28	-	-	-	For kort serie
78.8 Bøyumselv	1965-2016	34	40,4	577	23	1,8	2,2	2,3	GL
79.3 Nessedalselv	1984-2016	32	30,1	610	18	1,5	1,6	1,7	Gumbel l-mom
86.10 Åvatn	1974-2015	41	162	613	99	1,8	1,9	2,1	Gumbel -l-mom
86.12 Skjerdalselv	1979-2016	37	24	989	23	2,0	2,1	2,3	Gumbel l-mom
87.10 Gloppen v/	1970-2016	46	217,1	621	135	2,1	2,3	2,5	Gumbel l-mom
97.2 Saurevatn	1966-2004	36	46,2	537	25	2,0	2,2	2,4	Gumbel l-mom
97.5 Sleddalen	1998-2015	18	9,0	820	7	-	-	-	For kort serie
98.4 Øye ndf.	1916-2015	33	138,0	452	62	1,8	2,0	2,2	GEV-l-mom
Snitt:						1,9	2,1	2,3	
Formelverk små felt:									
Storelva				1114	32,6	2,0	2,2	2,5	

Ingen av sammenligningsstasjonene er direkte sammenlignbare med Storelva, og den spesifikke døgnmiddelflomverdien i regionen varierer stort; fra ca. 450-1000 l/s•km².

Den største verdien er fra 86.12 Skjerdalselv; opp mot 1000 l/s•km². Dette er et meget raskt felt og er nok ikke representativt da det har en betydelig brendel og ligger i et meget nedbørrikt område, godt eksponert for vestaværet.

Sett ut ifra feltegenskaper bør verdi for spesifikk middelflom til dels kunne sammenlignes med, 75.23 Krokenelv, 77.20 Henjaelvi, 79.3 Nessedalselv og 97.2 Saurevatn (tvilsom datakvalitet, mulig spesifikk flom hadde vært større dersom man kunne ha korrigert for overføringen). Disse ligger alle mellom 530-610 l/s•km². Man kan vente at Storelva, som

har noe mindre areal enn disse, vil ha en noe høyere spesifikk middelflom. Til sammenligning har målestasjonene rett sør for Storelva med vesentlig større areal, verdier like over 600 l/s/km². Dette kan forklares med at de også er noe mer utsatt for vestaværet.

Estimert forholdstall mellom kulminasjons- og døgnmiddelflom ut fra regionalt formelverk (Sælthun, 1997) er vist i Tabell 4. Det er antatt at høstflommer (regndrevne flommer) vil være størst i dette området. Observerte forholdstall for stasjoner i små felt med sammenlignbare feltegenskaper på Vestlandet (Vedlegg 10, Stenius mfl., 2015) antyder lignede verdier som formelverket. Observerte forholdstall på 1,9 eller større finnes bare for felter < 10 km², ergo ligger formelverket i øvre sjikt. I mangel på representative stasjoner i umiddelbar nærhet, velger man å ta utgangspunkt i formelverkets verdi for høstflommer og svakt nedjustere den til 1,8.

Tabell 4 Forholdstall mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring, $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$.

Sted	Areal (km ²)	Eff.sjø (%)	Vårflom, formelverk ($Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$)	Høstflom, formelverk ($Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$)	Valgt verdi
Storelva	29,3	0,001	1,5	1,9	1,8

Forutsatt en spesifikk døgnmiddelflom for Storelva på ca. 630 l/s/km², og $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$ på ca. 1,8 blir kulminasjonsverdi for Storelva på 1134 l/s/km². Dette resultatet indikerer at formelverket gir rimelige verdier (2 % lavere), og at verdiene fra formelverket dermed kan benyttes for videre beregninger.

I «Veileder for flomberegninger for små uregulerte felt» (Stenius mfl., 2015) sies følgende om valg av vekskurve: «Vekstkurven fra formelverket er robust og lite sensitiv for lokale variasjoner og anbefales derfor som regel som første valg. Dersom det finnes lange tidsserier med god kvalitet (50-100 år eller mer) som vurderes som representative, sammenlign da gjerne vekstkurve fra formelverket med vekstkurve fra data og vurder hva som virker mest sannsynlig. Det kan også lages en kombinasjon av vekstkurve fra formelverk og data.».

Med tanke på at ingen av sammenligningsstasjonene har spesielt lange tidsserier er det valgt å bruke vekskurven fra formelverket videre i analysen. For mange av sammenligningsstasjonene i var det dessuten vanskelig å finne representative vekstkurver, da mange fordelinger ga en dårlig tilpasning, samt det i flere tilfeller var stor sprik mellom de ulike fordelingene.

Tabell 4 gir resulterende kulminasjonsvannføringer ved forskjellige gjentakintervall for analysefeltet.

Tabell 5. Kulminasjonsflommer med ulike gjentakintervall for analysefeltet.

Sted	Areal km ²	Q_M		Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}
		l/s·km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	l/s·km ²	l/s·km ²	l/s·km ²
Storelva	29,3	1114	33	64	73	83	2167	2474	2826

3.2 Justering av flomverdier i forhold til ventede klimaendringer

I (Stenius mfl., 2015) anbefales det et klimapåslag for alle flomberegninger med gjentakintervall 200 år på minimum 20 % og at det gjøres individuelle vurderinger for om det bør legges til 40 %. Den individuelle vurderingen anbefales gjort med utgangspunkt i Lawrence (2016) og Hanssen Bauer mfl. (2015).

Med utgangspunkt i at man anbefaler et klimapåslag på 40 % på regnskyll med varighet på under 3 timer for Sogn og Fjordane (Klimaprofil, Sogn og Fjordane, 2016), anbefaler man et klimapåslag på 1,4 for kulminasjonsflom i små nedbørfelt med liten selvreguleringsevne. Dette vil da også gjelde Storelva, som har et lite felt med rask respons på nedbør (bratt og liten demping).

Det pågår fortsatt forskning for å bestemme klimapåslag for kulminasjonsflommer i små nedbørfelt. Frem til resultatene fra disse prosjektene foreligger anbefales derfor et klimapåslag på 1,4.

Kulminasjonsvannføringer for flommer i et endret klima (år 2100) blir dermed som i tabell 5.

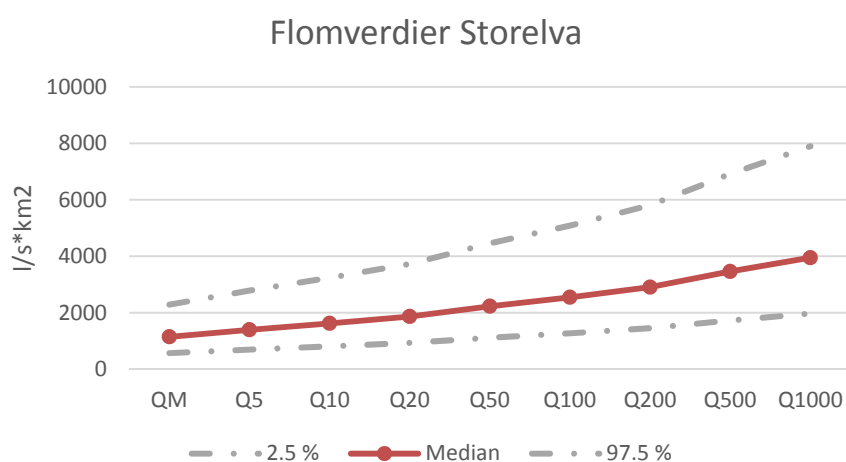
Tabell 6. Beregnet middelflom (Q_M) og resulterende flomverdier ved ulike gjentakintervall for analysefeltene, kulminasjonsvannføringer, justert med + 40 % som følge av forventede klimaendringer.

Sted	Areal km ²	Q_M		Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}
		l/s·km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	l/s·km ²	l/s·km ²	l/s·km ²
Storelva	29,3	1560	45,7	89	102	116	3034	3464	3956

4 Usikkerhet

Det er en hel del usikkerhet knyttet til frekvensanalyser av flomvannføringer. De observasjoner som foreligger er av vannstander. Disse omregnes ut fra en vannføringskurve til vannføringsverdier. Vannføringskurven er basert på observasjoner av vannstander og tilhørende målinger av vannføring i elven, men disse direkte målingene er ofte ikke utført på store flommer. De største flomvannføringene er altså beregnet ut fra et ekstrapolert forhold mellom vannstander og vannføringer, det betyr at også ”observerte” flomvannføringer inneholder en stor grad av usikkerhet. Andre kilder til usikkerhet er bruk av døgnmiddelverdier og mangel på lange findataserier.

I følge Glad mfl. (2015) fås usikkerheten ved bruk av formelverket for små felt for henholdsvis lave (< 100 år) og høye gjentakintervall (> 100 år) ved å multiplisere eller dividere med henholdsvis ca. 1,8 og ca. 2,0 med et 95 % konfidensintervall. For analysefeltene blir da flomestimatene med tilhørende 95 % konfidensintervall som i figur 3. Med andre ord ventes 200-års flommen å ligge et sted mellom 1450 og 5800 l/s·km² for Storelva med et 95 % konfidensintervall.



Figur 3. Flomverdier for analysefeltene med tilhørende usikkerhets bånd (95 % konfidensintervall) estimert med formelverk for små felt (Glad mfl., 2015).

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er meget vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn, særlig for å anslå usikkerhet i ekstreme vannføringsdata. I «Veileder for flomberegninger i små felt» (Stenius mfl. 2015) er det beskrevet en tilnærming for å klassifisere flomberegningen og det tilgjengelige hydrologiske datagrunnlaget. Ut fra metoden beskrevet i Stenius mfl. (2015) vurderes størrelsen på usikkerheten til flomberegningen for Storelva til **stor** «Brukbart hydrologisk datagrunnlag, i kombinasjon med store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området».

5 Referanser

Glad, P. A., Reitan, T. og Stenius, S. 2015: Nasjonalt formelverk for flomberegninger i små nedbørfelt. NVE Rapport nr. 8-15. www.nve.no.

Hanssen-Bauer, I., Førland, E.J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer, S., Nesje, A., Nilsen, J.E.Ø., Sandven, S., Sandø, A.B., Sorteberg, A. og Ådlandsvik, B. Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. NCCS report no. 2/2015.

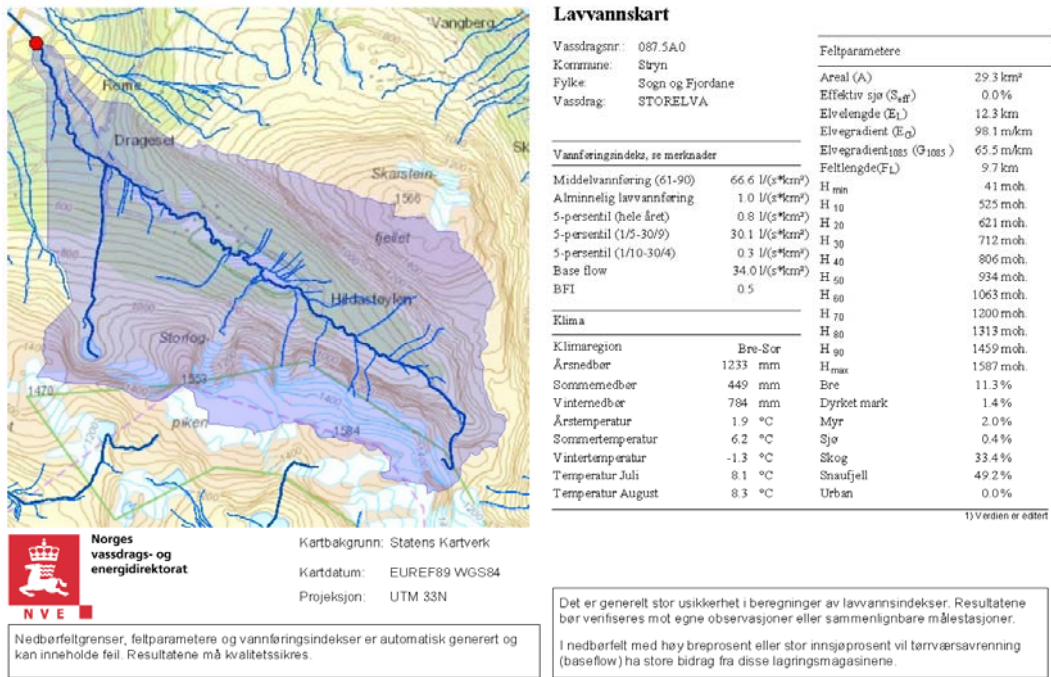
Lawrence, D. (2016). Klimaendring og fremtidige flommer i Norge, NVE Rapport Nr. 81-2016.

Stenius, S., Glad, P.A., Wang, T. K., Væringstad T. (2015): Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt. NVE Veileder 7-2015.

Sælthun, N. R., Tveito, O. E., Bønsnes, T. E. og Roald, L. A. (1997). Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. NVE Rapport nr. 14 – 1997.

Vedlegg 1

Nedbørfelt med feltkarakteristika for Storelva





Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no