

Nr. 34/2022

Flaumutrekning for Moldeelva (105.6Z)

Sunniva Nordeide



NVE Rapport nr. 34/2022

Flaumutrekning for Moldeelva (105.6Z)

Utgjeve av:	Noregs vassdrags- og energidirektorat
Forfattar:	Sunniva Nordeide
Forsidefotograf:	Moldeelva, 2006. Foto: Siss-May Edvardsen/NVE
ISBN (online):	978-82-410-2273-9
ISSN (online):	2704-0305
Saksnummer:	202223611

Samandrag:	Denne rapporten er ein revisjon av flaumutrekninga utført i samanheng med flaumsonekartlegginga av flaumutsette strekningar i Møre og Romsdal, dokumentert i NVE-rapport 17/2003. Utvalde flaumar med gjentaksintervall opp til og med 1000 år er rekna ut for eit utrekningspunkt, Moldeelva ved utløpet i fjorden. Flaumutrekningane er basert på frekvensanalysar av observerte flaumar i nærleiken av Moldeelva som hjelpt til med å representere flaumane i Moldeelva. Dei store flaumhendingane langs kysten av nordvestlandet skjer som regel i løpet av vinterhalvåret, anten som regnflaumar om hausten eller kombinert regn- og snøsmelteflaum tidleg vår. Flaumverdiane er også justert i forhold til venta klimaendringar.
Emneord:	Flomberegning, flomsikring, flomsonekart, Molde, Møre og Romsdal, kulminasjonsvannføring

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

Telefon: 22 95 95 95
E-post: nve@nve.no
Internett: www.nve.no

desember, 2022

Innholdsliste

Forord	4
Samandrag	5
1 Innleiing	6
1.1 Skildring av oppgåva	6
1.2 Skildring av vassdraget	7
2 Datagrunnlag	8
2.1 Vassføringsstasjonar.....	8
2.2 Observerte flaumar i vassdraget.....	10
3 Resultat.....	13
3.1 Døgnmiddelvassføring	13
3.1.1 Flaumfrekvensanalyse.....	13
3.1.2 Regional flaumfrekvensanalyse	15
3.1.3 Val av middelflaum	15
3.1.4 Val av vekstkurve	16
3.1.5 Døgnmiddelflaum for utrekningspunktet	16
3.2 Kulminasjonsvassføring	16
3.2.1 Lokal flaumfrekvensanalyse (Alt. 1)	17
3.2.2 Forholdstal mellom døgn- og kulminasjonsverdiar.....	18
3.2.3 Kulminasjonsvassføringar via døgndata (Alt. 2).....	19
3.2.4 PQRUT – Nedbør-Avløpsmodell	20
3.3 Samanstilling av resultat frå ulike metodar	22
4 Endeleg val av flaumverdiar	23
5 Vurdering av flaumverdiar	24
5.1 Samanlikning med tidlegare utrekningar.....	24
5.1.1 Samanlikning mot observerte flaumar i vassdraget	24
5.1.2 Erfaringstal.....	25
5.2 Usikkerheit.....	25
5.3 Klassifisering av datagrunnlaget.....	25
6 Klimapåslag	26
7 Referansar	27
8 Vedlegg	28
8.1 Nedbørverdiar brukt i PQRUT	28
8.2 NEVINA-rapport for Moldeelva	29

Forord

Flaumsonekartlegging er eit viktig hjelpemiddel for arealdisponering langs vassdrag og for beredskapsplanlegging. NVE arbeider med å lage flaumsonekart for flaumutsette elvestrekningar i Noreg. Som eit ledd i utarbeiding av slike kart må flaumvassføringar reknast ut.

Denne rapporten er ei oppdatering av ei flaumutrekning som vart utført i samanheng med flaumsonekartlegging av flaumutsette elvestrekningar i Møre og Romsdal fylke, dokumentert i NVE rapport 17/2003, «Flomberegning for Moldeelva».

Utvalde flaumar med gjentaksintervall opptil 1000 år er utrekna. I tillegg er flaumverdiane justert i forhold til venta klimaendringar.

Sunniva Nordeide har utført utrekningane, og Thomas Væringstad har kvalitetskontrollert arbeidet.

Oslo, desember 2022

Elise Trondsen
seksjonssjef
Seksjon for vassbalanse
Hydrologisk avdeling

Sunniva Nordeide
avdelingsingeniør
Seksjon for vassbalanse
Hydrologisk avdeling

Dokumentet sendast utan underskrift. Det er godkjent i samsvar med interne rutinar.

Samandrag

Denne flaumutrekninga er utført slik at ein kan oppdatere flaumsonekartet i Moldeelva, som renn gjennom Molde sentrum. Det er gjort ei flaumutreking tidlegare i Moldeelva (Væringstad, 2003) og med nesten 20 år meir med observerte data og nye flaumutrekningsmetodar vil ein oppdatere datagrunnlaget for flaumsonekart. Revisjonen omfattar å fornye utrekningane av middelflaum og flaumar med gjentaksintervall til og med Q_{1000} . På nordvestlandet kan store flaumar skje heile året, men regndominerte haust- og vinterflaumar er mest vanleg ut mot kysten. Utrekningane blir gjort for eit utrekningspunkt, Moldeelva ved utløpet i fjorden.

Flaumverdiane rekna ut i denne rapporten gir lågare kulminasjonsflaum ved gjentaksintervall Q_{10} og oppover enn tidlegare. Dette er grunna ei slakare vekstkurve valt enn i førige rapport, samt at det er brukt ein anna metode for å finne kulminasjonsverdiane.

Flaumutrekninga er basert på frekvensanalysar av observerte flaumar ved representative målestasjonar i nærliggande vassdrag, samt regionale formelverk og ein nedbør-avløpsmodell.

Resultatet av flaumutrekninga (kulminasjonsverdiar) med gjentaksintervall til og med Q_{1000} kan ein sjå i tabell 1. Kulminasjonsvassføringar justert med anbefalt klimapåslag på 20 % er presentert i tabell 2.

Tabell 1: Flaumverdiar i Moldeelva for det aktuelle utrekningspunktet, kulminasjonsverdiar.

Utrekningspunkt	Q _M		Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀
	[l/s/km ²]	[m ³ /s]								
Moldeelva ved utløp i fjorden	1051	16	19,8	23,1	26,4	30,9	34,7	38,8	42,2	46,1

Tabell 2: Flaumverdiar inkludert klimapåslag (20 %) for Moldeelva, kulminasjonsverdiar.

Utrekningspunkt	Q _M		Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀
	[l/s/km ²]	[m ³ /s]								
Moldeelva ved utløp i fjorden	1261	19,2	23,8	27,7	31,7	37,1	41,6	46,5	50,6	55,3

I NVE sin rettleiar 01/2022 tilrådde ein å vurdere det hydrologiske grunnlaget på ein skala frå 1 til 5, der 1 er beste klasse. Det hydrologiske grunnlaget er i denne rapporten vurdert til klasse 3, «Brukbart hydrologisk datagrunnlag, men store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området». Nokre av stasjonane i nærleiken har gode, lange måleseriar, andre har korte seriar med få flaumverdiar. Dei spesifikke flaumverdiane i området varierer sterkt.

1 Innleiing

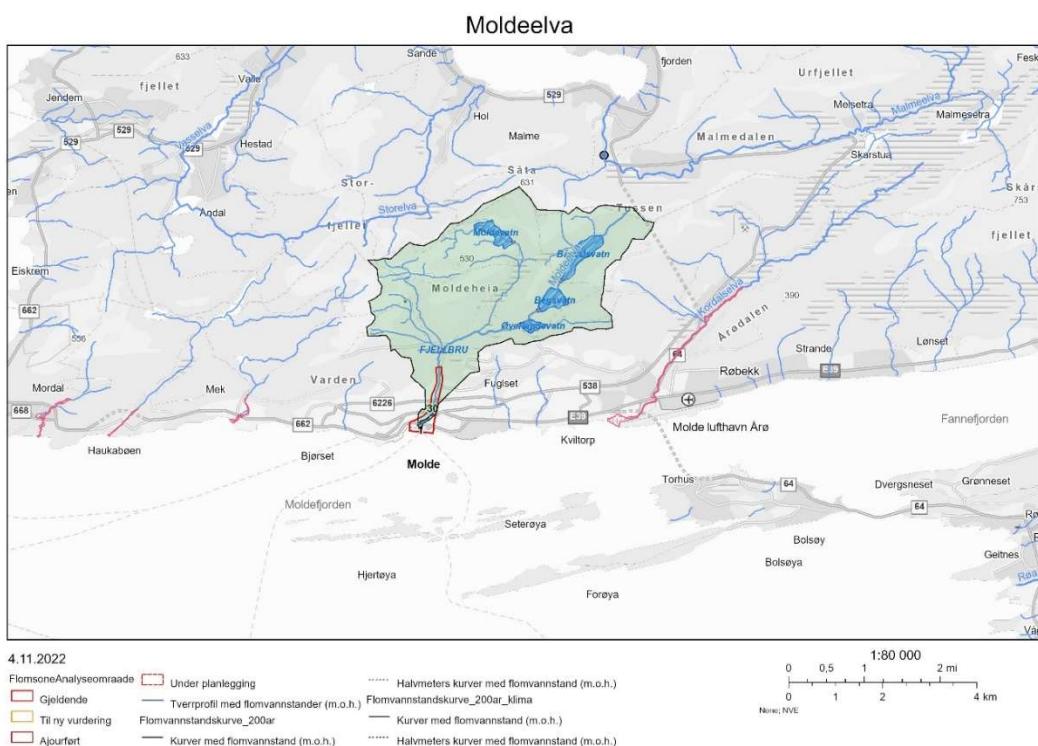
1.1 Skildring av oppgåva

Moldeelva i Molde kommune, Møre og Romsdal, skal flaumsonekartleggast på nytt. Difor vil ein utføre ei ny flaumutrekning i vassdraget, slik at grunnlaget til flaumsonekartet er oppdatert. Den tidlegare flaumutrekninga, NVE-rapport 17/2003, «Flomberegning for Moldeelva» (Væringstad, 2003), vart utført i 2003 for middelflaumen og gjentaksintervall opp til og med 500 år. Sidan ein no har tilgang på 20 år meir med måledata og fleire vassføringskurver har blitt reviderte sidan sist, vil ein utføre ei ny flaumutrekning for Moldeelva. Som grunnlag til vasslinjeutrekningar til flaumsonekartet skal ein rekne ut normalvassføring, middelflaum og flaumar med gjentaksintervall på 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 og 1000 år. Strekninga der flaumkartlegginga skal oppdaterast er ca. 1,5 km lang, frå nedanfor Fjellbrudammen til utløpet av Moldeelva i fjorden.

Tabell 3: Utrekningspunktet i Moldeelva og tilhøyrande feltpараметrar.

Utrekningspunkt	Areal [km ²]	Eff.sjø [%]	Q _N (61-90) [l/s/km ²]	H ₅₀ - medianhøgd [moh.]
Utløp Moldeelva	15,2	1,09	57,6	343

Figur 1 viser nedbørfeltet til Moldeelva og den tidlegare flaumsonekartlegginga (i raudt). Det skal berre reknast flaumverdiar for eit utrekningspunkt, ved utløpet av Moldeelva i Moldefjorden. Flaumverdiane skal også presenterast med anbefalt klimapåslag på 20 % som tilrådd i delar av Møre og Romsdal, blant anna for Moldeelva (Hamarsland mfl., 2015; [Norsk Klimaservicesenter](#)).



Figur 1: Nedbørfeltet til Moldeelva i grønt. Blå innsjøar er regulerte vassforsyningssmagasin. Raude sonar er tidlegare flaumsonekartleggingar.

1.2 Skildring av vassdraget

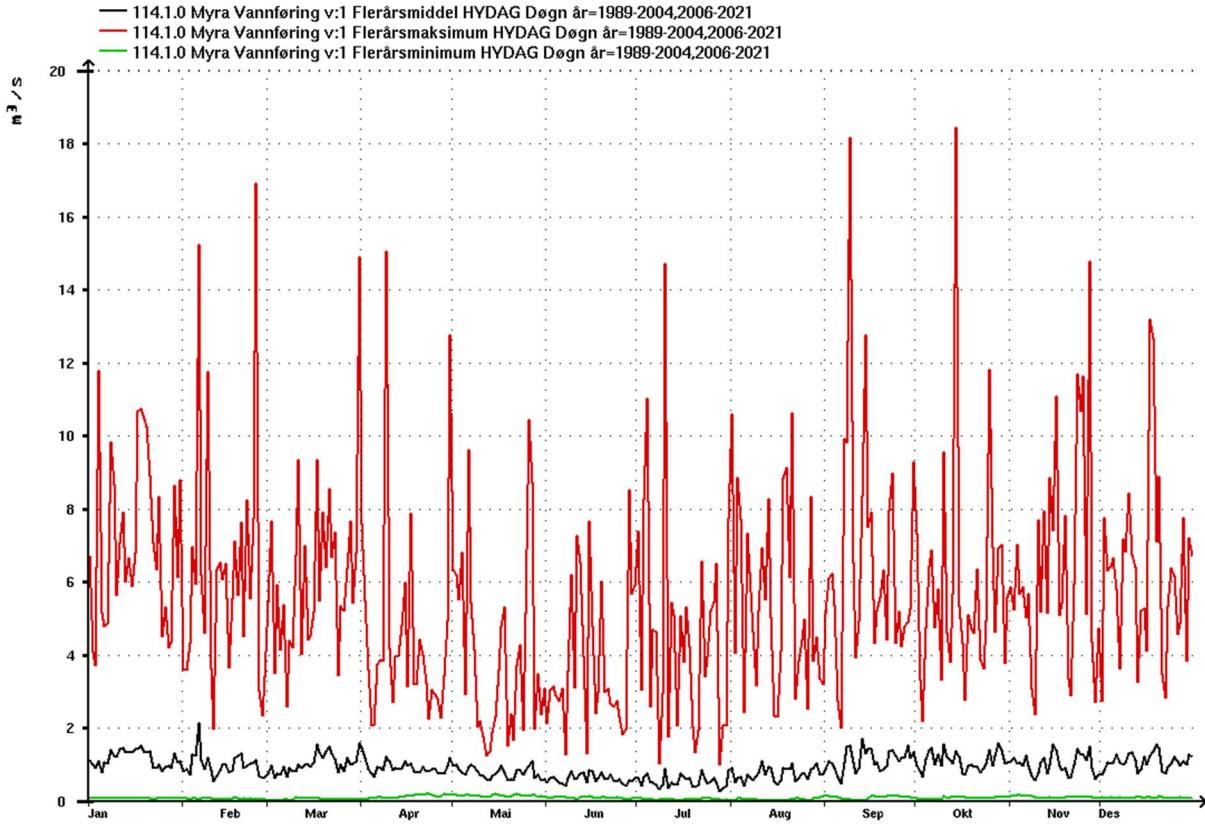
Moldeelva ligg i Molde kommune i Romsdal. Elva har eit nedbørfelt på kring 15 km², med ei hovudelv og fleire mindre sideelver. Feltet drenerer mot sør-vest, frå fjellområdet vest for fjellet Tussen, ned mot og gjennom Molde sentrum før elva renn ut i Moldefjorden. Tabell 3 inneholder sentrale feltparameeter for Moldeelva sitt nedbørfelt. Feltet strekk seg frå havnivå til 697 moh. Normalavrenninga i feltet er rekna til 57,6 l/s/km² av NEVINA, som tar verdiane frå avrenningskartet.

Det ligg fire regulerte innsjøar innan nedbørfeltet til Moldeelva, og dei er brukt som vassforsyning til Molde kommune. Tabell 4 gir oversikt over reguleringane i vassdraget. Fyllingsgrada i magasina er for det meste avhengig av nedbøren den siste perioden. Sidan fyllingsgrad avhenger om det er ein våt eller tørr periode er det vanskeleg å seie noko om kva effekt reguleringa vil ha på flaumar, sidan denne vil vere ulik frå hending til hending. Ein antar difor magasina vil ha tilsvarende effekt på flaumdemping som uregulerte innsjøar.

Tabell 4: Oversikt over regulerte innsjøar i Moldeelva sitt nedbørfelt.

	Volum [mill. m ³]	HRV [moh.]	LRV [moh.]	Tilsigsareal [km ²]	Delfeltareal [km ²]	Sjøareal [km ²]
Moldevatn	1,1	343,6	338,1	2,1	2,1	0,19
Bårdalsvatn	1,4	291,0	284,7	2,9	2,9	0,25
Bergsvatn	0,4	276,0	274,0	4,1	1,2	0,18
Øverlandsvatn	Ca. 0,05	245,0	244,5	5,1	1,0	0,09

Ein kan sjå fleirårsstatistikk for 114.1 Myra i figur 2. Ein ser middelvassføringa (svart kurve) ligg på omrent same nivå gjennom heile året, men er noko lågare i sommarmånadane juni-august. Maksimalvassføringa (raud kurve) varierer stort gjennom heile året, men er stort sett på sitt lågaste om sommaren og høgare om hausten og vinteren, med dei største flaumane i september, oktober og februar. Dei store flaumhendingane langs kysten av nordvestlandet skjer som regel i løpet av vinterhalvåret, anten som regnflaumar om hausten eller kombinert regn- og snøsmelteflaum tidleg vår.



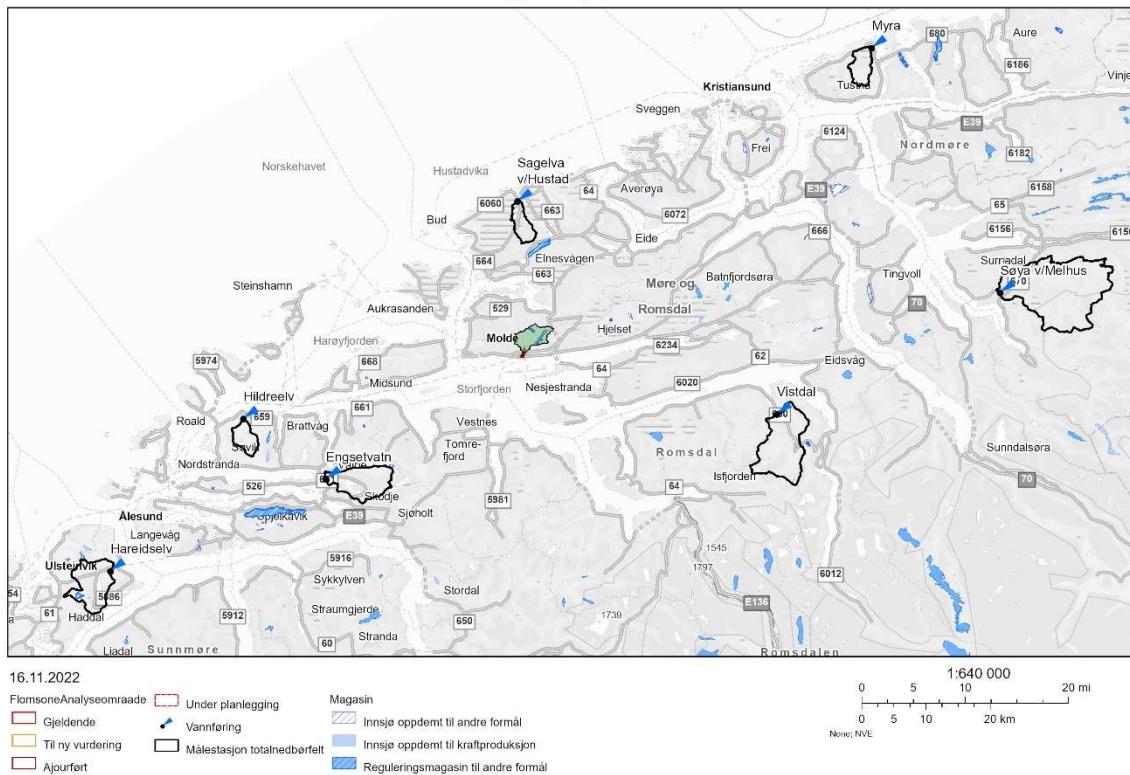
Figur 2: Fleirårstatistikk for 114.1 Myra. Svart kurve viser middelvassføring, raud kurve viser maksimalvassføring og grøn kurve viser minimumsvassføring.

2 Datagrunnlag

2.1 Vassføringsstasjonar

Det er ikkje gjort målingar av vassføring i Moldeelva. Området i nærleiken av Molde viser ein god del målestasjonar, men få er aktive stasjonar med lange måleseriar. Ein god del målestasjonar ligg i nedbørfelt som er regulerte. Den tidlegare flaumutrekninga gjort for Moldeelva brukte observerte data frå 8 målestasjonar i nærleiken av Moldeelva. Dei er i varierande grad representative for vassdraget til Moldeelva. Ein av desse stasjonane er i dag ikkje anbefalt å bruke til flaumutrekningar sidan ein er usikker på kva påverknad stormflo har på målestasjonen. Det vart valt å ikkje vidareføre bruken av ein anna målestasjon grunna usikkerheit i kurvegrunnlaget, og ein siste målestasjon har blitt erstatta av ein ny målestasjon i eit nærliggande vassdrag. Denne flaumutrekninga baserer seg difor på 7 målestasjonar for vassføring i nedbørfelt som er meir eller mindre representative for Moldeelva. Dette utvalet av representative målestasjonar for Moldeelva er lista opp i tabell 5, medan ein kan sjå dei tilhøyrande nedbørfelta til målestasjonane i kart i figur 3.

Samanlikningsstasjonar Moldeelva



Figur 3: Grønt felt: nedbørfeltet til Moldeelva. Svarte omriss: nedbørfelt tilhøyrande kvar av dei representative stasjonane presentert i tabell 5. Blå piler viser plasseringa til målestasjonen, medan blå farga innsjøar er regulerte innsjøar.

96.3 Hareidselv ligg ved utløpet til Grimstadvatnet, og elva har utløp i Hareid ved Sulafjorden. Målestasjonen har måleperiode fra 29.08.1985 til og med 2021, med findata like lenge. Det er den vestlegaste av utvalde stasjonane, med areal på 40 km² og normalvassføring på 43 l/s/km². To oppdemde vann ligg i nedbørfeltet, og svarar til 11 % regulert areal. Feltet har høg prosent effektiv innsjø på 5,4 %. Måleforhold for registrering av vasstand er vurdert som bra, men vassføringskurva er vurdert til middels for flauemstørleikar. Høgste målte vassføring ligg på 15,77 m³/s, noko som svarar til middelflauem i vassdraget.

101.1 Engsetvatn ligg sør for Molde, på andre sida av Storfjorden, og har målt vassføring ved utløpet av Engsetvatn sidan 1923. Nedbørfeltet til målestasjonen har areal på ca. 40 km² og høg prosent effektiv innsjø, på 11 %. Vassføringskurva er vurdert til å vere bra, med høgste målte verdi i grunnlaget på 15,71 m³/s, som er 50 % større enn middelflaum.

102.1 Hildreelv ligg rett nord for Ålesund og er ein relativt ny målestasjon, oppretta i 2006. Måleforhold for flaum er sett til bra, men vassføringskurva er sett til middels for flaumverdiar. Det er målt få høge flaumverdiar i vassdraget, og det er sannsynleg kurva underestimerer flaumstorleikar. Største målte verdi som inngår i vassføringskurva er $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$, som er ein kring tredjedel av middelflaumen frå vassføringskurva.

104.23 Vistdal er ein målestasjon som ligg ved Bergset bru i Vistdalen og drenerer til Langfjorden i Molde kommune. Stasjonen har observasjonar sidan 1975, med nedbørfelt på $66,5 \text{ km}^2$.

Vassføringskurva er vurdert som god på flaum etter 1984, og største målte verdi som inngår i denne er på $32 \text{ m}^3/\text{s}$, noko som svarar til middelflaum.

107.8 Sagelva v/Hustad ligg 2 mil rett nord for Molde og har ein kort måleserie som starta i 2016.

Målestasjonen skal erstatte 107.3 Farstadelva. Nedbørfeltet har areal på $14,3 \text{ km}^2$ og normalavrenning på 43 l/s/km^2 . Vassføringskurva er vurdert til bra på flaum.

111.9 Søya ligg i elva Søya som renn ut i Stangvikfjorden, 7-8 mil nordaust for Molde.

Målestasjonen vart oppretta i 1974, og har nedbørfelt på $137,4 \text{ km}^2$ samt normalavrenning på 47 l/s/km^2 frå avrenningskartet. Vassføringskurva for flaum er vurdert som bra.

114.1 Myra ligg på øya Tustna kring 2 mil nordaust for Kristiansund og vart oppretta i 1988.

Nedbørfeltet har omrent same areal som Moldeelva sitt nedbørfelt på $16,5 \text{ km}^2$, men avrenningskartet gir lågare verdiar for normalavrenning på 47 l/s/km^2 . Måleforholda for høge vassføringar ved stasjonen er vurdert til middels, medan vassføringskurva er vurdert til dårleg på flaum. Største målte vassføring som inngår i vassføringskurva ligg på $4,9 \text{ m}^3/\text{s}$, kring halvparten av middelflaumen. Noverande kurve er forsterka ved vasslinjeutrekningar utrekna i HecRas, med verdiar opp til $25 \text{ m}^3/\text{s}$, som er omrent dobbelt så høgt som middelflaumen.

Tabell 5: Representative målestasjonar for Moldeelva og tilhøyrande feltpараметrar. Observert vassføring er utrekna som snitt av måleperioden 1991-2020.

	Periode	Tal år	Areal [km ²]	Q _N (1961-1990) [l/s/km ²]	Q _{obs} [l/s/km ²]	Eff. sjø [%]	Medianhøgd [moh.]
Moldeelva	-	-	15,2	57,6	-	1,09	343
96.3 Hareidselv	1986-2021	35	40,4	42,9	60,0	5,44	183
101.1 Engsetvatn	1924-2021	98	39,9	54,9	55,5	10,98	159
102.1 Hildreelv	2006-2021	15	14,3	56,7	70,2*	1,99	317
104.23 Vistdal	1976-2021	46	66,5	58,5	59,5	0,16	737
107.8 Sagelva v/Hustad	2017-2021	5	14,3	43,0	42,3**	0,07	102
111.9 Søya	1975-2020	46	137,4	61,1	63,7	0,02	577
114.1 Myra	1989-2021	33	16,5	47,0	54,8	0,01	212

*Snitt rekna over perioden 2007-2021, ettersom stasjonen vart oppretta i 2006.

**Snitt rekna over perioden 2017-2021, ettersom stasjonen vart oppretta i 2016.

2.2 Observerte flaumar i vassdraget

Ekstremværet Gyda førte i januar 2022 til store vassføringar fleire stadar på vestlandet, også i området kring Molde. Etter to dagar med sterkt nedbør (regn og snøsmelting den første dagen kan ein sjå øvst i figur 4) vart døgnmiddelvassføringa målt til 50-årsflaum i 101.1 Engsetvatn, til 5-årsflaum i 104.23 Vistdal, og til middelflaum i 102.1 Hildreelv ([Flomhendelser - Observasjoner](#)).

Denne flaumen sine døgnmiddel- og kulminasjonsverdiar er vist i tabell 6 saman med verdiar frå flaumen i området kring Molde i 1997. Tabellen viser også gjentaksintervallet på kulminasjonsflaumen i vassdraga.

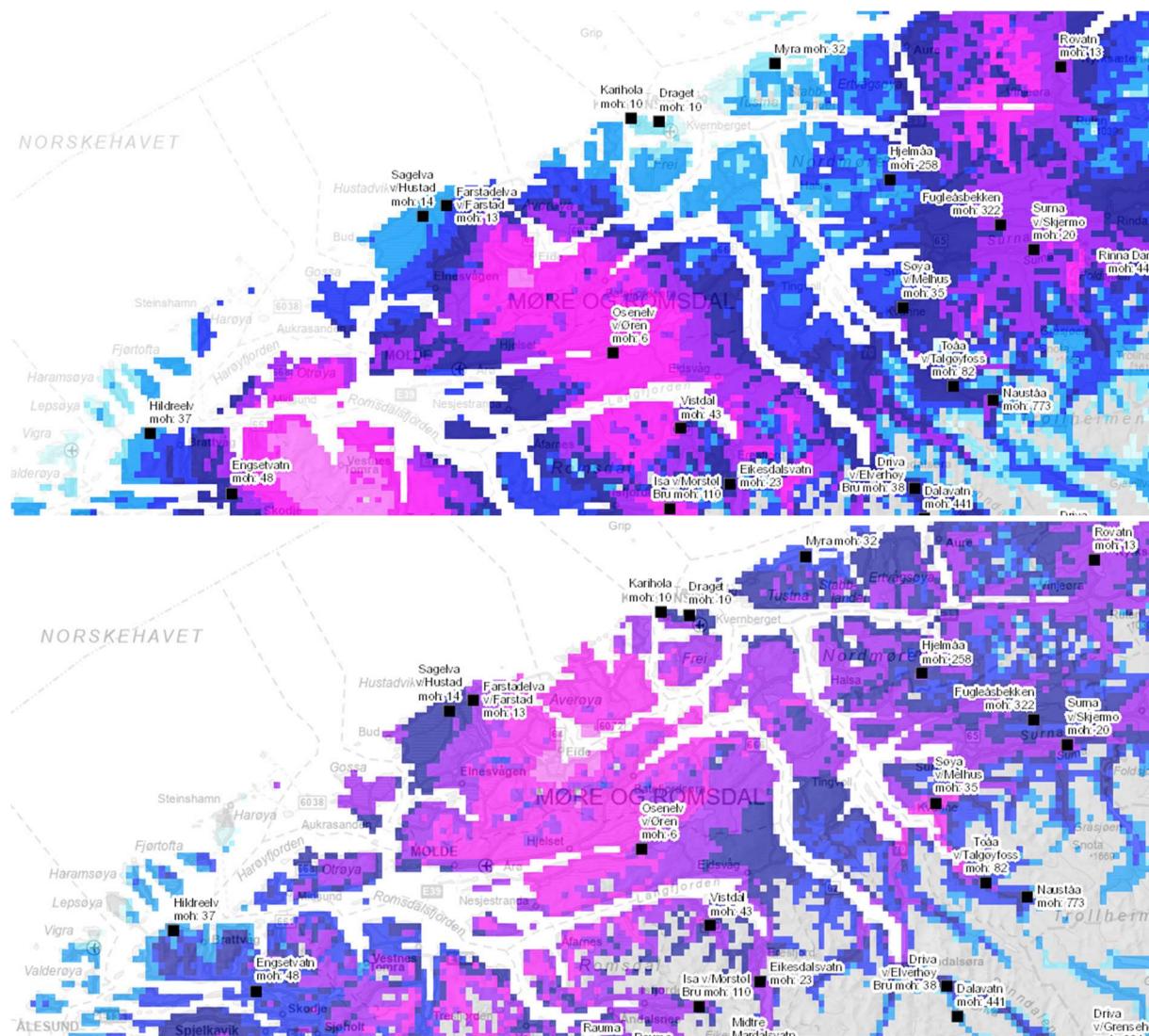
Tabell 6: Flaumverdiar i representative målestasjonar for Moldeelva etter to store nedbørhendingar i området. I 1997 var det flaum i Moldeelva, men få av stasjonane i nærleiken viser store vassføringar. I 2022 har ein ikkje informasjon om flaumen i Moldeelva, men det vart målt flaumvassføringar i fleire vassdrag i nærleiken.

Stasjon	Dato	Døgnmiddel		Gjentaksintervall kulminasjon	Kulminasjons-vf. [m ³ /s]
		m ³ /s	l/s/km ²		
2022 – Gyda					
96.3 Hareidselv	13.01.2022	15,0	371	-	17,1
101.1 Engsetvatn	13.01.2022	20,9**	524	50	23,1
102.1 Hildreelv	13.01.2022	13,3	930	Q _M	16,2
104.23 Vistdal	13.01.2022	93,3	1403	5	114,4
107.8 Sagelva v/Hustad	13.01.2022	6,6	462	-	7,7
114.1 Myra	13.01.2022	9,7	588	-	13,1
1997					
96.3 Hareidsvatn	31.03.1997	22,3	552	10	28,5
101.1 Engsetvatn	01.04.1997	29,1	729	100	30,3
104.23 Vistdal	31.03.1997*	47,2	710	-	56,8
111.9 Søya	31.03.1997*	94,6	689	-	116
114.1 Myra	31.03.1997*	14,9	903	-	19,1

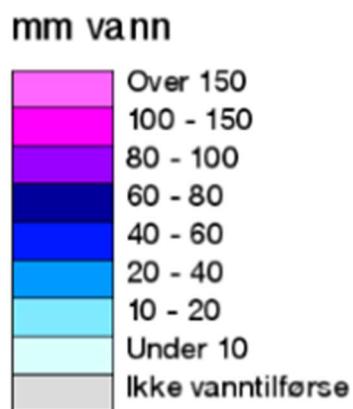
*Ikke største flaum i dette vassdraget dette året. Anna flaumhending 14.09.1997 er større.

**Flaumen kulminerte kring midnatt, så største døgnmiddel fann stad 14.01.2022.

Flaumen i Moldeelva i 1997 var eit resultat av kombinert snøsmelting og nedbør. Biletet nedst i figur 4 viser kombinert regn og snøsmelting dagen før flaumen i Moldeelva. Under denne hendinga er det meir regn som treff Moldeelva sitt nedbørfelt enn i 2022. Nedbøren held seg også nærmere kysten og trekk seg ikkje like langt inn i fjordane som ein ser på biletet frå 2022, og i begge tilfelle er den nordlegaste stasjonen 114.1 Myra ikkje påverka av nedbøren. Ein ser dei to sørlegaste målestasjonane hadde store flaumar i løpet av hendinga, medan dei tre andre målestasjonane ikkje målte store vassføringar på denne tida. Desse felta hadde ein større flaum i september same år, sidan dei fekk noko meir nedbør under hendinga i september, og vart ikkje like sterkt påverka av snøsmelting under hendinga i mars. Dette viser kor variabel vassføringa er i dette området, og korleis flaumane varierer i storleik mellom kvart nedbørfelt.



Figur 4: Skjermdump fra senorge.no som viser nedbør fra 12.01.2022 (øvst) og 30.03.1997 (nedst). Ein ser i begge tilfelle var nedbøren sterkest nordaust for Molde, med noko sterkare nedbør for Moldeelva sitt nedbørfelt i 1997 enn i 2022.



3 Resultat

Det finst ingen observasjonar på vassføring i Moldeelva. I nærleiken er det mange målestasjonar for vassføring, men nokre måler vassføring i regulerte vassdrag og andre i vassdrag med ein god del større areal enn Moldeelva sitt. Tabell 5 viser eit utval av målestasjonar i nærleiken av Moldeelva som fungerer som representative stasjonar for relativ vassføring i Moldeelva. Det er desse målestasjonane som bidrar med data og det vil bli utført flaumfrekvensanalyse over. Ein vil først utføre flaumfrekvensanalyser på døgnmiddelflaumar ved både lokale og regionale metodar. Kulminasjonsverdiar kan ein rekne ut anten via observerte data eller ved omrekning av døgnmiddelverdiane.

3.1 Døgnmiddelvassføring

3.1.1 Flaumfrekvensanalyse

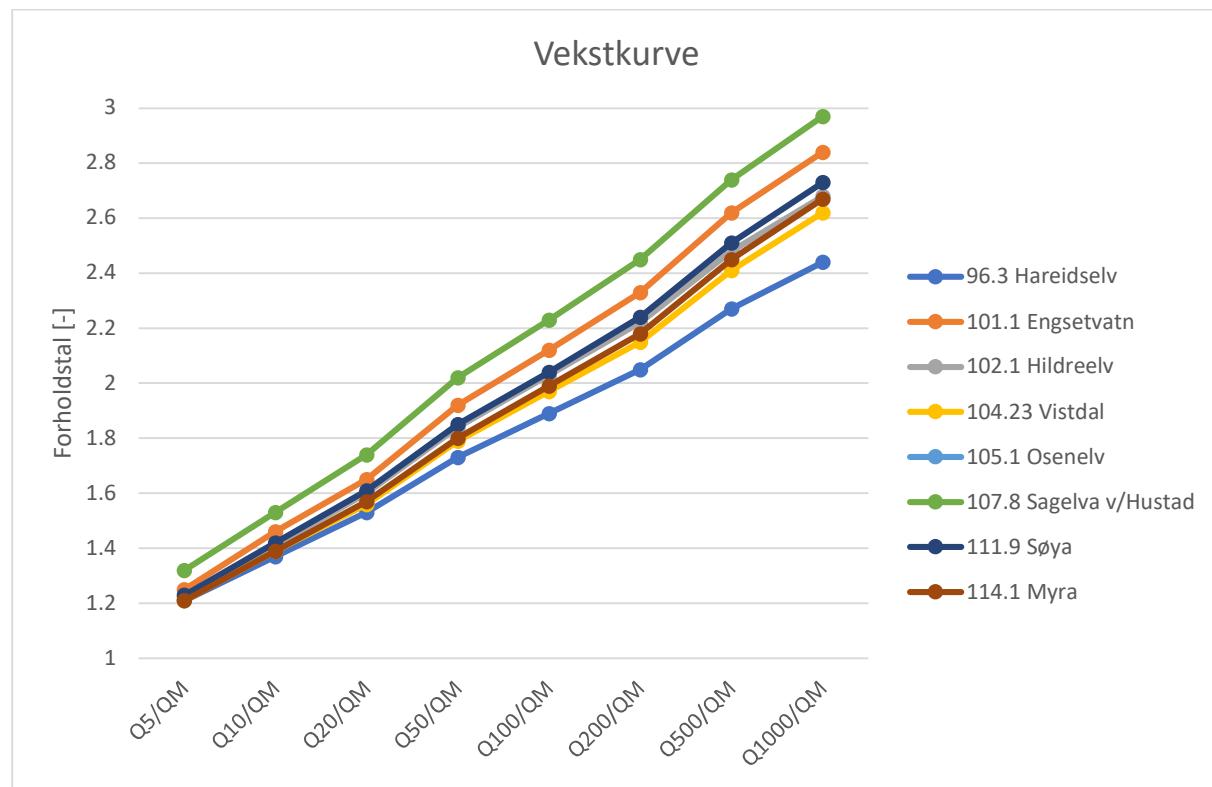
Frekvensanalysane er gjort etter gjeldande anbefalingar i rettleiar for flaumutrekningar (NVE-rettleiar 01/2022, Glad mfl., 2022). Rettleiaren anbefaler å bruke full lokal + RFFA-2018 om ein har meir enn 10 år men døgndata frå målestasjonen. For stasjonar med mindre enn 10 år med målt data kan ein bruke forenkla lokal + RFFA-2018, som er implementert i [NEVINA](#). Resultat av flaumfrekvensanalysane frå kvar av dei representative stasjonane, døgnmiddelverdiane, kan ein sjå i tabell 7. Middelflaum (Q_M) er vist i både spesifikke og absolute verdiane, medan flaumar med ulike gjentaksintervall er presentert som vekstkurve (forholdstal mellom middelflaum og flaumar med høgare gjentaksintervall, Q_T/Q_M).

Vekstkurvene frå tabellen er presentert som grafar i figur 4. Dei fleste vekstkurvene er relativt like i brattheit og storleik. 96.3 Hareidselv har slakast kurve, men også eit av dei kortare datagrunnlaga med 25 år. Målestasjonen med kortast datagrunnlag på berre 4 år, 107.8 Sagelva v/Hustad, har den brattaste vekstkurva. Vekstkurva til denne stasjonen vart også utrekna i NEVINA, som reknar på medianflaum, ikkje middelflaum, og er kjent for å gi noko brattare vekstkurver enn observerte data. Fire av målestasjonane har relativt like vekstkurver, midt mellom bratteita til 96.3 Hareidselv og 107.8 Sagelva v/Hustad, medan målestasjonen med lengst datagrunnlag på 98 år, 101.1 Engsetvatn, har ei vekstkurve med brattheit mellom dei fire og 107.8 Sagelva v/Hustad.

Tabell 7: Flaumfrekvensanalysar gjort på døgnmiddelverdiar (årsflaumar) for aktuelle målestasjonar. Tabellen viser middelflaum (Q_M) i spesifikke og absolute verdiar, og vekstkurve (forholdstal mellom middelflaum og flaumar med høgare gjentaksintervall, Q_T/Q_M).

Stasjon	Tal år	Areal	Q_M		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	Fordeling
			l/s/km ²	m ³ /s									
96.3 Hareidselv	35	40,4	361	14,6	1,21	1,37	1,53	1,73	1,89	2,05	2,27	2,44	Full lokal + regional (GEV)
101.1 Engsetvatn	98	39,9	266	10,6	1,25	1,45	1,65	1,92	2,12	2,33	2,62	2,84	Full lokal + regional (GEV)
102.1 Hildreelv	15	14,3	699	10,0	1,22	1,41	1,60	1,84	2,03	2,22	2,48	2,68	Full lokal + regional (GEV)
104.23 Vistdal	46	66,5	511	34,0	1,21	1,39	1,56	1,79	1,97	2,15	2,41	2,62	Full lokal + regional (GEV)
107.8 Sagelva v/Hustad	5	14,3	490*	7,0*	1,32	1,53	1,74	2,02	2,23	2,45	2,74	2,97	Forenkla lokal + RFFA-2018 (NEVINA)
111.9 Søya	46	137,4	578	79,4	1,23	1,42	1,61	1,85	2,04	2,24	2,51	2,73	Full lokal + regional (GEV)
114.1 Myra	33	16,5	679	11,2	1,21	1,39	1,57	1,80	1,99	2,18	2,45	2,67	Full lokal + regional (GEV)

*Medianflaum, ikkje middelflaum.



Figur 5: Vekstkurver tilhøyrande dei representative målestasjonane, frå verdiane i tabell 7.

3.1.2 Regional flaumfrekvensanalyse

Det vart også gjort utrekningar direkte på utrekningspunktet ved hjelp av formelverk for regional flomfrekvensanalyse, RFFA-2018 (Engeland mfl., 2020), ved hjelp av [NEVINA](#). Resultata frå dette er gitt i tabell 8, og dei representerer uregulerte forhold. Ein må hugse på at RFFA-2018 reknar ut medianflaum og tilhøyrande vekstkurve, ikkje middelflaum. Ein medianflaum har gjentaksintervall på ca. 2 år, medan ein middelflaum har gjentaksintervall på ca. 2,3 år og vil difor ligge noko høgare enn medianflaumen. Ein kan bruke formelverket RFFA-2018 til å rekne ut medianflaum på vassdrag av alle storleikar, men det tilrådd å heller bruke RFFA-NIFS til å rekne ut kulminasjonsverdiar for nedbørfelt mindre enn 60 km^2 . Vekstkurva frå formelverket er brattare enn vekstkurvene i figur 5, medan spesifikk medianflaum ligg omtrent i midten av verdiane estimert for middelflaum i tabell 7.

Tabell 8: Resultat frå RFFA-2018 for utløpet av Moldeelva.

Stasjon	Areal [km ²]	Q _{Med}		Q _{5/Q_{Med}}	Q _{10/Q_{Med}}	Q _{20/Q_{Med}}	Q _{50/Q_{Med}}	Q _{100/Q_{Med}}	Q _{200/Q_{Med}}	Q _{500/Q_{Med}}	Q _{1000/Q_{Med}}
		l/s/km ²	m ³ /s								
Moldeelva ved utløpet	15,2	539	8,2	1,32	1,54	1,76	2,04	2,26	2,48	2,77	2,99

3.1.3 Val av middelflaum

Sidan det ikkje finst lokalt målte vassføringsdata i Moldeelva må ein velje representative flaumverdiar basert på lokale og regionale analyser. Førige rapport i vassdraget konkluderte med ein middelflaum i Moldeelva på 600 l/s/km^2 (Væringstad, 2003).

Tabell 7 viser at spesifikk middelflaum utrekna basert på lokale observerte data i området rundt Moldeelva ligg mellom 266 og 699 l/s/km^2 . Dei to lågaste estimata av middelflaumen kjem frå 96.3 Hareidsvatn og 101.1 Engsetvatn, begge målestasjonar med stor grad effektiv innsjø i nedbørfeltet på 5,44 % og 10,58 % respektivt. Denne høge innsjøprosenten kan føre til vesentleg demping av flaumane i vassdraget. Moldeelva har kring 1 % effektiv innsjø i sitt nedbørfelt, og vil mest sannsynleg ha eit raskare flaumforløp enn elvene ved dei to tidlegare nemnte målestasjonane.

Dei to høgaste middelflaumane på respektivt 679 og 699 l/s/km^2 høyrer til 114.1 Myra og 102.1 Hildreelv. Dette er to små felt på kring 15 km^2 som begge ligg nær kysten. Desse ser ut til å ha nedbørfelt relativt like Moldeelva, med felthøgder i omtrent same spenn, låge innsjøprosentar og plassering nær kysten. 102.1 Hildrevatn har kort dataserie med berre 14 år med data, medan 114.1 Myra har 32 år med data. Kortare dataseriar gir mindre sikre estimat på gjentaksintervall på flaum, men middelflaumen er relativt truverdig sjølv om ein berre har nokre få år med data.

Medianflaumen er litt lågare enn middelflaumen, og formelverket anslår ein verdi på 539 l/s/km^2 . Estimata på middelflaum for målestasjonane kring Moldeelva ligg på mellom 490-699 l/s/km^2 (om ein utelet målestasjonane med > 5 % effektiv innsjø). Etter ei totalvurdering kan ein då anslå ein middelflaum i Moldeelva på 600 l/s/km^2 .

3.1.4 Val av vekstkurve

Vekstkurvene i figur 7 viser stort sett god semje med kvarandre. Fire vekstkurver ligg tett saman for alle gjentaksintervall, medan tre kurver ligg utanom desse. Dei tre som ligg utanfor er 96.3 Hareidselv (nedst), 101.1 Engsetvatn og 107.8 Sagelva v/Hustad (øvst). Dei to førstnemnde av desse er målestasjonar med høg prosent effektiv innsjø i nedbørfeltet, medan den tredje er ein målestasjon med berre 4 år med komplette måledata og er difor eigentleg ikkje eigna til å vere del i ei vurdering av vekstkurver. Ein antar at vekstkurvene som ligg tett saman i midten viser verdiar nærmare kva som er reelt for Moldeelva. Har ein lengre måleseriar blir vekstkurvene betre tilpassa flaumane, og difor vel ein å inkludere målestasjonen med lengst måleserie, 101.1 Engsetvatn. Dette gjer at dei valte vekstkurvene alle startar med Q_5/Q_M på kring 1,2-1,25 og ender med Q_{1000}/Q_M mellom 2,62 og 2,84. Vekstkurva frå formelverket i tabell 8 er brattare enn alle vekstkurvene i tabell 7, og reknast å vere for bratt for å representere Moldeelva.

Vekstkurver basert på lengre tidsseriar er rekna å vere meir robuste, og sidan fleire av nedbørfelta som representerer Moldeelva godt har ganske så like vekstkurver vel ein å bruke snittet av vekstkurvene for 101.1 Engsetvatn, 104.23 Vistdal, 114.1 Myra, 102.1 Hildreelva og 111.9 Søya som vekstkurve for Moldeelva.

3.1.5 Døgnmiddelflaum for utrekningspunktet

Basert på middelflaumen valt i 3.1.3 og vekstkurva valt i 3.1.4 er endelege døgnmiddelverdiar for middelflaum og gjentaksintervall presentert i tabell 9.

Tabell 9: Valt middelflaum og vekstkurve for Moldeelva ved utløpet i Moldefjorden.

Utrekningspunkt	Areal [km ²]	Q _M		Q ₅ [m ³ /s]	Q ₁₀ [m ³ /s]	Q ₂₀ [m ³ /s]	Q ₅₀ [m ³ /s]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]	Q ₅₀₀ [m ³ /s]	Q ₁₀₀₀ [m ³ /s]
		l/s/km ²	m ³ /s								
Q _T /Q _M	-	-	-	1,22	1,41	1,60	1,84	2,03	2,22	2,49	2,71
Moldeelv	15,2	600	9,1	11,2	12,9	14,6	16,8	18,5	20,3	22,7	24,7

3.2 Kulminasjonsvassføring

Flaumverdiane presentert i kapittel 3.1 er døgnmiddelverdiar. Kulminasjonsvassføringar (momentanvassføring) kan vere ein god del større enn døgnmiddelvassføringa. Dette er spesielt karakteristisk for små vassdrag med rask flaumstiging og spisse flaumforløp. Nedbørfeltet til Moldeelva er relativt lite, så den største flaumvassføringa kan kome same dag eller dagen etter sterkt nedbør i området.

Ein kan få kulminasjonsvassføringa direkte ved å utføre ei lokal flaumfrekvensanalyse på kulminasjonsdata, eller ein kan gjere ei flaumfrekvensanalyse på døgnmiddelverdiar før ein finn eit forholdstal mellom kulminasjonsvassføring og døgnvassføring. Ein kan rekne ut dette forholdstalet ved hjelp av formelverket for små nedbørfelt (< 50 km²) i NEVINA (RFFA-NIFS) eller ved å direkte samanlikne observert kulminasjons- og døgnmiddelvassføring ved ein eller fleire målestasjonar avhengig om det finst data med fin tidsoppløsing (timesverdiar).

I flaumutrekningar vil ein ha endelege verdiar også for kulminasjonsvassføringar, og det er fleire vegar mot dette målet. Dei to vanlegaste tilnærmingane er:

Alternativ 1: Kulminasjonsvassføring via lokal flaumfrekvensanalyse direkte på kulminasjonsvassføringar.

Alternativ 2: Kulminasjonsvassføring via døgnmiddelvassføring og forholdstal $Q_{mom}/Q_{døgn}$.

Sidan det ikkje finst målingar av vassføring i Moldeelva må ein samanlikne med verdiar frå målestasjonar i nærlieken. Kva tilnærming ein anbefaler er avhengig av lengd og kvalitet på tidsseriane. Som regel har ein lengre måleseriar for døgndata enn findata, noko som fører til færre år med kulminasjonsdata å utføre frekvensanalyse over. Skal ein bruke forholdstalet treng ein både døgndata og kulminasjonsdata for same flaumhending i vassdraget.

3.2.1 Lokal flaumfrekvensanalyse (Alt. 1)

Kulminasjonsverdiar utrekna for dei av målestasjonane med lang nok tidserie til å utføre ei slik analyse kan ein sjå i tabell 10. Tabellen viser også kva metode som vart bruk til å finne kulminasjonsflaumen. Hadde målestasjonen mindre enn 25 år med kulminasjonsdata la ein inn flaumverdiar i NEVINA til bruk saman med formelverket RFFA-NIFS (Glad mfl., 2015).

Tabell 10: Middelflaumverdiar for kulminasjonsflaum og tilhøyrande vekstkurver for Moldeelva og eit utval representative målestasjonar.

Stasjon	Tal år	Areal [km ²]	Q _M		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	Fordeling
			l/s/km ²	m ³ /s									
Moldeelv	-	15,2	854	13,0	1,22	1,43	1,65	1,98	2,27	2,61	3,13*	3,59*	RFFA-NIFS
96.3 Hareidselv	29	40,4	517	20,8	1,18	1,33	1,48	1,67	1,81	1,96	2,16	2,31	Gumbel
101.1 Engsetvatn	66	39,9	291	11,6	1,29	1,54	1,80	2,16	2,47	2,81	3,34	3,81	GEV
102.1 Hildreelv	15	14,3	1231	17,6	1,23	1,44	1,67	2,02	2,33	2,69	3,24*	3,73*	Forenkla lokal + RFFA-NIFS
104.23 Vistdal	46	66,5	949	63,1	1,29	1,52	1,74	2,03	2,25	2,47	2,76	2,97	Gumbel
107.8 Sagelva v/Hustad**	4	14,3	959	13,2	1,23	1,44	1,67	2,01	2,30	2,63	3,15*	3,61*	Forenkla lokal + RFFA-NIFS
111.9 Søya	46	137,4	985	135,4	1,24	1,43	1,62	1,86	2,05	2,23	2,48	2,67	Gumbel
114.1 Myra	29	16,5	1327	21,9	1,23	1,42	1,60	1,84	2,03	2,22	2,47	2,66	Gumbel
Snitt***	-	-	1051	16,0	1,24	1,44	1,65	1,94	2,17	2,43	2,64	2,88	-

*For dei høgare gjentaksintervalla blir vekstkurva til RFFA-NIFS veldig bratt, og desse anbefalast ikkje til bruk i flaumfrekvensanalyser (Glad mfl., 2022).

**Sagelva v/Hustad har berre 4 år med kulminasjonsdata, og er difor ikkje den mest truverdige av stasjonane.

***Snitt mellom RFFA-NIFS for Moldeelva og dei stasjonane som vart rekna som mest representative. For middelflaum Q_M er dette alle stasjonar utanom 101.1 Engsetvatn. For vekstkurva er dette alle stasjonar utanom 107.8 Sagelva for gjentaksintervall til og med Q₂₀₀, og alle stasjonar utan * for Q₅₀₀ og Q₁₀₀₀.

3.2.2 Forholdstalet mellom døgn- og kulminasjonsverdiane

Kulminasjonsverdiane og døgnmiddelverdiane i ein slik analyse må vere frå same flaumhending. Tabell 11 viser observert $Q_{mom}/Q_{døgn}$ for fem av dei største flaumane ved 104.23 Vistdal og 114.1 Myra. Ein ser i tabellen at berre ein av desse flaumane hendte samtidig, flaumen i september 1997. I fleire av dei andre vassdraga i nærleiken var flaumen i mars 1997 større enn september-hendinga. Dette viser kor mykje variabilitet det er i området, og ei hending som er ein 20-årsflaum i eitt vassdrag kan vere kring ein middelflaum ved neste målestasjon.

Tabell 11: Forholdstalet $Q_{mom}/Q_{døgn}$ for fem av dei største flaumane i 104.23 Vistdal og 114.1 Myra, i observasjonsperiodane med finare tidsoppløysing enn døgn (1976-2021 og 1989-2021, respektivt).

Dato	Kulminasjon [m ³ /s]	Døgnmiddel [m ³ /s]	$Q_{mom}/Q_{døgn}$
104.23 Vistdal			
20.08.1980	99,6	41,5	2,4
27.10.1983	95,6	61,6	1,6
14.09.1997	97,9	48,6	2,0
01.08.2003	93,1	54,9	1,7
15.09.2019	103,0	32,4	3,2
Gjennomsnitt			2,2
114.1 Myra			
10.07.1990	33,9	14,7	2,3
14.09.1997	35,8	12,8	2,8
25.02.1998	31,3	16,9	1,9
04.06.2019	25,6	11,0	2,3
09.09.2021	39,2	18,2	2,2
Gjennomsnitt			2,3

Denne tabellen viser at for dei største flaumane målt i vassdraga er forholdstalet mellom kulminasjonsflaum og døgnmiddelflaum høgt. Begge desse målestasjonane har låg prosent effektiv innsjø i nedbørfeltet og difor lite lagring av vatn. Moldeelva har noko høgare effektiv innsjøprosent enn dette, men sidan vatna oppstraums er regulert som vassforsyningssmagasin avhenger vassmengdene på kor oppfylt desse magasina er frå før. Ved fylte magasin kan avrenninga vere like raskt som i uregulerte felt.

Ved 104.23 Vistdal hendte alle dei største flaumane om hausten, medan 114.1 Myra har tre haustflaumar, ein som hendte om vinteren og ein om sommaren. Dei fleste av flaumane i tabell 11 vil difor mest sannsynleg vere reine regnflaumar, nokre kan ha vore ei blanding av regn og snøsmelting. Den største flaumen i Moldeelva (1997) var ein kombinasjon av regn og snøsmelting, noko som ikkje ser ut til å vere reflektert i flaumane hos desse målestasjonane. Det kan bety at desse to stasjonane kan gi noko høgare forholdstalet enn kva som er realistisk for Moldeelva, og har flest av dei raske, regndominerte flaumane. Forholdstalet til Moldeelva burde difor vere noko lågare enn dette.

Tabell 12 viser forholdstal mellom kulminasjonsflaum og døgnmiddelflaum som vart rekna ut med hjelp av RFFA-2018 gjennom NEVINA og/eller lokalt målte data av dei fem største flaumane i vassdraga. Tomme felt er utrekningar som ikkje vart gjort ved den metoden.

Tabell 12: Gjennomsnittlege forholdstal mellom kulminasjonsflaum og døgnmiddelflaum for utvalde målestasjonar nær Moldeelva. Forholdstala ligg mellom 1,0-2,3.

Stasjon	Kulminasjonsfaktor (RFFA-2018)	Utrekna kulminasjonsfaktor frå observasjonar
Moldeelv	1,4**	-
96.3 Hareidselv	1,1	1,7
101.1 Engsetvatn	-	1,0
102.1 Hildreelv	1,2	2,3
104.23 Vistdal	-	2,2
107.8 Sagelva v/Hustad	1,7	-
111.9 Søya	-	1,8
114.1 Myra	-	2,3
Snitt:	1,4	1,9

I denne tabellen ser ein at forholdstalet varierer ein god del mellom vassdraga. RFFA-2018 gir lågare forholdstal enn kva som er utrekna frå observasjonar. I begge metodane gir nedbørfelt med høgare effektiv innsjøprosent lågare forholdstal, i to tilfelle (96.3 Hareidselv frå RFFA-2018 og 101.1 Engsetvatn frå observasjonar) er forholdstalet så lågt at ein døgnmiddelflaum og kulminasjonsflaum vil vere nesten like store. Ein rekna også ut forholdstalet ved hjelp av formelen for haustflaumar frå RFFA-1997 (Sælthun mfl., 1997), som gav eit forholdstal på 1,7.

Sidan Moldeelva er eit relativt lite og bratt nedbørfelt, med nokså lite lagring i feltet, vil forholdstalet mest sannsynleg vere av det høgare slaget. Kulminasjonsfaktorane rekna ut ved RFFA-2018 er ein god del lågare enn verdiane ein får frå observasjonar ved dei største flaumane. Målestasjonane lengst ut ved kysten frå tabell 11 har aller flest regndominerte flaumar, og vil difor ikkje representere Moldeelva komplett. Moldeelva sin største kjente flaum i 1997 var ein kombinasjon av regn og snøsmelting, som er ein type flaum som ofte er noko meir langvarig enn reine regnflaumar og vil difor ha eit noko lågare forholdstal. Ein vel difor å legge seg lågare enn kva som er vist i tabell 11, men på eit forholdstal på 1,8, noko lågare enn kva som er rekna ut som snitt frå observerte flaumar i tabell 12.

3.2.3 Kulminasjonsvassføringar via døgndata (Alt. 2)

NVE rettleiar 1/2022 anbefaler at ein bruker same forholdstal for alle gjentaksintervall. Frå førige avsnitt valte ein eit forholdstal mellom kulminasjonsflaum og døgnmiddelflaum. Dette forholdstalet skal ein no legge til døgnmiddelflaumen og vekstkurva ein valte i avsnitt 3.1.5. Slik får ein verdiane for kulminasjonsflaumen og tilhøyrande vekstkurve ein ser i tabell 13.

Tabell 13: Kulminasjonsverdiar for utrekningspunktet basert på resultat frå frekvensanalyse på døgnverdiar og forholdstalet $Q_{mom}/Q_{døgn}$.

Utrekningspunkt	$Q_{mom}/Q_{døgn}$	Q_M [m ³ /s]	Q_5 [m ³ /s]	Q_{10} [m ³ /s]	Q_{20} [m ³ /s]	Q_{50} [m ³ /s]	Q_{100} [m ³ /s]	Q_{200} [m ³ /s]	Q_{500} [m ³ /s]	Q_{1000} [m ³ /s]
Q_T/Q_M	-	-	1,22	1,41	1,60	1,84	2,03	2,22	2,49	2,71
Moldeelv	1,8	16,4	20,0	23,2	26,2	30,1	33,3	36,4	40,9	44,4

Med eit forholdstal på 1,8 vil kulminasjonsflaumen bli nesten dobbelt så stor som døgnmiddelflaumen, noko som svarar til eit nokså bratt flaumforløp med raskt stigande og minkande flaum.

3.2.4 PQRUT – Nedbør-Avløpsmodell

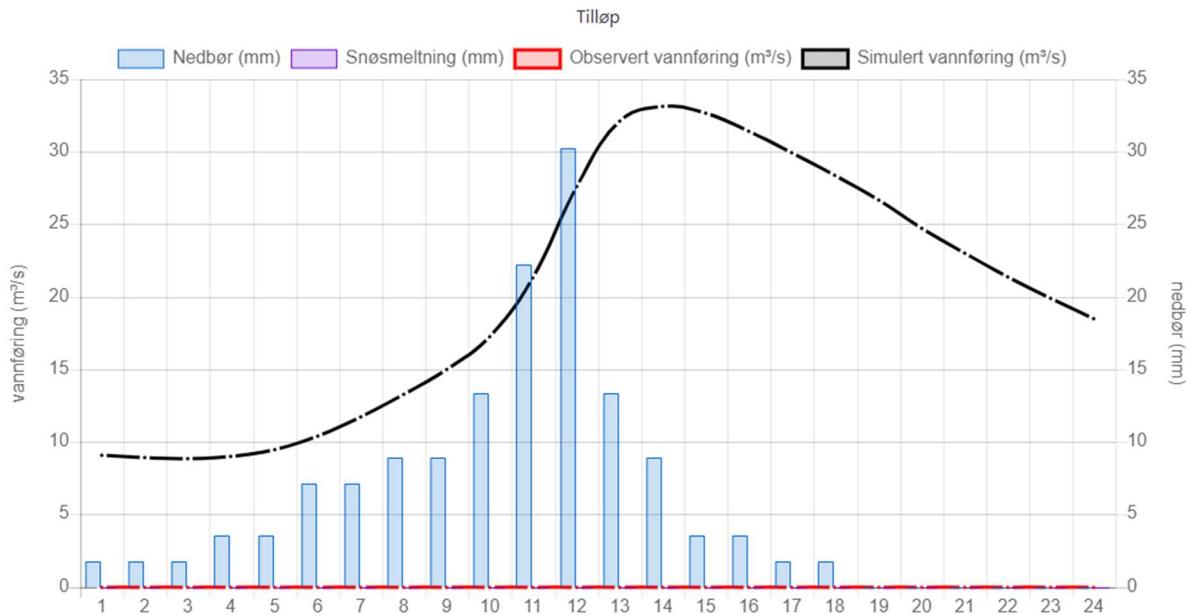
Ein prøvde også å finne kulminasjonsverdi for ein flaumhending via PQRUT. Dette er ein enkel nedbør-avløpsmodell som tar inn eit nedbørforløp og feltkarakteristikkar, og gir eit avløpsforløp forfeltet. Modellen er ikkje kalibrert mot observasjonar då dette ikkje fantes i Moldeelva.

Modellparameterane ein brukte var dei estimert ut frå 2016-metoden, og ein finn desse i tabell 14.

Tabell 14: Modellparameter kalibrert i PQRUT.

	K1 (Øvre tømmekonstant)	K2 (Nedre tømmekonstant)	T (Terskelverdi)
Moldeelv	0.0733	0.021	37.0883

Ein brukte døgnmiddelverdiar frå eit utval målestasjonar for nedbør i nærleiken av Moldeelva for å finne ein middelverdi for M200 – døgnnedbør med gjentaksintervall på 200 år. Sidan desse verdiane vart målt på kalenderdøgn, blir den justert opp 13 % for å gjelde maksimal 24-timers nedbør i staden. Så brukte ein timesnedbør for M200 frå KlimaServiceSenteret (KSS) til å hjelpe å fordele nedbør utover ein 24 timars periode, og rekna om nedbøren frå punktnedbør til arealfordeling via arealreduksjonsfaktorar (Glad mfl., 2022). Slik at ein fekk nedbørforløpet og tilhøyrande simulert vassføring som vist i figur 6.



Figur 6: Flaumforløp for Moldeelva utrekna med PQRUT, med 24 timars nedbørsforløp. M200 døgnverdi vart rekna ut som middelverdien frå 5 nedbørstasjonar i nærleiken og er delt ut på timesverdiar etter IVF-fordeling frå Molde-Nøisomhed (SN62290).

Ein ser i denne simulerte hendinga vil 200-årsnedbør føre til ein kulminasjonsflaum på ca. $33 \text{ m}^3/\text{s}$. Det er usikkert kor mykje ein kan stole på om ei slik simulert hending er lik nok ei reell hending, men kulminasjonsflaumen frå denne simulerte hendinga er ikkje så langt ifrå kulminasjonsverdien for 200-årsflaumen utrekna i tabell 13. Sidan ein reknar med ein-til-ein samanheng mellom gjentaksintervall på nedbørsekvens og flaumestimat om ein bruker PQRUT (Glad mfl., 2022), vil kulminasjonsverdien frå modellen vere lik ein 200-årsflaum. I tabell 15 ser ein 200-årsflaumen utrekna i PQRUT, saman med estimert middelflaum basert på denne. Middelflaumen er rekna ut ved å bruke vekstkurva rekna ut nedst i tabell 10.

Tabell 15: Flaumverdiar (momentanverdiar) utrekna ved hjelp av PQRUT. 200-årsflaumen er funne via lokale nedbørsmålingar kring Moldeelva.

Utrekningspunkt	Q_M		Q_{200} [m^3/s]
	$\text{l/s}/\text{km}^2$	m^3/s	
Moldeelv	901	13,7	33,2

Middelflaumen rekna ut ved PQRUT er lågare enn kva som vart rekna ut for Moldeelva i tabell 10, ved hjelp av RFFA-NIFS. I tabell 10 er det stor variasjon mellom storleik på middelflaum, men eit fleirtal av målestasjonane har ein middelflaumverdi mellom $800\text{-}1000 \text{ l/s}/\text{km}^2$. Dei lågaste verdiane høyrer til nedbørfelt med høg innsjøprosent og dei høgaste verdiane høyrer til dei minste nedbørfeltene. Moldeelva vil difor mest sannsynleg ha middelflaum på den høgare sida, sidan det er eit lite felt med liten effektiv innsjøprosent.

3.3 Samanstilling av resultat frå ulike metodar

Tabell 16 viser flaumverdiar for Moldeelva utrekna med tre ulike metodar:

Alternativ 1: FFA_{kulm} : Frekvensanalyse direkte på kulminasjonsverdiar frå representative målestasjonar. I dette tilfellet er resultatet eit snitt av kulminasjonsverdiar frå dei mest representative av målestasjonane, samt kulminasjonsverdiar og vekstkurver frå RFFA-NIFS-utrekningane tilhøyrande Moldeelva og 102.1 Hildreelv.

Alternativ 2: $FFA_{døgn} \times Q_{mom}/Q_{døgn}$: Frekvensanalyse på valte døgnmiddelverdiar for Moldeelva (tabell 9) og forholdstalet $Q_{mom}/Q_{døgn}$ (C), rekna ut ifrå observerte forholdstal, med valt forholdstal på 1,8 (tabell 12).

PQRUT: Enkel nedbør-avløpsmodell, kalibrert med feltparameter til Moldeelva sitt nedbørfelt og med konstruert nedbørforløp som input.

Tabell 16: Kulminasjonsvassføring tilnærma ved ulike metodar for utrekningspunktet ved utløpet av Moldeelva. Prosentvis skilnad mellom metodane er utrekna for to kombinasjonar av metodar i gongen.

Utrekningspunkt	Q_M		Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}
	[l/s/km ²]	[m ³ /s]								
$FFA_{døgn} \times C$	1080	16,4	20,0	23,2	26,2	30,1	33,3	36,4	40,9	44,4
FFA_{kulm}	1051	16	19,8	23,1	26,4	30,9	34,7	38,8	42,2	46,1
Skilnad %	-	-	101%	100%	99%	97%	96%	94%	97%	96%
$FFA_{døgn} \times C$	1080	16,4	20,0	23,2	26,2	30,1	33,3	36,4	40,9	44,4
PQRUT	901	13,7	16,9	19,7	22,6	26,5	29,7	33,2	-	-
Skilnad %	-	-	118%	117%	116%	114%	112%	110%	-	-

Middelflaumen rekna ut for $FFA_{døgn} \times C$ og FFA_{kulm} er omtrent heilt like, same med flaumane med gjentaksintervall opp til og med Q_{20} . Ved dei høgare gjentaksintervalla er vekstkurva rekna ut for FFA_{kulm} nedst i tabell 10 brattare enn vekstkurva rekna ut for døgnmiddelflaumen, med den største skilnaden mellom dei utrekna flaumverdiane ved Q_{200} . Skilnaden mellom $FFA_{døgn} \times C$ og PQRUT er noko større, der PQRUT viser lågare kulminasjonsverdiar ved middelflaum og alle gjentaksintervall. For å finne middelflaum og flaumverdiar for andre gjentaksintervall frå 200-årsflaumen rekna ut i PQRUT brukte ein vekstkurva rekna utifrå kulminasjonsverdiar og RFFA-NIFS i tabell 10. Denne vekstkurva er noko brattare enn vekstkurva frå døgnmiddelflaumane, og forklarer difor den minkande skilnaden mellom PQRUT og $FFA_{døgn} \times C$ ved høgare gjentaksintervall.

4 Endeleg val av flaumverdiar

Verdiane for døgnmiddelflaum i Moldeelva vart valt i tabell 9. Valet av middelflaumen var basert på snittet av verdiane frå dei representative målestasjonane i nærleiken og landa på 600 l/s/km^2 .

Dette er same verdien som valt i førige flaumutrekning i Moldeelva (Væringstad, 2003). Vekstkurva var også basert på snittet av eit utval representative målestasjonar i området, og vart slakare enn kva som vart bestemt i 2003. Dette fører til ei endring 200-års døgnmiddelflaum frå $25,9 \text{ m}^3/\text{s}$ til $20,3 \text{ m}^3/\text{s}$, ein reduksjon på 22%.

Endelege verdiar for kulminasjonsflaumen i Moldeelva kan ein sjå i tabell 16. Frå dei tre alternativa for å rekne ut kulminasjonsflaum vel ein alternativ 1: FFA_{kulm} , kulminasjonsverdiar rekna ut frå observerte data. Moldeelva har både snoøsmelteflaumar om våren og nedbørdominerte flaumhendingar om hausten, noko som gjer at forholdstalet rekna ut for alternativ 2 kan vere tilpassa den eine flaumtypen, men ikkje like godt den andre. Kulminasjonsverdiane rekna frå PQRUT er lågare enn verdiane rekna ut med dei to andre metodane, og reknast difor å underestimere flaumstorleikane i Moldeelva. Ein trur at kulminasjonsverdiane og vekstkurva basert på aktuelle målestasjonar for nedbørfeltet betre vil representera heilheita i vassføringa i Moldeelva. Dette snittet av observerte kulminasjonsverdiar gir noko lågare kulminasjonsverdiar enn kva som vart funne i førige flaumutrekning. Dette fører til ei endring i 200-års kulminasjonsflaum frå $45 \text{ m}^3/\text{s}$ til $38,8 \text{ m}^3/\text{s}$, ein reduksjon på 14%.

Tabell 16: Endelege kulminasjonsvassføringar for Moldeelva.

Utrekningspunkt	Q _M		Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀
	[l/s/km ²]	[m ³ /s]								
Moldeelva	1051	16	19,8	23,1	26,4	30,9	34,7	38,8	42,2	46,1

5 Vurdering av flaumverdiar

5.1 Samanlikning med tidlegare utrekningar

I 2014 vart det utført ei flaumutrekning for damsikkerheit for vassforsyningssmagasina i Moldevassdraget (Carlsen, 2013). Denne rapporten konkluderte med at Fjellbrudammen rett nord for Molde ville ha ein avløpsflaum for 1000 års gjentaksintervall på $44,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Denne verdien er svært lik 1000-års kulminasjonsflaumen vist i tabell 16.

Tabell 17: Samanlikning av kulminasjonsvassføring frå flaumutrekning i 2003 og 2022.

Utrekningspunkt	Q_M		Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}
	[l/s/km ²]	[m ³ /s]								
2022	1051	16	19,8	23,1	26,4	30,9	34,7	38,8	42,2	46,1
2003	-	16	20	24	28	34	39	45	53	-
Skilnad %	-	103%	95%	96%	94%	91%	89%	86%	80%	-

Tabell 17 viser prosentvis skilnad mellom utrekna kulminasjonsverdiar i denne rapporten mot verdiane utrekna i 2003. Ein ser middelflaumen og Q_5 er like, men etter dette avviker verdiane meir jo høgare gjentaksintervallet blir. Dette er fordi vekstkurva i rapporten frå 2003 er mykje brattare enn vekstkurva til kulminasjonsverdiane frå tabell 16. Verdien ein landar på for Q_{1000} i denne rapporten er lågare enn Q_{200} frå 2003-rapporten, men stemmer godt overeins med flaumutrekningane for damsikkerheit som vart gjort i 2013.

Skalerer ein opp avløpsflaumen ved Fjellbrudammen til å gjelde ved utløpet av Moldeelva blir 1000-årsflaumen lik $49 \text{ m}^3/\text{s}$. Dette svarar til ein 6 % større flaum ved utløpet av Moldeelva enn kva som vart bestemt i tabell 16. Om ein vil justere 1000-årsflaumen frå tabell 16 slik at den harmonerer betre med flaumutrekninga for damsikkerheit ved Fjellbrudammen, kan ein skalere 500- og 1000-årsflaumen med forholdstalet 1,06. Dette gir 500- og 1000-årsflaum ved utløpet av Moldeelva på $44,7 \text{ m}^3/\text{s}$ og $48,9 \text{ m}^3/\text{s}$, respektivt.

5.1.1 Samanlikning mot observerte flaumar i vassdraget

Det er ingen observerte vassføringar i Moldeelva ein kan samanlikne flaumverdiane med. Det nærmaste ein kjem er flaumverdiane for 1997-flaumen som vart rekna ut i NVE-rapport 17/2003 (Væringstad, 2003). I same rapport rekna ein på at 1997-flaumen kanskje hadde nådd kulminasjonsvassføring på $32 \text{ m}^3/\text{s}$, som då svarte til ein 20-50-års flaum. Ifølgje verdiane rekna ut i tabell 16 tidlegare i denne rapporten vil ei kulminasjonsvassføring på $32 \text{ m}^3/\text{s}$ vere ein 50- til 100-års flaum.

5.1.2 Erfaringstal

Erfaringstal for Noreg viser at ein 1000-års døgnmiddelflaum i eit nedbørfelt under 50 km^2 på Vestlandet kan ventast å ligge mellom $1500 - 3000 \text{ l/s/km}^2$, der felt langs kysten som regel ligg under 2000 l/s/km^2 . Verdien på ein slik flaum i tabell 9 ligg på 1626 l/s/km^2 og er difor godt innan spennet av kva erfaringstala viser.

Erfaringstal for spesifikke kulminasjonsverdiar i Møre og Romsdal ligg mellom $800 - 3000 \text{ l/s/km}^2$ for 200-årsflaumen i små felt. Dei høgste verdiane skal ligge i felt med låg sjølvreguleringsevne. Dette stemmer overeins med Moldeelva, som har relativt låg effektiv innsjøprosent i feltet og ein 200-års kulminasjonsflaum estimert til 2680 l/s/km^2 .

5.2 Usikkerheit

Usikkerheit i flaumverdiane utrekna i denne rapporten kjem frå fleire ulike hald. Den første er usikkerheit knytt til «observert vassføring». Det er vasstand i elva som blir observert, før denne reknast om til vassføring via ei vassføringskurve. Denne kurva baserer seg på eit visst tal samtidige observasjonar av vasstand og vassføring, og dei største verdiane av vassføring er ofte ekstrapolert til vassføringskurva.

Databasen til hydrologisk avdeling (Hydra II) er basert på kalenderdøgn. Om flaumar kulminerer kring midnatt kan den reelle flaumverdien bli delt mellom to døgn, og difor underestimere den eigentlege størrelsen til flaumen. Største 24-timersmiddel vil difor alltid vere meir eller mindre større enn største kalenderdøgnmiddel.

Dei eldste dataa i databasen er baserte på ein dagleg observasjon av vasstand, som skal representere eit døgnmiddel. Slike målingar vart brukt før registrerande utstyr vart tekne i bruk. Sidan det er ei avlesing av vasstand kan dei sannsynlegvis avvike frå det reelle døgnmiddelet.

Heller ikkje er data med fin tidsoppløysing kontrollert på same måte som døgndata, og er ikkje kompletterte ved observasjonsbrot. Desse dataa vil difor ikkje eigne seg til utrekning av flaumstørleikar. Omrekning frå døgnmiddel til kulminasjonsvassføring vil difor gi usikre verdiar.

5.3 Klassifisering av datagrunnlaget

I NVE sin rettleiar 01/2022 (Glad mfl., 2022) er det anbefalt å vurdere det hydrologiske datagrunnlaget som blir brukt i flaumutrekninga på ein skala frå 1 til 5, der 1 er beste klasse og 5 er dårligast. Det hydrologiske datagrunnlaget vurderast her til klasse 3: «Brukbart hydrologisk datagrunnlag, men store grader i spesifikke flomstørrelser i området». Grunnen til at datagrunnlaget er vurdert til denne klassen er at sjølv om ein har observasjonar i fleire vassdrag i nærleiken av Moldeelva, er det stor variasjon i flaumverdiane mellom vassdraga. Måleseriane varierer også sterkt i lengd og kvalitet på flaumdata, noko som gjer at ein ikkje kan sette datagrunnlaget til ein høgare klasse.

6 Klimapåslag

Etter NVE sin klimastrategi (Hamarsland mfl., 2015) må ein ta omsyn til eit klima i endring for tiltak med lang levetid. For eksempel ved å ta omsyn til endringar i flaumstorleikar ved arealplanlegging og bygging/ombygging av viktig infrastruktur.

I NVE-rapport 81/2016 «Klimaendring og fremtidige flommer i Norge» (Lawrence, 2016) er det gitt tilrådingar om korleis ta omsyn til forventa klimautvikling fram til år 2100 ved utrekning av flaumar med ulike gjentaksintervall. I same rapport er det gjort spesifikke tilrådingar for elvestrekningar som er flaumsonekartlagt. For vassdrag i Møre og Romsdal er det tilråda anten 20% eller 40% klimapåslag. Rapporten nemner spesifikt Moldeelva og tilrår 20% klimapåslag på flaumverdiar i dette vassdraget. Tabell 18 viser kulminasjonsvassføringar for Moldeelva ved utløpet i fjorden med anbefalt klimapåslag på 20%.

Tabell 18: Kulminasjonsvassføringar for Moldeelva med anbefalt klimapåslag på 20 %.

Utrekningspunkt	Q _M		Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀
	[l/s/km ²]	[m ³ /s]								
Moldeelva ved utløp i fjorden	1261	19,2	23,8	27,7	31,7	37,1	41,6	46,5	50,6	55,3

7 Referansar

Carlsen, A. J. (2013). Flomberegning for Bårdalsvatn, Bergsvatn, Øverlandsvatn, Moldevatn, Audunstjønn, Fjellbrudammen og Kloppavatn. Oppdragsnr.: 5133736. Molde kommune.

Engeland, K., Glad, P., Hamududu, B., Li, H., Reitan, T. og Stenius, S. (2020). Lokal og regional flomfrekvensanalyse (NVE Rapport 10/2020). Oslo: Norges vassdrag- og energidirektorat.

Glad, P. A., Stenius, S. M., Leine, A-L. Ø., Væringstad, T., Holmqvist, E., Dahl, M-P, J., Trondsen, E. (2022). Veileder for flomberegninger. (NVE Veileder 1/2022). Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

Glad, P. A., Reitan, T. og Stenius, S. (2015). Nasjonalt formelverk for flomberegninger i små nedbørfelt. (NVE Rapport 13/2015). Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

Hamarsland, A.T., Grønsten, H.A., Halmrast, K., Hisdal, H., Jensen, T., Melvold, K., Magnussen, I., Midttømme, G. H., Molkersrød, K., Nelson, G. N., Pedersen, T. B., Sommer-Erichson, P. (2015). NVEs Klimatilpasningsstrategi 2015-2019. (NVE Rapport 80/2015). Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

Lawrence, D. (2016). Klimaendring og fremtidige flommer i Norge. (NVE Rapport 81/2016). Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

Sælthun, N. R., Tveito, O. E., Bønsnes, T. E. og Roald, L. A. (1997). Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. (NVE Rapport 14/1997). Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

Væringstad, T. (2003). Flomberegning for Moldeelva. (NVE Rapport 17/2003). Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

8 Vedlegg

8.1 Nedbørverdiar bruk i PQRUT

Tidskritt (timer)	P (mm)	Snø (mm)	Q _{Obs} (m ³ /s)	Q _{Sim} (m ³ /s)
0	1.78			9.06
1	1.78			8.95
2	1.78			8.85
3	3.56			9.02
4	3.56			9.44
5	7.12			10.36
6	7.12			11.74
7	8.90			13.29
8	8.90			14.99
9	13.35			17.24
10	22.25			21.3
11	30.26			27.58
12	13.35			32.11
13	8.90			33.15
14	3.56			32.65
15	3.56			31.4
16	1.78			29.97
17	1.78			28.38
18	0.00			26.64
19	0.00			24.76
20	0.00			23
21	0.00			21.38
22	0.00			19.87
23	0.00			18.46

8.2 NEVINA-rapport for Moldeelva

Viser Moldeelva sitt nedbørfelt, tilhøyrande feltparameter og utrekna flaumverdiar frå RFFA-2018 og RFFA-NIFS.



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatur: EUREF99 WGS84
Prosjeksjon: UTM 33N
Beregningpunkt: 100263 E
6980632 N

Nedbørfeltgrens og feltparameter er automatiskt generert og kan inneholde feil.
Resultatene må kvalitetssikres.

Feltparameter

Areal (A)	15.2 km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	1.09 %
Elvlengde uten sjø (E _{TLNET})	24.3 km
Elvegradient (E _E)	58.9 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	42.3 m/km
Helning	13.4 °
Dreneringstethet (D _T)	2.0 km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	6.6 km

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	1 m
Høyde ₁₀	216 m
Høyde ₂₅	271.5 m
Høyde ₅₀	343 m
Høyde ₇₅	430.5 m
Høyde _{MAX}	697 m

Klima-/hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (O _N)	57.6 l/s*km ²
Nedbør juni	85 mm
Nedbør juli	118 mm
Regn og snøsmelting mai	209 mm
Regn og snøsmelting juni	103 mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	120 mm
Regn og snøsmelting november	170 mm
Temperatur februar	-2.4 °C
Temperatur mars	-0.7 °C

Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 105.6Z

Kommune.: Molde

Fylke.: Møre og Romsdal

Vassdrag.: Moldeelva

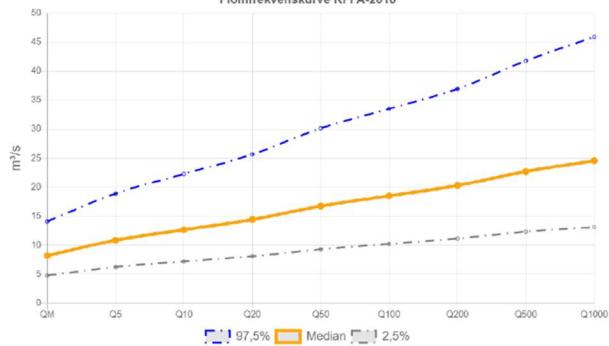
Nedbørfeltareal: 15.2 km²

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.klimaservicecenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

Flomfrekvenskurve RFFA-2018



RFFA-2018	
Tidoppfølning	Døgn -
Indeksflom (QM): Medianflom	539 l/s*km ²
Klimapåslag	20 %
Kulminasjonsfaktor	1.38 -
NIFS-2015	
Tidoppfølning	Kulminasjon -
Indeksflom (QM): Middelflom	854 l/s*km ²
Klimapåslag	40 %
Annet	
Tilløpsflom	Nei -

RFFA-2018 (døgnmiddel)		Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q ₂₀₀₀ klima
Flomfrekvensfaktor (Q _T / Q _M)		1	1.32	1.54	1.76	2.04	2.26	2.48	2.77	2.99	-
Flomverdier, m ³ /s		8.2	10.9	12.7	14.4	16.7	18.5	20.3	22.7	24.6	24.4
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s		14.1	18.9	22.3	25.7	30.1	33.5	36.9	41.8	45.9	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s		4.8	6.2	7.2	8.1	9.3	10.2	11.2	12.3	13.1	-
NIFS (kulminasjon)		1	1.22	1.43	1.65	1.98	2.27	2.61	3.13	3.59	-
Flomfrekvensfaktor (Q _T / Q _M)		1	1.32	1.54	1.76	2.04	2.26	2.48	2.77	2.99	-
Flomverdier, m ³ /s		13.0	15.8	18.5	21.4	25.7	29.5	33.9	40.6	46.5	47.4
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s		23.0	28.7	34.3	40.4	50.2	59.0	67.7	81.1	93.1	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s		7.3	8.8	10.0	11.3	13.2	14.8	16.9	20.3	23.3	-

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

Rapportdato: 5.10.2022 © nevina.nve.no



NVE

Noregs vassdrags- og energidirektorat

.....

MIDDELTHUNS GATE 29
POSTBOKS 5091 MAJORSTUEN
0301 OSLO
TELEFON: (+47) 22 95 95 95