



NVE



RAPPORT NR. 9 / 2024

Flaumutrekning for Dokka og Etna (12.EZ)

SKRIVE AV

Sunniva Nordeide

NVE Rapport nr. 9/2024

Flaumutrekning for Dokka og Etna (12.EZ)

Utgjeve av: Noregs vassdrags- og energidirektorat
Forfattar: Sunniva Nordeide
Omslagsbilete: Etna. Foto: NVE

ISBN: 978-82-410-2396-5
ISSN: 2704-0305
Saksnummer: 202409550

Samandrag: Denne rapporten er ein revisjon av flaumutrekninga utført i samanheng med flaumsonkartlegginga av flaumutsette elvestrekningar i Innlandet, dokumentert i NVE Rapport 15/2007. Middelflaumen og utvalde flaumar med gjentaksintervall til og med 1000 år er rekna ut for utrekningspunkta i Etna, Dokka og Dokka-Etna ved samløpet, og ved utløpet av Dokka-Etna i Randsfjorden. Det er også rekna tilnærma flaumvasstandar i Randsfjorden ved same gjentaksintervall. Flaumutrekningane er basert på frekvensanalysar av observerte flaumar.

Emneord: Flaumutrekning, flaumsikring, flaumsonkart, Dokka, Etna, Innlandet, kulminasjonsvassføring

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

Innhaldet kan nyttast vidare mot kreditering.

Juni 2024

Innholdsliste

Innholdsliste	3
Forord.....	5
Samandrag.....	6
1 Innleiing.....	7
1.1 Skildring av oppgåva.....	7
1.2 Skildring av vassdraget.....	9
1.3 Reguleringar	11
2 Datagrunnlag	11
2.1 Vassføringsstasjonar	11
2.2 Observerte flaumar i vassdraget	14
3 Resultat	15
3.1 Regulerte vassdrag og frekvensanalysar.....	15
3.2 Døgnmiddelvassføring.....	15
3.2.1 Flaumfrekvensanalyse	15
3.2.2 Regional flaumfrekvensanalyse	17
3.2.3 Val av middelflaum.....	17
3.2.4 Val av vekstkurve.....	19
3.2.5 Døgnmiddelflaum for utrekningspunkta	21
3.3 Kulminasjonsvassføring.....	22
3.3.1 Kulminasjonsverdien under «Hans» i Dokka.....	22
3.3.2 Lokal flaumfrekvensanalyse (Alt. 1)	23
3.3.3 Forholdstal mellom døgn- og kulminasjonsverdier	24
3.3.4 Kulminasjonsvassføringar via døgndata (Alt. 2)	25
3.4 Samanstilling av resultat frå ulike metodar	25
3.5 Vurderingar av vasstandar i Randsfjorden	26
4 Endeleg val av flaumverdier	28
5 Vurdering av flaumverdier	29
5.1 Samanlikning med tidlegare utrekningar	29
5.1.1 Samanlikning mot observerte flaumar i vassdraget	29
5.1.2 Erfaringstal.....	29
5.2 Usikkerheit	29
5.3 Klassifisering av datagrunnlaget	30

Referansar	31
Vedlegg.....	32
Vedlegg 1: NEVINA-rapportar for Etna og Dokka	32
Vedlegg 2: Frekvensanalysar med sannsynsintervall.....	35
Vedlegg 3: Vekstkurver for Etna, Dokka og ved Kolbjørnshus	38
Vedlegg 4: «Hans» i Dokkflyvatn.....	39
Vedlegg 5: Vurderingar av samtidighet ved samløpet.....	44

Forord

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

Denne rapporten er ei oppdatering av flaumutrekninga som vart utført i samanheng med flaumsonekartlegging av Dokka sentrum, dokumentert i NVE rapport 15/2007.

Utvalde flaumar med gjentaksintervall opptil 1000 år er utrekna for tre utrekningsspunkt: Etna før samløp med Dokka, Dokka før samløp med Etna, og ved utløpet i Randsfjorden. Vasstandar i Randsfjorden ved kulminasjon i Dokka er også utrekna.

Flaumverdiane er ikkje justert i forhold til venta klimaendringar, sidan tilrådd klimapåslag i vassdraget er 0 %.

Sunniva Nordeide har utført utrekningane, og Per Alve Glad har kvalitetskontrollert arbeidet.

Oslo, juni 2024

Elise Trondsen
seksjonssjef
Seksjon for vannbalanse

Sunniva Nordeide
avdelingsingeniør

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

Samandrag

I 2007 vart det utført ei flaumutrekning for elvene Etna og Dokka, øvst i Drammensvassdraget (Petterson, 2007). Flaumsonkartet i Dokka sentrum, som ligg mellom samløpet av desse to elvene og utløpet i Randsfjorden, skal oppdaterast. Sidan sist flaumutrekning i 2007 har vi over 15 år meir data og i tillegg fleire store flaumhendingar, den største og mest nylege av dei er ekstremhendinga «Hans» i august 2023. Difor treng ein nye flaumverdiar i Dokkavassdraget. Flaumutrekninga skal inkludere 3 utrekningspunkt, Etna før samløpet, Dokka før samløpet og Dokka-Etna før utløpet i Randsfjorden. I tillegg skal ein finne vasstandar i Randsfjorden ved kulminasjonstidspunktet.

Flaumverdiane i Dokkavassdraget har auka i Etna, i Dokka og i Dokka-Etna sidan sist utrekning. Flaumauka er mindre i Etna enn i Dokka og i Dokka-Etna. Ekstremhendinga «Hans» i august 2023 førte til ein stor flaum i Dokkavassdraget. Basert på flaumverdiane frå førige flaumutrekning i vassdraget hadde «Hans» vore over ein 1000-årsflaum i Dokka og Dokka-Etna. Med dei nye verdiane utrekna i denne rapporten ligg «Hans» mellom ein 50- til 200-årsflaum i vassdraget. Verdiane i Tabell 1 er ikkje justert med klimapåslag, sidan det ikkje er venta at vassføring i Dokkavassdraget vil auke i framtida (KSS, 2022).

Tabell 1: Endelege flaumverdiar (kulminasjon) i Dokkavassdraget.

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								
Etna før samløp	208	194	250	296	339	397	441	488	550	600
Dokka før samløp	122	126	160	203	232	275	543	620	723	805
Dokka-Etna (etter samløpet)	152	320	419	499	575	678	984	1108	1273	1405
Ved utløpet i Randsfjorden	150	322	423	504	581	685	994	1119	1286	1420
Randsfjorden ved kulminasjon i Dokkavassdraget	-	134,8	134,8	134,8	134,8	134,8	135,3	135,3	135,3	135,3

I NVE Rettleiar 1/2022 tilrårde ein å vurdere det hydrologiske grunnlaget på ein skala frå 1 til 5, der 1 er beste klasse. Det hydrologiske grunnlaget i denne rapporten er vurdert til klasse 2, «Brukbar hydrologisk datagrunnlag, med observasjonar i eller nært vassdraget». Ein har fleire målestasjonar i vassdraget, men vassføringa målt er i nokre tilfelle påverka av reguleringar i vassdraget. I tillegg er målingane av «Hans» i august 2023 ikkje nøyaktige ved fleire av målestasjonane.

1 Innleiing

1.1 Skildring av oppgåva

Denne flaumutrekninga er ei oppdatering av NVE Rapport 15/2007, «Flomberegning for Etna/Dokka (12.EZ)» (Petterson, 2007). Flaumtrekninga skal bli oppdatert sidan det under ekstremværhendinga «Hans» i august 2023 vart målt rekordhøge vassføringar i vassdraget, og ein treng oppdaterte flaumsonekart til Dokka sentrum som tek omsyn til nye målingar.

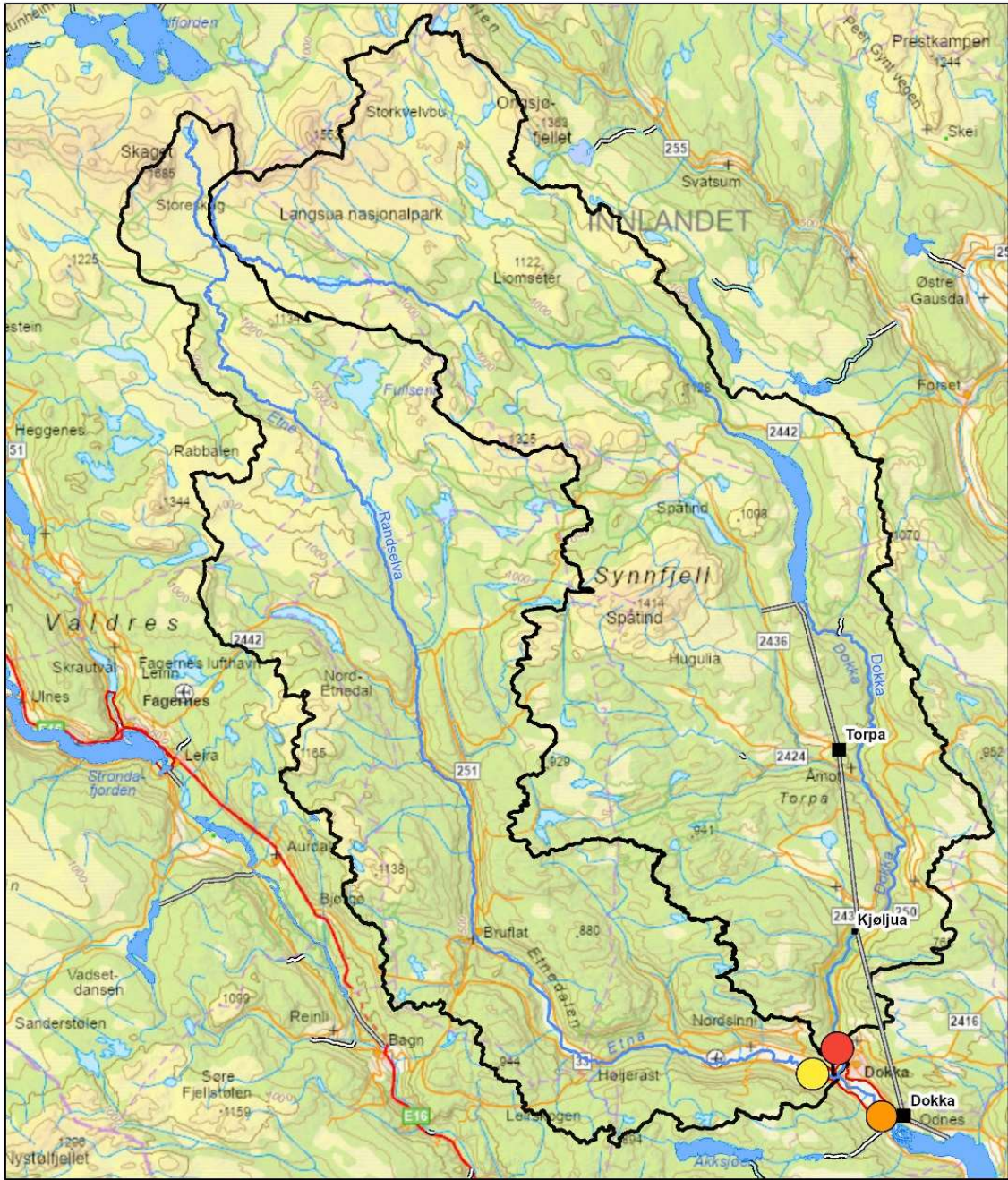
Det skal reknast ut flaumverdiar i Etna og Dokka før samløpet, og i Dokka sentrum nedstraums samløpet av dei to elvene (Dokka-Etna). Ein skal finne middelflaum og flaumar med gjentaksintervall frå Q_5 til og med Q_{1000} , og flaumvasstandar i nordre del av Randsfjorden ved same gjentaksintervall. Figur 1 viser nedbørfeltet, plasseringa til utrekningspunkta, hovudveløpet og plasseringa til kraftverksanlegg i vassdraget. Tabell 2 lister opp utrekningspunkta sine areal, effektive sjøprosent, normalavrenning og enkel høgdefordeling.

Tabell 2: Viktige felteigenskapar tilhøyrande dei ulike utrekningspunkta i denne rapporten.

Utrekningspunkt	Areal [km ²]	Eff. sjø [%]	Q_N (61-90) [l/s/km ²]	$H_{\min} - H_{50} - H_{\max}$ [moh.]
Etna før samløp	928	0,11	13,5	144 – 863 - 1681
Dokka før samløp	1126	0,16	21,1	146 – 878 - 1521
Dokka-Etna	2084	0,07	17,6	135 – 867 - 1681

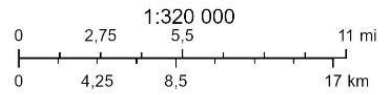
Det vil bli ikkje bli lagt på klimapåslag i utrekningane, etter tilrådingar frå klimaservicesenter.no (KSS, 2022).

Etna og Dokka



21.2.2024

- | | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| Vannkraftverk | Vannvei |
| ■ Vannkraftverk > 10 MW | — Kanal |
| ■ Kraftverk med pumpe | — Rørgate |
| ● Pumpe | — Kraftverkstunnel |
| ■ Vannkraftverk 1-10 MW | — Sluse |
| ▪ Vannkraftverk <1 MW | Magasin |
| | ▨ Innsjø oppdemt til andre formål |

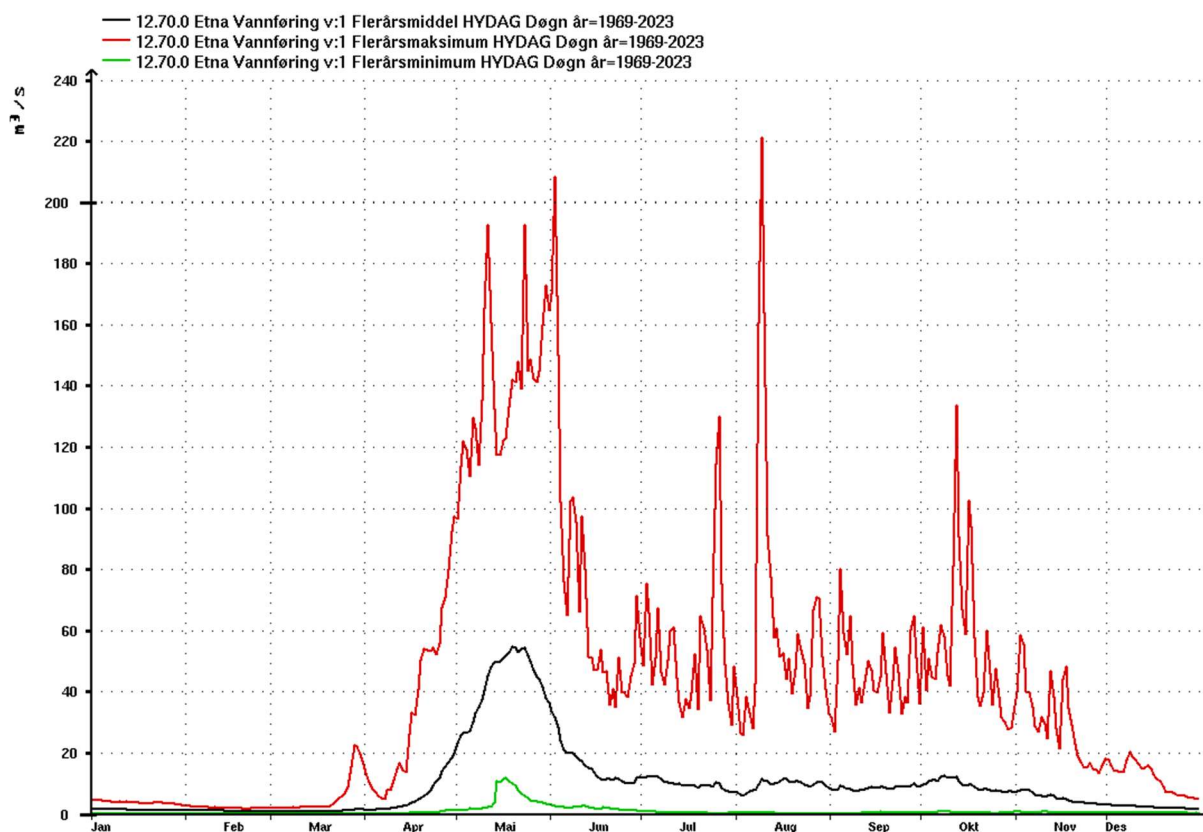


None; © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap; NVE

Figur 1: Oversikt over nedbørfeltet, reguleringar og utrekningspunkta i Dokkavassdraget.

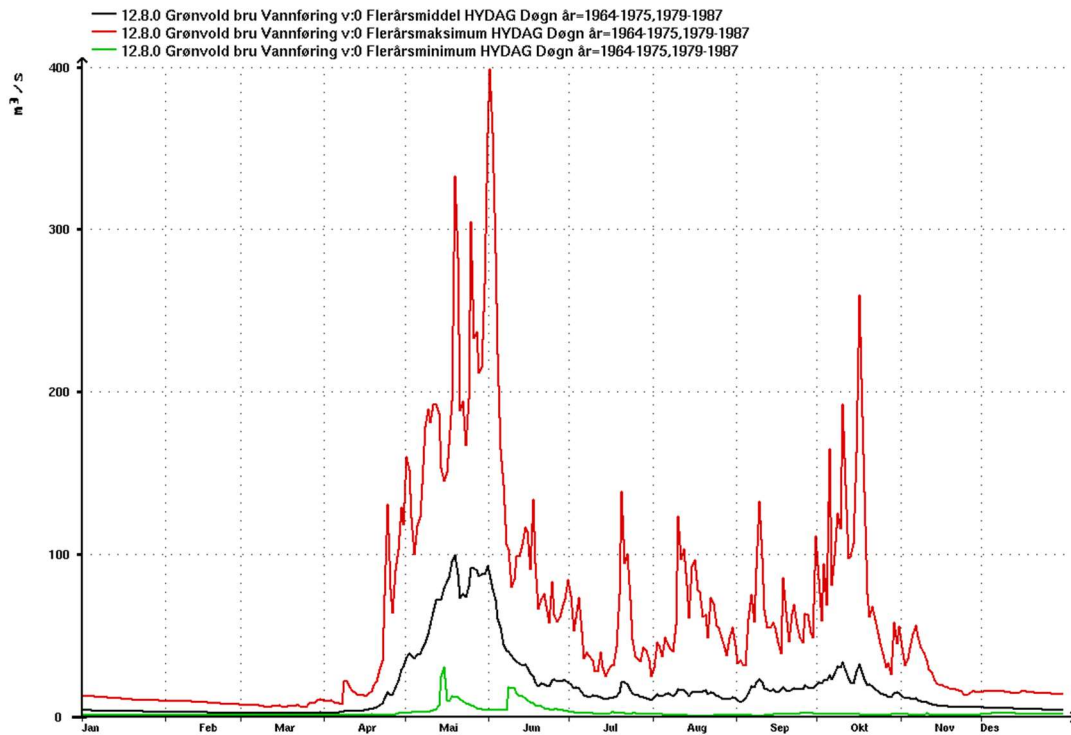
1.2 Skildring av vassdraget

Tettstaden Dokka ligg i Nordre Land kommune i Innlandet, langs elva Dokka-Etna, som har utløp i nordre endre av Randsfjorden. Denne elva består av samløpet av dei to elvene Etna og Dokka (NEVINA-rapportar i Vedlegg 1). Etna er den vestlegaste av elvene og renn sørover gjennom Etnadalen. Det er nokre få innsjøar i nedbørfeltet til Etna, men dei ligg høgt i vassdraget og berre eitt er i hovudveløpet. Dokka er den austlege greina, og startar også høgt i fjella med ein del innsjøar, før ho renn søraust og inn i magasinet Dokkfløyvatn. Noko av vatnet blir her tatt inn i kraftverket Torpa og noko renn vidare i Dokka, ned til elvemagasinet Kjøljuva. Her blir noko av vatnet tatt ut av vassdraget, til kraftverket Dokka som har utløp i Randsfjorden. Elvene møtast rett før Dokka sentrum, og etter samløpet renn Dokka-Etna dei siste 5 kilometerane ned til Randsfjorden. Det høgaste punktet i feltet ligg i Etna sitt nedbørfelt, og er fjellet Skaget på 1681 moh. Lågaste punkt er ved utløpet i Randsfjorden, som er eit magasin regulert mellom 131,3 og 134,5 moh.



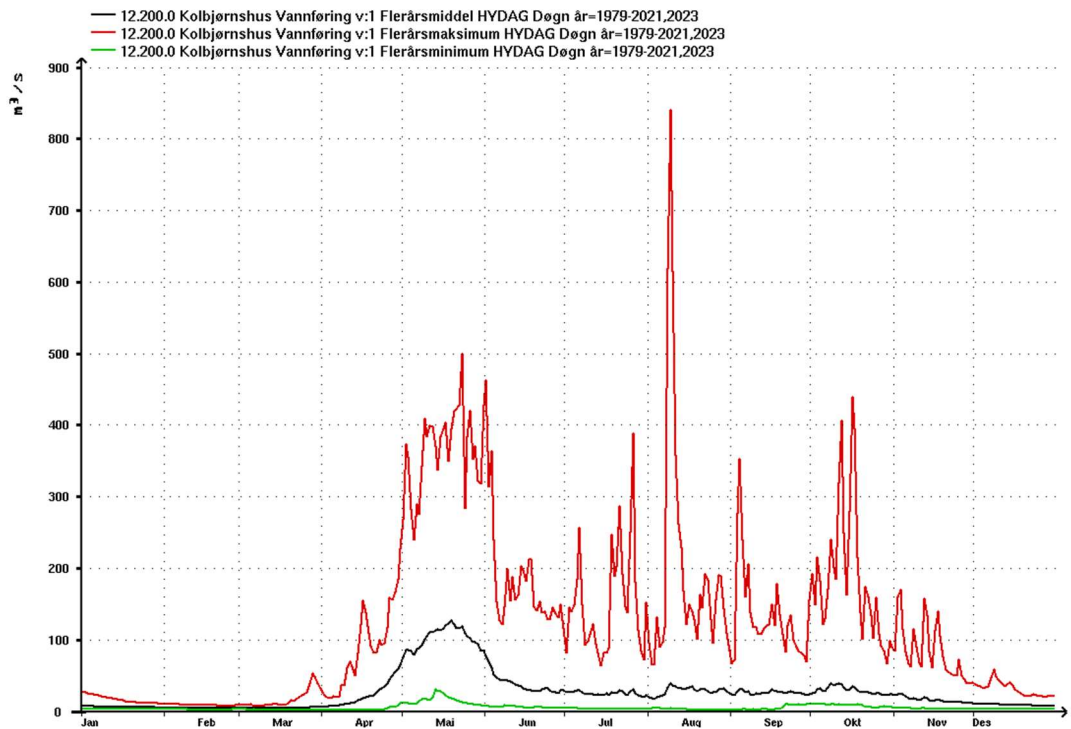
Figur 2: Fleirårsmiddel (svart), fleirårsmaksimum (raudt) og fleirårsminimum (grønt) ved målestasjonen 12.70 Etna.

Figur 2 viser fleirårsmiddel, -minimum og -maksimum ved målestasjonen 12.70 Etna, i måleperioden 1969-2023. Ein ser at den største vassføringa stort sett har vist seg i mai, når snøen smeltar. Elles har Etna lågare flaumar utover sommaren og hausten, og har generelt sett den lågaste vassføringa i vintermånadane desember-mars. Den største flaumen målt hendte i august, og er flaumen etter ekstremværet «Hans» i 2023. Den nest største flaumen er vårflaumen Vesle-Ofsen i 1995, som hendte i overgangen mai-juni. Dei to andre toppane i løpet av mai var vårflaumar som hendte i 2013 og 2018. I løpet av dei siste 30 åra av den over 50 år lange serien har ein fått dei 4 største flaumane i Etna-delen av vassdraget.



Figur 3: Fleirårsmiddel (svart), fleirårsmaksimum (raudt) og fleirårsminum (grønt) ved målestasjonen 12.8 Grønvold bru.

Figur 3 viser fleirårsmiddel, -minimum og maksimal vassføring i Dokka ved 12.8 Grønvold bru før regulering, for periodane 1964-1975 og 1979-1987. Ein ser vassføringa har stort sett same mønster som for 12.70 Etna, med dei største flaumane i mai/juni i snøsmeltetida, og nokre flaumar på hausten. Den største flaumen hendte i månadsskiftet mai/juni 1967. Ein ser den femte største flaumen her hendte i oktober, så ikkje alle store flaumhendingar skjer på våren.



Figur 4: Fleirårsmiddel (svart), fleirårsmaksimum (raudt) og fleirårsminum (grønt) ved målestasjonen 12.200 Kolbjørnshus.

Figur 4 viser fleirårsmiddel, -minimum og -maksimum ved 12.200 Kolbjørnshus for 1979-2023, ekskludert 2022. Serien inneheld både uregulerte og regulerte data. Ein ser at vanlegvis får ein dei største vassføringane under snøsmeltinga i mai, og dei minste vassføringane i vinterperioden desember-mars. Ein flaum stikk ut i serien, og det er «Hans» i august 2023. Denne flaumen var nesten dobbelt så stor som den nest største flaumen målt i vassdraget.

1.3 Reguleringar

Torpa og Dokka kraftverk vart sett i drift i 1989. Dokkfløyvatnet er regulert til kraftproduksjon, og slepp minstevassføring på 100 l/s i sommarperioden 1.mai til 30.september. Frå Dokkfløyvatn renn noko av Dokka vidare i vassdraget medan noko går gjennom Torpa kraftverk, som har maksimal slukeevne på 39 m³/s. I elvedammen Kjøljuva blir noko av vatnet ført forbi dammen, medan noko går gjennom kraftverket Dokka, som har utslepp i Randsfjorden og maksimal slukeevne på 40 m³/s. Frå Kjøljuva slepp ein minstevassføring heile året, og lokkeflaumar for fisk om sommaren. Ei oversikt over reguleringane i Dokkfløyvatn og Kjøljuva ser ein i Tabell 3. Høgderreferansar i denne rapporten er gitt i NN1954 når det gjeld reguleringane i Dokkavassdraget.

Tabell 3: Gjeldande reguleringar i Dokkfløyvatn og Kjøljuva. Reguleringshøgder gitt i NN1954.

	HRV	LRV	Magasinvolum	Overflateareal
Dokkfløyvatn	735,2	670,2	250 mill. m ³	9,42 km ²
Kjøljuva	265,2	262,2	~0,18 mill. m ^{3*}	0,06 km ²

*Tilnærma verdi basert på overflateareal og reguleringshøgde.

Elva Synna, med nedbørfelt på 106 km², blir overført inn i Dökkflyvatn kring 15 km oppstraums Synna og Dokka sitt naturlege samløp.

Dokkfløyvatn har ei reguleringshøgde på 65 meter og har difor stort potensiale til flaumdemping, om det er lite vatn i magasinet før ei flaumhending. Sett vekk frå dette er det ingen andre store innsjøar som ligg langt nede i feltet til verken Etna eller Dokka. Dokkfløyvatnet er difor det einaste flaumdempande magasinet av betydning i vassdraget.

2 Datagrunnlag

2.1 Vassføringsstasjonar

Det er nokre målestasjonar som ligg i felta til Dokka og Etna, både aktive og nedlagte.

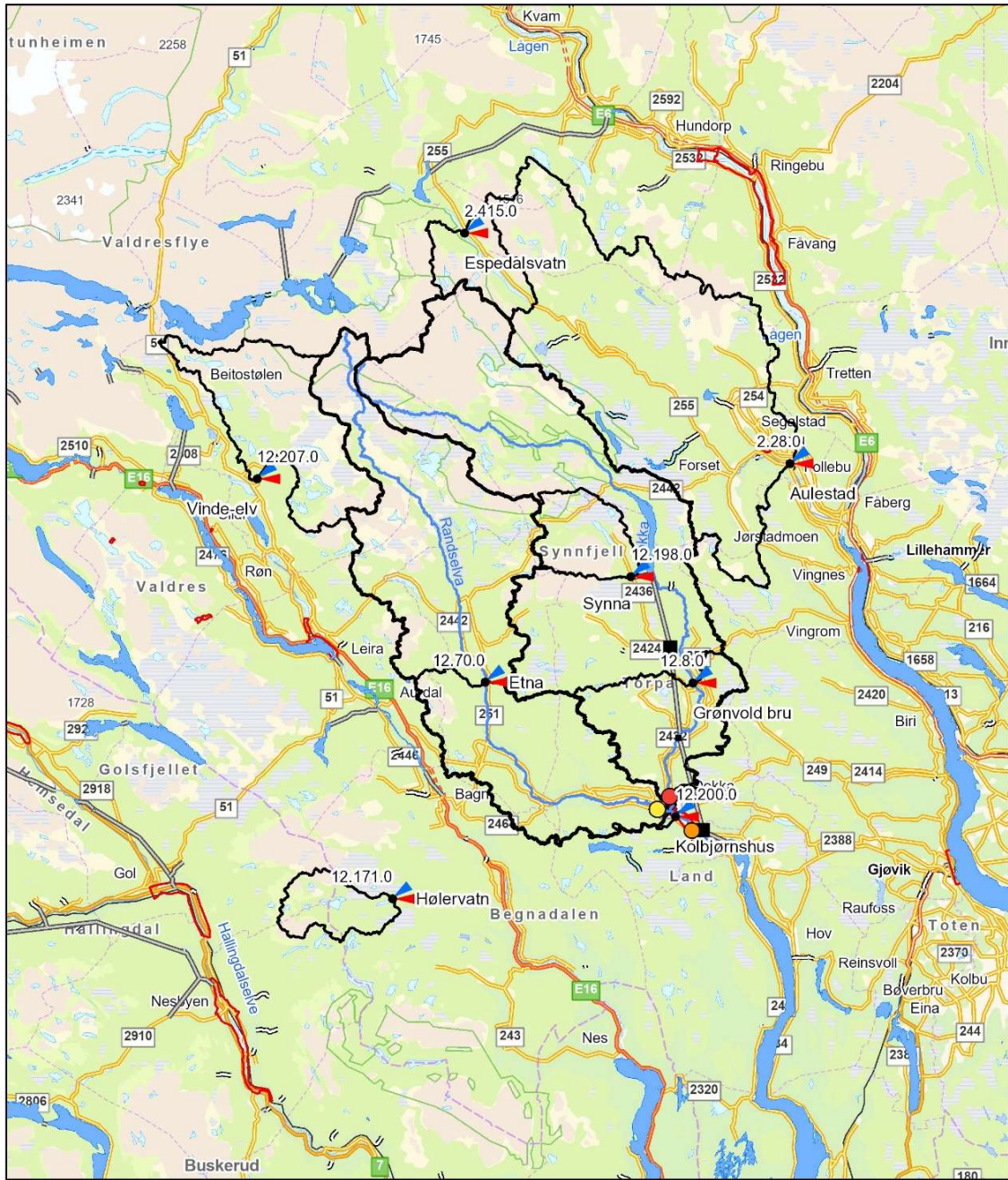
Målestasjonen 12.70 Etna har eit langt og godt datagrunnlag i Etna, og serien er for det meste uregulert. Det finst ikkje reguleringar i Etna etter det var slutt på tømmerfløyting i vassdraget.

Det er fleire målestasjonar i Dokka-delen av vassdraget. Dokka er regulert frå 1989, og det er ikkje lange måleseriar med vassføringar før reguleringane var på plass. Ved 12.200 Kolbjørnshus måler ein den samla vassføringa frå både Etna og Dokka.

Det er også tatt med nokre målestasjonar i nærliggande vassdrag for å ha eit samanlikningsgrunnlag. Dette er for det meste uregulerte målestasjonar som vil gi ein peikepinn mot den spesifikke flaumvassføringa i området.

Plasseringa til nedbørfeltet til Dokka/Etna og alle målestasjonar som er brukt i denne analysen er vist i Figur 5. Ei samling av målestasjonane med tilhøyrande feltparameter er vist i Tabell 4.

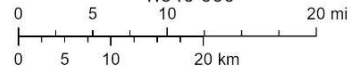
Målestasjoner



15.4.2024

1:640 000

- Sanntids måleserier
- Pumpe
- Sluse
- Vannføring
- Vannstand
- Målestasjon totalnedbørfelt
- Vannkraftverk
- Vannkraftverk > 10 MW
- Kraftverk med pumpe
- Vannkraftverk 1-10 MW
- Vannkraftverk <1 MW
- Vannvei
- Kanal
- Rørgate
- Kraftverkstunnel



None; NVE

Figur 5: Målestasjoner i og nært Dokkavassdraget som er brukt i utrekninga.

12.8 Grønvold bru er ein målestasjon som ligg i Dokkavassdraget, nedstraums Dokkfløyvatn og oppstraums Kjøljua. Den er ein minstevassføringsstasjon, så vassføring målt ved stasjonen blir difor verken isreduisert eller komplettert. Målestasjonen er vurdert som dårleg på flaum. Det er målt vassføring i både regulert og uregulert periode, ettersom målestasjonen starta opp i 1963 og endå er i drift, men det var periodevis opphald i målingane på 1970-, 1990- og 2000-talet.

12.70 Etna ligg i Etna og har målingar frå 1919. Etna var brukt til tømmerfløyting fram til 1963, men etterverknadar av denne drifta fører til at vassdraget er å rekne som regulert fram til og med 1968. Difor bruker ein data frå målestasjonen frå og med 1969 i denne utrekninga. Det er gode forhold for måling av vassføring ved målestasjonen og vassføringskurva er vurdert til «bra» på flaum. Den største registrerte vassføringa ved målestasjonen vart målt i august 2023 under «Hans», på 221 m³/s, som er meir enn dobbelt så stort som middelflaum.

12.171 Hølervatn er ein målestasjon som drenerer til vassdraget vest for Dokkavassdraget, i Begnadalen. Målestasjonen vart oppretta i 1968 og er endå i drift. Kurvekvaliteten på høg vassføring er vurdert til middels.

12.198 Synna er ein målestasjon i Dokka-delen av vassdraget. Målestasjonen målte vassføring i elva Synna, som no blir delvis overført til Dokkfløyvatn. Målingane føregjekk mellom 1978-1987. Kurvekvalitet og måleforhold ved stasjonen er ikkje vurdert.

12.200 Kolbjørnshus er ein målestasjon som ligg nær Dokka sentrum, og måler kombinert vassføring frå Etna og Dokka etter samløpet i Dokka-Etna. Målestasjonen vart oppretta i 1978 og har 45 år med målingar. Ein målte rekordhøg vassføring ved stasjonen under «Hans», men denne flaumhendinga øydela profilet til målestasjonen, så stasjonen er ute av drift etter august 2023. Vassføringa målt ved målestasjonen er påverka av reguleringane i Dokka etter 1989. Vassføringskurva er vurdert til bra ved flaum. Sidan sist flaumutrekning har vassføringskurva blitt endra, så målingane gir lågare vassføring ved same vasstand.

12.207 Vindeelv er ein målestasjon i nabovassdraget vest for Etna. Vindeelv måler eit uregulert felt høgt oppe i Begna, ei elv som renn ut i Sperillen, som igjen møter utløpet til Randsfjorden ved Hønefoss. Feltet deler sitt høgaste punkt med 12.70 Etna, som er fjellet Skaget på 1681 moh. Vassføringskurva er vurdert til å vere middels på flaumvassføringar. Stasjonen er langtidskontrollert og er vurdert som bra på flaum etter 2001, men i måleperioden før dette, 1981-2000, er den vurdert til middels. 0-serien er satt saman av data frå 12.92 Vindevatn, som har data langtidskontrollert tilbake til 1921. Desse er tatt med i flaumfrekvensanalysen, ettersom det er vurdert at vassføringane ved Vindevatn er representative for Vindeelv.

2.415 Espedalsvatn er ein målestasjon som ligg høgt oppe i Glomma-Lågenvassdraget. Den har ein høg effektiv innsjøprosent på 4,8 % . Vassføringskurva er av middels kvalitet på flaum. Største vassføring registrert ved målestasjonen var under 1995-flaumen, men «Hans» vart nesten like stor og er den nest største vassføringa målt.

2.28 Aulestad er ein målestasjon som måler vassføring i området som grensar til det nordaustlege delane av Dokkavassdraget. Feltet er regulert med små magasin, men denne reguleringa er så liten at feltet er tilnærma uregulert. Vassføringskurva er i perioden 1984-1998 vurdert til å vere dårleg/meget dårleg på flaum, og er frå 1999 og utover ikkje vurdert.

Tabell 4: Målestasjonar nytta i utrekninga, og viktige tilhøyrande feltparameter.

	Periode	Areal [km ²]	Q _N (61-90) [l/s/km ²]	Q _N (91-2020) [l/s/km ²]	Eff. sjø [%]	Medianhøgde [moh.]
12.8 Grønvold bru	1963-2017	934	21,8	19,6	0,72	925
12.70 Etna	1969-2023	569	12,8	17,4	0,3	936
12.171 Hølervatn	1969-2023	79	16,5	18,3	2,4	902
12.198 Synna	1978-1987	104	25	22,3	1,57	968
12.200 Kolbjørnshus	1978-2023	2064	17,6	17,8	0,17	870
12.207 Vindeelv	1919-2023	270	16,1	18,2	1,26	981
2.28 Aulestad	1929-2023	870	16,5	19,1	0,05	850
2.415 Espedalsvatn	1976-2023	94	18,5	18,7	4,3	1055

2.2 Observerte flaumar i vassdraget

Ved dei fleste av målestasjonane er den største flaumen anten «Hans» eller Vesle-Ofsen i 1995, to av dei største flaumhendingane målt på Austlandet i nyare tid. Ved 12.70 Etna og 12.200 Kolbjørnshus er flaumen etter ekstremværhendinga «Hans» i august 2023 den største målte døgnmiddelflaumen ved målestasjonane. Ved ingen av målestasjonane er ein sikker på om ein kan stole på kulminasjonsflaumen. For 12.70 Etna har ein ikkje kvalitetssikra kulminasjonsverdien, og det er rapportert om dårleg kommunikasjon mellom elv og målekum under hendinga. Ved 12.200 Kolbjørnshus raste profilet ved stasjonen ut under flaumen og difor er ikkje målestasjonen si vasstandsmåling under flaumen heilt truverdig.

Etter samtale med Hafslund ECO, som regulerer Dokkavassdraget, veit ein følgjande om vassføring ut av Dokkfløyvatnet og i Dokka under «Hans» i august 2023:

- Dokkfløyvatn var allereie på HRV ved inngangen til «Hans», slik at magasinet gjekk i overløp under heile hendinga.
- Torpa kraftverk har slukeevne på 39 m³/s og vart køyrt under hendinga med både delvis og full kapasitet. Sidan Dokkfløyvatn var fullt ved inngangen til «Hans» hadde ikkje det eigentleg noko å seie om kraftverket gjekk eller ikkje, vassføringa i Dokka ville vore omtrent lik uansett, sidan dammen gjekk i overløp.
- Dokka kraftverk har slukeevne på 40 m³/s, og blei køyrt på halv kapasitet ein del av flaumhendinga «Hans» og på full kapasitet under resten. Dette førte til ei flaumdemping i Dokkelva på 20-40 m³/s, sidan denne vassføringa gjekk direkte til Randsfjorden.
- Kjølulja har kapasitet på 39 m³/s og sto under hendinga. Sidan kapasiteten er så liten, og sidan Kjølulja slepp vatnet ut att i Dokka, tenker ein at dette ikkje hadde påverknad på vassføring i Dokka. Magasinet Kjølulja nådde maks vasstand på 267,85 moh. (2,5 meter over HRV på 265,2 moh.) 9. august, med eit estimert overløp på 640 m³/s, som minka til 440 m³/s ved midnatt same dag.

Ein annan stor flaum sidan sist flaumutrekning hendte i 2013, då fleire målestasjonar målte store flaumar i området i perioden 16. – 23. mai. Gjentakintervallet for flaumane i Begna, Etna og Dokka vart på det tidspunktet anslått til 50 år eller meir. Spesifikt avløp i 2013 var mykje høgare ved 12.70 Etna enn ved 12.200 Kolbjørnshus, så ein kan rekne med større flaumdemping i Dokkfløyvatn den gongen enn i 2023. Under «Hans» var spesifikt avløp ved Etna og Kolbjørnshus like store.

3 Resultat

Flaumsonekartlegginga skal basere seg på flaumvassføringar for middelflaum og for gjentaksintervall frå 5 til 1000 år. Det finst måleseriar av vassføring i vassdraget, så ein vil ein først gjere flaumfrekvensanalyser på observerte data. Ein vil også utføre ei samanlikning med vassføring i nærliggande representative vassdrag og bruke regionale flaumfrekvensmetodar som RFFA-2018 (Engeland, et al., 2020).

3.1 Regulerte vassdrag og frekvensanalyser

I mange regulerte vassdrag er effekten av små, naturlege flaumar i stor grad dempa av reguleringane. Dei naturlege flaumprosessane i vassdraget kan ha blitt minka av reguleringane, og andre prosessar enn tidlegare skapar dei største flaumane. Magasin med stor lagringskapasitet kan for eksempel dempe flaumen heilt eller delvis, medan fulle magasin gir lita demping og kan i nokre tilfelle også bidra til auka flaum nedstraums for magasinet (overløp). Korleis ein driv kraftverket eller endringar i kraftsystemet over tid kan også påverke flaumstorleikane. Difor vil flaumfrekvensanalyser gjort på regulerte tidsseriar kunne vise ulike terskeeffektar (knekk eller hopp).

Ein kan rekne ut flaumstorleikar til låge gjentaksintervall basert på regulerte tidsseriar, gitt at ein har lange nok tidsseriar av god kvalitet. Ved høge gjentaksintervall seier ein at regulerte vassdrag vil nærme seg uregulerte flaumverdiar. I vassdrag med låg reguleringsgrad er dette ei grei tilnærming, men i vassdrag med høg reguleringsgrad og eit eller fleire store magasin, bør ein vurdere om reguleringane vil ha ei dempende effekt også på dei største flaumane. Difor skal ein vere forsiktig med å bruke regulerte vassføringsseriar for å rekne ut flaumar med høge gjentaksintervall.

3.2 Døgnmiddelvassføring

3.2.1 Flaumfrekvensanalyse

Frekvensanalysane er gjort etter gjeldande tilrådingar i rettleiar for flaumutrekningar (Glad, et al., 2022). Rettleiaren tilrår å bruke full lokal + RFFA-2018 om ein har meir enn 10 år med døgndata frå målestasjonen. For stasjonar med mindre enn 10 år med observert data kan ein bruke forenkla lokal + RFFA-2018, som er implementert i NEVINA. Resultat av flaumfrekvensanalysane frå kvar av dei representative stasjonane for Dokka og Etna, døgnmiddelverdiar, kan ein sjå i Tabell 5 (uregulerte verdiar), Tabell 6 (regulerte verdiar) og Tabell 7 (regionale verdiar). Middelflaum (Q_M) er vist i både spesifikke og absolutte verdiar, medan flaumar med ulike gjentaksintervall er presentert gjennom ei vekstkurve (forholdstal mellom middelflaum og flaumar med høgare gjentaksintervall, Q_T/Q_M).

Uregulerte måleseriar

For måleseriar som er upåverka av reguleringane i Dokkfløyvatn er resultat av frekvensanalysane vist i Tabell 5.

Tabell 5: Resultat av flaumfrekvensanalyse på uregulerte døgnerverdiar ved ulike målestasjonar. Seriar i kursiv har eigentleg for få år med data til å bruke til ei slik analyse, men vi tar dei med som samanlikning av middelflaum.

Målestasjon	Tal år	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	Q _M	Q _M	Q _M	Q _M	Q _M	Q _M	Q _M	Q _M
12.8 Grønvold bru	21	211	197	1,27	1,51	1,74	2,05	2,29	2,54	2,88	3,15
12.70 Etna	55	188	107	1,29	1,53	1,75	2,05	2,28	2,52	2,84	3,10
12.198 Synna	10	245	25,5	1,32	1,54	1,76	2,06	2,30	2,55	2,89	3,17
12.200 Kolbjørnshus	8	187	385	1,25	1,45	1,64	1,88	2,08	2,27	2,54	2,76
12.200 Kolbjørnshus m/Hans	9	187	385	1,22	1,41	1,58	1,72	1,99	2,17	2,42	2,61
12.171 Hølervatn	55	194	15,4	1,30	1,54	1,77	2,07	2,30	2,53	2,85	3,11
12.207 Vindevatn	102	189	50,9	1,29	1,51	1,73	2,02	2,23	2,45	2,75	2,99
2.415 Espedalsvatn	40	191	18,0	1,24	1,51	1,78	2,16	2,47	2,78	3,24	3,61
2.28 Aulestad	94	205	178	1,29	1,56	1,82	2,18	2,46	2,75	3,15	3,47

Flaumen i august 2023 kalla «Hans» er også inkludert i eine flaumfrekvensanalysen ved 12.200 Kolbjørnshus. Denne stasjonen er eigentleg regulert frå 1989, men i august 2023 gjekk Dokkfløyvatnet i overløp under heile flaumperioden slik at vassføringa ut av vatnet nesten ikkje vart dempa i det heile tatt. Ein har lagt til 20 m³/s på flaumverdien, ettersom det er så mykje som gjekk gjennom kraftverket Dokka då 12.200 Kolbjørnshus fekk sine høgaste målingar.

12.200 Kolbjørnshus og 12.198 Synna er markert i kursiv i tabellen, og har eigentleg for kort måleserie til å utføre full lokal + regional over. Ein har difor også gjort ei analyse på forenkla lokal + regional via NEVINA i Tabell 7.

Regulerte måleseriar

Dokka har vore regulert sidan 1988, og det er to måleseriar i vassdraget som er påverka av reguleringane. Dette er 12.8 Grønvold bru og 12.200 Kolbjørnshus. For 12.200 Kolbjørnshus har ein testa å både inkludere og ekskludere flaumen i 2023 for å sjå kva påverknad dette har på flaumverdiene. I Tabell 6 ser ein resultat av flaumfrekvensanalyse gjort på den regulerte delen av måleseriar.

Tabell 6: Resultat av flaumfrekvensanalyse på regulerte døgnerverdiar ved ulike målestasjonar.

Målestasjon	Tal år	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	Q _M	Q _M	Q _M	Q _M	Q _M	Q _M	Q _M	Q _M
12.8 Grønvold bru	15	80,4	75,1	1,48	1,78	2,08	2,49	2,81	3,14	3,61	3,98
12.200 Kolbjørnshus	34	113	233	1,34	1,60	1,84	2,17	2,41	2,66	3,01	3,28
12.200 Kolbjørnshus m/Hans	35	121	250	1,33	1,60	1,87	2,22	2,49	2,78	3,16	3,47

Ein ser at for den regulerte perioden er middelflaumen lågare, men vekstkurva er brattare enn dei uregulerte motpartane. For både 12.8 Grønvold bru og 12.200 Kolbjørnshus er middelflaumen kring 120-150 m³/s mindre i den regulerte perioden enn den uregulerte.

Inkluderer ein «Hans» (august 2023) i utrekningane ser ein at middelflaumen ved Kolbjørnshus aukar med 20 m³/s, og vekstkurva blir brattare ved høgare gjentaksintervall.

3.2.2 Regional flaumfrekvensanalyse

Ved hjelp av formelverket for regional flaumfrekvensanalyse, RFFA-2018 (Engeland, et al., 2020), kan ein direkte rekne ut medianflaum og flaumar ved ulike gjentaksintervall gjennom NEVINA.

Målestasjonane 12.198 Synna og 12.200 Kolbjørnshus har eigentleg for kort dataserie til å gjere ei full lokal + regional flaumfrekvensanalyse. Difor viser ein i Tabell 7 resultat frå ei forenkla lokal + regional analyse gjort i NEVINA, der ein legg inn eksisterande flaumverdiar i vassdraget i NEVINA og får ei regional analyse med eit innsnevra usikkerheitsintervall.

Tabell 7: Resultat av regionale flaumanalyse ved ulike utrekningspunkt. Det er også nokre resultat frå forenkla lokal + regional analyse.

	Q _{Med}		Q ₅ /	Q ₁₀ /	Q ₂₀ /	Q ₅₀ /	Q ₁₀₀ /	Q ₂₀₀ /	Q ₅₀₀ /	Q ₁₀₀₀ /
	l/s/km ²	m ³ /s	Q _{Med}	Q _{Med}	Q _{Med}	Q _{Med}	Q _{Med}	Q _{Med}	Q _{Med}	Q _{Med}
Etna før samløp	130	121	1,34	1,57	1,78	2,07	2,29	2,50	2,79	3,01
Dokka før samløp	163	184	1,34	1,56	1,78	2,06	2,27	2,49	2,77	2,98
Ved 12.198 Synna (forenkla lokal)	240	25,4	1,35	1,59	1,81	2,12	2,34	2,58	2,89	3,12
Ved 12.200 Kolbjørnshus (forenkla lokal)	179	370	1,33	1,55	1,76	2,03	2,22	2,42	2,68	2,87
Ved 12.200 Kolbjørnshus m/Hans (forenkla lokal)	193	399	1,33	1,55	1,76	2,03	2,22	2,42	2,68	2,87
Ved utløpet i Randsfjorden	146	304	1,33	1,55	1,76	2,02	2,22	2,42	2,67	2,87

Ein ser at for Synna er dei regionale verdiane omtrent heilt like som flaumfrekvensverdiane i avsnitt 3.2.1. Også ved Kolbjørnshus er verdiane svært like ved både full lokal og forenkla lokal + regional, men ein ser at å bruke forenkla lokal + regional hevar middelflaumverdiane og vekstkurva noko. Inkluderer ein «Hans» som ein uregulert flaum får ein ei auke i middelflaumen på 30 m³/s, medan vekstkurva er uendra.

3.2.3 Val av middelflaum

Den spesifikke middelflaumen blant dei uregulerte målestasjonane viser lite variasjon mellom målestasjonane, der den ligg mellom 187-245 l/s/km². Den høgaste verdien kjem frå 12.198 Synna, som er basert på den kortaste måleserien. Ved forenkla lokal + regional er medianflaumen til 12.198 Synna på 240 l/s/km². 12.70 Etna og 12.200 Kolbjørnshus har middelflaumar på respektivt 188 og 187 l/s/km², og Kolbjørnshus sin medianflaum frå forenkla lokal + regional er på 179 l/s/km²

utan «Hans» og 193 l/s/km² inkludert «Hans». 12.207 Vindevatn viser også ein middelflaum på omtrent same spesifikke storleik, 189 l/s/km², medan 12.8 Grønvold bru har litt høgare middelflaum på 211 l/s/km². Det regionale formelverket RFFA-2018 gir lågare spesifikke medianflaumar for utrekningspunkta ved Dokka og Etna sine elvestrenger, men desse utrekningspunkta ligg noko nedstraums begge målestasjonane i dei respektive elvene.

I Etna-delen av vassdraget har ein gode data med ein lang dataserie, så ein tenker at middelflaumen målt ved målestasjonen er representativ for elvestrekninga. Den spesifikke døgnmiddelflaumen frå Tabell 5 for 12.70 Etna er på 190 l/s/km², som ved utrekningspunktet Etna før samløpet med Dokka svarer til ein døgnmiddelflaum på 176 m³/s.

Målestasjonen 12.70 Etna ligg relativt høgt oppe i nedbørfeltet til elva Etna, og det er eit restfelt på 360 km² mellom 12.70 Etna og samløpet med Dokka. For å estimere tilsiget frå dette restfeltet skalerte ein opp målingar frå 12.171 Hølvatn til å gjelde for restfeltet, og summerte dette med måleserien til 12.70 Etna. Etter denne skaleringa fekk ein døgnmiddelflaum nedst i Etna på 164 m³/s, som er 176 l/s/km². Dette er noko lågare enn det ein fann ved å bruke same spesifikke middelflaum ved samløpet som ved målestasjonen. For Etna vel ein å bruke den spesifikke døgnmiddelflaumen på 190 l/s/km².

I Dokka-delen av vassdraget viser både målingar ved 12.8 Grønvold bru og det regionale formelverket at middel-/ medianflaumen i Dokka burde vere noko større enn i Etna. Ein må også hugse på å kompensere for vassuttaket som går gjennom Dokka kraftverk, og difor ut av vassdraget. Frå dei regulerte måleseriane i Tabell 6 ser ein at middelflaumen i Dokka-delen av vassdraget har minka med kring 120-140 m³/s sidan reguleringane vart satt i drift på grunn av flaumdemping i Dokkfløyvatn og driftsvassføring gjennom Dokka kraftverk. Basert på dette sett ein den spesifikke middelflaumen i Dokka før samløpet med Etna på 210 l/s/km², som svarar til 236 m³/s. Så reduserer vi dette med 120 m³/s, slik at ein får ein døgnmiddelflaum i Dokka på 116 m³/s, som igjen svarar til ein spesifikke døgnmiddelflaum på 103 l/s/km².

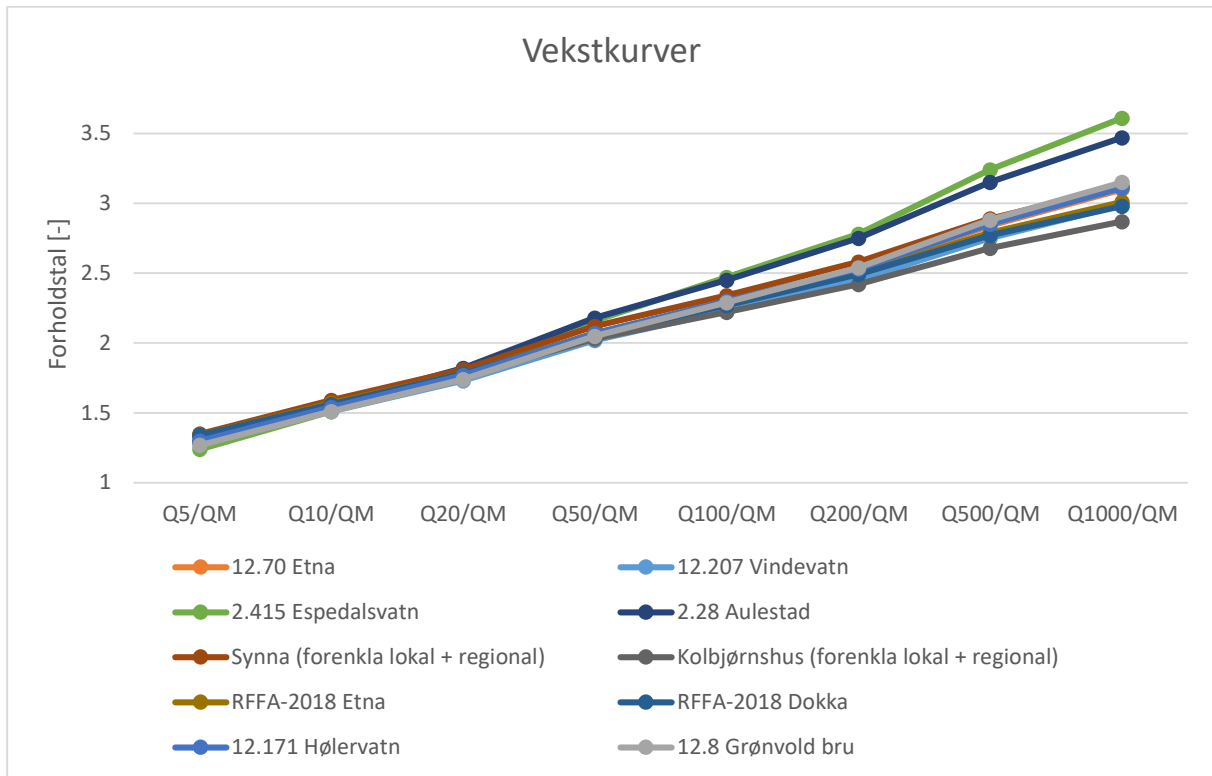
Etna og Dokka har relativt like nedbørfelt, både i areal, høgdefordeling og andre feltparameter. Den største skilnaden er at Dokka er regulert med Dokkfløyvatnet, og Etna er uregulert. Under ein flaumsituasjon ville nedbørfelta mest sannsynleg ha kulminert omtrent samtidig om begge felta var uregulerte. Under «Hans» i august 2023 var Dokkfløyvatnet allereie fullt ved starten av flaumen, og sidan ein ikkje fekk noko demping i innsjøen kulminerte elvene ved Dokka sentrum nesten samtidig. Basert på dette vel ein i denne rapporten å anta samtidig kulminasjon i Etna og Dokka ved samløpet ved alle gjentaksintervall. Sjå fullstendig vurdering av samtidighet i Vedlegg 5.

Døgnmiddelflaumen ved 12.200 Kolbjørnshus som vi finn på same måte som ved Dokka. Vi sett den spesifikke døgnmiddelflaumen til 200 l/s/km² basert på ei lita auke av resultatata frå forenkla lokal + regional analyse, sidan denne gir resultat i medianflaum. Dette svarar til ein døgnmiddelflaum på 412 m³/s. Om ein trekk frå effekten av flaumdemping og driftsvassføring i Dokka på 120 m³/s får vi då ein døgnmiddelflaum på 292 m³/s. Dette svarer til ein spesifikke døgnmiddelflaum på 142 l/s/km².

3.2.4 Val av vekstkurve

Uregulerte vekstkurver

Figur 6 viser vekstkurvene generert frå frekvensanalysar på uregulerte måleseriar. Ein ser alle vekstkurvene startar ved omtrent same forholdstal, mellom 1,25-1,35. Etter dette deler kurvene seg i tre greiner, der fleirparten av målestasjonane legg seg på ei middels bratt kurve. Vekstkurvene frå Glomma-Lågenvassdraget, 2.415 Espedalsvatn og 2.28 Aulestad ligg høgast. Kolbjørnshus (forenkla lokal + regional) er den minst bratte vekstkurva, og den baserer seg på færrest år med data, berre 8 år saman med det regionale formelverket.



Figur 6: Vekstkurver resulterande frå flaumfrekvensanalysane i kapittel 3.1.1 og 3.1.2.

12.70 Etna si vekstkurve ligg nær opp mot formelverket si vekstkurve og 12.207 Vindeelv si vekstkurve, men er noko høgare. 12.171 Hølervatn si vekstkurve er også svært lik Etna si. Sidan ein i Etna-delen av vassdraget har ein vassføringsstasjon, og dei to målestasjonane som representerer Etna best (12.207 Vindeelv og 12.171 Hølervatn) har nesten identisk vekstkurve, vel ein vekstkurva frå 12.70 Etna til Etnadelen av vassdraget.

Grunna korte ikkje-regulerte måleseriar og dårlege flaumdata kan vi ikkje vektlegge målestasjonane 12.198 Synna og 12.200 Kolbjørnshus når ein skal sjå på vekstkurver. For å velje vekstkurve i Dokkadelen av vassdraget kan ein difor sjå på 12.8 Grønvold bru, formelverket eller samanlikningsstasjonar. Dei næraste målestasjonane til Dokka-delen av vassdraget er 2.415 Espedalsvatn og 2.28 Aulestad. Dette er dei to brattaste vekstkurvene i figuren, som etter Q_{50} veks ein god del fortare enn dei andre kurvene. Vekstkurvene frå formelverket, både forenkla lokal + regional for Synna og RFFA-2018 for Dokka ligg lågare, der Dokka ligg lågast og Synna ligg ein stad i midten. Basert på observasjonar ved 12.8 Grønvold bru ser det ut til at 2.28 Aulestad og 12.207 Vindevatn er mest representative for korleis vassføringa oppfører seg i denne delen av vassdraget.

Basert på dette vel ein å bruke 2.28 Aulestad si vekstkurve for å representere uregulerte forhold i Dokka.

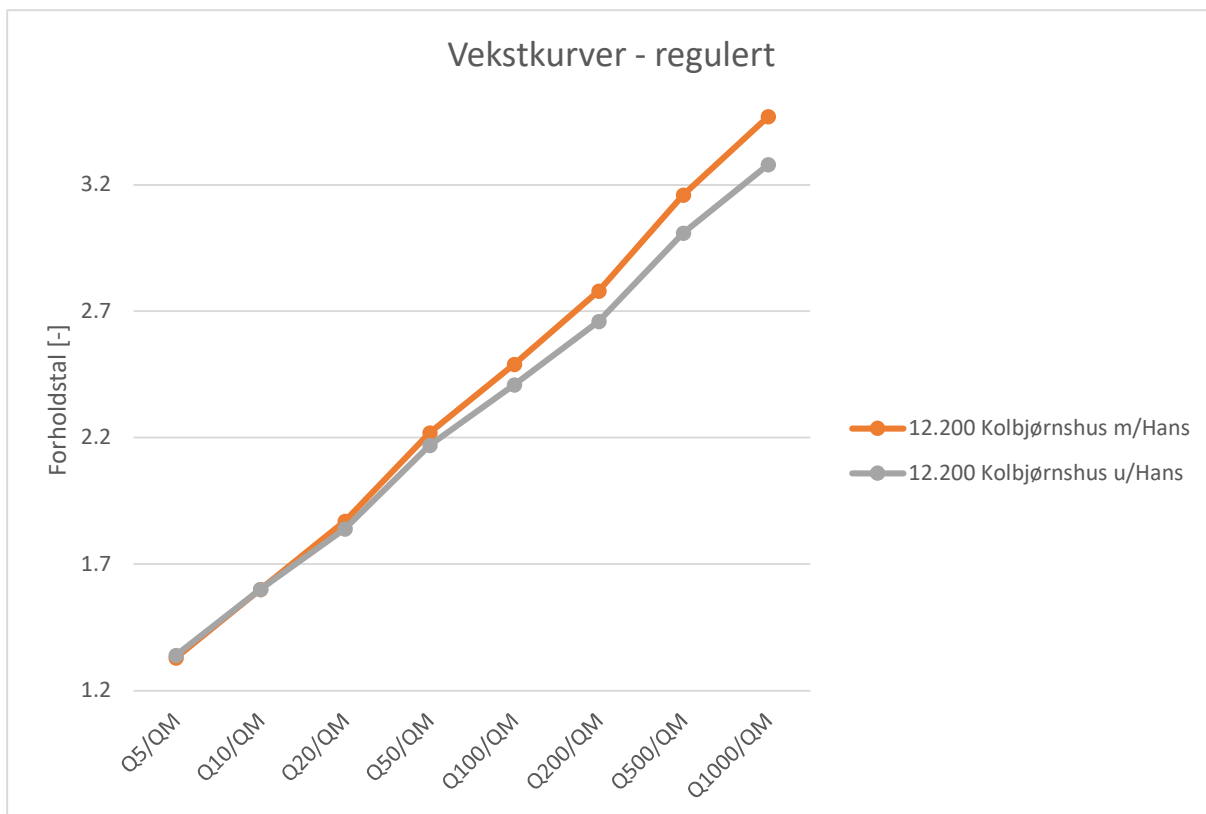
Vekstkurva for Kolbjørnshus (forenkla lokal+ regional) er den som er minst bratt. Regionalt formelverk for Dokka-Etna etter samløpet gir ei svært lik, men litt høgare vekstkurve som Kolbjørnshus (forenkla lokal + regional). Så ein kan rekne med at uregulert flaum ved samløpet si vekstkurve burde ligge noko slakare enn Etna- og Dokka-delane av vassdraget sine vekstkurver. Sidan ein har valt ei nokså bratt vekstkurve for å representere Dokka-delen av vassdraget, burde ein gå for ei litt brattare kurve enn Kolbjørnshus (forenkla lokal + regional), for å passe på at flaumverdiane oppstraums og nedstraums passer overeins. Ein vel difor å bruke 12.70 Etna si vekstkurve også for Dokka-Etna. Dette er også basert på at vassføringsseriane til Kolbjørnshus og Etna ser ut til å følge kvarandre, ser ein på spesifikke verdiar.

Regulerte vekstkurver

Etter at Dokka-delen av vassdraget vart regulert har målestasjonen 12.8 Grønvold bru for usikre flaumdata til å gjere flaumfrekvensanalyse på, spesielt for å bestemme ei vekstkurve.

Det er gjort to frekvensanalysar på 12.200 Kolbjørnshus, ein der vi har inkludert flaumen etter «Hans» i 2023, og ein der denne er ekskludert. Ein ser vekstkurvene for 12.200 Kolbjørnshus med og utan «Hans» i Figur 7 ligg med litt høgare vekstkurver enn «midtstasjonane» 12.198 Synna, 12.70 Etna, 12.207 Vindevatn og Synna (forenkla lokal + regional) i Figur 6, med ein start på Q_5 lik 1,3 og Q_{1000} på 3,3 og 3,5. Regulerte vekstkurver er som regel veldig bratte, med svært høge forholdstal på dei høgaste flaumane. I dette tilfellet er ikkje vekstkurvene så mykje brattare enn gitt ved andre målestasjonar i vassdraget. Dette kan vere fordi ein har fleire store flaumar i det regulerte datasettet, som flaumane i 1995, 2013 og 2023. Ein ser at om ein inkluderer «Hans» i datagrunnlaget for 12.200 Kolbjørnshus, blir kurva brattare enn den var utan.

Det er berre ein stasjon som representerer det regulerte vassdraget, 12.200 Kolbjørnshus. Vi vel at 12.200 Kolbjørnshus inkludert «Hans» skal representere Dokka før samløpet med Etna i regulert periode. Same vekstkurve representerer også Dokka-Etna ved Kolbjørnshus i regulert periode.



Figur 7: Vekstkurver frå den regulerte flaumfrekvensanalysen i kapittel 3.1.1.

3.2.5 Døgnmiddelflaum for utrekningspunkta

Basert på døgnmiddelflaumame valt i avsnitt 3.2.3 og vekstkurvene valt i avsnitt 3.2.4 er endelege døgnmiddelverdiar for middelflaum og gjentaksintervall presentert i Tabell 8. Vekstkurvene og verdiar for Dokka og Dokka-Etna etter samløpet er presentert som figurar og tabellar i Vedlegg 3.

Då vi valte døgnmiddelflaum i avsnitt 3.2.3 rekna vi med ei flaumdemping på 120 m³/s frå reguleringa i Dokkfløyvatnet. Vi reknar med at Dokkfløyvatnet kan dempe rundt 80 m³/s på alle flaumstorleikar, men at kraftverka, som har 40 m³/s slukeevne, står. Dette er noko konservativt, med tanke på at Dokka kraftverk var i drift under den største flaumen målt i vassdraget («Hans» i august 2023), men sidan det av ulike grunnar kan oppstå situasjonar der kraftverket står, og at kraftverket kan maks få unna 40 m³/s vekk frå Dokka sentrum, vel vi å ta desse 40 m³/s med i utrekningane.

Tabell 8: Endeleg valte døgnmiddelflaumar for utrekningspunkta i Dokkavassdraget. Verdiar i kursiv er døgnmiddelverdiar utrekna ved flaumfrekvensanalyse for samløpet mellom Etna og Dokka, men endelege verdiar valt for vassdraget er summen av dei to elvene

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								
Etna før samløp	190	176	227	269	308	361	401	444	500	546
Dokka før samløp	103	116	155	186	217	258	498	569	663	739
<i>Dokka-Etna etter samløp (frekvensanalyse)</i>	<i>142</i>	<i>292</i>	<i>388</i>	<i>467</i>	<i>546</i>	<i>648</i>	<i>859</i>	<i>958</i>	<i>1090</i>	<i>1197</i>
Dokka-Etna (Sum etter samløp)	142	292	382	455	525	619	899	1013	1163	1285

3.3 Kulminasjonsvassføring

Flaumverdiane presentert i avsnitt 3.2.5 er døgnmiddelverdiar. Kulminasjonsvassføringar (momentanvassføring) kan vere ein god del større enn døgnmiddelvassføringa. Små nedbørfelt med raske og spisse flaumforløp vil som regel ha større skilnad mellom døgnmiddelflaum og kulminasjonsflaum enn større nedbørfelt som er dominerte av snøsmelteflaumar.

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 døgnmiddelvassføring. Dette forholdstalet kan ein rekne ut ved hjelp av formelverket i NEVINA (RFFA-2018) eller ved å direkte samanlikne observert kulminasjons- og døgnmiddelvassføring ved ein målestasjon avhengig om det finst data med fin tidsoppløysing (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 $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$.

Kva tilnærming er ein anbefaler er avhengig av kvalitet og lengd på tidsseriane. Som regel har ein lengre måleseriar for døgnndata enn findata, noko som fører til færre år med kulminasjonsdata å utføre frekvensanalyse over. Skal ein bruke forholdstalet treng ein både døgnndata og kulminasjonsdata for same flaumhending.

3.3.1 Kulminasjonsverdien under «Hans» i Dokka

Kulminasjonsmålingane som vart gjort under «Hans» er ikkje pålitelege ved korkje 12.8 Grønvold bru eller 12.200 Kolbjørnshus. Regulanten i vassdraget har sendt over noko informasjon om vassføringar som er målt og estimert ved dammane Dokkfløyvatn og Kjøljuva. Basert på denne informasjonen gjorde ein ei nedbør-avløpsmodellering av tilløpsflaumen til Dokkfløyvatn under hendinga. Denne baserte seg på nedbør målt ved ein målestasjon i nærleiken, Vest-Torpa II (21680). Meteorologisk institutt har i rapporten (MET, 2023) estimert at nedbøren ved Vest-Torpa under «Hans» hadde gjentakintervall på over 100 år, både for 1 døgn nedbør og for 3 døgn nedbør. Det er valt å ikkje arealskalere nedbøren, sidan dette gav resultat som låg nærare estimata til Hafslund Eco. Rutinga og resultatata er vist i Vedlegg 4. Maksimalt tilløp til Dokkfløyvatn var på 308 m³/s, og maksimalt avløp ut av dammen på 259 m³/s. Dette gir eit døgnmiddeltilsig som er omtrent likt det som vart estimert av regulant, som har rekna seg fram til eit døgntilsig til Dokkfløyvatn på 230 m³/s.

Det er også vanskeleg å finne eit godt estimat på bidraget frå lokalfeltet mellom Dokkfløyvatnet og Kjøljuva. Regulanten i vassdraget meiner at maksimalt overløp estimert ved Kjøljuva dam ligg på 640 m³/s. Dette er kring 450 m³/s høgare enn kva som vart estimert som avløp frå Dokkfløyvatn i nedbør-avløpsmodellen, og alt dette må vere bidrag frå lokalfeltet. Ved å bruke same nedbørforløp over lokalfeltet som ein brukte for Dokkfløyvatn, estimerte vi tilsiget frå lokalfeltet mellom Dokkfløyvatn og Kjøljuva (Vedlegg 4). Dette gav ein kulminasjon i tilsiget frå lokalfeltet på kring 350 m³/s, og eit samla tilsig til Kjøljuva på kring 580 m³/s. Tek ein også omsyn til at Torpa kraftverk var i drift med 39 m³/s som har utløp i Kjøljuva, får ein samla tilsig til Kjøljuva dam på kring 620 m³/s, som er omtrent likt Hafslund Eco sitt estimerte maksimale overløp på Kjøljuva dam den 9. august, på 640 m³/s. Ein kan difor konkludere med at dette estimatet er sannsynleg. Reknar ein med at restfeltet mellom Kjøljuva dam og samløpet til Dokka og Etna bidreg med kring 20-40 m³/s under ei

flaumhending, får ein då ein kulminasjonsflaum i Dokka før samløpet som ligg mellom 660-680 m³/s.

3.3.2 Lokal flaumfrekvensanalyse (Alt. 1)

Kulminasjonsverdiar for målestasjonane med lang nok findataserie til å utføre frekvensanalyse over kan ein sjå i Tabell 9. Middelflaum er presentert med både spesifikk og absolutt verdi, medan vekstkurva for flaum er vist for ulike gjentaksintervall (Q_T).

Kulminasjonsverdien ved 12.200 Kolbjørnshus under «Hans» i august 2023 er ikkje nøyaktig, som diskutert over. Under hendinga raste profilet til målestasjonen ut. Difor la ein inn denne flaumhendinga som ein historisk flaum då ein gjorde flaumfrekvensanalysen. Dette gjer at ein kan legge inn eit intervall der ein trur flaumen ligg innan. For «Hans» ved Kolbjørnshus la ein inn eit sannsynsintervall mellom 850-950 m³/s. Det står meir om dette i Vedlegg 2.

Ved målestasjonen 12.70 Etna er ein også usikre på om målingane under «Hans» er heilt nøyaktige, sidan det kan virke som om det har vore dårleg kommunikasjon mellom målekummen og kommunikasjonsrøret. Det er difor lagt inn eit sannsynsintervall på ein kulminasjon mellom 230-260 m³/s. Det står meir om dette i Vedlegg 2.

Tabell 9: Resultat frå flaumfrekvensanalyse på kulminasjonsvassføringar.

Målestasjon	Tal år	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	Q_M	Q_M	Q_M	Q_M	Q_M	Q_M	Q_M	Q_M
Uregulerte målestasjonar											
12.70 Etna	38	207	118	1,34	1,62	1,88	2,23	2,49	2,75	3,11	3,38
12.70 Etna m/usikkerheit på Hans	38	207	118	1,38	1,66	1,93	2,28	2,55	2,82	3,18	3,46
12.171 Hølervatn	35	215	17,2	1,36	1,64	1,91	2,27	2,54	2,82	3,18	3,47
12.207 Vindevatn (m/1996)	42	229	61,9	1,33	1,60	1,87	2,22	2,48	2,74	3,09	3,36
12.207 Vindevatn (u/1996)	41	211	57,1	1,34	1,60	1,85	2,18	2,43	2,69	3,02	3,28
2.415 Espedalsvatn	27	221	20,8	1,38	1,73	2,06	2,50	2,85	3,19	3,65	4,01
2.28 Aulestad	24	292	254	1,37	1,70	2,03	2,46	2,79	3,12	3,58	3,93
Regulerte målestasjonar											
12.200 Kolbjørnshus (m/Hans)	31	139	286	1,5	1,84	2,18	2,62	2,96	3,3	3,75	4,1
12. 200 Kolbjørnshus (u/Hans)	32	129	266	1,38	1,69	1,99	2,39	2,69	3,00	3,41	3,73

Igjen er kurvene som tilhøyrar Glomma-Lågenvassdraget (2.415 Espedalsvatn og 2.28 Aulestad) mykje brattare enn vekstkurvene til 12.70 Etna, 12.171 Hølervatn og 12.207 Vindevatn. Den spesifikke middelflaumen er veldig like for alle vassdrag, sett vekk frå 2.28 Aulestad, som er noko høgare. Inkluderer ein flaumen i 1996 i datagrunnlaget til 12.207 Vindevatn (som vart ekskludert grunna manglande data det året) påverkar det både middelflaum og vekstkurve.

Vekstkurva ved 12.200 Kolbjørnshus liknar på dei uregulerte kurvene, men er noko brattare. Det er venta at sidan flaumar går mot uregulerte tilstandar ved høge gjentaksintervall, vil regulerte vekstkurver vere brattare enn uregulerte.

3.3.3 Forholdstal mellom døgn- og kulminasjonsverdiar

Kulminasjonsverdiene og døgnmiddelverdiene brukt til å rekne ut eit forholdstal må vere frå same flaumhending. Sidan fleire av målestasjonane er regulerte, og alle målestasjonane har kortare seriar med findata enn døgndata, får ein ikkje estimat av forholdstal frå alle målestasjonar.

Tabell 10: Utrekna forholdstal for målestasjonar i og nær Dokkavassdraget. Det er funne forholdstal for fire flaumar per stasjon. Blå bakgrunn betyr at flaumane er påverka av reguleringar. Sortert etter storleik på døgnmiddelflaum.

Målestasjon	Dato	Døgnmiddelflaum	Kulminasjonsflaum	Forholdstal
12.200 Kolbjørnshus	09.08.2023	830-860	850-950	1,02-1,14
	23.05.2013	499	599	1,20
	01.06.1995	463	502	1,08
	16.10.1987	439	595	1,36
12.70 Etna	09.08.2023	220	230-260	1,05-1,18
	02.06.1995	208	229	1,10
	23.05.2013	193	227	1,18
	11.05.2018	192	197	1,03
12.207 Vindevatn	02.06.1995	108	114	1,06
	23.05.2013	100	111	1,11
	11.05.2018	95	100	1,05
	09.08.2023	87	96	1,10
12.171 Hølervatn	09.08.2023	35	41	1,17
	12.05.1983	27	28	1,04
	02.05.1995	24	27	1,13
	10.05.2018	24	25	1,04

Basert på desse fire målestasjonane ser ein at forholdstalet i Dokkavassdraget burde vere av det lågare slaget. Omtrent alle flaumane i Tabell 10 har eit forholdstal under 1,12. Dei høgaste forholdstala høyrer til flaumane i 1987, 2013 og 2023. Flaumen i 2013 var eit resultat av ein ekstrem nedbørhending som trefte midt i nedbørfeltet til Dokkavassdraget samtidig som det var mykje snøsmelting. Høge forholdstal kan tyde på at hendinga var meir nedbørdriven, og flaumtoppen vart nådd raskare enn ved hendingar som er berre snøsmelteflaumar, der prosessane som regel går litt treigare.

RFFA-2018 gir forholdstal i Etna på 1,09, i Dokka på 1,1 og ved utløpet i Randsfjorden på 1,08. Dette stemmer godt med verdiene vi ser i Tabell 10.

Dokka inneheld eit magasin som dempar flaumane litt. Det er difor naturleg at forholdstalet i denne delen av vassdraget er litt lågare. Samtidig er Etna nesten utan innsjøar nedst i nedbørfeltet, og difor beveger nok vatnet seg litt raskare i denne delen av vassdraget som fører til eit litt høgare forholdstal. Sidan Dokka-Etna er etter samløpet av begge elvene er nok forholdstalet noko lågare.

Basert på verdiene i Tabell 10 og forholdstala frå RFFA-2018 sett ein forholdstalet i Etna sett ein til 1,1, forholdstalet i Dokka på 1,09 og forholdstalet i Dokka-Etna ved Kolbjørnshus til 1,07.

3.3.4 Kulminasjonsvassføringar via døgndata (Alt. 2)

NVE rettleiar 1/2022 tilrår at ein bruker same forholdstal for alle gjentaksintervall (Glad, et al., 2022). 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 3.2.5. Slik får ein verdiane for kulminasjonsflaumen og tilhøyrande gjentaksintervall ein ser i Tabell 11.

Tabell 11: Kulminasjonsverdiar ved utrekningspunkta funne ved å gonge døgnmiddelverdiane frå tabell 8 med forholdstala valde i kapittel 3.3.2.

Utrekningspunkt	$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$	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								
Etna før samløp	1,1	208	194	250	296	339	397	441	488	550	600
Dokka før samløp	1,09	122	126	169	203	237	275	543	620	723	805
Dokka-Etna (Etter samløp)	1,07	152	312	409	487	562	662	962	1083	1245	1374
Dokka-Etna (sum Etna og Dokka)	-	154	320	419	499	575	678	984	1108	1273	1405

3.4 Samanstilling av resultat frå ulike metodar

Tabell 12 viser flaumverdiar utrekna med tre ulike metodar:

- Alternativ 1: FFA_{kulm} , kulminasjonsvassføring via lokal flaumfrekvensanalyse direkte på kulminasjonsvassføringar.
- Alternativ 2: $FFA_{\text{døgn}} \times Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$, kulminasjonsvassføring via døgnmiddelvassføring og forholdstal $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$.

Kulminasjonsverdiarne for alternativ 1 ved Etna er skalert opp frå 12.70 Etna ved hjelp av 12.171 Hølervatn, slik som skildra i avsnitt 3.2.3. For Dokka var det ingen gode målestasjonar som ein kunne gjere direkte flaumfrekvensanalyse på kulminasjonsverdiar. Etter samløpet ligg målestasjonen 12.200 Kolbjørnshus, og for å representere alternativ 1 har ein valt å bruke middelflaumen og vekstkurva som inkluderer «Hans» med sannsynsintervall.

Tabell 12: Samanstilling av flaumverdiar i Etna, Dokka og etter samløpet, utrekna ved ulike metodar.

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								
Etna før samløp										
FFA_{kulm}	206	191	262	316	368	435	487	539	608	663
$FFA_{\text{døgn}} \times Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$	208	194	250	296	339	397	441	488	550	600
Dokka før samløp										
$FFA_{\text{døgn}} \times Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$	122	126	160	203	232	275	543	620	723	805
Dokka-Etna ved Kolbjørnshus										
FFA_{kulm} (m/Hans)	139	286	429	526	623	749	847	944	1073	1173
$FFA_{\text{døgn}} \times Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$	152	312	409	487	562	662	962	1083	1245	1374
Dokka-Etna (sum Etna og Dokka)	154	320	419	499	575	678	984	1108	1273	1405

Samanliknar ein flaumverdiane frå Dokka i Tabell 12 over med kva som vart estimert for Dokka under «Hans», ser ein at «Hans» vil vere kring ei 200-årshending i vassdraget. Vanlegvis ville nok ein slik flaum vore litt lågare, men sidan ein starta på HRV under «Hans» fekk vi ein svært stor flaum. I Etna vart «Hans» målt til å vere på kring 250 m³/s, og i utrekninga la ein til eit sannsynsintervall på 230-260 m³/s. Legg ein til skaleringa frå Hølervatn får vi ein flaumverdi på nesten 400 m³/s. Basert på kva av alternativa ein vel å stole på over ligg dette mellom ein 50- til 100-årsflaum. Når ein gjorde frekvensanalyse på kulminasjonsverdiar ved 12.200 Kolbjørnshus la ein inn eit sannsynsintervall mellom 850-1000 m³/s for kulminasjonsverdien. Dette er alt mellom ein 50-årsflaum til ein 500-årsflaum etter kva alternativ ein vel i tabellen over.

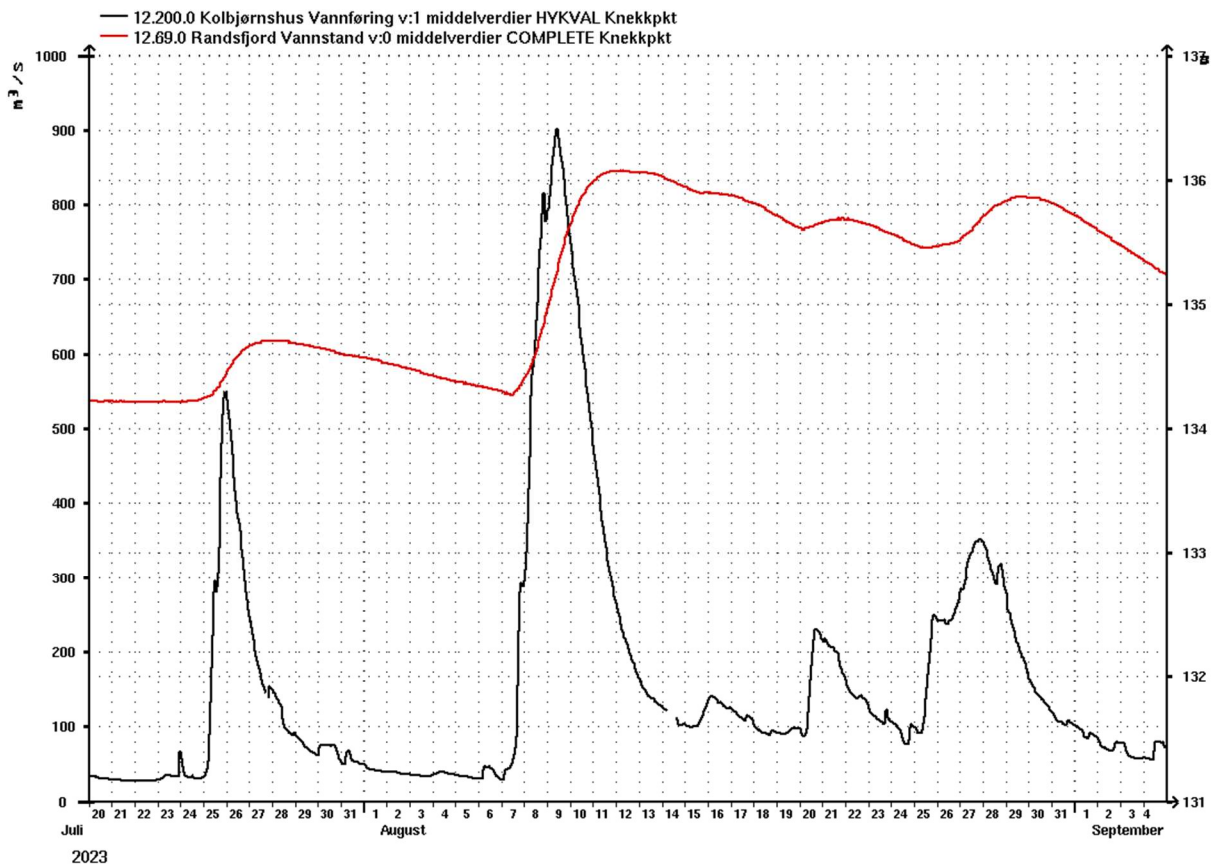
3.5 Vurderingar av vasstandar i Randsfjorden

Vasstandar ved 12.200 Kolbjørnshus er vist i Tabell 13 saman med vasstandar i Randsfjorden ved eit utval store flaumar. Det er vist både vasstand i sørenden av Randsfjorden samtidig med kulminasjonen ved Kolbjørnshus, og tidspunktet for kulminasjon i Randsfjorden.

Tabell 13: Vasstandar i Randsfjorden når 12.200 Kolbjørnshus kulminerer, og etterfølgande kulminasjon i Randsfjorden ved same hending.

Dato	12.200 Kolbjørnshus	12.69 Randsfjorden	Kulminasjonsdato Randsfjorden	Kulm.vst. Randsfjord	Skilnad i dagar	Stigning til maks vst
16.10.1987	595	134,9	18.10.1987	135,3	2	0,4
01.06.1995	502,5	134,4	04.06.-05.06.1995	134,9	3-4	0,5
11.10.2000	470	134,7	15.10.2000	135,2	4	0,5
23.05.2013	600	134,4	26.05.2013	134,8	3	0,4
09.08.2023	850-1000	135,3	12.08.2023	136,1	3	0,8

Dette er omtrentlege tal, men ein ser at ved dei største flaumane i vassdraget har det vore i snitt 3 dagar frå kulminasjon ved Kolbjørnshus til kulminasjon i Randsfjorden, og det har vore i snitt ei stigning på ein halvmeter frå elva kulminerer til innsjøen kulminerer. Figur 8 under viser flaumforløpet i ved Kolbjørnshus og Randsfjorden under «Hans» i 2023.



Figur 8: Vassføring ved 12.200 Kolbjørnshus og vasstand i Randsfjorden målt ved 12.69 Randsfjorden i august 2023, før, under og etter «Hans».

I førige flaumutrekning (Petterson, 2007) valte ein å sette vasstanden i Randsfjorden til 134,8 moh for flaumar av alle storleikar. For alle flaumar før 2023 ser dette ut til å ha vore ein grei verdi å setje som maksimal høgd i Randsfjorden når Dokkavassdraget kulminerer. Under «Hans» var Randsfjorden på 135,3 moh når Dokkavassdraget kulminerte. Dette er nok dels fordi at det var mykje vatn i vassdraget også før «Hans», slik at vasstanden i Randsfjorden var over HRV (134,5 moh) berre nokre få dagar før «Hans» og hadde så vidt kome seg under HRV før nedbørhendinga begynte.

Vasstanden i Randsfjorden er avhengig av korleis reguleringa i heile Drammensvassdraget er utført i tida før og under flaumen, så det er vanskeleg å setje eit eksakt tal på korleis vasstanden i magasinet vil sjå ut ved ein viss vassføring inn frå Dokkavassdraget. Basert på informasjonen frå Tabell 13 vel ein å setje flaumvasständer i Randsfjorden ved kulminasjon i Dokkavassdraget til 134,8 moh frå Q_M til Q_{50} , slik som vart gjort i førige flaumutrekning (Petterson, 2007). Frå Q_{100} og oppover vel ein å setje flaumvasstanden i Randsfjorden til 135,3 moh, sidan ein under «Hans» nådde desse verdiane, og flaumen i Dokkavassdraget under «Hans» vart vurdert til å vere over ein 100-årsflaum.

4 Endeleg val av flaumverdiar

I Tabell 8 i kapittel 3.2.5 valte ein endelege døgnmiddelflaumverdiar. Etna sine flaumverdiar var basert på observasjonar ved 12.70 Etna og 12.171 Hølervatn. Flaumverdiane i Dokka vart bestemt etter 12.8 Grønvold bru, 2.28 Aulestad og 12.200 Kolbjørnshus. Der vart det vurdert at flaumverdiane etter samløpet til Etna og Dokka burde vere summen av flaumverdiane her. Alternativet var resultatata frå ei flaumfrekvensanalyse som gav mykje lågare verdiar enn dette. Sidan ein har vurdert at sannsynet for at både Dokka og Etna kulminerer i same døgn er stor, er det naturleg å sette flaumverdien i Dokka-Etna etter samløpet, til summen av flaumane i dei to elvene.

Endelege kulminasjonsverdiar for Etna, Dokka og Dokka-Etna kan ein sjå i Tabell 14.

Flaumverdiane har blitt ein god del høgare sidan sist flaumutrekning frå 2007. Det som var ein 500-årsflaum etter samløpet i 2007 er no mellom ein 100-200 årsflaum i denne utrekninga. Verdiane i Etna-delen av vassdraget er nokså like som sist, men her har ein gode måledata over ein lang periode å lene seg på. I Dokka-delen av vassdraget skuldast nok mykje av endringane dei nye verdiane estimert under «Hans». Dokkfløyvatn låg på HRV ved inngangen til hendinga og skapte ei stor flaum i vassdraget, som gjorde at flaumverdiane i vassdraget fekk eit hopp. 500-årsflaumen i Dokka både før og etter samløpet har difor auka med kring 200 m³/s .

Frå samløpet av Etna og Dokka, til utløpet i Randsfjorden er det ei strekning på rett under 3 km i luftlinje, som legg til 20 km² til nedbørfeltet. Det er fleire småelver som renn ned i elva mellom samløpet og utløpet. På bakgrunn av dette vel vi å arealskalere opp verdiane elvene etter samløpet til å gjelde ved utløpet. Dette førte til ei auke på mellom 2-15 m³/s i flaumverdiane mellom samløpet og utløpet.

Tabell 14: Endelege kulminasjonsverdiar for Dokkavassdraget.

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								
Etna før samløp	208	194	250	296	339	397	441	488	550	600
Dokka før samløp	122	126	160	203	232	275	543	620	723	805
Dokka-Etna (etter samløpet)	152	320	419	499	575	678	984	1108	1273	1405
Ved utløpet i Randsfjorden	150	322	423	504	581	685	994	1119	1286	1420
Randsfjorden ved kulminasjon i Dokkavassdraget	-	134,8	134,8	134,8	134,8	134,8	135,3	135,3	135,3	135,3

5 Vurdering av flaumverdiar

5.1 Samanlikning med tidlegare utrekningar

Damsikkerheitsrapporten som gjeld i vassdraget (Norconsult, 2021) kom fram til at Q_{1000} for avløpet frå Dokkfløyvatn ligg på $375 \text{ m}^3/\text{s}$, medan Q_{1000} for avløpet til Kjøljuva ligg på $729 \text{ m}^3/\text{s}$. I Vedlegg 3 rekna vi oss fram til at kulminasjonen til avløpet ut av Dokkfløyvatn under «Hans» var på $259 \text{ m}^3/\text{s}$, og kulminasjonen til tilsiget til Kjøljuva var på kring $600 \text{ m}^3/\text{s}$. Etter flaumverdiane vi konkluderte med i Tabell 14 vil dette vere kring ein 200-årsflaum i Dokka før samløpet med Etna, og svarer til 532 l/s/km^2 . Q_{1000} -verdiane i Tabell 14 for Dokka, med ein flaum ved samløpet på $805 \text{ m}^3/\text{s}$, stemmer nokså godt overeins med avløpet til Kjøljuva frå Norconsult si utrekning, sidan ein også vil få tilsig frå lokalfeltet mellom dammen og samløpet ved ei slik hending.

5.1.1 Samanlikning mot observerte flaumar i vassdraget

Flaumverdiane i denne rapporten er delvis basert på observasjonane som vart gjort under «Hans» i august 2023. Dette er fordi om ein gjer flaumfrekvensanalyse utan denne flaumen inkludert i datagrunnlaget, vil «Hans» vere over ei 1000-års hending i både Dokka-delen av vassdraget og etter samløpet.

Samanliknar ein dei nye flaumverdiane med flaumane i Tabell 10 ser ein at ved 12.200 Kolbjørnshus er tre av dei fire største flaumane mellom $500\text{-}600 \text{ m}^3/\text{s}$, som frå førige flaumfrekvensrapport var mellom 5- til 20-års flaum, og med dei nye verdiane er mellom ein 10- til 50-årsflaum.

5.1.2 Erfaringstal

I rettleiar 1/2022 (Glad, et al., 2022) er det ikkje rekna erfaringstal for døgnmiddelverdiar for Q_{1000} i felt over 500 km^2 på Austlandet. Det næraste ein kjem er at i felt over 6000 km^2 kan verdiane ligge mot under 200 l/s/km^2 , og at i Gaula i Trøndelag, eit felt med liten naturleg flaumdemping, ligg flaumverdiane på $750\text{-}850 \text{ l/s/km}^2$. I felt mellom $50\text{-}500 \text{ km}^2$ på Austlandet ligg flaumverdiane mellom $350\text{-}1100 \text{ l/s/km}^2$, med dei høgaste verdiane lengst vest på Austlandet. Med tanke på dette ligg 1000-årsflaumen for 12.70 Etna, eit felt på 570 km^2 og Q_{1000} på 960 l/s/km^2 , innanfor desse erfaringstala. Etter samløpet mellom Dokka og Etna er den spesifikke verdien for Q_{1000} omtrent lik 600 l/s/km^2 .

5.2 Usikkerheit

Det er fleire usikkerheitsmoment ein kan plukke fram i denne utrekninga. I alle flaumutrekningar vil ein ha ei viss usikkerheit knytt til datagrunnlaget, til måleforhold og avrundingar.

Det er usikkerheit kring flaumtoppane under «Hans» målt ved både 12.70 Etna og 12.200 Kolbjørnshus. Denne usikkerheita er forsøkt minka ved å gjere flaumfrekvensanalyse med sannsynsintervall ved dei to målestasjonane, men ein har uansett ikkje nøyaktige flaumtoppar for flaumhendinga ved nokon av stasjonane.

I denne rapporten har vi valt å rekne med at både Etna og Dokka kulminerer samtidig. Dette er eit konservativt val, og vil føre til høge flaumtoppar etter samløpet. Det er vanskeleg å vite korleis to

elver som møtast vil oppføre seg, og om dei vil nå same gjentaksintervall ved same flaum eller ikkje. Det er konservativt å anta at dei når same gjentaksintervall ved ei flaumhending.

Det er usikkerheit knytt til «observert vassføring». Det er vasstand i elva som blir observert, før denne reknast om til vassføring via ein 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 alle vere større enn det største kalenderdøgnmiddelet.

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 og blir antatt å representere eit døgnmiddel, sjølv om dei sjølvstekt kan avvike frå det reelle døgnmiddelet i større eller mindre grad.

Reguleringane i vassdraget føre til at flaumforholda endrar seg undervegs. Flaumstorleik i regulerte vassdrag avhenger av korleis vassdraget blir regulert i dagane før flaumen og under flaumen. I Dokkavassdraget gjeld dette reguleringa av Dokkfløyvatn, Kjøljuva og Torpa og Dokka kraftverk.

5.3 Klassifisering av datagrunnlaget

I NVE sin rettleiar for flaumutrekningar (Glad, et al., 2022) er det tilrådd å vurdere det hydrologiske datagrunnlaget som blir brukt i flaumutrekninga på ein skala frå 1 til 5, der 1 er beste klasse. Det hydrologiske grunnlaget vurderast i denne rapporten til klasse 2: «Brukbart hydrologisk datagrunnlag, med observasjonar i eller nært vassdraget». Sjølv om det er lange måleseriar i vassdraget, er dei fleste i noko grad påverka av regulering, anten til tømmerfløyting eller kraftregulering. Flaumdataa ved to av målestasjonane er som regel gode, men under den største flaumen målt i vassdraget er kulminasjonsverdiane usikre ved begge stasjonane.

Referansar

- Engeland, K., Glad, P., Hamududu, B. H., Li, H., Reitan, T., & Steinus, S. M. (2020). *Lokal og regional flomfrekvensanalyse. (NVE Rapport 10/2020)*. Oslo: Noregs Vassdrags- og energidirektorat.
- Glad, P. A., Steinus, 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: Noregs Vassdrags- og Energidirektorat.
- KSS. (2022, april). *klimaservicesenter.no*. Henta frå Klimaprofil Oppland:
https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/oppland#3_hydrologi
- MET. (2023). *METinfo Hendelsesrapport: Ekstremværet "Hans", ekstremt mye nedbør i deler av Sør-Norge 07.-09. august 2023*. Oslo: Meteorologisk Institutt.
- Norconsult. (2021). *Flomberegninger for Dokkfløy og Kjøljuva*. Sandvika: Norconsult.
- Petterson, L.-E. (2007). *Flomberegning for Etna/Dokka. (NVE Rapport 15/2007)*. Oslo: Noregs Vassdrags- og Energidirektorat.

Vedlegg

Vedlegg 1: NEVINA-rapportar for Etna og Dokka

Etna

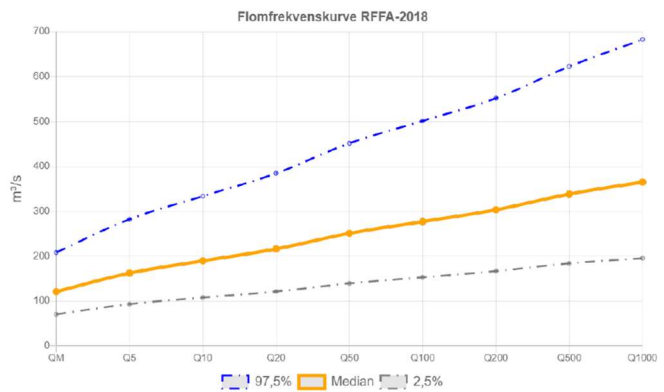
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 012.EE0
 Kommune.: Nordre Land
 Fylke.: Innlandet
 Vassdrag.: Randselva
 Nedbørfeltareal: 928 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).

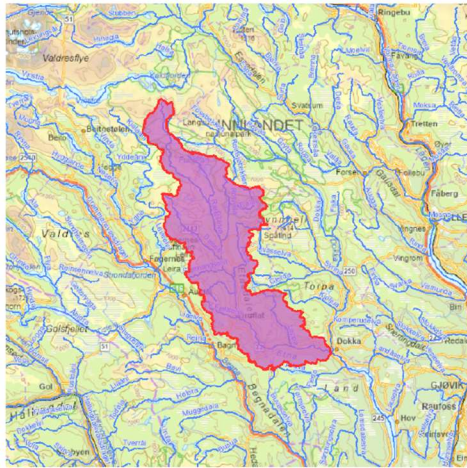
Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018	
Tidsoppløsning	Døgn -
Indeksflom (QM): Medianflom	130 l/s*km ²
Klimapåslag	0 %
Kulminasjonsfaktor	1.09 -
NIFS-2015	
Tidsoppløsning	Kulminasjon -
Indeksflom (QM): Middelflom	- l/s*km ²
Klimapåslag	- %
Annet	
Tilførsflom	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 (Q _T /Q _M)	1	1.34	1.57	1.78	2.07	2.29	2.50	2.79	3.01	-
Flomverdier, m ³ /s	121	162	190	216	251	277	303	338	365	303
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	208	282	334	385	451	501	552	623	683	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	70.4	93.2	108	121	139	153	167	184	195	-
NIFS (kulminasjon)	Ikke beregnet pga. areal større enn 60km ²									
Flomfrekvensfaktor (Q _T /Q _M)										
Flomverdier, m ³ /s										
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s										
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s										

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.



Norges
vassdrags- og
energidirektorat
NVE

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 231401 E
6753843 N

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

Feltparametere

Areal (A)	928 km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0.11 %
Elvleengde uten sjø (E _{TL,net})	1110.9 km
Elvegradient (E _G)	10.1 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	10.3 m/km
Helning	8.3 °
Dreneringstetthet (D _T)	1.4 km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	70.7 km

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	144 m
Høyde ₁₀	498 m
Høyde ₂₅	703 m
Høyde ₅₀	863 m
Høyde ₇₅	970.5 m
Høyde _{MAX}	1681 m

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0 %
Dyrket mark (A _{JORD})	2.3 %
Myr (A _{MYR})	12.6 %
Leire (A _{LEIRE})	0 %
Skog (A _{SKOG})	62.8 %
Sjø (A _{SJO})	4.0 %
Snaufjell (A _{SF})	8.1 %
Urban (A _U)	0.0 %
Uklassifisert areal (A _{REST})	10.2 %

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q _N)	13.5 l/s*km ²
Nedbør juni	75 mm
Nedbør juli	85 mm
Regn og snøsmelting mai	245 mm
Regn og snøsmelting juni	89 mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	86 mm
Regn og snøsmelting november	12 mm
Temperatur februar	-9.3 °C
Temperatur mars	-6.4 °C

Dokka

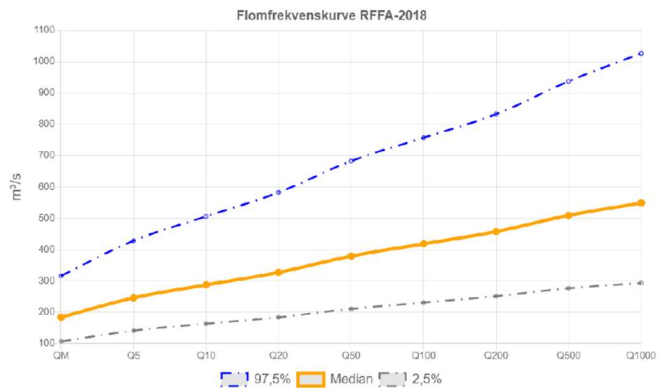
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 012.EDA21
Kommune.: Nordre Land
Fylke.: Innlandet
Vassdrag.: Dokka
Nedbørfeltareal: 1126 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).

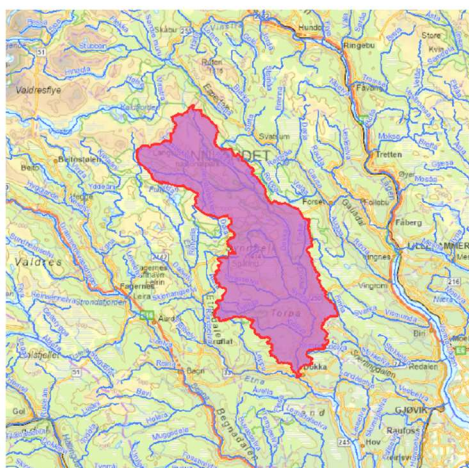
Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018	
Tidsoopløsning	Døgn -
Indeksflom (QM): Medianflom	163 l/s*km ²
Klimapåslag	0 %
Kulminasjonsfaktor	1.1 -
NIFS-2015	
Tidsoopløsning	Kulminasjon -
Indeksflom (QM): Middelflom	- l/s*km ²
Klimapåslag	- %
Annet	
Tilførsflom	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 (Q _T /Q _M)	1	1.34	1.56	1.78	2.06	2.27	2.49	2.77	2.98	-
Flomverdier, m ³ /s	184	246	288	327	379	418	458	510	549	458
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	317	428	506	583	683	757	833	938	1027	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	107	141	163	184	211	231	251	277	294	-
NIFS (kulminasjon)		Ikke beregnet pga. areal større enn 60km ²								
Flomfrekvensfaktor (Q _T /Q _M)										
Flomverdier, m ³ /s										
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s										
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s										

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.



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 231484 E
6754041 N

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

Feltparametere

Areal (A)	1126	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0.16	%
Elvleengde uten sjø (E _{TL,net})	1407.8	km
Elvegradient (E _G)	10.8	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	9.3	m/km
Helning	7.4	°
Dreneringstetthet (D _T)	1.4	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	68.9	km

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	146	m
Høyde ₁₀	583	m
Høyde ₂₅	741	m
Høyde ₅₀	878	m
Høyde ₇₅	1010	m
Høyde _{MAX}	1521	m

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0	%
Dyrket mark (A _{JORD})	1.9	%
Myr (A _{MYR})	15.5	%
Leire (A _{LEIRE})	0	%
Skog (A _{SKOG})	54.9	%
Sjø (A _{SJO})	4.0	%
Snauffjell (A _{SF})	16.1	%
Urban (A _U)	0.0	%
Uklassifisert areal (A _{BEST})	7.6	%

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q _N)	21.1	l/s*km ²
Nedbør juni	78	mm
Nedbør juli	87	mm
Regn og snøsmelting mai	275	mm
Regn og snøsmelting juni	98	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	90	mm
Regn og snøsmelting november	11	mm
Temperatur februar	-9.6	°C
Temperatur mars	-6.8	°C

Etter samløp

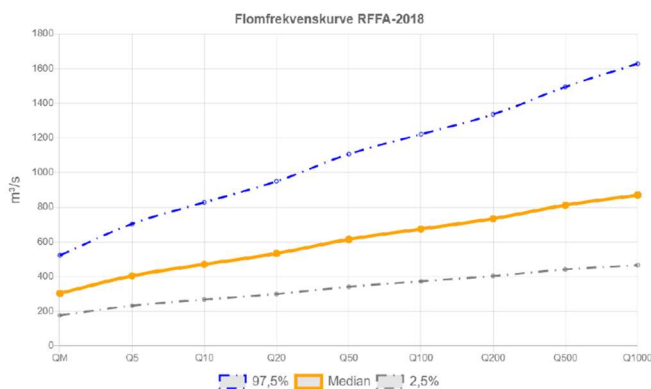
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 012.ED0
Kommune.: Søndre Land
Fylke.: Innlandet
Vassdrag.: Randselva
Nedbørfeltareal: 2084 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).

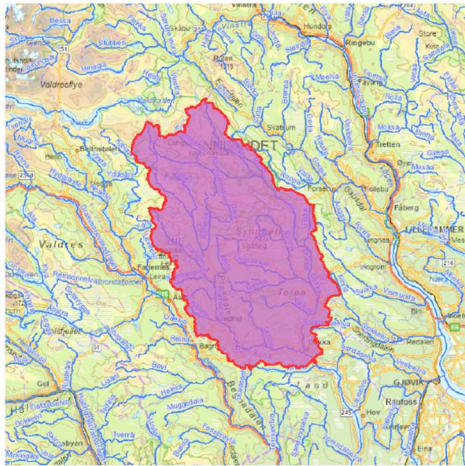
Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018	
Tidsoppløsning	Døgn -
Indeksflom (QM): Medianflom	146 l/s*km ²
Klimapåslag	0 %
Kulminasjonsfaktor	1.08 -
NIFS-2015	
Tidsoppløsning	Kulminasjon -
Indeksflom (QM): Middelflom	- l/s*km ²
Klimapåslag	- %
Annet	
Tilførsflom	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 (Q _T /Q _M)		1	1.33	1.55	1.76	2.02	2.22	2.42	2.67	2.87	-
Flomverdier, m ³ /s		304	405	471	534	615	675	734	812	871	734
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s		523	704	829	950	1106	1221	1336	1495	1628	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s		177	233	267	300	341	373	403	441	466	-
NIFS (kulminasjon)	Ikke beregnet pga. areal større enn 60km ²										
Flomfrekvensfaktor (Q _T /Q _M)											
Flomverdier, m ³ /s											
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s											
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s											

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.



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 234599 E
6751270 N

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

Feltparametere	
Areal (A)	2084 km ²
Effektivt sjø (A _{SE})	0.07 %
Elvleengde uten sjø (E _{TL,net})	2555.4 km
Elvegradient (E _G)	9.8 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	9.8 m/km
Helning	7.8 °
Dreneringstetthet (D _T)	1.4 km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	74.6 km

Arealklasse	
Bre (A _{BRE})	0 %
Dyrket mark (A _{JORD})	2.2 %
Myr (A _{MYR})	14.0 %
Leire (A _{LEIRE})	0 %
Skog (A _{SKOG})	58.7 %
Sjø (A _{SJØ})	4.0 %
Snau fjell (A _{SF})	12.3 %
Urban (A _U)	0.1 %
Uklassifisert areal (A _{REST})	8.7 %

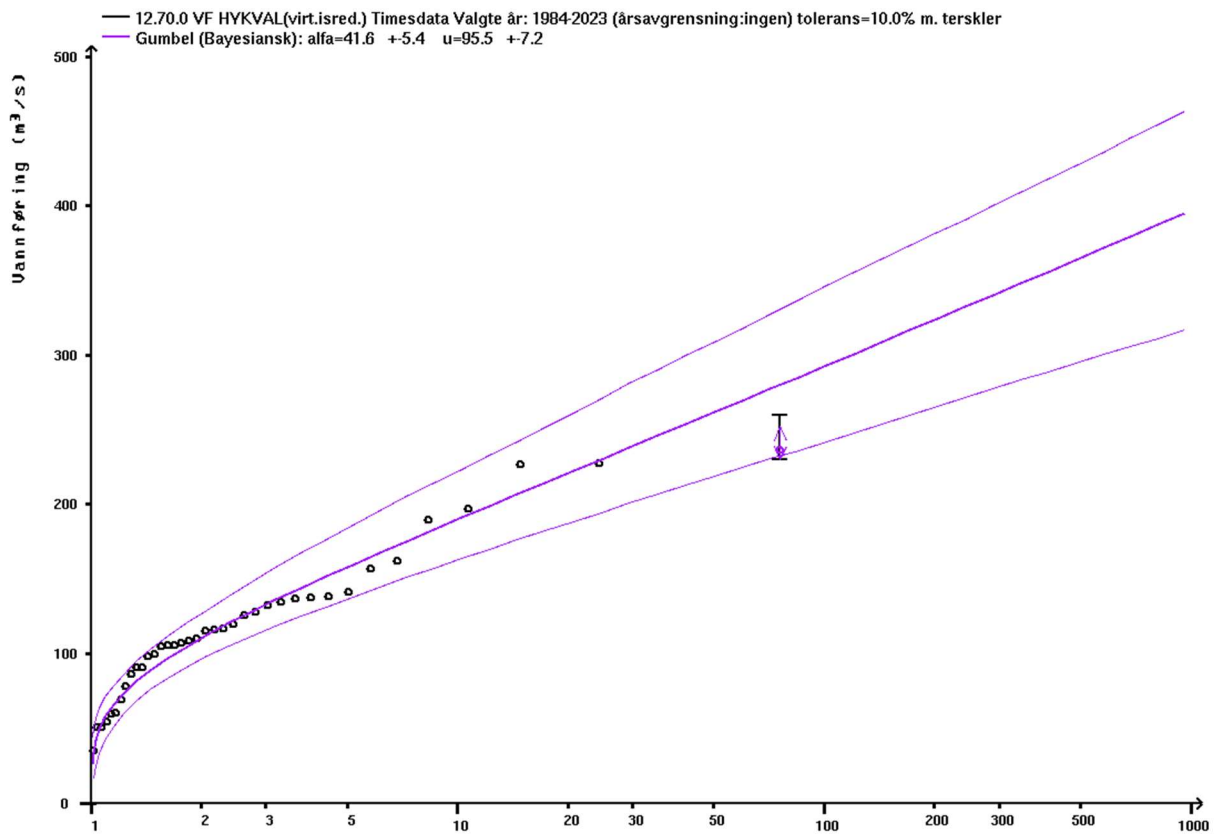
Hypsografisk kurve	
Høyde _{MIN}	135 m
Høyde ₁₀	536 m
Høyde ₂₅	714.5 m
Høyde ₅₀	867 m
Høyde ₇₅	989 m
Høyde _{MAX}	1681 m

Klima- /hydrologiske parametere	
Avrenning 1961-90 (Q _N)	17.6 l/s*km ²
Nedbør juni	77 mm
Nedbør juli	86 mm
Regn og snøsmelting mai	260 mm
Regn og snøsmelting juni	94 mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	88 mm
Regn og snøsmelting november	12 mm
Temperatur februar	-9.5 °C
Temperatur mars	-6.6 °C

Vedlegg 2: Frekvensanalyser med sannsynsintervall

Frekvensanalyse på kulminasjonsdata ved 12.70 Etna

Målestasjonen 12.70 Etna sine kulminasjonsmålingar under «Hans» er mistenkt for å ikkje vere heilt nøyaktige. Det er i etterkant vurdert at det var dårleg samarbeid mellom målekummen og kommunikasjonsrøret ut i elva under hendinga. Difor valte ein å legge inn «Hans» som ein historisk flaum inn i datagrunnlaget til 12.70 Etna. Då kan ein legge på eit sannsynsintervall på flaumen. Den målte kulminasjonen ved målestasjonen er på 237 m³/s. Vi valte å legge inn ein sannsynsintervall mellom 230-260 m³/s for kulminasjonsverdien, som førte til frekvenskurva som vi ser i Figur 9.



Figur 9: Frekvensanalyse gjort for 12.70 Etna med eit sannsynsintervall for "Hans" mellom 230-260 m³/s.

Frekvensanalyse for kulminasjonsflaum ved 12.200 Kolbjørnshus

Ein prøvde å gjere det same ein gjorde ved 12.70 Etna for regulert periode ved 12.200 Kolbjørnshus. Her var den målte verdien under «Hans» på omtrent 900 m³/s, men under flaumen glei mykje av elveløpet i elva ut, slik at det bestemmende profilet i elva er øydelagt. Difor er ein usikker på akkurat kor stor flaumen var her. Vi la inn flaumen som ein historisk flaum, med eit sannsynsintervall på 850-1000 m³/s. Hydra II ville ikkje skrive ut ein graf av resultatata frå denne analysen, men Figur 10 under viser resultatata som estimerte ein flaum på 882 m³/s.

12.200.0 VF HYKVAL(virt.isred.) Timesdata Valgte år: 1990-2023 Innhentede år: 1986-2023

Gjennomsnittelig maksimalverdi (middelflom) for systematiske data: 265,736
Median maksimalverdi (indeksflom for døgndata) for systematiske data: 235,254

Gumbel (Bayesiansk): $f(x)=(1/\text{alfa})\exp(-(x-u)/\text{alfa}-\exp(-(x-u)/\text{alfa}))$ alfa=119 +-17

Ekstremer estimert fra grenseverdier:
hist_2023=881,509 (849,411 - 956,735)

Maksimums-kvantiler:

Gjentaks- intervall (år)	Måle- verdier	Relative måle- verdier	Øvre estimat	Nedre estimat
2	261,73	0,985	217,99	311,90
5	398,18	1,498	332,31	479,61
10	489,91	1,844	401,90	593,74
20	578,98	2,179	467,22	706,73
50	695,66	2,618	553,72	850,25
100	785,33	2,955	616,45	957,82
200	875,71	3,295	678,88	1063,92
500	996,61	3,750	763,56	1206,31
1000	1089,26	4,099	826,99	1314,03

Figur 10: Resultat frå frekvensanalyse ved 12.200 Kolbjørnshus med sannsynsintervall mellom 850-1000 m³/s på flaumverdier frå "Hans".

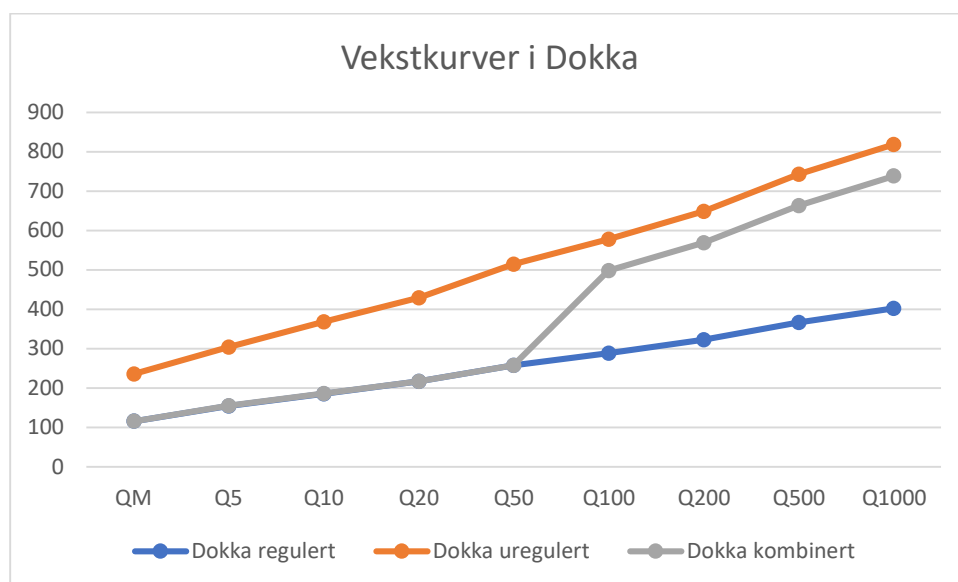
Vedlegg 3: Vekstkurver for Etna, Dokka og ved Kolbjørnshus

Dokka

Tabell 15 viser uregulerte, regulerte og kombinerte døgnmiddelflaumverdiar for Dokka før samløpet med Etna. Figur 11 viser det same visuelt. Frå Q_{50} og oppover er flaumverdiene lik dei uregulerte verdiene i Dokka minus $80 \text{ m}^3/\text{s}$ demping i Dokkfløyvatn.

Tabell 15: Regulerte, uregulerte og kombinerte flaumverdiar for Dokka.

	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}
12.200 Kolbjørnshus m/Hans, regulert periode	-	1,33	1,60	1,87	2,22	2,49	2,78	3,16	3,47
2.28 Aulestad	-	1,29	1,56	1,82	2,18	2,45	2,75	3,15	3,47
Dokka regulert	116	154	186	217	258	289	322	367	403
Dokka uregulert	236	304	368	430	514	578	649	743	819
Dokka kombinert	116	155	186	217	258	498	569	663	739



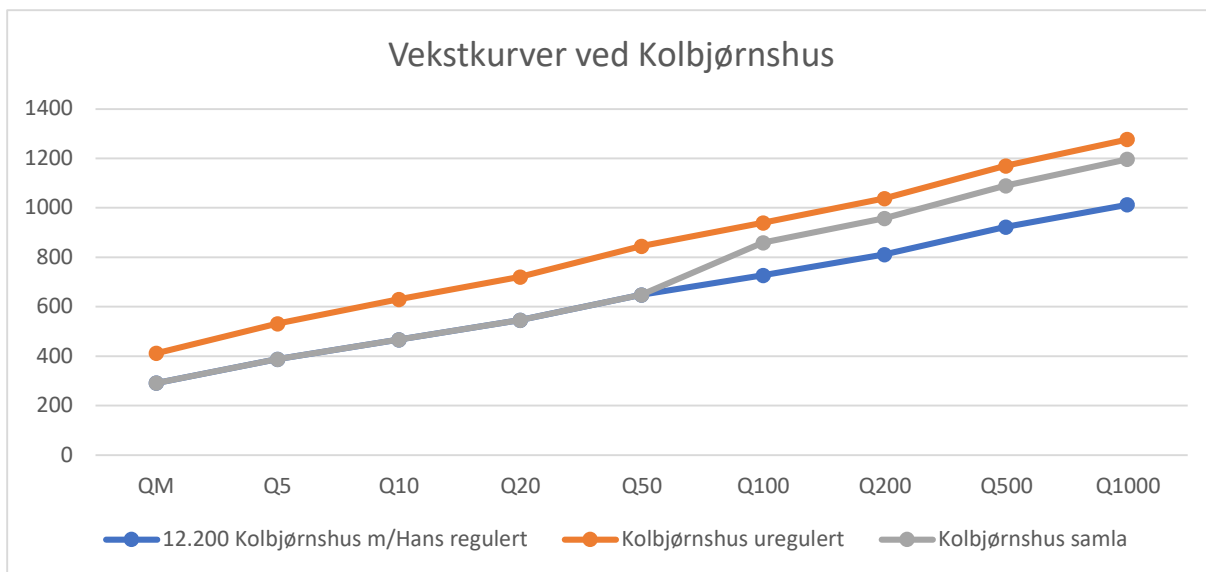
Figur 11: Regulert, uregulert og kombinert vekstkurve for Dokka.

Etter samløpet

Figur 12 og Tabell 16 viser verdiene for døgnmiddelflaum ein kom fram til ved hjelp av frekvensanalyse ved Kolbjørnshus.

Tabell 16: Regulerte, uregulerte og kombinerte flaumverdiar for elvene etter samløpet ved Kolbjørnshus.

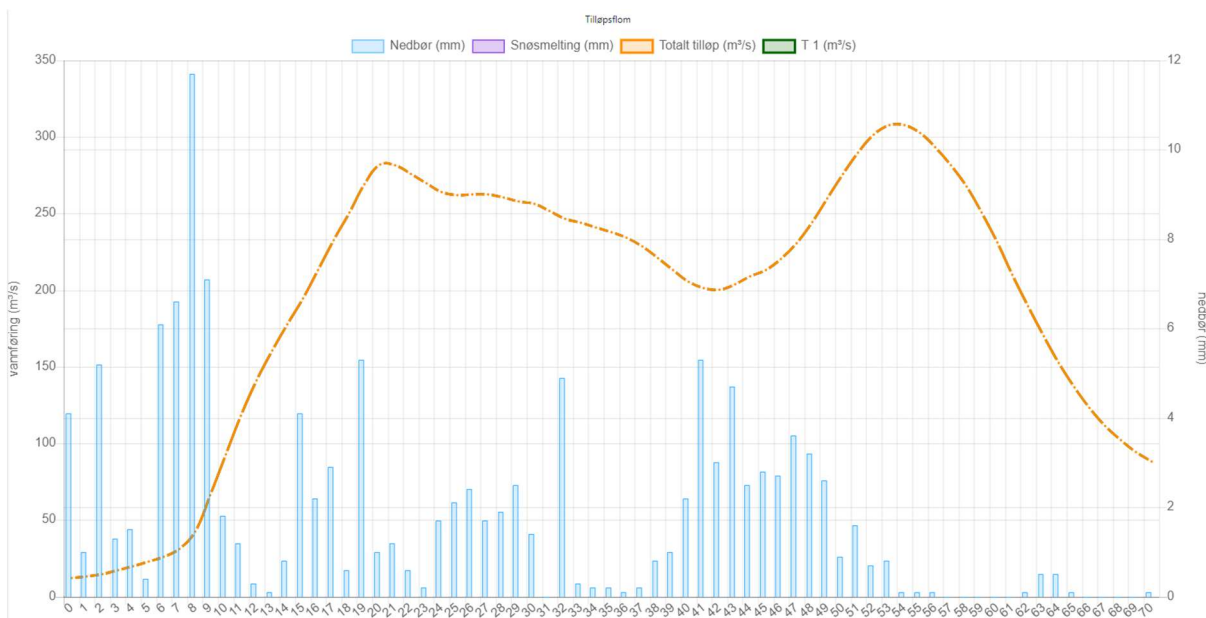
	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}
12.200 Kolbjørnshus m/Hans, regulert periode	-	1,33	1,60	1,87	2,22	2,49	2,78	3,16	3,47
12.70 Etna	-	1,29	1,53	1,75	2,05	2,28	2,52	2,84	3,10
Kolbjørnshus regulert	292	388	467	546	648	727	812	923	1013
Kolbjørnshus uregulert	412	531	630	721	845	939	1038	1170	1277
Kolbjørnshus kombinert	292	391	467	537	634	859	958	1090	1197



Figur 12: Regulert, uregulert og kombinert vekstkurve for elvene etter samløpet ved Kolbjørnshus.

Vedlegg 4: «Hans» i Dokkflyvatn

Det vart utført ei analyse med nedbør-avløpsmodell for å finne tilløp og avløp frå magasinet Dokkflyvatn under «Hans» i august 2023. Ein fann eit representativt nedbørforløp som vart målt under hendinga frå målestasjonen Vest-Torpa II (21680). Nedbørforløpet frå 07.08.2023 kl. 06 til 10.08.2023 kl. 06 vart ført inn i PQRUT. Felteigenskapar vart henta frå NEVINA, og konsentrasjonstida i feltet vart sett til 12 timar. Startvassføring vart sett til normalavrenninga i perioden, 12 m³/s. Under i Figur 13 og ser ein tilløpet som resulterte frå nedbørserien:



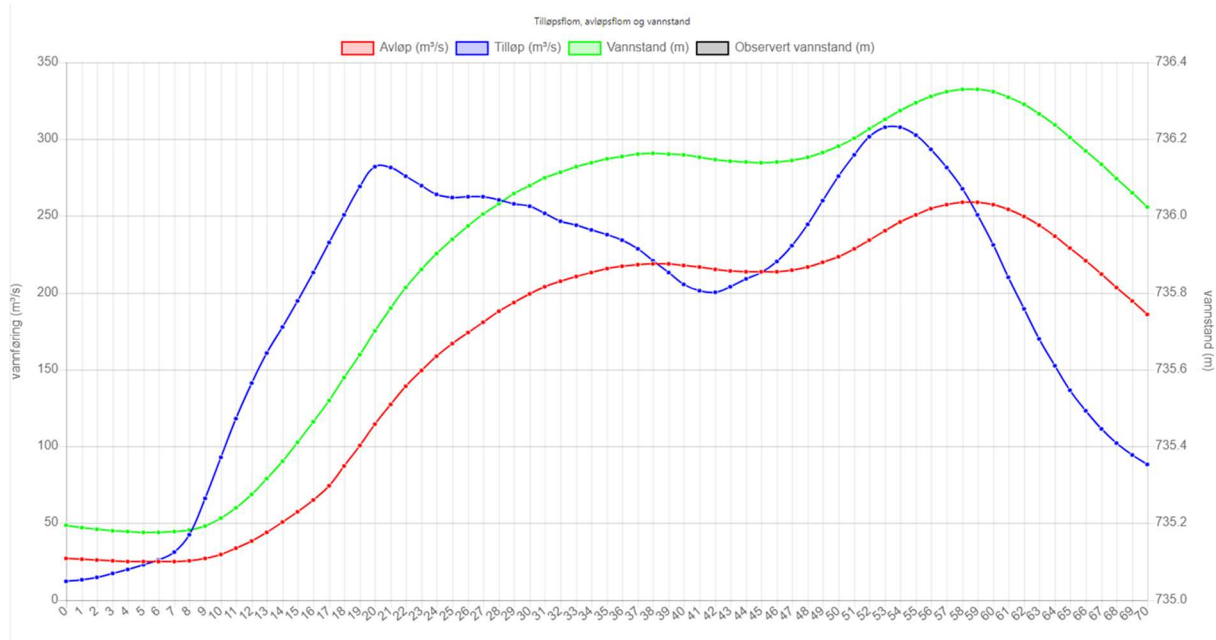
Figur 13: Nedbørforløp og tilsig til Dokkflyvatn under «Hans».

Tabell 17: Tilsig og nedbørførløp til Dokkfløyvatn under «Hans». Gul rute viser kulminasjon i tilsiget.

#	Tilsig (m ³ /s)	Nedbør (mm)	#	Tilsig (m ³ /s)	Nedbør (mm)
0	12	4.1	36	234.34	0.1
1	13.03	1	37	228.63	0.2
2	14.75	5.2	38	221.16	0.8
3	17.17	1.3	39	213	1
4	19.84	1.5	40	205.55	2.2
5	22.66	0.4	41	201.16	5.3
6	26.16	6.1	42	200.36	3
7	31.04	6.6	43	204.04	4.7
8	42.67	11.7	44	208.85	2.5
9	66.11	7.1	45	213.11	2.8
10	92.85	1.8	46	220.33	2.7
11	118.26	1.2	47	230.76	3.6
12	141.45	0.3	48	244.41	3.2
13	160.87	0.1	49	260.2	2.6
14	177.57	0.8	50	275.77	0.9
15	194.63	4.1	51	289.88	1.6
16	213.33	2.2	52	301.61	0.7
17	232.71	2.9	53	307.7	0.8
18	251	0.6	54	307.87	0.1
19	269.23	5.3	55	302.8	0.1
20	282.16	1	56	293.48	0.1
21	281.64	1.2	57	281.7	0
22	276.12	0.6	58	267.55	0
23	269.71	0.2	59	250.78	0
24	264.37	1.7	60	231.35	0
25	262.09	2.1	61	210.3	0
26	262.62	2.4	62	189.51	0.1
27	262.49	1.7	63	170.15	0.5
28	260.45	1.9	64	152.44	0.5
29	258.13	2.5	65	136.67	0.1
30	256.37	1.4	66	122.98	0
31	251.64	0	67	111.55	0
32	246.48	4.9	68	102.09	0
33	244.05	0.3	69	94.41	0
34	241	0.2	70	88.36	0.1
35	238.05	0.2	71	74.94	0

Ein ser at i dette tilfellet har ein først ei tung nedbørhending den 7. august med tilhøyrande tilløpstopp natta mellom 7. og 8. august. Så fortsett nedbøren jamt dei neste to døgn, og ein får ein god del påfyll med nedbør natta mellom 8. og 9. august. Dette fører til at tilløpet, som har vore minkande, begynner å stige igjen og ein får ein tilløpstop midt på dagen den 9. august. Basert på

overløpskurve for Dokkfløyvatn henta frå Norconsult (2021) og volumkurve frå Hysopp, er tilløpsflaumen ruta gjennom Dokkfløyvatn for å få eit estimat på avløpsflaumen ut av magasinet. Sidan Dokkfløyvatn allereie låg på HRV ved inngangen av «Hans», set vi startvasstand for rutinga på 735,2 moh. (HRV). **Feil! Fant ikke referanseilden.** under viser resultatet av rutinga, med detaljar i Tabell 18.



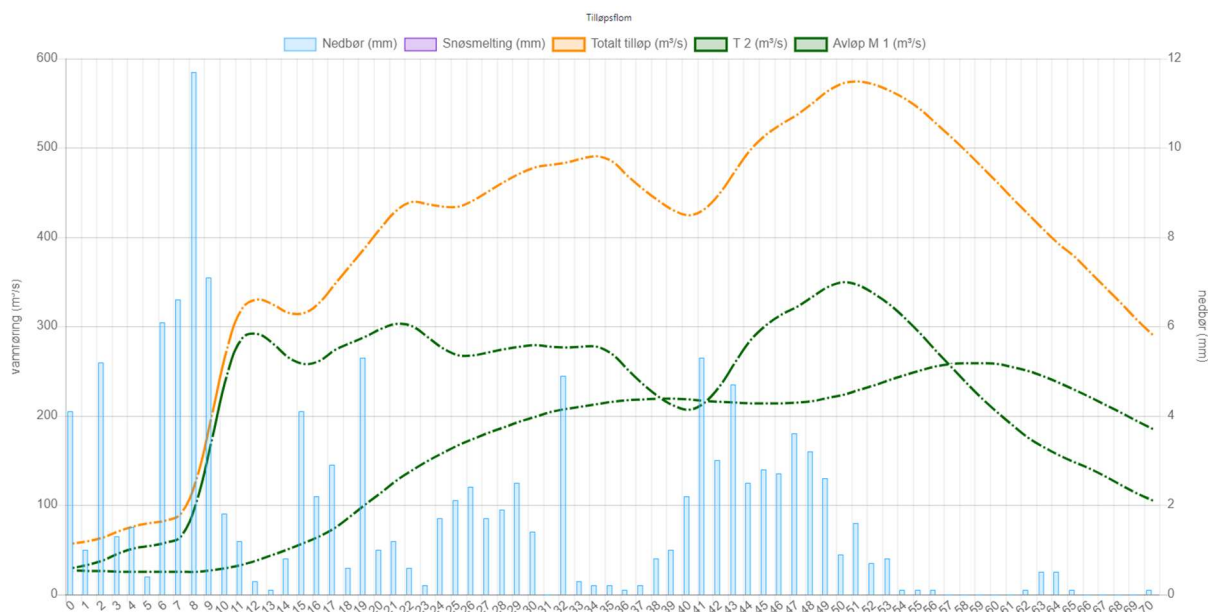
Figur 14: Tilsig inn i (blå), vasstand (grøn) og avløp (raud) ut av Dokkfløyvatn under «Hans».

Tabell 18: Tilsig inn i Dokkfløyvatn, vasstand og avløp ut av Dokkfløyvatn, simulert for "Hans". Gul rute viser kulminasjon i avløpet.

#	Tilløp (m³/s)	Vannstand (m)	Avløp (m³/s)	#	Tilløp (m³/s)	Vannstand (m)	Avløp (m³/s)
0	12	735.19	27.19	36	234.34	736.16	215.6
1	13.03	735.19	26.44	37	228.63	736.16	217.33
2	14.75	735.18	25.8	38	221.16	736.16	218.52
3	17.17	735.18	25.3	39	213	736.16	219.05
4	19.84	735.18	24.96	40	205.55	736.16	218.89
5	22.66	735.18	24.77	41	201.16	736.15	218.08
6	26.16	735.18	24.75	42	200.36	736.15	216.84
7	31.04	735.18	24.95	43	204.04	736.14	215.49
8	42.67	735.18	25.55	44	208.85	736.14	214.37
9	66.11	735.19	27.02	45	213.11	736.14	213.71
10	92.85	735.21	29.68	46	220.33	736.14	213.48
11	118.26	735.24	33.54	47	230.76	736.14	213.75
12	141.45	735.27	38.43	48	244.41	736.15	214.74
13	160.87	735.32	44.15	49	260.2	736.17	216.66
14	177.57	735.36	50.5	50	275.77	736.18	219.66
15	194.63	735.41	57.39	51	289.88	736.2	223.72
16	213.33	735.46	64.83	52	301.61	736.23	228.68
17	232.71	735.52	74.38	53	307.7	736.25	234.32

18	251	735.58	87.37	54	307.87	736.27	240.23
19	269.23	735.64	100.77	55	302.8	736.3	245.9
20	282.16	735.7	114.33	56	293.48	736.31	250.89
21	281.64	735.76	127.33	57	281.7	736.32	254.86
22	276.12	735.81	139.08	58	267.55	736.33	257.61
23	269.71	735.86	149.46	59	250.78	736.33	259.04
24	264.37	735.9	158.58	60	231.35	736.32	259.05
25	262.09	735.94	166.7	61	210.3	736.31	257.54
26	262.62	735.97	174.12	62	189.51	736.29	254.46
27	262.49	736	181.06	63	170.15	736.27	249.87
28	260.45	736.03	187.81	64	152.44	736.24	243.99
29	258.13	736.06	193.82	65	136.67	736.21	237.04
30	256.37	736.08	199.15	66	122.98	736.17	229.27
31	251.64	736.1	203.76	67	111.55	736.13	220.92
32	246.48	736.11	207.56	68	102.09	736.1	212.21
33	244.05	736.13	210.73	69	94.41	736.06	203.35
34	241	736.14	213.4	70	88.36	736.02	194.52
35	238.05	736.15	211.48	71	74.94	735.75	185.86

Reknar ein med at same nedbørforløp gjeld for lokalfeltet mellom Dokkfløyvatn og Kjøljuva dam, kan ein konstruere eit tilsig frå lokalfeltet også. Dette resulterer i tilløpsflaumen til Kjøljuva dam ein ser i Tabell 19 og **Feil! Fant ikke referanseilden.** under.



Figur 15: Samla avløp i Dokka (gul) basert på avløp ut av Dokkfløyvatn (blå) og tilsiget frå restfeltet til Kjøljuva (grøn) under "Hans".

Tabell 19: Tilsig frå restfelt Kjøljuva, avløp ut av Dokkfløyvatn og samla tilløp ved Kjøljuva dam under «Hans». Gul rute viser kulminasjon i avløpet frå Dokkfløyvatn. Blå rute viser kulminasjon i tilløpet.

#	Restfelt Kjøljuva (m ³ /s)	Avløp Dokkfløyvatn (m ³ /s)	Totalt tilløp (m ³ /s)	Nedbør (mm)	#	Restfelt Kjøljuva (m ³ /s)	Avløp Dokkfløyvatn (m ³ /s)	Totalt tilløp (m ³ /s)	Nedbør (mm)
0	30	27.19	57.19	4.1	36	266.57	215.6	468.75	0.1
1	31.44	26.44	59.65	1	37	257.79	217.33	453.65	0.2
2	33.84	25.8	64.36	5.2	38	245.9	218.52	440.17	0.8
3	37.23	25.3	71.41	1.3	39	231.62	219.05	429.78	1
4	40.98	24.96	76.21	1.5	40	220.99	218.89	424.84	2.2
5	44.94	24.77	79.48	0.4	41	217.96	218.08	431.77	5.3
6	49.87	24.75	82.85	6.1	42	222.82	216.84	450.01	3
7	57.92	24.95	90.08	6.6	43	234.41	215.49	475.39	4.7
8	81.89	25.55	129.86	11.7	44	251.09	214.37	498.79	2.5
9	120.96	27.02	199.72	7.1	45	269.87	213.71	515.34	2.8
10	164.83	29.68	276.72	1.8	46	289.46	213.48	527.13	2.7
11	207.5	33.54	320.79	1.2	47	306.45	213.75	537.14	3.6
12	246.81	38.43	330.28	0.3	48	320.73	214.74	550.2	3.2
13	278.24	44.15	324.18	0.1	49	332.13	216.66	564.1	2.6
14	290.25	50.5	315.6	0.8	50	339.12	219.66	573.09	0.9
15	287.71	57.39	315.02	4.1	51	342.9	223.72	574.67	1.6
16	282.77	64.83	326.62	2.2	52	343.33	228.68	570.69	0.7
17	280.23	74.38	347.92	2.9	53	339.12	234.32	563.96	0.8
18	279.82	87.37	369.17	0.6	54	329.55	240.23	554.95	0.1
19	284.79	100.77	389.45	5.3	55	315.33	245.9	542.43	0.1
20	294.64	114.33	411.63	1	56	299	250.89	527.75	0.1
21	301.11	127.33	430.18	1.2	57	281.6	254.86	511.72	0
22	302.7	139.08	439.38	0.6	58	263.29	257.61	495.36	0
23	299.97	149.46	437.07	0.2	59	244.91	259.04	478.49	0
24	295.89	158.58	433.85	1.7	60	227.05	259.05	461.14	0
25	290.04	166.7	434.24	2.1	61	210.33	257.54	443.36	0
26	282.87	174.12	441.4	2.4	62	194.77	254.46	425.31	0.1
27	278.06	181.06	452.19	1.7	63	180.85	249.87	408.05	0.5
28	275.34	187.81	462.13	1.9	64	168.92	243.99	392.36	0.5
29	276.31	193.82	470.9	2.5	65	158.45	237.04	377.4	0.1
30	279.13	199.15	478.41	1.4	66	148.86	229.27	361.46	0
31	279.4	203.76	480.93	0	67	139.98	220.92	343.88	0
32	280.03	207.56	483.7	4.9	68	131.68	212.21	325.7	0
33	281.65	210.73	488.32	0.3	69	123.43	203.35	308.03	0
34	280.16	213.4	490.66	0.2	70	114.94	194.52	291.36	0.1
35	274.91	211.48	484.19	0.2	71	106.62	185.86	0	0

Det totale tilløpet til Kjøljuva kulminerer før avløpet frå Dokkfløyvatn kulminerer. På dette tidspunktet var også Torpa kraftverk i full drift, med kapasitet på 39 m³/s. Ein ser at resultatet av denne rutinga gir oss ein tilløpsflaum inn i Kjøljuva som kulminerer på nesten 600 m³/s. Tenker ein

også at ein får 39 m³/s ekstra frå Torpa kraftverk, vil ein få tilløp til dammen på nesten 640 m³/s på det aller meste, som var estimeringa som Hafslund Eco gjorde av kulminasjonen over Kjøljuva dam.

Vedlegg 5: Vurderingar av samtidighet ved samløpet

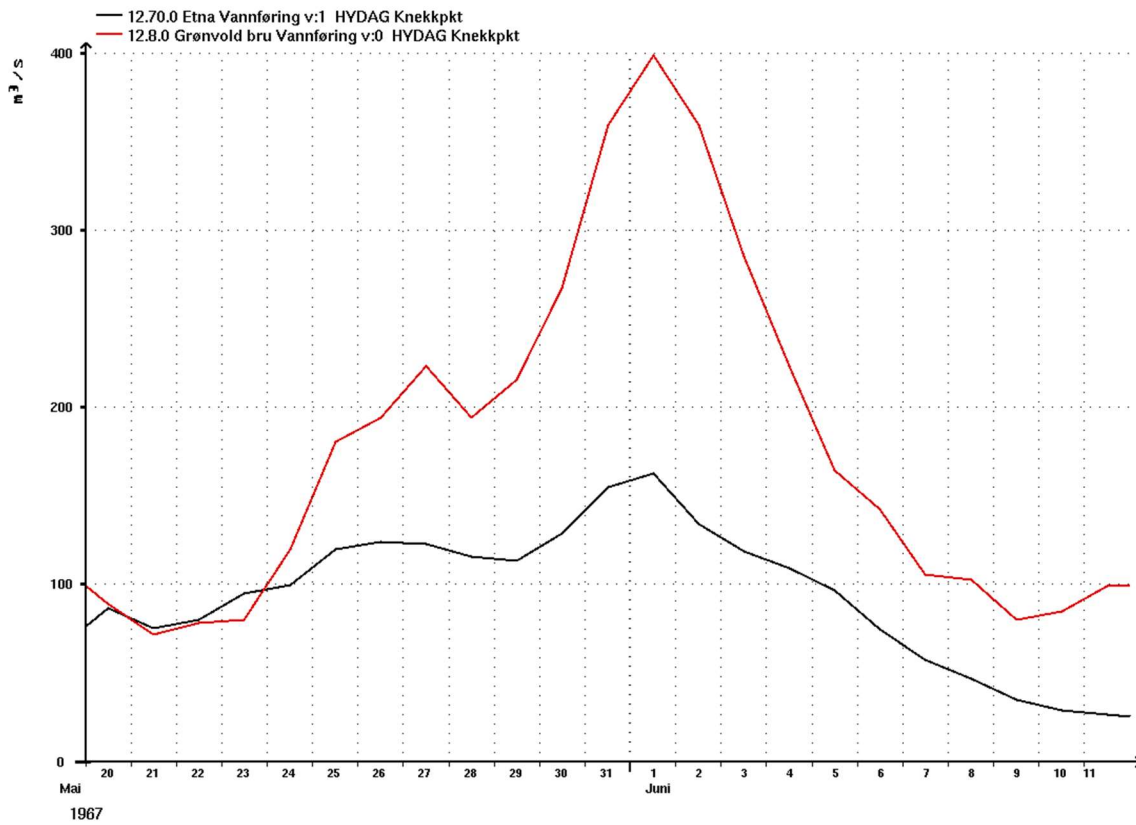
For å vurdere om Etna og Dokka vil kulminere samtidig ved samløpet eller ikkje ser ein på historiske døgnmiddelkulminasjonar ved målestasjonen 12.70 Etna og 12.8 Grønvold bru. 10 store samtidige flaumar i kvart av vassdraga og dato for desse er vist i Tabell 20 under, sortert etter dato. Blå utheving viser flaumar der kulminasjonen ikkje skjer på same dag. Ein ser i tabellen og i figur 16-19 at mange av flaumane kulminerer same dag ved 12.70 Etna og ved 12.8 Grønvold bru. Ved flaumane der kulminasjonen ikkje skjer samtidig, er det som regel ein eller to dagar skilnad, sett vekk frå i 1983, der det var ei veke mellom kulminasjonen i Etna og Dokka.

Sidan tabellen viser at elvene kulminerer samtidig ved kring halvparten av flaumane i vassdraget, tenker vi at det er greitt å seie at elvene kulminerer samtidig i rapporten. Dette er ei konservativ tilnærming, men det er vanskeleg å vurdere samtidigheita i eit vassdrag. I eit slikt vassdrag, med to omtrent like store elver som renn saman, er det enklast å sette total samtidighet, men det fører kanskje til større flaumverdiar enn nødvendig.

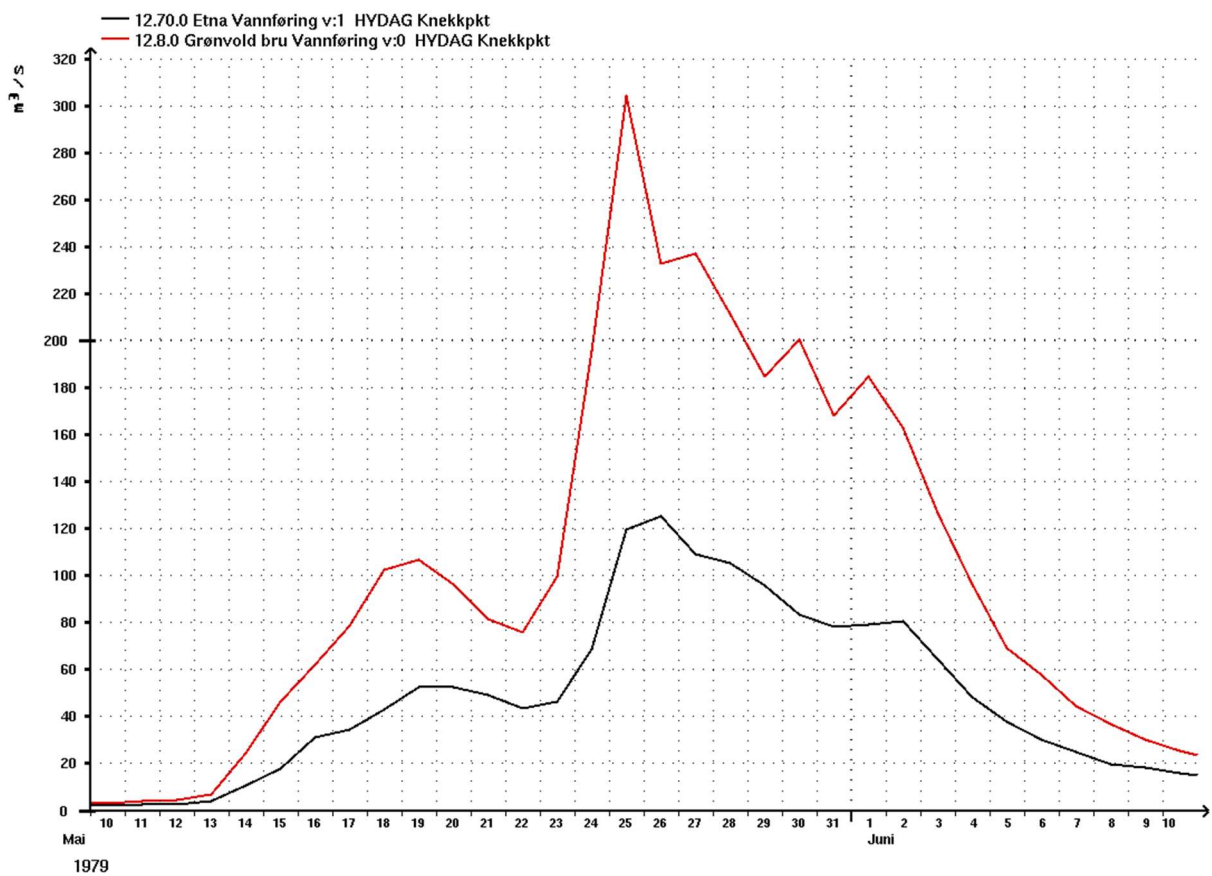
Tabell 20: Døgnmiddel- og kulminasjonsflaumar ved 12.70 Etna og 12.8 Grønvold bru.

12.70 Etna		12.8 Grønvold bru	
Dato	Døgnmiddelflaum	Dato	Døgnmiddelflaum
19.05.1966	168	19.05.1966	332
01.06.1967	162	01.06.1967	398
25.05.1978	148	27.05.1978	286
26.05.1979	125	25.05.1979	304
31.05.1980	146	31.05.1980	251
12.05.1983	133	19.05.1983	200
03.06.1984	232	03.06.1984	107
09.05.1986	135	11.05.1986	192
16.10.1987	102	16.10.1987	259
Dato	Kulminasjonsflaum	Dato	Kulminasjonsflaum
22.05.2013 22:00	227	22.05.2013 19:00	364
18.05.2017 18:00	190	18.05.2017 16:00	263

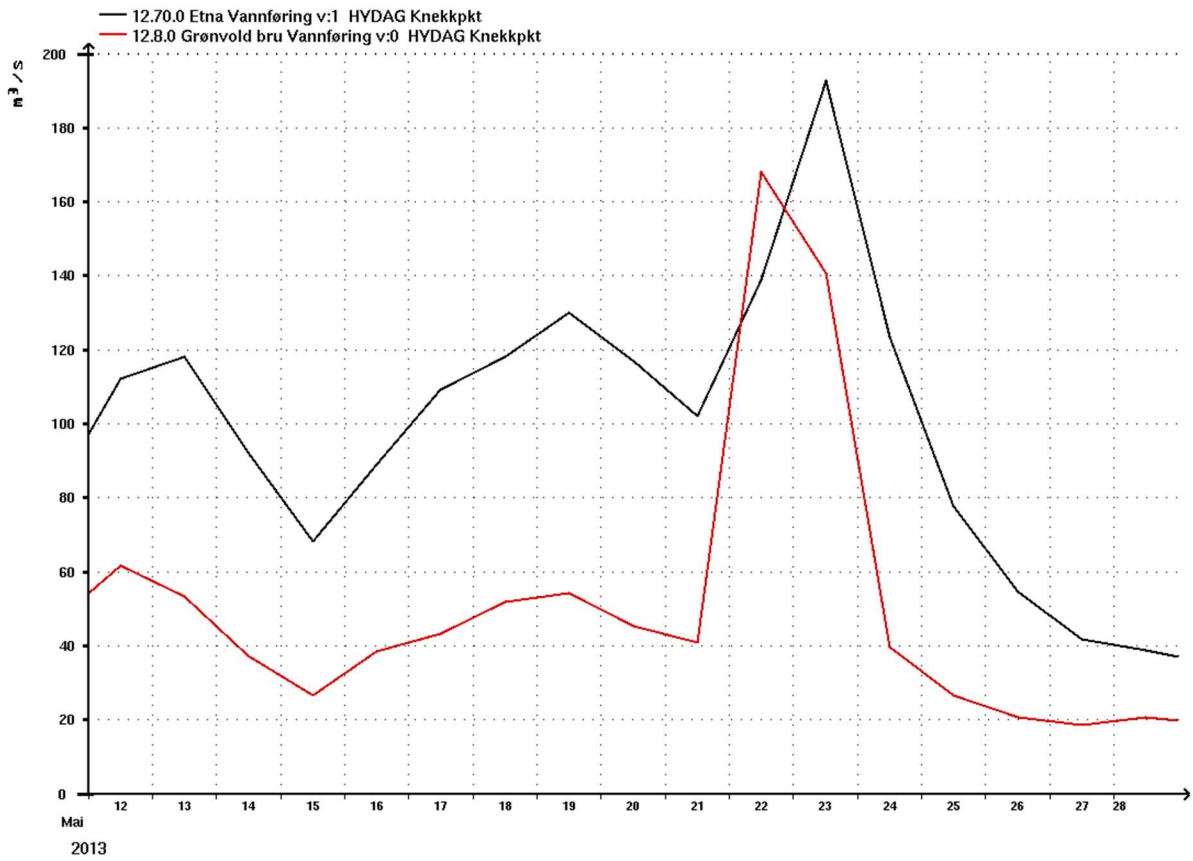
Under er nokre eksempelgrafar som viser vassføring ved 12.70 Etna (svart) og 12.8 Grønvold bru (raud) under ulike flaumhendingar.



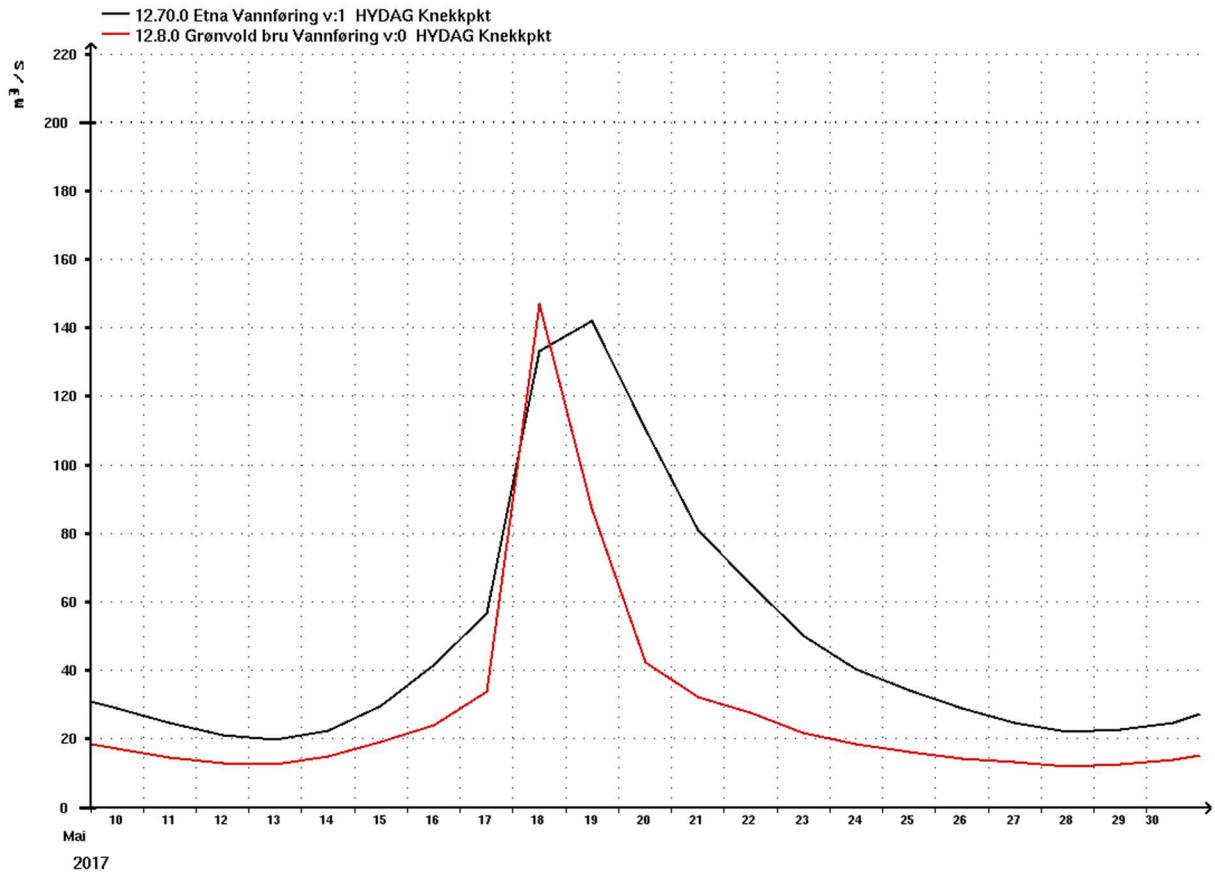
Figur 16: Døgnmiddelflaum ved 12.70 Etna (svart) og 12.8 Grønfold bru (raud) i 1967.



Figur 17: Døgnmiddelflaum ved 12.70 Etna (svart) og 12.8 Grønfold bru (raud) i 1979.



Figur 18: Døgnmiddelflaum ved 12.70 Etna (svart) og 12.8 Grønvold bru (raud) i 2013.



Figur 19: Døgnmiddelflaum ved 12.70 Etna (svart) og 12.8 Grønvold bru (raud) i 2017.



NVE

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo
Telefon: (+47) 22 95 95 95