

Flomberegning for Vossovassdraget
(062.Z)

RAPPORT NR. 42 / 2026

SKREVET AV Erik Holmqvist

FLOMBEREGNING FOR VOSSOVASSDRAGET (062.Z)

RAPPORT NR. 42 / 2026

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat
Forfattere: Erik Holmqvist

Forsidefoto: Flom Vangsvatnet, Voss desember 2015. Foto: Jomar Bergheim, NVE.

ISBN: 978-82-410-2596-9
ISSN: 2704-0305
Saksnummer: 202620193

Sammendrag:
Denne rapporten er en oppdatering av tidligere flomberegning for flomsonekart i Vossovassdraget dokumentert i NVE-rapport 56 -2015 og et internt notat fra 2019 om flom i Evangervatnet. Flommer med gjentaksintervall opptil 1000 år er beregnet. Det har vært mange store flommer i vassdraget de siste årene. Beregnet 200-årsflom for Vangsvatnet (Bulken) har økt fra 780 m^3/s i 2015 til 890 m^3/s i 2026, eller en økning på 14 %.

Det er også beregnet flomverdier med klimapåslag. Høsten 2025 kom det oppdaterte anbefalinger om klimapåslag. For Vosso er det i 2026 lagt til grunn 20 % økning av flomverdier fram mot år 2100. Ved flomberegningen i 2015 ble 40 % økning benyttet. At den prosentvise økningen nå er mindre enn tidligere skyldes blant annet at man har endret referanseperioden fra 1971-2000 til 1991-2020, og at en tar hensyn til at 20 år med klimaendringer allerede har skjedd.

Emneord: Flomberegning, Vosso, Vangsvatnet, Evangervatnet

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0310 Oslo

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

November 2026

Innhold

Sammendrag **5**

1 Innledning **8**

1.1 Beskrivelse av oppgaven 8
1.2 Beskrivelse av vassdraget 9
1.3 Reguleringer i vassdraget 11
1.3.1 Virkning av reguleringene på flom i nedre del av Vosso 12

2 Datagrunnlag **14**

2.1 Vannføringsstasjoner 14
2.2 Observerte flommer i vassdraget 17
2.2.1 Endringer i nedbør-, temperatur- og snøforhold 21
2.2.2 Mange store flommer i Vosso 2014 - 2024 25

3 Resultat **30**

3.1 Døgnmiddelflom 30
3.1.1 Døgnmiddelflom fra observasjoner 30
3.1.2 Lokal flomfrekvensanalyse 32
3.1.3 Regional flomfrekvensanalyse 34
3.1.4 Valg av døgnmiddelflom 35
3.1.5 Valg av vekstkurve 36
3.1.6 Døgnmiddelflom for beregningspunktene 37
3.2 Kulminasjonsvannføring 37
3.2.1 Forholdstall mellom døgn- og kulminasjonsverdier 37
3.2.2 Kulminasjonsvannføringer via døgndata 40
3.2.3 Middelflom fra data med fin tidsoppløsning 41
3.2.4 Lokal flomfrekvensanalyse, data med fin tidsoppløsning 44
3.3 Sammenstilling av resultat fra ulike metoder 46
3.4 Foreløpig valg av flomverdier 47

4 Vurdering av flomverdier **49**

4.1 Sammenligning med erfaringstall, endring av flomverdier 49
4.1.1 Flomberegninger for damsikkerhet 50
4.1.2 Sammenligning mot observerte flommer i vassdraget 51
4.2 Usikkerhet 52
4.3 Klassifisering av datagrunnlaget 53

5 Endelige valg av flomverdier **54**

6 Flomforløp **57**

6.1 Flomforløp Evangervatnet 57
6.2 Flomforløp Vangsvatnet og områdene oppstrøms 60

7 Klimapåslag **62**

8 Referanser **66**

Forord

Flomsonekartlegging er et viktig hjelpemiddel i arealdisponering langs vassdrag og for beredskapsplanlegging. NVE arbeider med å lage flomsonekart for flomutsatte elvestrekninger i Norge. Som et ledd i utarbeiding av slike kart må man regne ut flomvannføringer.

Denne rapporten er en oppdatering av flomberegningene som ble utført i forbindelse med flomsonekartlegging av flomutsatte elvestrekninger i Vossovassdraget i Voss kommune, Vestland fylke, dokumentert i NVE 56-2015 og internt NVE-notat fra 2019 (201503954-3).

Utvalgte flommer med gjentaksintervall opptil 1000 år er beregnet. I tillegg er flomverdiene justert i forhold til forventede klimaendringer.

Erik Holmqvist har utført beregningene, og Emmanuel Jjunju har kvalitetskontrollert arbeidet.

Oslo, november 2026

Seija Stenius
seksjonssjef
seksjon for hydrologiske analyser

Erik Holmqvist
hydrolog
seksjon for hydrologiske analyser

Dokumentet sendes uten underskrift. Det er godkjent i henhold til interne rutiner.

Sammendrag

Det er utført flomberegninger for Vossovassdraget, fra de nedre delene av Raundalselvi og Strandaelvi til utløp i fjorden ved Bolstadøyri. Det er beregnet flomvannføringer fra middelflom til 1000-årsflom både med og uten klimapåslag. Denne beregningen er en oppdatering av tidligere flomberegninger for flomsonekart i Vossovassdraget dokumentert i NVE-rapport 56-2015 «Flomberegning for Vosso» og et internt notat datert 21.05.2019 om «Flomvannstand og flomvannføring i Evangervatn».

I Vossovassdraget har de vært en rekke store flommer de siste årene. De har alle forekommet på høsten eller tidlig på vinteren, enten som rene regnflommer eller som en kombinasjon av regn og noe snøsmelting.

Ovenfor Vangsvatnet er det noen mindre kraftverk som for eksempel Palmafossen og Rognfossen kraftverk i nedre del av henholdsvis Raundalselvi og Strandaelvi. Disse har ingen betydning for flomforholdene i vassdraget. I nedbørfeltet mellom Vangsvatnet og utløpet i fjorden er det tre magasin Torfinnsvatn, Piksvatn og Volavatn, som har noe flomdempende effekt i nedre del av vassdraget. Det er antatt at flomdempningseffekten fra disse tre magasinene er neglisjerbar for flommer større enn 100-årsflom uten klimapåslag, og for flommer større enn 20-årsflom med klimapåslag.

I Vossovassdraget er det flere lange dataserier, den lengste 62.5 Bulken, som ligger i Vangsvatnet, har kontinuerlige data siden 1892. Det er imidlertid mistanke om homogenitetsbrudd i denne tidsserien på slutten av 1970-tallet. Etter dette er det likevel nesten 50 år med observasjoner. Videre har stasjonene 62.10 Myrkdalsvatn i øvre del av Strandaelvi og 62.15 Kinne i Raundalselvi drøyt 50 og 40 år lange observasjonsserier. I tillegg er det de senere årene opprettet nye stasjoner i nedre del av Strandaelvi og i Evangervatnet, noe som gjør at flomanalysene bygger på et enda bedre grunnlag enn tidligere. Perioden med data med fin tidsoppløsning er også vesentlig lengere nå enn tidligere. For eksempel har en nå 30 år med findata fra Bulken mot 20 år i 2015.

Det kom nye oppdaterte anbefalinger om klimapåslag høsten 2025. Disse er lagt til grunn i denne rapporten. For Vosso er det lagt til grunn 20 % økning av flomverdier fram mot år 2100. Ved flomberegningen i 2015 ble 40 % økning benyttet. At den prosentvise økningen nå er mindre enn tidligere skyldes blant annet at man har endret referanseperioden fra 1971-2000 til 1991-2020, og at en tar hensyn til at 20 år med klimaendringer allerede har skjedd.

For utløpet av Vangsvatnet (Bulken) og Raundalselvi er det hydrologiske datagrunnlaget vurdert til klasse 1 (godt hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i vassdraget). For de øvrige beregningspunktene beregningene er datagrunnlaget vurdert til klasse 2 (brukbart hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i eller nært vassdraget).

Resulterende kulminasjonsvannstander i Vangsvatnet og Evangervatnet er gitt i tabell neste side. Vannstandene er oppgitt i NN2000 og er beregnet ut fra gjeldende vannføringskurver for de to

innsjøene. I NVE-rapport 56-2015 ble vannstander for Vangsvatnet oppgitt i NN1954 (NN2000 = NN1954 – 6 cm).

For Raundalselvi og Strandaelvi gir nye beregninger med klimapåslag flomverdier som er omkring 10 – 20 % mindre enn i 2015, mens for Vosso ved Vossevangen er reduksjonen noe mindre (ca. 5 – 15 %). For Vangsvatnet (Bulken) gir oppdaterte beregninger med klimapåslag små endringer (< +/- 0-3 %) for flommer opp til 200-årsflom. For sjeldnere flommer gir beregningene 5- 7 % lavere verdier enn tidligere. Også for Evangervatnet gir oppdaterte beregninger med klimapåslag noe lavere flomvannføringer enn i 2015. Fo eksempel er 200-årsflom med klimapåslag redusert med ca. 10 %.

Dette betyr for eksempel at inklusive klimapåslag er beregnet 200-års flomvannstand redusert med ca. 0,3 m i Vangsvatnet (sammenlignet med beregningene fra 2015) og ca. 0,6 m i Evangervatnet (sammenlignet med beregningene fra 2019).

Valgte kulminasjonsvannføringer i Vossovassdraget avrundet til nærmeste 10 m³/s. I nedre del av Vosso, fra utløp i Evangervatnet til utløp i fjorden, er antatt flomreduksjon i m³/s på grunn av reguleringer i vassdraget angitt i parentes. (Kopi av tabell 5.1.1).

Beregningspunkt	Q_M m³/s	Q_5 m³/s	Q_{10} m³/s	Q_{20} m³/s	Q_{50} m³/s	Q_{100} m³/s	Q_{200} m³/s	Q_{500} m³/s	Q_{1000} m³/s
Strandaelvi ved utløp Lønavatn	210	260	290	320	360	400	430	480	520
Strandaelvi ved samløp Raundalselvi	230	270	310	340	390	420	460	510	550
Kinne	390	460	530	590	680	750	820	920	1000
Raundalselvi ved samløp Strandaelvi	400	470	540	610	700	770	850	950	1030
Vosso ved Vossevangen	620	740	840	940	1070	1180	1290	1430	1550
Bulken, utløp av Vangsvatnet	470	560	620	680	770	830	890	980	1040
Vosso ved utløp i Evangervatn	550 (25)	650 (30)	730 (34)	800 (38)	900 (42)	970 (46)	1090 (0)	1200 (0)	1280 (0)
Evangervatn	640 (33)	750 (40)	840 (46)	930 (46)	1050 (46)	1140 (46)	1270 (0)	1390 (0)	1490 (0)
Vosso ved utløp i fjorden	650 (33)	770 (40)	850 (46)	950 (46)	1070 (46)	1160 (46)	1290 (0)	1420 (0)	1510 (0)

Kulminasjonsvannføringer i Vossovassdraget med 20 % klimapåslag. I nedre del av Vosso, fra utløp i Evangervatnet til utløp i fjorden, er antatt flomreduksjon i m^3/s på grunn av reguleringer i vassdraget angitt i parentes. (Kopi av tabell 7.1.1).

Beregningspunkt	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
Strandaelvi ved utløp Lønavatn	260	310	350	390	440	480	520	570	620
Strandaelvi ved samløp Raundalselvi	270	320	370	410	460	500	550	610	650
Kinne	460	550	630	710	820	900	990	1100	1200
Raundalselvi ved samløp Strandaelvi	480	570	650	730	840	930	1020	1140	1240
Vosso ved Vossevangen	740	890	1010	1130	1290	1420	1540	1720	1860
Bulken, utløp av Vangsvatnet	560	670	740	820	920	990	1070	1170	1250
Vosso ved utløp i Evangervatn	660 (30)	780 (36)	870 (42)	960 (46)	1130 (0)	1220 (0)	1310 (0)	1440 (0)	1540 (0)
Evangervatn	760 (40)	910 (46)	1020 (46)	1120 (46)	1310 (0)	1420 (0)	1520 (0)	1670 (0)	1790 (0)
Vosso ved utløp i fjorden	780 (40)	920 (46)	1040 (46)	1140 (46)	1330 (0)	1440 (0)	1550 (0)	1700 (0)	1820 (0)

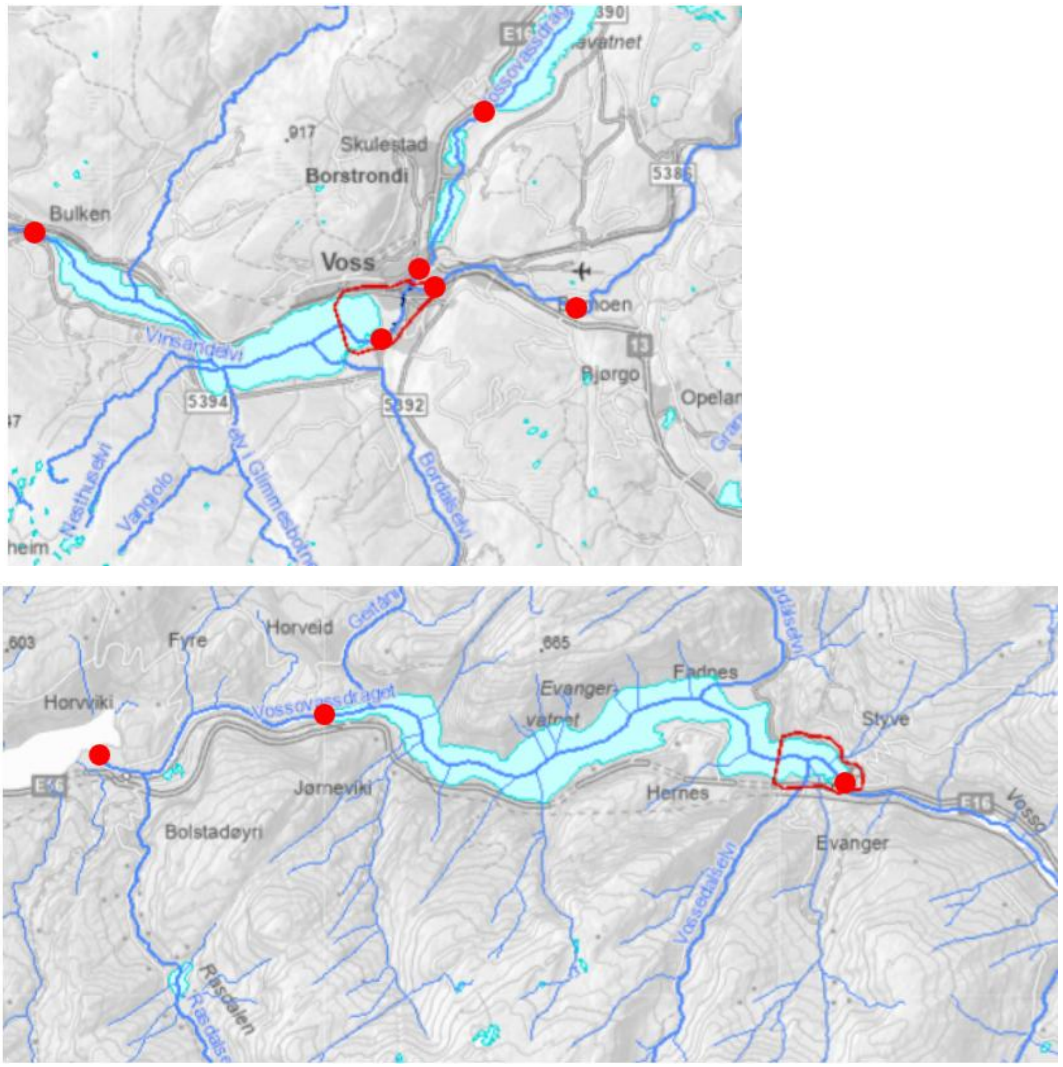
Kulminasjonsvannstander i Vangsvatnet og Evangervatnet i NN2000 (m o.h.), det er gitt verdier for vannstander både for dagens situasjon og med 20 % klimapåslag.

Beregningspunkt	H_M	H_5	H_{10}	H_{20}	H_{50}	H_{100}	H_{200}	H_{500}	H_{1000}
Vangsvatnet	48,5	49,2	49,7	50,2	50,9	51,3	51,8	52,4	52,8
Vangsvatnet, +20 % klima	49,2	50,1	50,6	51,2	52,0	52,5	53,1	53,8	54,3
Evangervatnet	11,2	11,6	12,0	12,3	12,7	13,0	13,4	13,7	14,0
Evangervatnet, +20 % klima	11,7	12,2	12,6	12,9	13,5	13,8	14,1	14,6	14,9

1 Innledning

1.1 Beskrivelse av oppgaven

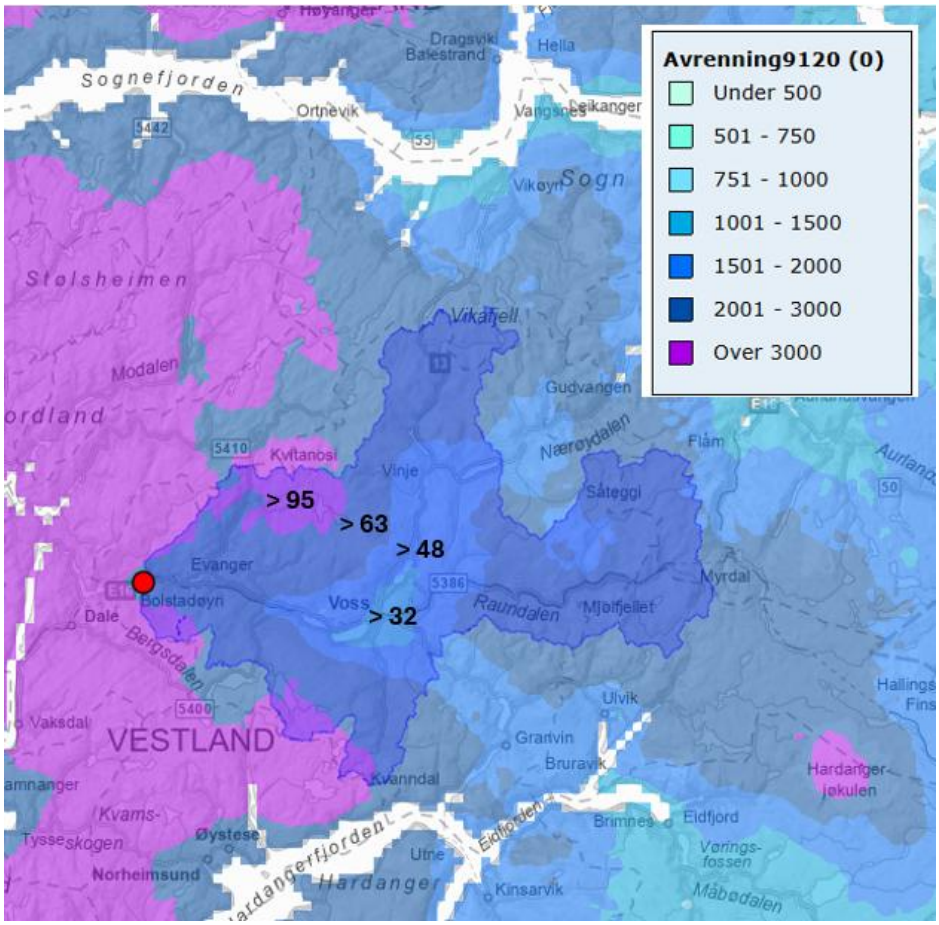
I 2015 gjorde NVE en flomberegning (Holmqvist, 2015) som la grunnlag for flomsonekartlegging i Vossovassdraget. I 2019 ble beregningene for Evangervatnet oppdatert (internt NVE-notat, 201503954-3) etter at det der ble opprettet en ny målestasjon i 2018. Disse flomberegningene skal nå oppdateres etter at det har vært mange store flommer i vassdraget de siste årene. Som grunnlag for vannlinjeberegningen skal middelflom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 og 1000 år beregnes. Flomverdiene presenteres også med anbefalt klimapåslag. Figur 1.1.1 viser beregningspunktene og strekningene som er aktuelle i forbindelse med revisjon av flomsonekartene.



Figur 1.1.1 Punktene i Vossovassdraget hvor det er beregnet flomverdier er markert med røde sirkler. Områder hvor det tidligere er laget flomsonekart er markert med rød strek, Voss øverst og Evanger nederst.

1.2 Beskrivelse av vassdraget

Nedbørfeltet ved utløp av Vangsvatnet er 1092 km^2, mens det ved utløpet av Evangervatnet er 1473 km^2. Ved utløp i fjorden er nedbørfeltet 1497 km^2. Vangsvatnet og Evangervatnet har sjøareal på henholdsvis 7,9 og 3,2 km^2. Ovenfor Vangsvatnet er vassdraget delt i tre hovedgrener, Strandaelvi (372 km^2), Raundalselvi (526 km^2) og Bordalselvi (93 km^2). Raundalselvi og Strandaelvi løper sammen og danner Vosso like før utløpet i Vangsvatnet ved Voss. Feltkarakteristika for beregningspunktene er vist i tabell 1.2.1. Avrenningskartet (figur 1.2.1) viser at de mest nedbørrike områdene i Vossovassdraget ligger i de vestlige delene av feltet.

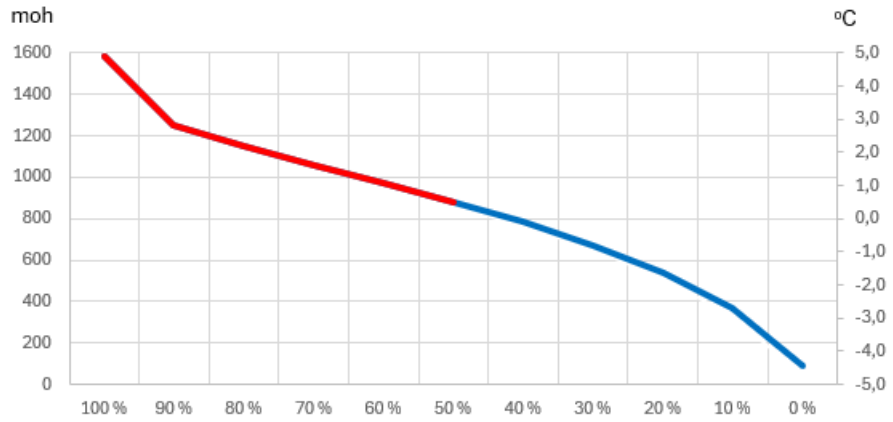


Figur 1.2.1 Midlere årsavrenning 1991-2020 i området fra Hardangerfjorden til Sognefjorden. Vossovassdraget er markert med «skygge». Innfelt er avrenning gitt i mm/år. På kartet er det vist noen tallverdier, det er avrenning i l/s/km^2, hvor 1000 mm/ år tilsvarer ca. 32 l/s/km^2.

Hypsografisk kurve for Bulken er vist i figur 1.2.2. Den viser at hele nedbørfeltet ligger under 1600 moh, 90 % under 1250 moh og halve nedbørfeltet under ca. 870 moh. Ved nedbør er det vanlig å anta at temperaturen synker med ca. 0,6 °C pr 100 m stigning (våtadiabaten). Samtidig er det vanlig å anta at skilletemperaturen mellom regn og snø er omkring + 0,5 °C. Det betyr at ved nedbør og + 0,5 °C vil det snø i halve feltet og regne i den andre halvdelen. Ved temperaturer på 1, 3 og 5 °C vil det regne i henholdsvis 60, 90 og 100 % av feltet.

Tabell 1.2.1. Feltkarakteristika for beregningspunktene i Vossovassdraget.

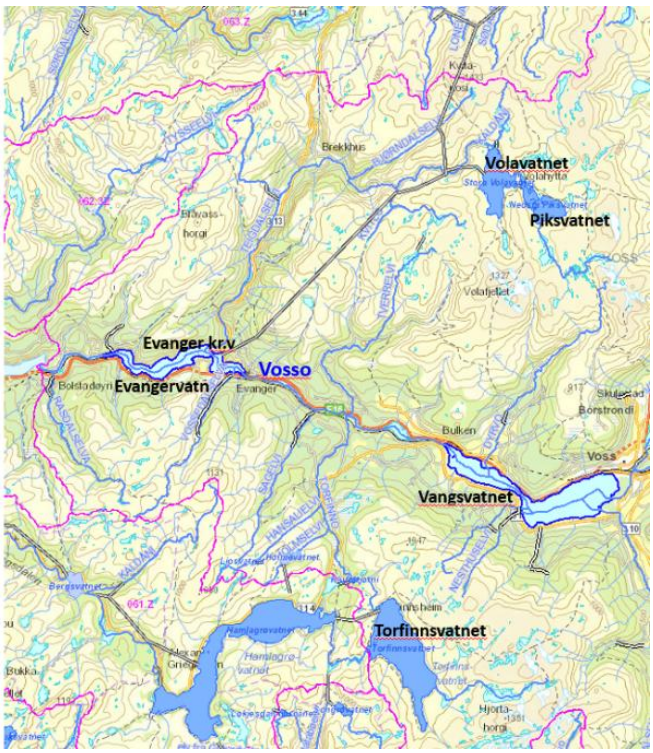
Beregningspunkter	Areal	Q_N (61-90)	Q_N (91-20)	Eff. sjø	Skog	Snaufjell	Min-median-maks
	km²	l/s/km²	l/s/km²	%	%	%	moh.
Strandaelvi ved utløp Lønavatn	351,3			1,3	33	51	77 -787 - 1431
Strandaelvi ved samløp Raundalselvi	372,0	65	65	1,4	38	47	70-857-1431
Kinne	510,9	60	68	0,1	28	62	84-1074-1603
Raundalselvi ved samløp Strandaelvi	525,6	60	68	0,1	28	60	48-1058-1603
Vosso ved Vossevangen	901	62	67	0,3	32	54	45 – 961-1603
Bulken, utløp av Vangsvatnet	1092	65		0,9	34	52	45 – 866-1603
Vosso ved utløp i Evangervatn	1266,4						
Evangervatn	1472,6	72	73	0,7	33	53	11 – 928 - 1603
Vosso ved utløp i fjorden	1496,5	72	73	0,7	33	53	0 – 928 - 1603



Figur 1.2.2. Hypsografisk kurve (venstre akse) for Bulken, Vangsvatnet i Vossovassdraget. På høyre akse er temperaturen for feltets medianhøyde gitt. Temperaturer over skilletemperaturen snø/ regn (0,5 °C) er vist med rød strek, lavere temperaturer med blå strek. Ved en temperatur på +1 °C vil det regne i 60 % av feltet og snø i de resterende 40 %, ved +5 °C vil det regne i hele feltet. Ved en temperatur på -4,5°C vil det snø i hele feltet.

1.3 Reguleringer i vassdraget

Det er to litt større vannkraftreguleringer som påvirker flomforholdene i nedre del av Vossovassdraget. Det er Evanger kraftverk med inntak i Volavatn og Piksvatn og Holmaberg kraftverk med inntak i Torfinssvatn. I tillegg er det flere mindre kraftverk i vassdraget, disse har liten betydning for flomforholdene.



Figur 1.3.1. Reguleringer i Vossovassdraget. Magasiner er markert med mørk blå farge.

Piksvatn og Volavatn utnyttes i Evanger kraftverk som har avløp til Evangervatn. Evanger kraftverk har en maksimal slukeevne på ca. 54 m^3/s. Overløp fra Piksvatn renner videre til Volavatn, mens overløp fra Volavatn renner i Teigdalselvi og videre til Evangervatn. Totalt er det 64 km^2 av Vossos nedbørfelt som utnyttes i Evanger kraftverk, i tillegg er det overført flere felt fra Eskingedalsvassdraget. En grov beregning i NEVINA viser at ved omkring 5-årsflom er sum døgntilsig fra Vosso-feltene som utnyttes i Evanger kraftverk av samme størrelsesorden som slukeevnen til kraftverket. Det antas derfor at det ikke overføres vann fra Eskingedalen til Vosso når det er flom i Vossovassdraget.

Torfinnsvatn utnyttes i Hodnaberg kraftverk som har avløp til Hamlagrøvatn. Dette overføres ut av Vosso sitt nedbørfelt. Overløp fra Torfinnsvatn går til Torfinno og videre til Vosso. I Torfinno er det også et inntak som kan overføre vann til Hamlagrøvatn. Det antas imidlertid at det er overløp ved dette inntaket når det er overløp i Torfinnsvatn.

Tilsiget til Piksvatn, Volavatn og Torfinnsvatn utgjør ca. 7 % av naturlig totaltilsig til Evangervatn.

I internt NVE-notat fra 2019 (201503954-3) er virkningen av reguleringene på flomforholdene i vassdraget vurdert. Der ble det konkludert med at flomvannføringene i Torfinno var vesentlig redusert som følge av reguleringen. For fem flommer i årene 2005 – 2018 varierte flomtapet fra Torfinnsvatn fra 0 – 15 m^3/s eller en spesifikk døgnmiddelvannføring fra omkring 0- 300 $l/s/km^2$. Samtidige avløpsflommer fra Vangsvatnet (Bulken) ga verdier fra ca. 400 – 620 $l/s/km^2$. Ved den største flommen i disse årene, som var i oktober 2014, var det ikke overløp fra Torfinnsvatn. Gjennomgang av nyere data viser at det heller ikke under flommen i november 2022, som var av samme størrelsesorden som flommen 2014 i Vossovassdraget, var vannstanden over HRV i Torfinnsvatn.

Det ble i notatet fra 2019 konkludert med at det sannsynligvis var overløp i Piksvatn ved alle disse flomhendelsene, mens i Volavatn ble det ved noen flommer sannsynligvis magasinert vann, i andre tilfelle var det overløp. Ved flommen i 2014 og i 2022 er det sannsynlig at det var overløp fra Volavatn, men magasindataene fra Volavatn har ukesoppløsning, og er dermed ikke spesielt godt egnet til slike vurderinger.

1.3.1 Virkning av reguleringene på flom i nedre del av Vosso

I avsnitt 3.1.4 er det konkludert med at er rimelige estimater for uregulert spesifikk middelflom er 10 $l/s/km^2$ større for Evangervatnet enn Bulken (394 og 384 $l/s/km^2$), eller midlere flomvannføringer på 419 og 580 m^3/s.

For Evangervatnet gir observasjoner fra 2018-2024 en spesifikk døgnmiddelflom på 441 $l/s/km^2$, mens Bulken har 455 $l/s/km^2$ for de samme årene (se avsnitt 3.1.1). Årene 2018 – 2024 har vært flomrike. For Bulken og Evangervatnet er spesifikk middelflom i årene 2018- 2024 henholdsvis ca. 18 og 12 % større enn beregnede «langtidsmidler».

For Evangervatnet er det rimelig å anta at reguleringene i vassdraget har redusert de observert flomvannføringene noe. Magasindata fra årene 2018 – 2024 viser at det har vært overløp fra Piksvatn og Volavatn ved enkelte av disse flommene, men i liten grad fra Torfinnsvatn. Hvis det ikke er vanntap fra noen av magasinene under flom, tilsier det en skalering av observert vannføring ut av Evangervatnet med ca. 1,07 for å representere naturlige/ uregulerte forhold. Gitt magasinering kun i Torfinnsvatn, blir skaleringsfaktoren redusert til ca. 1,03. Det antas at 1,05 er et rimelig forholdstall. En reduksjon av uregulert middelflom for Evangervatnet med 5 % gir da en regulert middelflom på 551 m^3/s.

Det tilsvarer en reduksjon på 29 m^3/s. Av dette antas ¾ (22 m^3/s) å skyldes magasinering i Torfinnsvatn, mens ¼ (7 m^3/s) skyldes magasinering i Volavatn/ Piksvatn. For Torfinnsvatn tilsvarer dette en spesifikk døgnmiddelvannføring på ca. 460 $l/s/km^2$ og for Piksvatn/ Volavatn ca. 170 $l/s/km^2$. Dette virker rimelig i forhold til observerte magasinvannstander/ overløp under flom de senere årene.

Ut fra observerte magasinvannstander/ overløp antas det at Torfinnsvatn kan magasinere alt tilsig for flommer opp til 100-års gjentaksintervall, mens Volavatn/ Piksvatn har noe flomtap ved alle flommer. For enkelhets skyld er det antatt at sum magasinering i de tre magasinene er konstant lik 40 m^3/s, for 10 til 100-årsflom, men at en stadig større andel magasineres i Torfinnsvatn og stadig

mindre i Volavatn/ Piksvatn. Volavatn/ Piksvatn regnes som uregulert for flommer større enn 50-årsflom og Torfinnsvatn for flommer større enn 100-årsflom.

Under flommen i november 2022 økte volumet i Torfinnsvatnet med ca. 4,6 mill m^3 i løpet av 4 døgn, det tilsvarer en lagring gjennom disse dagene på ca. 13 m^3/s eller om alt ble lagret i løpet av et døgn, drøyt 50 m^3/s. Flommene i 2014 og 2022 kan karakteriseres som 50 – 100 årsflommer i nedre del av Vossovassdraget (se kap. 4.1.2).

Det er og antatt at en kan benytte samme forholdstall mellom kulminasjons- og døgnmiddelverdier som er valgt for Evangervatnet (1,15, se avsnitt 3.2.1). Det medfører at det er regnet med følgende magasinering av vann/ reduksjon av flomvannføringer i nedre del av Vossovassdraget (tabell 1.3.1).

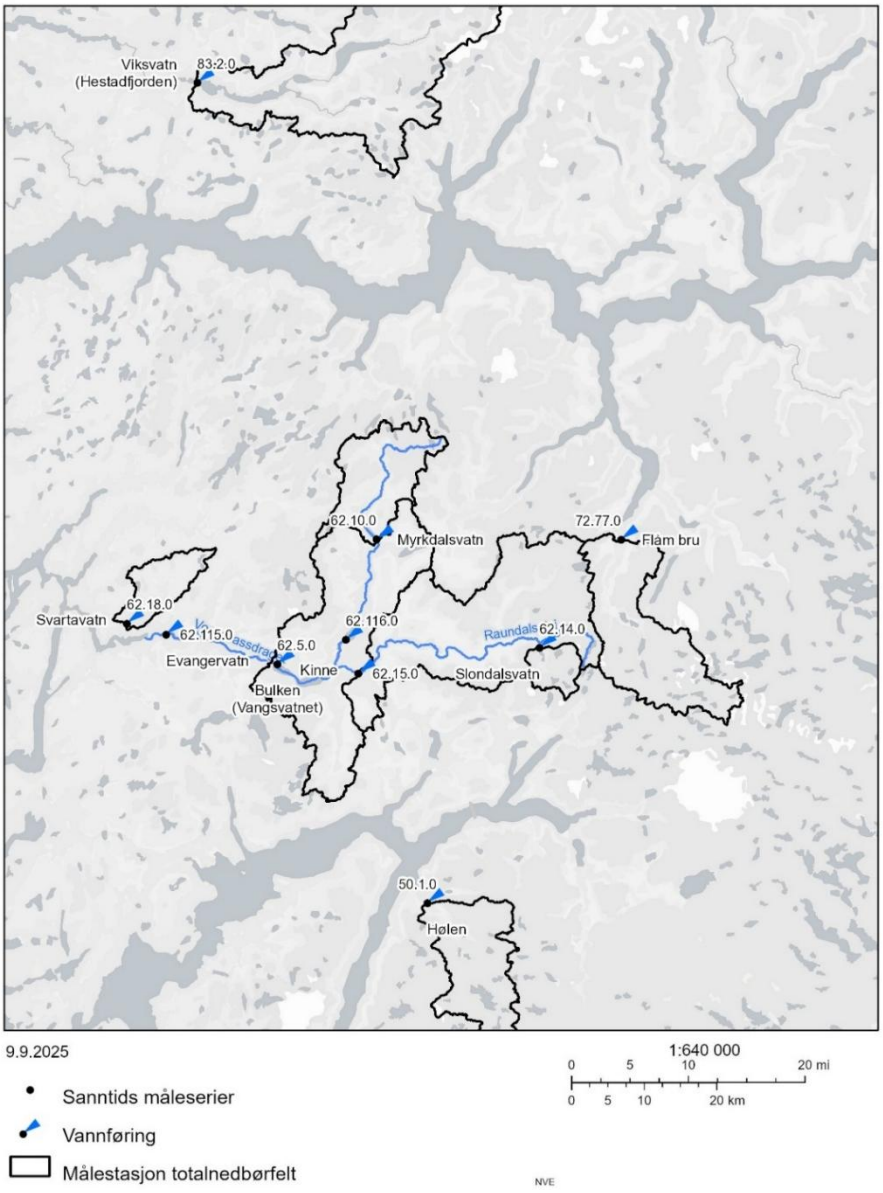
Tabell 1.3.1. Reduksjon av flomvannføringer i nedre del av Vossovassdraget som følge av vannkraftmagasiner i vassdraget. I hver celle er det gitt to verdier, døgnverdi øverst og kulminasjonsverdi under.

Magasin	**Redusert vannføring**	**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
Torfinnsvatn	Vosso ved utløp i Evangervatn	22 25	26 30	30 34	33 38	37 42	40 46	0 0	0 0	0 0
Volavatn/ Piksvatn		7 8	9 10	10 12	7 8	3 4	0 0	0 0	0 0	0 0
Sum	Evangervatnet og Vosso ved utløp i fjorden	29 33	35 40	40 46	40 46	40 46	40 46	0 0	0 0	0 0

2 Datagrunnlag

2.1 Vannføringsstasjoner

En kartoversikt og feltkarakteristika for de ulike målestasjonene som er benyttet til flomanalyser i Vossovassdraget er gitt i figur 2.1.1 og tabell 2.1.1. Det er flere målestasjoner i Vossovassdraget med til dels lange dataserier. 62.5 Bulken, som ligger i Vangsvatnet ved Voss har data tilbake til 1892 og er en av de lengste vannføringsseriene i Norge. Her er det utført vannføringsmåling ved drøyt 700 m^3/s (tab. 2.1.2), som tilsvarer en 20 - 50-årsflom. Observerte flomvannføringer ved Bulken er derfor godt bestemt. I tillegg er det etablert en hydraulisk modell (Emmanuel Jjunju, NVE-HA og Kristian Strand Nordtun, NVE -HH) for å redusere usikkerheten knyttet til ekstrapolering av vannføringskurven for vannføringer større enn 700 m^3/s. Kurven for Bulken ble revidert i august 2026 med virkning tilbake til 1991.



Figur 2.1.1. Målestasjoner som er benyttet i flomanalysene for Vossovassdraget.

Ved målestasjonen 62.15 Kinne i Raundalselvi er det også vannføringsmåling ved relativt stor vannføring (ca. 350 m^3/s). Det tilsvarer en døgnvannføring som er på nivå med 10 – 20-årsflom, men en flomtopp (kulminasjonsvannføring) i underkant av middelflom. Også for Kinne/ Raundalselvi vurderes observerte flomverdier å være godt bestemt.

Ved målestasjonen 62.10 Myrkdalsvatn i Strandaelvi, er det imidlertid ikke gjort vannføringsmålinger for vannføringer større enn 36 m^3/s, som er mindre enn halvparten av beregnet døgnmiddelflom ved stasjonen. Så selv om denne stasjonen har en 61 år lang dataserie er usikkerheten knyttet til flomvannføringene ved denne stasjonen vesentlig større enn for Kinne og Bulken. Den største flommen som er registrert her var i 1971 med en vannføring på 252 m^3/s. Vannstanden var da nesten 3 m (!) høyere enn vannstanden ved største vannføringsmåling. Flomtoppen er derfor svært usikker, og antas å være en «out-lier».

Lenger ned i Strandaelvi, ved utløpet av Lønavatn, ble det etablert en målestasjon i mai 2019 (62.116 Lønavatn). Her er det utført vannføringsmålinger på opp mot 180 m^3/s. Det er omkring beregnet døgnmiddelflom ved stasjonen. Denne stasjonen bidrar til redusert usikkerhet knyttet til beregning av flomvannføringer i Strandaelvi.

I Evangervatn, nederst i vassdraget, ble det etablert en ny stasjon i september 2018 (62.115 Evangervatn). Her er det utført vannføringsmålinger opp mot ca. 600 m^3/s, som er mellom middel og 5-årsflom ut av Evangervatn. Det betyr at også observerte flomvannføringer her er rimelig godt bestemt.

Det er benyttet data fra tre stasjoner i nabovassdrag for vurdering av vekstkurvene som er benyttet i Vossovassdraget. De tre stasjonene er valgt ut fordi de er helt uregulert eller lite påvirket av reguleringer, ligger i rimelig nærhet og har lange tidsserier (> 100 år). De to nærmeste nabofeltene, Hølen i Kinso og Flåm bru i Flåmeselva, har imidlertid nedbørfelt med en medianhøyde som er ca. 400 m høyere enn Vossofeltet, noe som kan medføre at de ikke i like stor grad er preget av regnflommene som har rammet Vossovassdraget seint på høsten/ tidlig på vinteren de siste årene.

Det er og laget tilløpsserie for Vangsvatnet (Bulken), hvor innsjøens selvreguleringsevne er fjernet. Dette er utført på data med fin tidsoppløsning (timesdata) for perioden 1995- 2024. Serien er lagret på WORK_HYKVAL med serienummer 62.5.0.1051.1. Stasjonen Kinne, som har et nedbørfelt som utgjør nesten halve nedbørfeltet til Vangsvatnet, viser en god samvariasjon med den konstruerte tilløpsserien. Det er gjort et forsøk med også å lage en tilløpsserie basert på døgndata fra Vangsvatnet (Bulken). Det gir en tilløpsserie helt tilbake til 1892, men samvariasjonen med Kinne ble da dårligere. Den kortere tilløpsserien basert på timesdata er derfor benyttet i de videre analysene.

Tabell 2.1.1 Feltkarakteristika for målestasjoner i og i nærheten av Vossovassdraget.

Målestasjon	**Måleperiode**	**Areal** [km^2]	**Q_N (91-20)** [l/s/km^2]	**Eff. Sjø** [%]	**Median -høyde** [moh.]	**Regulerings -grad mag.** [%]
62.10 Myrkdalsvatn	1964-2024	157,5	79	1,14	975	0
62.116 Lønavatn	2019-2024	351,5	66	1,28	787	0
62.14.Slon-dalsvatn	1983-2024	41,9	82	2,78	1211	0
62.15 Kinne	1984-2024	511,4	68	0,05	1010	0
62.5 Bulken	1892-2024	1091,7	67	0,87	867	0
62.115 Evangervatn	2018-2024	1472,8	73	0,74	862	7
62.18 Svartavatn	1988-2024	72,4	111	0,32	754	0
50.1 Hølen	1923-2024	231,4	57	1,99	1277	0
72.77 Flåm bru (72.5)	1908 – 2024	263,2	67	0,73	1278	2
83.2 Viksvatn	1903 - 2024	508,1	90	3,43	842	0

Tabell 2.1.2. Største observerte vannføring og største vannføringsmåling ved målestasjonene i Vossovassdraget.

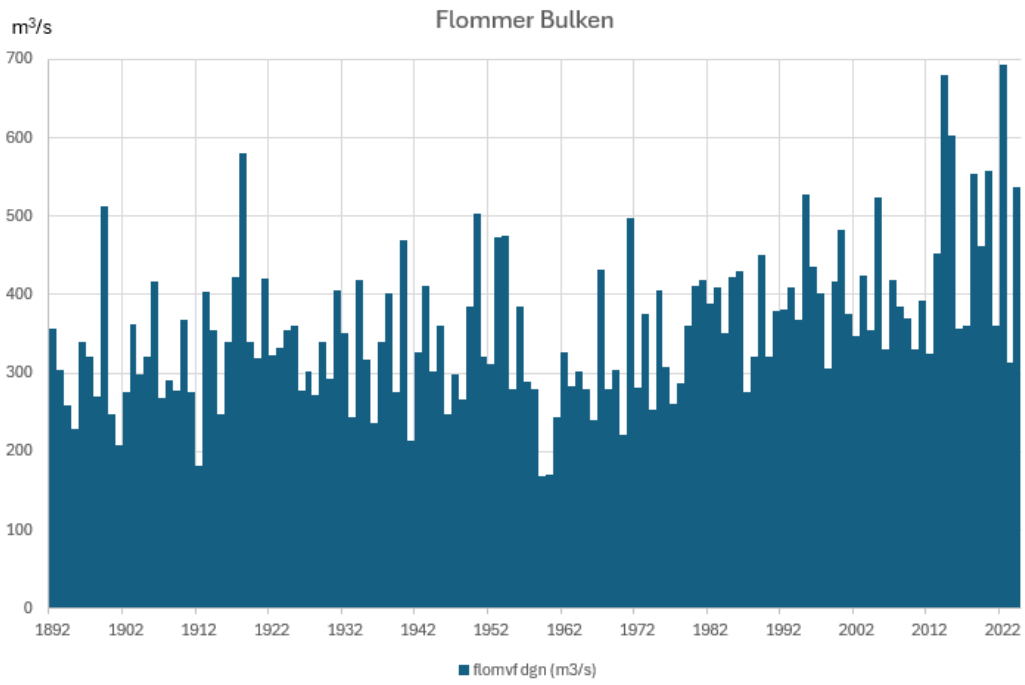
Målestasjon	Største observerte vannføring m^3/s	Største vannføringsmåling m^3/s	Måling i % av største obs.vf
62.10 Myrkdalsvatn	252	36	14 %
62.116 Lønavatn	377	177	47 %
62.14.Slondalsvatn	93	25	27 %
62.15 Kinne	769	352	46 %
62.5 Bulken	820	705	87 %
62.115 Evangervatn	1137	590	52 %

2.2 Observerte flommer i vassdraget

Ved målestasjonen 62.5 Bulken i Vangsvatnet har det vært målt vannstand/ vannføring siden 1892. Figur 2.2.1 viser årlig maksimal døgnvannføring. Vannføringen har vært større enn 500 m^3/s 11 ganger siden 1892, over halvparten av disse har vært siden 2014. Den siste store flommen var i november 2024 med 536 m^3/s.

Figur 2.2.2 viser «flomroser» for Bulken for periodene 1892 – 2013 og 2014 – 2024. Disse viser at det er på høsten (oktober – desember) de store flommene vanligvis forekommer, og at det har vært spesielt mange store høstflommer de siste årene. Det er kun en registrert en flom over 500 m^3/s i løpet av de siste 133 årene på en annen tid av året, det var i juni 1950.

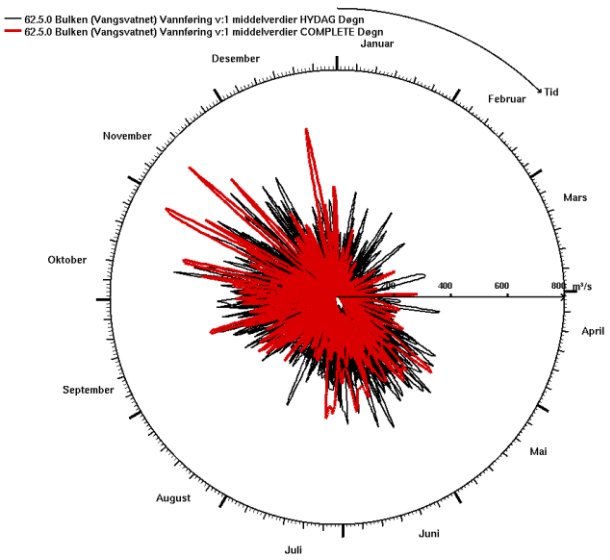
Det kan og nevnes at 6. mars 2025 ble det satt ny «rekord» for maksimalvannføring i månedene januar – april ved Bulken. Denne dagen ble det registrert en vannføring på 458 m^3/s som døgnmiddel, flomtoppen var 477 m^3/s. I årene 1892 – 2024 er største døgnvannføring disse månedene i underkant av 380 m^3/s.



Figur 2.2.1. Årlig maksimal døgnvannføring ved målestasjonen 62.5 Bulken i Vossovassdraget fra 1892 – 2024.

Fra figur 2.2.1 ser en og at etter 1990 er det ingen årsflommer mindre enn 300 m^3/s, selv om enkelte flommer er ned mot dette nivået. I de foregående 100 årene var årlig maksimal vannføring mindre enn 300 m^3/s 39 ganger, eller i gjennomsnitt hvert andre til tredje år. Det betyr at samtidig som det har vært en markert økning i hyppigheten av store flommer ved Bulken de siste 10-årene, er de «små flommene» blitt borte.

En homogenitetstest av flomdatataene fra Bulken ved bruk av programmet «CHECK-HOMOGENITY» i NVEs programvarebibliotek, gir mindre enn 0,1 % sannsynlighet for at årsflomserien fra Bulken er homogen. Samtidig identifiseres et sprang i flomdataene i 1978/ 1979 med en sannsynlighet på over 50 %. Dette har betydning for hvilken tidsperiode en bør legge til grunn ved analyse av døgndata fra Bulken. Flomdata fra periodene 1892 – 1979 og 1980 – 2025 er i henhold til dette kontrollprogrammet hver for seg homogene.



Figur 2.2.2. «Flomroser» for Bulken for årene 1892 – 2013 (svart) og 2014 – 2024 (rød).

I figur 2.2.3 er årsflommene ved Bulken vist som glidende midler over 10 og 30 år. Flere år med små flommer på slutten av 1950-tallet og utover på 1960-tallet ga seriens laveste 10-årsmiddel, som er ned mot 250 m^3/s. Svært mange store flommer de siste årene har gitt et største 10-årsmiddel på drøyt 500 m^3/s. 30-årsmidlene pendlet mellom ca. 310 og 340 m^3/s fram til slutten av 1980-tallet. Deretter har 30-årsmidlet økt jevnt og trutt og er med 436 m^3/s for den siste perioden (1995-2024) 30 – 40 % større enn for 30-årsmidlene før 1990 og ca. 20 % større enn middelflom beregnet over alle årene (356 m^3/s).

Fra 1995, det vil si de siste 30 årene har en data med fin tidsoppløsning fra Bulken. Dette faller sammen med perioden som har størst 30-års døgnmiddelflom siden målestart.

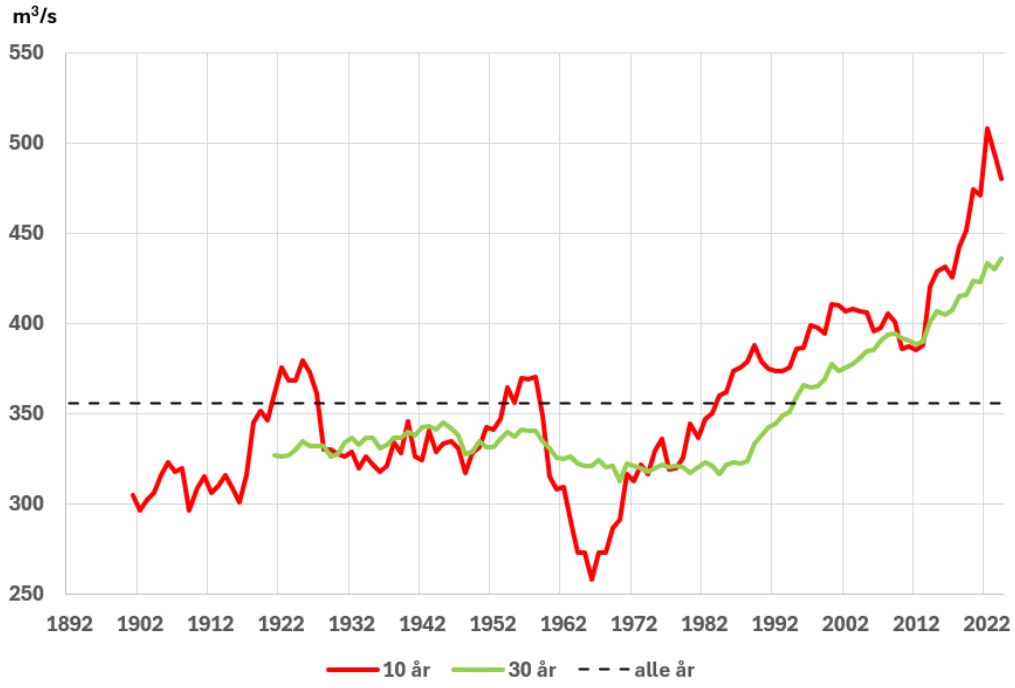
Ved flomberegningene for flomsonekart i 2015 (NVE-rapport 56-2015) ble informasjon om historiske flommer for Vangsvatnet/ Bulken tilbake til 1604 undersøkt. Fem flommer med sannsynlige døgnmiddelvannføring større enn 600 m^3/s ble identifisert i løpet av de nesten 300 årene før en har systematiske målinger i Vangsvatnet. En må imidlertid anta at det er relativt stor usikkerhet knyttet til disse historiske vannføringene. Det er relativt gode beskrivelser av hvor høyt vannstanden i Vangsvatnet stod under disse flommene, som for eksempel i 1743 hvor «vannet stod omtrent til koret i kirken», men vi kjenner ikke utløpskapasiteten fra Vangsvatnet på den tiden. Kapasiteten er

forsøkt gjenskapt via gamle kart, men det ble foretatt utvidelser av elveløpet fra Vangsvatnet på 1860-tallet for å senke flomvannstanden, og kart før denne tid er usikre.

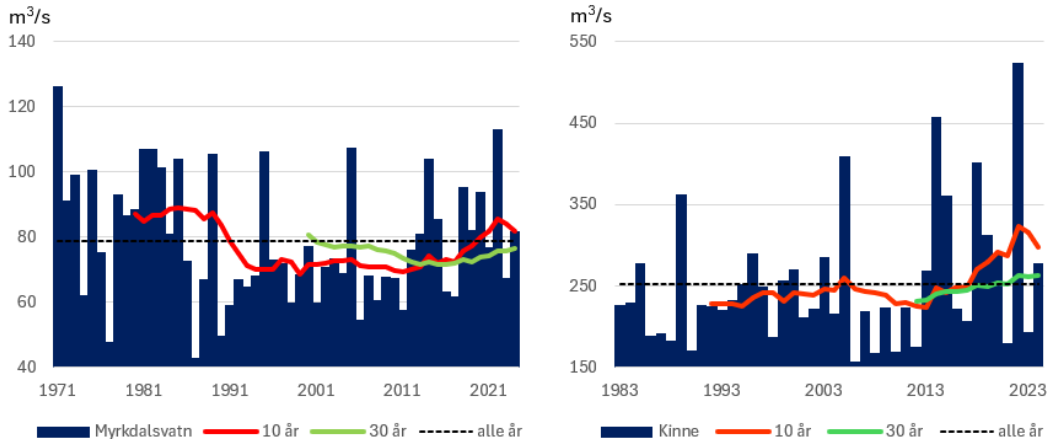
I tabell 2.2.1 er døgnmidler og kulminasjonsverdier for de største observerte etter 1892 i Vosso ved Bulken/ Vangsvatnet listet opp. I tillegg er det oppgitt antatte verdier for noen historiske flommer.

Observasjonene fra Myrkdaslvatn i Strandaelvi viser ikke tilsvarende økning av flomvannføringer som er registrert ved Bulken de siste årene. I Myrkdalsvatn var det flere store flommer på 1970-tallet, noe som gjør at største 30 årsmiddel her er for perioden 1971 – 2000 (figur 2.2.4) og gjennomsnittet for siste 10 år (2015-2024) er kun 4 % større enn for hele observasjonsperioden.

Observasjonene fra Kinne i Raundalselvi viser samme tendens som observasjonene fra Bulken (figur 2.2.4), med mange store flommer de siste årene. Også her er det siste 30-årsmidlet det største i tidsserien og midlere flom for siste 10 år er nesten 20 % større enn for hele perioden.



Figur 2.2.3. Flomutvikling ved målestasjonen 62.5 Bulken fra 1892 til 2024. Den røde og grønne kurven viser årlig maksimal døgnvannføring midlet over henholdsvis 10 og 30 år. Siste punkt på den røde og grønne kurven representerer henholdsvis årene 2015- 2024 og 1995-2024. Gjennomsnittet for alle år (midlere årsflom) er vist med stiplet svart strek.



Figur 2.2.4. Flomutvikling ved målestasjonene 62.10 Myrkdalsvatn 1971 – 2024 (venstre) og 62.15 Kinne 1984 – 2024 (høyre). Årlige maksimalvannføringer (døgnmidler) er vist med mørkeblå søyler. De røde og grønne kurvene viser årlig maksimal døgnvannføring midlet over henholdsvis 10 og 30 år. Siste punkt på den røde og grønne kurven representerer henholdsvis årene 2015- 2024 og 1995-2024. Gjennomsnittet for alle år (midlere årsflom) er vist med stiplete svarte streker.

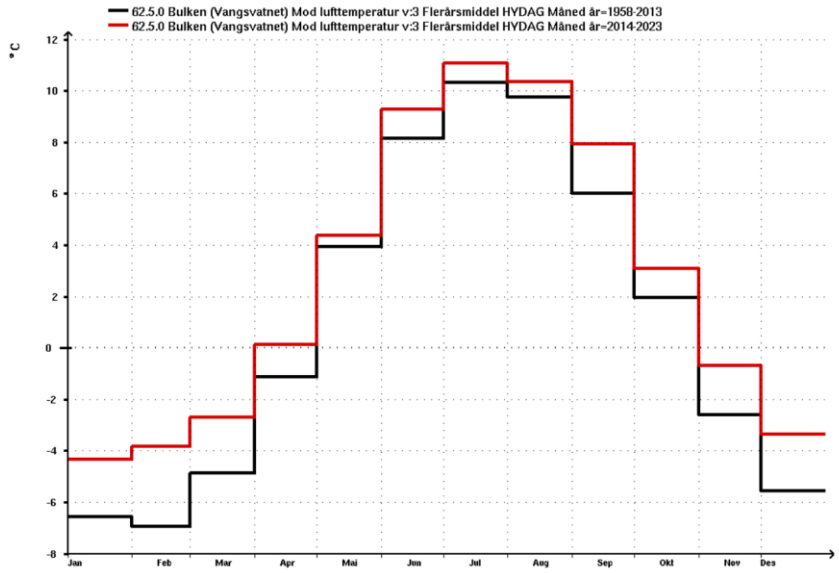
Tabell 2.2.1. Flommer i Vosso 1604-2024. Flommene før 1860 er avrundet til nærmeste 50 m^3/s pga. usikkerhet i både observert vannstand og omregning fra vannstand til vannføring. Døgnmiddel for de historiske flommene er anslått ved å dividere kulminasjonsvannføringen med 1,1 (se kap. 3.2.1).

Dato – år	Vst (NN2000)	Kulm.vf	Døgnmiddel	Kommentar
	moh	m^3/s	m^3/s	fra Roald 2013
1604	55,41	Ca 900	Ca. 820	Avmerket på kirkevegg
17.08.1719	54,15	Ca. 700	Ca. 640	Omtrent som i 1743 og 1790
05.12.1743	54,15	Ca. 700	Ca. 640	Vann til koret i kirken
1745	53,84	Ca. 650	Ca. 590	Vann i kirken
1790	54,15	Ca. 700	Ca. 640	Omtrent som i 1743
1865-66; senkningsarbeider, noe tilleggsarbeid 1867 - ca. 1870				
16.07.1873	51,57	Ca. 600	Ca. 550	Postvei oversvømt
01.11.1884	52,23	Ca. 700	Ca. 640	26 tommer høyere enn i 1873
02.11.1888	51,57	Ca. 600	Ca. 550	omtrent som i 1873, 5 tommer høyere enn 1918
10.10.1918	51,44		581	
Etter senkningsarbeidene i 1991				
29.10.2014	51,24	820	680	
21.12.2015	49,79	629	604	
15.10.2018	49,91	644	555	
19.11.2020	49,58	603	557	
12.11.2022	50,90	775	694	
01.11.2024	49,42	583	536	

2.2.1 Endringer i nedbør-, temperatur- og snøforhold

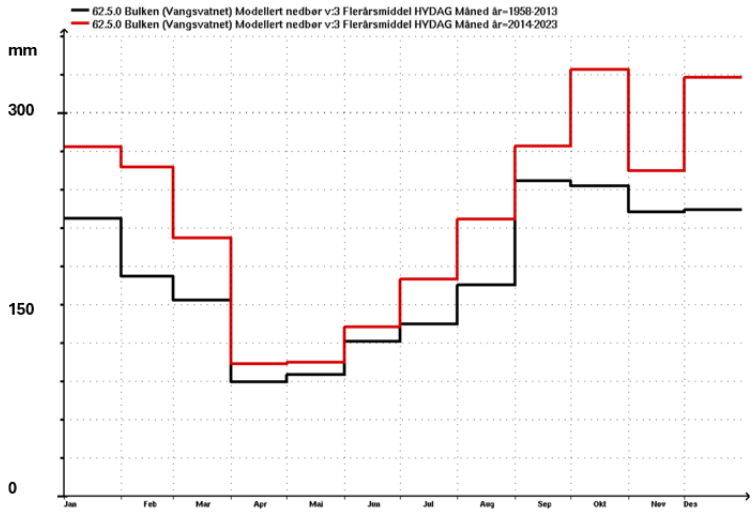
NVEs flomvarslingstjeneste har en kalibrert nedbør- avløpsmodell (HBV) for blant annet Bulken. Observert nedbør og temperatur er input i HBV-modellen, mens blant annet simulert vannføring og snømagasin er output. Observert nedbør og temperatur er beregnet i et landsdekkende 1 km^2 grid av Meteorologisk Institutt. Arealnedbør og temperatur for feltet til Bulken beregnes i NVEs HBV-modell. Døgnverdier for nedbør og temperatur er tilgjengelig for blant annet nedbørfeltet til Bulken i NVEs database (Hydra II) tilbake til 1958. Temperaturen representerer feltets medianhøyde.

Fordi det har vært mange store flommer i Vosso de siste årene er blant annet endringer i temperatur-, nedbør- og snøforhold i Bulkens nedbørfelt mellom periodene 1958 – 2013 og 2014 – 2023 analysert. 2024 er ikke inkludert, fordi disse dataene ikke var fullt ut tilgjengelige i NVEs database da analysene ble utført.



Figur 2.2.6. Månedsmiddeltemperatur for Bulkens nedbørfelt for periodene 1958 – 2013 (svart strek) og 2014 – 2023 (rød strek).

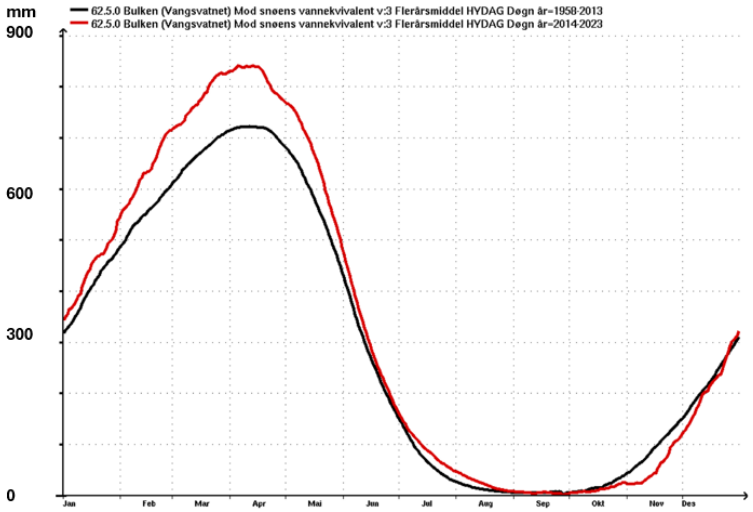
Temperaturdata for Bulkens nedbørfelt viser at månedsmiddeltemperaturen har økt hele året når en sammenligner de siste 10 årene (2014-2023) med perioden 1958 – 2013 (figur 2.2.6). Økningen er størst fra desember til mars med 2- 3 grader, men også i høstmånedene september og november er det en markert økning på omkring 2 grader.



Figur 2.2.7 Månedsmiddelnedbør for Bulkens nedbørfelt for periodene 1958 – 2013 (svart strek) og 2014 – 2023 (rød strek).

Figur 2.2.7 viser at også nedbøren har økt fra perioden 1958 – 2013 til 2014 – 2023. På årsbasis har nedbøren økt fra omkring 2100 mm til nesten 2700 mm, eller med 27 %. Den største økningen har vært i høst og vintermånedene (oktober – mars) med 34 %.

Dette har ført til at også snømagasinet har økt (figur 2.2.8). Dette har skjedd på tross av at de siste årene jevnt over har vært mildere på høsten og vinteren enn tidligere. Høyere temperaturer på høsten forklarer imidlertid at snømagasinet i starten av snøsesongen er noe mindre enn tidligere. Mer nedbør har falt som regn og ikke snø på høsten enn tidligere.



Figur 2.2.8. Gjennomsnittlig snømagasin for nedbørfeltet til Bulken for periodene 1958 – 2013 (svart strek) og 2014 – 2023 (rød strek).

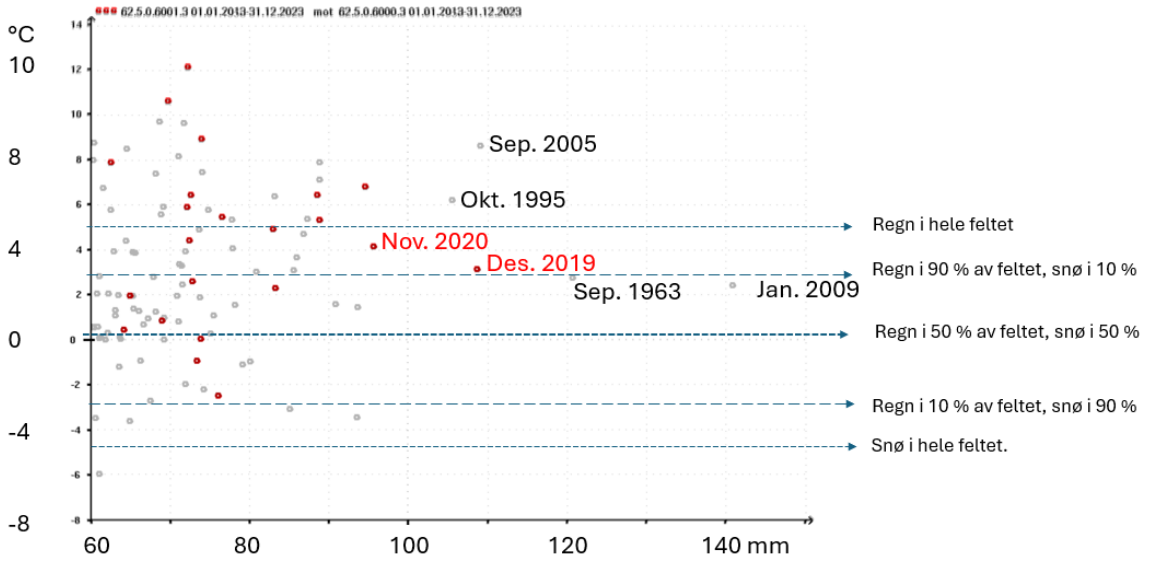
Det er og gjort en analyse av temperatur under mye nedbør (> 60 mm/ døgn) siden 1958. I figur 2.2.9 er dager med døgnnedbør over 60 mm vist sammen med temperaturen som ble registrert samme dag. Største døgnnedbør er fra januar 2009 med 140 mm, mens nest største verdi er fra september 1963 med 121 mm. Siste 10 år er største døgnnedbør fra desember 2019 med 109 mm. I oktober 2014, da vi hadde den største observerte flommen i vassdraget, var høyeste døgnnedbør kun 89 mm, men da kom det svært mye nedbør over flere døgn.

Fra figuren ser en at det har vært relativt mange nedbørhendelser hvor temperaturen har vært under 5 °C, det betyr at deler av nedbøren har kommet som snø. I slike situasjoner vil høyere temperatur føre til at en større andel av nedbøren vil falle som regn, som kan gi økt avrenning/ større flom.

I januar 2009 var det mildt og nedbøren kom som regn i deler av nedbørfeltet, men det ble ikke flom. Ifølge temperaturdataene var det 2,4 °C dagen med mest nedbør. Det skulle gi regn under ca. 1150 moh, eller i ca. 80 % av feltet. Dagen før og dagen etter var temperaturen 1 – 2 grader lavere. Hvis det var litt kaldere (1-2 grader) da nedbøren falt, ville det falt snø i omkring halve nedbørfeltet og regn i den andre halvdelen. Beregnet vannføring i HBV-modellen denne dagen er langt større (ca. 500 m3/s) enn det som ble observert (ca. 280 m3/s), noe som kan tyde på at beregnet temperatur under hendelsen er for høy. Noe vann kan også ha blitt holdt igjen i snømagasinet i feltet. Over ca. 950 moh var det tørr snø i forkant av denne hendelsen, i de høyestliggende områdene i Vossovassdaget var snømagasinet over 700 mm. Fra omkring 500 moh var snømagasinet i henhold til Senorge.no omkring 200 mm.

Heller ikke den nest største registrerte døgnnedbøren, fra september 1963, ga flom ved Bulken. Det skyldes at det var relativt tørt i forkant, slik at både terrenget og Vangsvatnet hadde relativt god lagringskapasitet. Vannstanden i Vangsvatnet økte med nesten 3 m i løpet av et døgn uten at det ga flomvannføring.

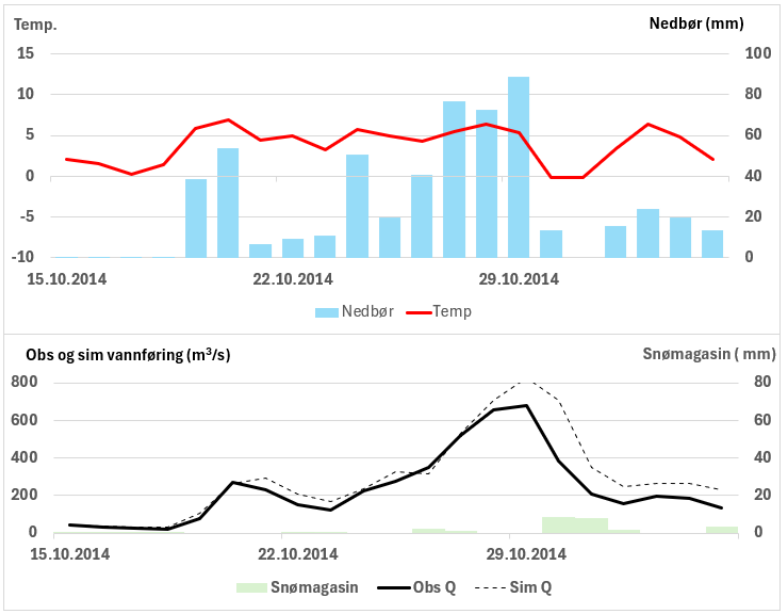
I oktober 1995 og september 2005 ble det flomvannføringer som følge av mye regn. I begge disse tilfellene var det så mildt at det regnet i hele nedbørfeltet. I oktober 1995 lå det litt snø i nedbørfeltet, men snøsmelting bidro sannsynligvis marginalt til flomvannføringen. I september 2005 var det ikke snø i feltet.



Figur 2.2.9. Dager med nedbør over 60 mm (x-aksen) og samtidig temperatur (y-akse) i Bulkens nedbørfelt i årene 1958 – 2013 (grå punkter) og 2014 – 2023 (rød punkter).

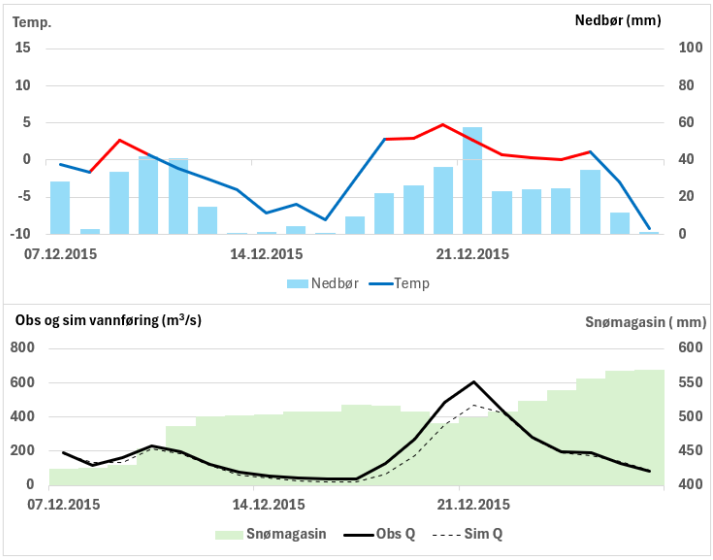
2.2.2 Mange store flommer i Vosso 2014 - 2024

I dette avsnittet er det presentert noen flere opplysninger knyttet til de mange store flommene de siste årene i Vosso. De hydrologiske forholdene i feltet før flommen startet, nedbørmengder, temperatur og snøsmelting er beskrevet, i tillegg til at flommenes gjentaksintervall er beregnet ut fra foreliggende analyser. Det er også gjort noen betraktninger knyttet til om noe høyere temperatur kunne gitt vesentlige endringer i flomstørrelsen eller ikke.



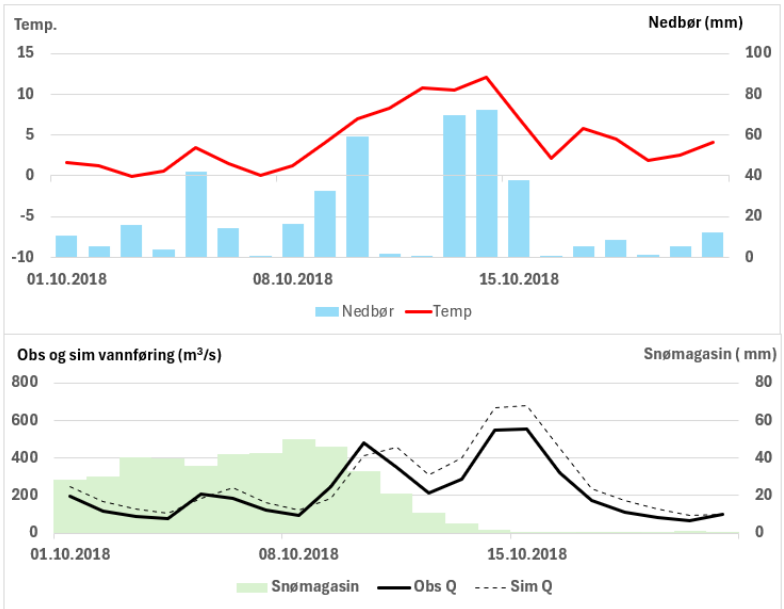
Figur 2.2.10. Observert (svart strek) og simulert vannføring (stiplet strek) høsten 2014. Nedbør er vist som blå søyler, temperatur som rød/ blå linje (over/ under null) og snømagasin som grønn skravur.

Flommen i oktober 2014 ble forårsaket av mye regn (ca. 240 mm) over tre døgn (figur 2.2.10). Det hadde også vært mildt og vått i forkant, slik at vannføringen var allerede 200 – 300 m^3/s før flommen startet. Det var ingen snø av betydning i nedbørfeltet. Høyere temperatur ville ikke gitt noen endring i flomforløpet. Største døgnmiddelvannføring var 680 m^3/s, mens flommen kulminerte med 820 m^3/s, som er opp mot beregnet 100-årsflom.



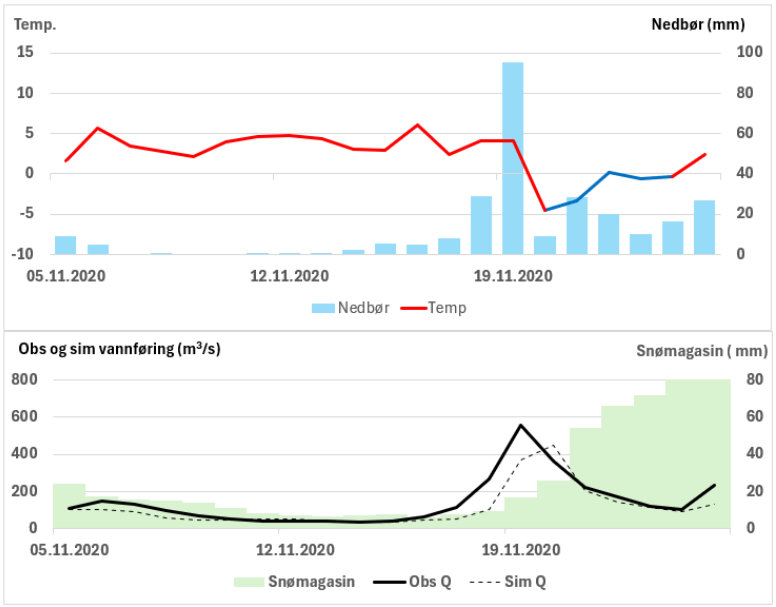
Figur 2.2.11. Observert (svart strek) og simulert vannføring (stiplet strek) høsten 2015. Nedbør er vist som blå søyler, temperatur som rød/ blå linje (over/ under null) og snømagasin som grønn skravur.

Ved flommen i desember 2015 (figur 2.2.11) lå det en del snø i nedbørfeltet. Det hadde vært kuldegrader i forkant, og det var relativt liten vannføring i Vosso (< 50 m^3/s). Det kom drøyt 120 mm nedbør i løpet av 3 døgn, vesentlig som regn. I tillegg var det sannsynligvis omkring 10 mm snøsmelting pr døgn. Største døgnmiddel var ca. 600 m^3/s, mens flommen kulminerte med ca. 630 m^3/s som tilsvarer omkring en 10-årsflom. Hvis temperaturen hadde vært noe høyere, ville det gitt litt mer snøsmelting og regn i hele nedbørfeltet og dermed noe større vannføring.



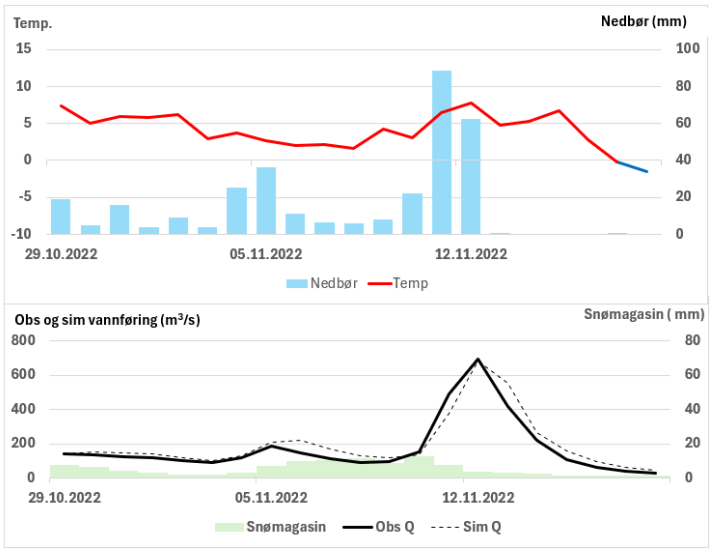
Figur 2.2.12. Observert (svart strek) og simulert vannføring (stiplet strek) høsten 2018. Nedbør er vist som blå søyler, temperatur som rød/ blå linje (over/ under null) og snømagasin som grønn skravur.

Ved flommen i oktober 2018 hadde det vært noe snø i Vosso-feltet tidligere i måneden (figur 2.2.12). Regn og mildvær i forkant av flomhendelsen ga en vannføring på ca. 200 m^3/s før flommen startet. Deretter kom det 180 mm regn fordelt over 3 døgn. Det resulterte i et maksimalt døgnmiddel på drøyt 550 m^3/s, mens flomtoppen var på nesten 650 m^3/s. Dette tilsvarer mellom en 10- og 20-årsflom. Høyere temperatur ville ikke gitt noen endring av dette flomforløpet.



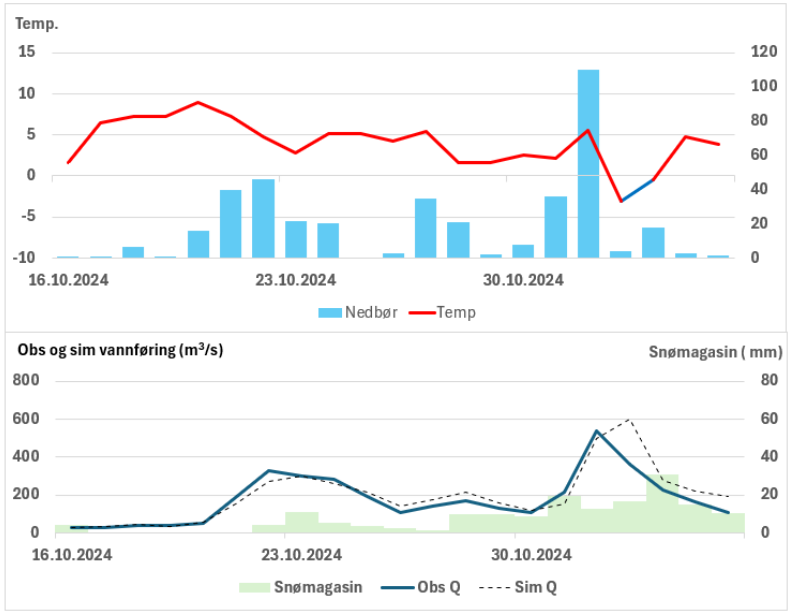
Figur 2.2.13. Observert (svart strek) og simulert vannføring (stiplet strek) høsten 2020. Nedbør er vist som blå søyler, temperatur som rød/ blå linje (over/ under null) og snømagasin som grønn skravur.

Ved flommen i november 2020, lå det relativt ubetydelig med snø i Vossofeltet ved flommens start (figur 2.2.13). I dagene før flommen hadde det vært lite nedbør, slik at vannføringen i forkant av hendelsen var relativt liten (ca. 60 m^3/s). Det kom omkring 100 mm nedbør i løpet av et døgn og 130 mm i løpet av tre døgn. I snaut 10 % av feltet er det sannsynlig at nedbøren kom som snø. Største døgnmiddel ble ca. 560 m^3/s, mens flomtoppen ble ca. 600 m^3/s. Det er en 5- til 10 –årsflom. Her kunne litt mildere vær ført til enda litt større flomvannføring.



Figur 2.2.14. Observert (svart strek) og simulert vannføring (stiplet strek) høsten 2022. Nedbør er vist som blå søyler, temperatur som rød/ blå linje (over/ under null) og snømagasin som grønn skravur.

Under flommen i november 2022 kom det omkring 170 mm nedbør i løpet av tre døgn og 90 mm i løpet av et døgn (figur 2.2.14). Det var relativt mildt og noe nedbør også i forkant av flommen, slik at vannføringen her var drøyt 100 m^3/s før flommen startet. Det var ubetydelig med snø i feltet i forkant av flommen. De to dagene med mest nedbør var det svært mildt, noe som ga regn i hele nedbørfeltet. Største døgnmiddelvannføring var drøyt 680 m^3/s. Flomtoppen var på 775 m^3/s, som tilsvarer en 50-årsflom. Høyere temperatur ville ikke gitt noen vesentlig endring av dette flomforløpet. Døgnmidlet ved flommen i 2022 var litt høyere enn i 2014, mens flomtoppen var litt lavere.



Figur 2.2.15. Observert (svart strek) og simulert vannføring (stiplet strek) høsten 2024. Nedbør er vist som blå søyler, temperatur som rød/ blå linje (over/ under null) og snømagasin som grønn skravur.

Ved flommen i november 2024 lå det litt snø (ca. 10 mm som gjennomsnitt for feltet) ved flommens start (figur 2.2.15). Det hadde vært litt regn også dagene i forkant, slik at vannføringen i Vosso var drøyt 100 m^3/s før flommen startet. Det kom omkring 150 mm nedbør i løpet av tre døgn og 110 mm i løpet av et døgn, det meste som regn, men snømagasinet økte litt (til ca. 20 mm). Største døgnmiddelvannføring under flommen ble i underkant av 540 m^3/s, mens flomtoppen ble ca. 580 m^3/s. Det tilsvarer ca. en 5- 10-årsflom i Vosso. Høyere temperatur ville gitt noe høyere flomvannføring.

Med samme nedbør og noe høyere temperatur er det sannsynlig at flommene i 2015, 2020 og 2024 ville blitt litt noe større. Dette skyldes først og fremst at det da ville kommet regn i en enda større andel av feltet. Mildere vær høsten 2015 ville også gitt et mindre snømagasin og høyere vannstand og større vannføring ut av Vangsvatnet før flommen startet. Dette ville sannsynligvis også bidratt til høyere vannstand og større avløpsflom fra Vangsvatnet enn observert. For flommene i 2014, 2018 og 2022, som er de tre største de siste 10 årene, er det lite trolig at økt temperatur ville gitt endringer i flomvannføringene. For alle flommene, ville potensielt lavere temperaturer gitt mindre flommer, som følge av økt andel av nedbøren som snø og i noen situasjoner mindre smelting.

3 Resultat

3.1 Døgnmiddelflom

3.1.1 Døgnmiddelflom fra observasjoner

Observasjonene i vassdraget gir spesifikke middelflommer som varierer fra 500 – 600 l/s/km^2 for stasjonene oppstrøms Vangsvatnet til drøyt 380 l/s/km^2 for Vangsvatnet (Bulken) (tabell 3.1.1).

Tabell 3.1.1 Observerte middelflommer i Vossovassdraget.

Stasjon	Periode	Q_M		Kommentar
		l/s/km^2	m^3/s	
62.10 Myrkdalsvatn	1964-2024	508	80	
	1984-2024	489	77	
	1995-2024	488	77	
	2019 (18)-2024	543 (552)	86 (87)	
62.116 Lønavatn	2019-2024	557	196	Skalert mot Myrkdalsvatn 1964-2024: 520 l/s/km^2
62.14.Slondalsvatn	1983-2024	587	24,6	
62.15 Kinne	1984-2024	496	254	
	1995-2024	514	263	
	2019-2024	580	297	
62.5.0.1051.1 Bulken, døgntilløp fra timesdata	1995-2024	465	508	Skalert mot 62.5 Bulken 1980-2025: 446 l/s/km^2
62.5 Bulken	(1892-2024)	(326)	(356)	Sannsynlig homogenitetsbrudd
	1980-2025	384	419	
	1984-2024	384	419	
	1964-2024	359	392	
	1995-2024	400	436	
	2018-2024	455	497	
62.115 Evangervatnet *(noe regulert)	2018-2024	**441**	649	Skalert mot 62.5 Bulken: 1980-2025: 372 l/s/km^2 1995-2024: 388 l/s/km^2

Drøyt 60 år med data fra Myrkdalsvatn sammen med 6 år med data fra Lønavatn gir et rimelig godt grunnlag for å bestemme middelflom i Strandaelvi, selv om flomvannføringene ved Myrkdalsvatn er nokså usikre. Observasjonene fra Myrkdalsvatn og Lønavatn gir spesifikke middelflommer på ca. 510 og 560 l/s/km^2. Observasjonene fra Lønavatn er fra en periode med mange store flommer i Vossovassdraget. Skalering mot den lengre serien fra Myrkdalsvatn gir en spesifikk middelflom for Lønavatn/ nedre del av Strandaelvi på 520 l/s/km^2.

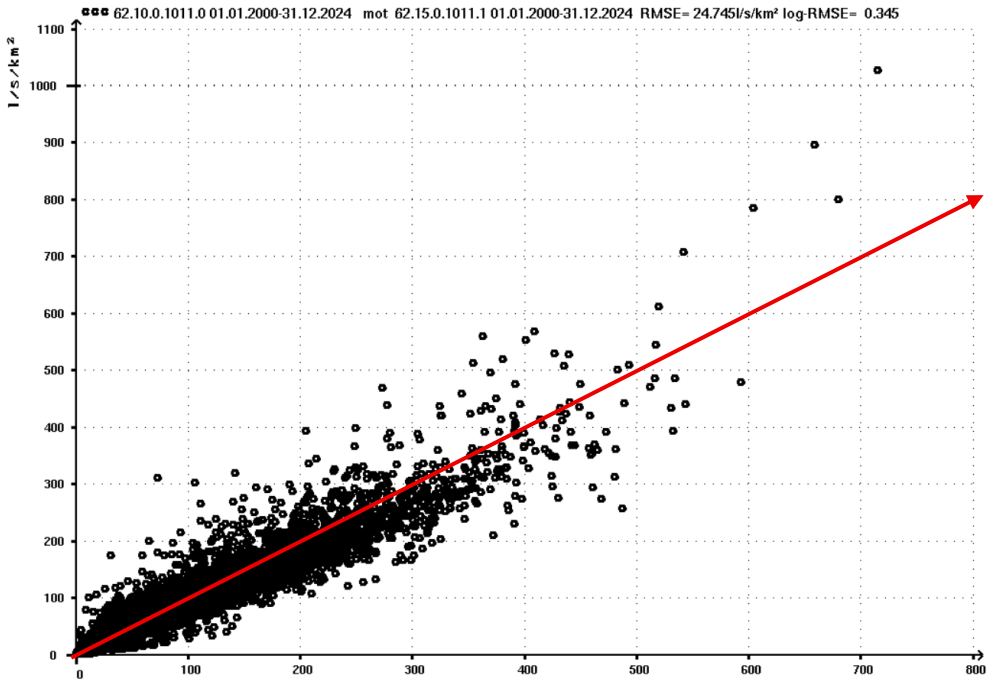
I Raundalselvi er det to målestasjoner 62.114 Slondalsvatn i øvre del og 62.115 Kinne i nedre del av elva. De har til sammen drøyt 80 år med observasjoner. I øvre del er spesifikk middelflom ca. 590 l/s/km^2 og i nedre del ca. 500 l/s/km^2. Observasjoner fra Lønavatn i Strandaelvi og Kinne i

Raundalselvi fra de flomrike årene 2019-2024, antyder noe høyere spesifikke flomverdier i Raundalselvi enn i Strandaelvi (se tab. 3.1.1).

Data fra Myrkdalsvatn og Raundalselvi viser at det ikke nødvendigvis er like intens avrenning i begge greinene til samme tid. Fra figur 3.1.1 ser en for eksempel at ved spesifikke vannføringer større enn 400 l/s/km^2 i Raundalselvi har spesifikk vannføring fra Myrkdalsvatn variert fra omkring 200 – 700 l/s/km^2. Tilsvarende, ved spesifikke vannføringer større enn 400 l/s/km^2 fra Myrkdalsvatn, har spesifikk vannføring i Raundalselvi variert fra ca. 250 til 1000 l/s/km^2.

Det er derfor rimelig å anta at spesifikk middelflom er noe lavere etter samløpet, det vil si i Vosso ved Vossevangen, enn i hver av de to grenene. Dette harmonerer og godt med analysen av tilløpsserien til Vangsvatnet, som for årene 1995 – 2024 gir en midlere spesifikk tilløpsflom på 465 l/s/km^2 eller ca. 50 l/s/km^2 mindre enn for Kinne/ Raundalselvi.

Ved målestasjonen Bulken er det identifisert et homogenitetsbrudd i flomdataene omkring 1978/1979. For beregning av døgnmiddelflom ved Bulken benyttes derfor flere perioder, men hvor perioden 1980 – 2025 vektlegges. I denne perioden er det ikke mistanke om inhomogene flomdata. Tidsserien er likevel lang (46 år) og gir en middelflom på 384 l/s/km^2.



Figur 3.1.1. Samtidig spesifikk vannføring (l/s/km^2) ved målestasjonene 62.10 Myrkdalsvatn (x-akse) og 62.15 Kinne (y-akse) for årene 2000 - 2024. Det er døgndata som er vist. Den røde streken viser dager med samme spesifikke vannføring i de to grenene, punkter over streken viser dager hvor spesifikk vannføring har vært størst i Raundalselvi (Kinne) og punkter under streken størst i Strandaelvi (Myrkdalsvatn).

I Evangervatnet er det observert vannføring fra høsten 2018. Årene etter dette har vært flomrike, og syv år med observasjoner gir en spesifikk middelflom på ca. 440 l/s/km^2. For de samme årene er spesifikk middelflom for Bulken 455 l/s/km^2. Observasjonene i Evangervatnet er noe påvirket av vannkraftreguleringer. Virkningen av disse på flommene i vassdraget er beskrevet i avsnitt 1.3 og 3.1.4.1.

3.1.2 Lokal flomfrekvensanalyse

I tabell 3.1.2 og figur 3.1.2 er resultatet av flomanalyser på døgndata fra Vossovassdraget og enkelte nabovassdrag vist. Til beregningene er programmet «FLOMANALYSE» i NVEs database benyttet. Det er brukt GEV-Bayesiansk frekvensfordeling i kombinasjon med regional informasjon (RFFA2018), dvs. «full lokal + regional analyse», slik det er anbefalt i NVEs veileder. For Bulken er også en 30 år lang tilløpsserie analysert. Ved analyse av tilløpsserien er effektiv sjøprosent endret fra 0,87% til 0,15 % (arealet av Vangsvatnet inngår da ikke i beregningen).

Tabell 3.1.2. Flomfrekvensanalyse for stasjoner i og nær Vossovassdraget. Det er døgndata som er analysert.

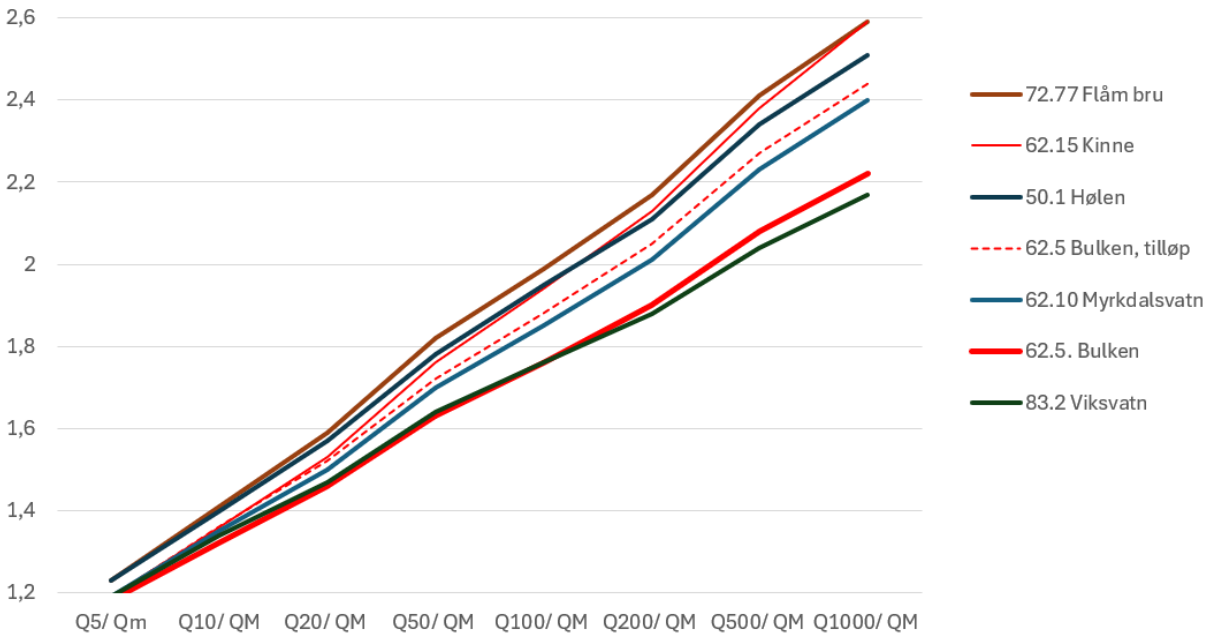
Stasjon	Periode	Q_M		Q_5/Q_M	Q_{10}/Q_M	Q_{20}/Q_M	Q_{50}/Q_M	Q_{100}/Q_M	Q_{200}/Q_M	Q_{500}/Q_M	Q_{1000}/Q_M	Fordeling
		l/s/km^2	m^3/s									
62.10 Myrkdalsvatn	1964-2024	508	80	1,19	1,35	1,50	1,70	1,85	2,01	2,23	2,40	GEV-Bay + RFFA2018
62.14.Slondalsvatn	1984-2024	587	24,6	1,17	1,35	1,53	1,78	1,98	2,19	2,49	2,73	GEV-Bay + RFFA2018
62.15 Kinne	1983-2024	495	253	1,19	1,36	1,53	1,76	1,94	2,13	2,38	2,59	GEV-Bay + RFFA2018
62.5.0.1051.1 Bulken, tilløp	1995-2024	465	508	1,19	1,36	1,52	1,72	1,88	2,05	2,27	2,44	GEV-Bay + RFFA2018
Gj.sn. Myrkd.v, Kinne og tilløp Bu.				1,19	1,36	1,52	1,73	1,89	2,06	2,29	2,48	
62.5. Bulken	1980-2025	384	419	1,18	1,32	1,46	1,63	1,76	1,90	2,08	2,22	GEV-Bay + RFFA2018
62.5 Bulken	1983-2024	384	419	1,19	1,33	1,47	1,65	1,79	1,93	2,13	2,28	GEV-Bay + RFFA2018
62.5 Bulken	1995-2024	399	436	1,20	1,35	1,49	1,69	1,83	1,98	2,18	2,34	GEV-Bay + RFFA2018
62.18 Svartavatn	1988-2024	1165	84	1,22	1,40	1,58	1,82	2,00	2,18	2,44	2,64	GEV-Bay + RFFA2018
50.1 Hølen	1923-2023	330	76	1,23	1,40	1,57	1,78	1,95	2,11	2,34	2,51	GEV-Bay + RFFA2018
72.77 Flåm bru	1909 – 2024	390	103	1,23	1,41	1,59	1,82	1,99	2,17	2,41	2,59	GEV-Bay + RFFA2018
83.2 Viksvatn	1903 - 2024	342	174	1,19	1,34	1,47	1,64	1,76	1,88	2,04	2,17	GEV-Bay + RFFA2018

For de analyserte seriene varierer forholdstallet mellom 1000-årsflom og middelflom (Q1000/Qm) fra ca. 2,2 til 2,7, hvor Slondalsvatn, som er et lite delfelt i Raundalselvi har det høyeste forholdstallet.

For Kinne gir analyse av ca. 40 år med observasjoner et forholdstall på ca. 2,6 mellom 1000-årsflom og middelflom. Nesten 50 år med data fra Bulken gir et forholdstall på ca. 2,2. Det er rimelig at vekstkurven er slakere for Kinne enn for Slondalsvatn, men brattere enn for Bulken (Vangsvatnet). Det skyldes både forskjellene i nedbørfeltenes størrelse og effektive sjøprosent.

For Myrkdalsvatn gir analyse av ca. 60 år med observasjoner et forholdstall på ca. 2,4 mellom 1000-årsflom og middelflom. Nedbørfeltet er mindre og midlere årsavrenning høyere for Myrkdalsvatn enn for Vangsvatnet (Bulken). Det virker derfor rimelig at vekstkurven er noe brattere for Myrkdalsvatn enn for Bulken og samtidig noe slakere enn for Kinne. Den 30 år lange tilløpsserien til Bulken gir en vekstkurve som ligger mellom den som er beregnet for Kinne og Myrkdalsvatn. Disse analysene harmonerer dermed godt.

For andre lange observasjonsserier i rimelig nærhet varierer forholdstallet mellom 1000-årsflom og middelflom fra ca. 2,2 til 2,6. Viksvatn har den slakeste vekstkurven, og er også feltet med høyest effektiv sjøprosent. Flåm bru har den bratteste kurven. Dette feltet har en effektiv sjøprosent av samme størrelsesorden som feltet til Bulken, men er vesentlig mindre. Det virker derfor rimelig at vekstkurven her er noe brattere.



Figur 3.1.2 Vekstkurver for enkelte vannføringsstasjoner i Vosso- og andre nærliggende vassdrag.

3.1.3 Regional flomfrekvensanalyse

Det er gjort beregninger i NEVINA av flomstørrelser for utvalgt punkter i Vossovassdraget. NEVINA benytter median og ikke middelflom som indeksflom. For å forenkle sammenligning med andre beregninger, er NEVINA-resultatene justert slik at verdiene i tabell 3.1.3 er referert middelflom.

Tabell 3.1.3. Flomfrekvensanalyse for Vossovassdraget ved bruk av de regionale formlene RFFA2018 i programmet NEVINA (døgndata).

Beregningspunkt	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
	[km²]	l/s/km²	m³/s								
Myrkdalsvatn	158	546	86	1,20	1,37	1,53	1,75	1,91	2,08	2,30	2,47
Strandaelvi	371	435	162	1,22	1,39	1,56	1,79	1,96	2,12	2,35	2,52
Kinne	511	436	222	1,18	1,34	1,51	1,72	1,88	2,04	2,25	2,41
Vosso ved Vossevangen	901	439	396	1,19	1,35	1,50	1,71	1,86	2,01	2,21	2,36
Bulken	1092	409	447	1,21	1,38	1,54	1,74	1,88	2,03	2,22	2,37
Utløp Vosso i fjorden	1496	420	628	1,22	1,38	1,54	1,73	1,88	2,02	2,20	2,34

Resultatene fra NEVINA gir omtrent samme spesifikke middelflommer i Strandaelvi og Raundalselvi. Dette harmonerer godt med observerte data. NEVINA gir her verdier i underkant av 440 l/s/km², det er 10 – 15 % mindre enn observert. Også for Vosso nedstrøms samløpet mellom disse elvene gir NEVINA tilnærmet samme resultat, også her er det ca. 15 % mindre enn det tilløpsserien til Vangsvatnet (Bulken) gir.

Ved utløpet av Vangsvatnet (Bulken) og ved utløp i fjorden gir NEVINA spesifikke middelflommer på ca. 410 og 420 l/s/km². For Bulken er dette 9 % høyere enn observert (384 l/s/km², 1980-2025). I denne delen av vassdraget antas derfor at NEVINA overestimerer flomvannføringene noe. Den relative økningen fra Bulken til utløp i fjorden (ca. 3 %) virker rimelig, da det er mer nedbør i den vestlige delen av vassdraget enn lenger øst.

Vekstkurven er litt brattere for tilløpselvene til Vangsvatnet enn for Bulken, men forskjellene er relativt små. NEVINA gir størst forholdstall mellom 1000-års og middelflom for Strandaelvi med ca. 2,5. Ved utløp i fjorden gir NEVINA det laveste forholdstallet med ca. 2,3. Forholdstallene er av samme størrelsesorden som det analyse av observerte data ga, men den regionale analysen gir litt brattere vekstkurve i Strandaelvi enn i Raundalselvi, som er motsatt av det observasjonene gir.

3.1.4 Valg av døgnmiddelflom

Omkring 100 år til sammen med observasjoner fra Strandaelvi og Raundalselvi gir spesifikk døgnmiddelflom på noe over 500 l/s/km^2 i Strandaelvi og noe under dette i Raundalselvi. Observerte flomverdier i øvre del av Strandaelvi, ved Myrkdalsvatn er imidlertid usikre. Noen få år med observasjoner i Lønavatn i nedre del av Strandaelvi antyder noe lavere spesifikke flomverdier der enn i Raundalselvi. Ut fra dette avrundes spesifikk middelflom i begge grenene til 500 l/s/km^2.

For Vosso ved Vossevangen, antas en spesifikk middelflom på 470 l/s/km^2 å være representativ. Det er noe høyere enn det tilløpsserien til Vangsvatnet, som dekker et litt større felt, gir (465 l/s/km^2), og noe lavere enn verdien for Strandaelvi og Raundalselvi.

For Vangsvatnet og øvre del av Vosso benyttes observasjonene fra målestasjonen Bulken fra perioden 1980 – 2025 som har homogene flomdata. Her er spesifikk middelflom 384 l/s/km^2. Ut fra analysene i NEVINA antas spesifikk middelflom i et uregulert Vossovassdrag å være ca. 10 l/s/km^2 større enn ved utløp av Vangsvatnet. Disse analysene og valgene gir følgende døgnmiddelflommer i Vossovassdraget (tabell 3.1.4).

Tabell 3.1.4. Døgnmiddelflommer i Vossovassdraget. For nedre del er verdier oppgitt for både uregulert og regulert vassdrag.

Beregningspunkter	Areal	Q_M		Regulert Q_M	
	km^2	l/s/km^2	m^3/s	l/s/km^2	m^3/s
Strandaelvi ved utløp Lønavatn	351,3	500	176	X	X
Strandaelvi ved samløp Raundalselvi	372,0	500	186	X	X
Kinne	510,9	500	255	X	X
Raundalselvi ved samløp Strandaelvi	525,6	500	263	X	X
Vosso ved Vossevangen	901	470	423	X	X
Bulken, utløp av Vangsvatnet	1091,3	384	419	X	X
Vosso ved utløp i Evangervatn	1266,4	394	499	377	477
Evangervatn	1472,6	394	580	374	551
Vosso ved utløp i fjorden	1496,5	394	590	375	561

3.1.5 Valg av vekstkurve

Både lokale og regionale analyser gir litt brattere vekstkurver for tilløpselvene til Vangsvatnet enn for Bulken. Det virker rimelig. Analyse av observasjoner fra Raundalselvi gir litt brattere vekstkurve enn for Strandaelvi. Vekstkurven for tilløpsserien til Vangsvatnet legger seg mellom disse to. Dette harmonerer godt.

For Strandaelvi velges derfor vekstkurven fra Myrkdalsvatn, for Raundalselvi kurven fra Kinne og for Vosso etter samløp av disse to elvene et gjennomsnitt av disse to.

For Vangsvatnet (Bulken) benyttes perioden 1980 – 2025 som grunnlag for beregning av vekstkurve. Denne perioden har homogene flomdata. Som for de øvrige analyserte stasjonene legges metoden «full lokal + regional analyse» ved valg av vekstkurve. Hvis alle data tilbake til 1892 hadde blitt benyttet, ville det gitt en noe brattere vekstkurve, sannsynligvis fordi en da ville inkludert mange små flommer som påvirker helningen på kurven.

NEVINA gir omtrent samme vekstkurve for Vosso ved utløp i fjorden som for Bulken. Vekstkurven fra Bulken benyttes derfor også videre nedover i vassdraget. Resulterende vekstkurver er gitt i tabell 3.1.5.

Tabell 3.1.5. Valgte vekstkurver i Vossovassdraget.

Beregningspunkt	**Areal** [km²]	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
Strandaelvi ved utløp Lønavatn	351,3	1,19	1,35	1,50	1,70	1,85	2,01	2,23	2,40
Strandaelvi ved samløp Raundalselvi	372,0	1,19	1,35	1,50	1,70	1,85	2,01	2,23	2,40
Kinne	510,9	1,19	1,36	1,53	1,76	1,94	2,13	2,38	2,59
Raundalselvi ved samløp Strandaelvi	525,6	1,19	1,36	1,53	1,76	1,94	2,13	2,38	2,59
Vosso ved Vossevangen	901	1,19	1,36	1,52	1,73	1,90	2,07	2,31	2,50
Bulken, utløp av Vangsvatnet	1091,3	1,18	1,32	1,46	1,63	1,76	1,90	2,08	2,22
Vosso ved utløp i Evangervatn	1266,4	1,18	1,32	1,46	1,63	1,76	1,90	2,08	2,22
Evangervatn	1472,6	1,18	1,32	1,46	1,63	1,76	1,90	2,08	2,22
Vosso ved utløp i fjorden	1496,5	1,18	1,32	1,46	1,63	1,76	1,90	2,08	2,22

3.1.6 Døgnmiddelflom for beregningspunktene

Med middelflom og vekstkurver som valgt i kapittel 3.1.4 og 3.1.5 får en følgende flomverdier (døgnmidler) i Vossovassdraget for et naturlig vassdrag.

Tabell 3.1.6. Middelflom til 1000-årsflom (døgnmidler) for Vossovassdraget. Verdiene er for et uregulert vassdrag.

Beregningspunkt	Areal [km²]	Q_M l/s/km²	Q_M m³/s	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}
Strandaelvi ved utløp Lønavatn	351,3	500	176	209	237	263	299	325	353	392	422
Strandaelvi ved samløp Raundalselvi	372,0	500	186	221	251	279	316	344	374	415	446
Kinne	510,9	500	255	304	347	391	450	496	544	608	662
Raundalselvi ved samløp Strandaelvi	525,6	500	263	313	357	402	463	510	560	625	681
Vosso ved Vossevangen	901	470	423	504	576	644	733	805	877	978	1059
Bulken, utløp av Vangsvatnet	1091,3	384	419	496	554	610	684	739	795	872	932
Vosso ved utløp i Evangervatn	1266,4	394	499	591	660	727	815	880	947	1039	1110
Evangervatn	1472,6	394	580	687	767	845	947	1024	1101	1208	1291
Vosso ved utløp i fjorden	1496,5	394	590	698	780	859	963	1040	1119	1227	1312

3.2 Kulminasjonsvannføring

Kulminasjonsvannføring ved flom er ofte atskillig større enn døgnmiddelvanføring. Dette gjelder spesielt i små vassdrag med spisse flomforløp, men det kan være betydelig forskjell også i større vassdrag.

De vanligste måtene å beregne kulminasjonsvannføringer på er via:

- døgnmiddelvannføring og forholdstallet $Q_{mom}/Q_{døgn}$
- lokal flomfrekvensanalyse direkte på kulminasjonsvannføringer

Her er begge metoder benyttet.

3.2.1 Forholdstall mellom døgn- og kulminasjonsverdier

I tabell 3.2.1 er det oppgitt forholdstall mellom kulminasjons- (største timeverdi) og døgnmiddelvannføring for periodene hvor en har data med fin tidsoppløsning i Vossovassdraget. For stasjonene som ligger oppstrøms Vangsvatnet er det naturlig nok observert vesentlig høyere forholdstall enn for stasjonene lenger ned i vassdraget.

Tabell 3.2.1. Forholdet mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring for målestasjonene i Vossovassdraget.

Stasjon	Periode	Median	Gj.sn.	Median ti største flommer	Min	Maks	NEVINA
62.10 Myrkdalsvatn	1971-24	1,14	1,18	1,22	1,01	1,99	1,19
	2019-24	1,21	1,22		1,08	1,41	
62.19 Strandaelvi v. Lønavatn	2019-24	1,16	1,20		1,05	1,41	1,12
62.15 Kinne	1983-24	1,72	1,69	1,84	1,08	2,67	1,24
	2019-24	2,08	2,03		1,26	2,67	
62.5.0.1051.1 Bulken, tilløp	1995-24	1,46	1,45	1,49	1,05	2,16	
	2019-24	1,67	1,67		1,21	2,16	
62.5 Bulken	1995-2024	1,06	1,07	1,10	1,01	1,20	1,10
	2018-24	1,11	1,11		1,04	1,16	
	2019-24	1,10	1,10		1,04	1,14	
62.115 Evangervatn	2018-24	1,15	1,16		1,06	1,25	1,11

I Strandaelvi dempes flommene både i Myrkdalsvatnet, Oppheimsvatnet og Lønavatnet. Effektiv sjøprosent for nedre del av Strandaelvi er i NEVINA beregnet til 1,4 %.

For Myrkdalsvatn, som ligger i øvre del av Strandaelvi, er det data med fin tidsoppløsning tilbake til 1971. Forholdstallene mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring under flom har variert fra ca. 1,0 til 2,0. Både gjennomsnitt for alle flommene og median for de ti største flommene er ca. 1,2. Det er en flom fra 1971 som har det høyeste forholdstallet (2,0), det antas at denne er en «outlier» og at verdien er usikker (se kapittel 2.1).

For årene 2019-2024 er det også data fra Lønavatn, som ligger lenger ned i Strandaelvi. Observerte forholdstall er omtrent som for Myrkdalsvatn i samme periode. NEVINA gir også forholdstall av samme størrelsesorden med ca. 1,2 for Myrkdalsvatn og 1,1 for Lønavatn. For nedre del av Strandaelvi velges derfor et forholdstall på 1,2.

I Raundalselvi er det svært få flomdempende innsjøer, effektiv sjøprosent er her 0,05 %. Ved Kinne er det registrert data med fin tidsoppløsning tilbake til 1983. I 2001 er største døgnverdi identisk med kulminasjonsvannføring, dette året er derfor utelatt fra analysen. For øvrige flommer har forholdstallene variert mellom ca. 1,1 og 2,7. Median for alle flommene er ca. 1,7, og for de ti største ca. 1,8. Forholdstallet er vesentlig høyere enn det NEVINA gir (ca. 1,2).

Stasjonen Kinne antas å ha gode flomdata. Det er gjort vannføringsmålinger for vannføringer opp til ca. 350 m^3/s. Det er ca. 100 m^3/s mer enn døgnmiddelflom ved stasjonen. Det er valgt å legge vekt på observasjonene fra Kinne, og det er derfor benytte et forholdstall på 1,7 for Raundalselvi.

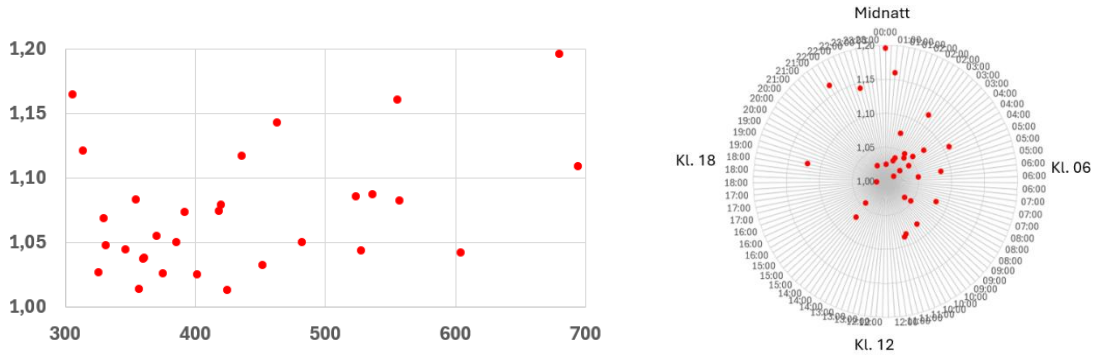
For Vosso oppstrøms Vangsvatnet er det rimelig at forholdstallet mellom kulminasjons- og døgnmiddel-vannføring ligger mellom de som er funnet for Raundalselvi og Strandaelvi. Ut fra tidsserien for Bulken er det laget en tilløpsserie til Vangsvatnet med timesoppløsning tilbake til 1995.

Analyse av denne gir forholdstall som varierer fra ca. 1,1 til 2,1 og med en median for både alle og de ti største flommene på ca. 1,5. NEVINA gir også her et lavere forholdstall (ca. 1,2). Både tilløpsserien og observasjonene ved Kinne tyder på at NEVINA underestimerer forholdstall i deler av Vossovassdraget. Det antas at et forholdstall på 1,5 er rimelig for Vosso på denne strekningen.

Siden 1995 er det registrert vannføring med fin tidsoppløsning ved Bulken. Her har forholdstallene variert fra ca. 1,0 til 1,2 og med et gjennomsnitt på 1,07.

Det har vært 10 flomtopper større enn 500 m^3/s. For disse har forholdstallet variert fra 1,04 til 1,20, med et gjennomsnitt på 1,10. Fra venstre del av figur 3.2.1 ser en at det ikke er noe entydig økning av forholdstallene med økende vannføring. Derimot ser en av høyre halvdel av figuren at de største forholdstallene (1,15 – 1,20) har vært for flomtoppene rundt midnatt. Det skyldes at disse flommene i større grad blir fordelt over to døgn, noe som gir lavere døgnmidler og større forholdstall, enn når flomtoppen er mer midt på dagen.

Ved omregning fra døgnmidler til kulminasjonsverdier ble det i NVE-rapport 15-2015 benyttet et forholdstall på 1,15. Nå er tidsserien med findata lenger. Ut fra vurderingene ovenfor virker det rimelig å benytte et forholdstall på 1,10. Det er noe høyere enn gjennomsnittet for alle flommer siste 30 år, men tilsvarer gjennomsnittet for de 10 største flommene.



Figur 3.2.1. Til venstre, forholdstall mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring ved Bulken (y-aksen) mot døgnmiddelvannføring (x-aksen) i m^3/s. Til høyre, tilvarende forholdstall, men mot tid på døgnet da flomtoppen inntraff.

I Evangervatnet har det vært observasjoner siden 2018. Forholdstallet mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring har variert fra 1,06 til 1,25 og med en median på 1,15. Det er noe høyere enn observasjonene fra Bulken gir for de samme årene. NEVINA gir omtrent samme forholdstall for nedre del av Vossovassdraget som for Bulken. Basert på de siste års observasjoner virker det likevel rimelig å benytte et litt høyere forholdstall i nedre del av vassdraget enn ved utløpet av Vangsvatnet, slik at for Vosso ved utløp i Evangervatnet og ved utløp i fjorden benyttes et forholdstall på 1,15.

3.2.2 Kulminasjonsvannføringer via døgndata

Døgnmidler som gitt i kapittel 3.1.5 og forholdstall fra kapittel 3.2.2 gir følgende kulminasjonsvannføringer i et uregulert vassdrag (tabell. 3.2.2).

Tabell 3.2.2. Middelflom til 1000-årsflom (kulminasjonsverdier) for Vossovassdraget. Verdiene er for et uregulert vassdrag.

Beregningspunkt	$Q_{mom}/Q_{døgn}$	Q_M m³/s	Q_5 m³/s	Q_{10} m³/s	Q_{20} m³/s	Q_{50} m³/s	Q_{100} m³/s	Q_{200} m³/s	Q_{500} m³/s	Q_{1000} m³/s
Strandaelvi ved utløp Lønavatn	1,2	211	251	285	316	358	390	424	470	506
Strandaelvi ved samløp Raundalselvi	1,2	223	266	301	335	379	413	449	498	536
Kinne	1,7	434	517	591	664	764	842	925	1034	1125
Raundalselvi ved samløp Strandaelvi	1,7	447	532	608	684	786	867	952	1063	1157
Vosso ved Vossevangen	1,5	635	756	864	966	1099	1207	1315	1467	1588
Bulken, utløp av Vangsvatnet	1,1	461	546	609	671	752	813	875	959	1025
Vosso ved utløp i Evangervatn	1,15	574	679	759	836	937	1012	1089	1194	1277
Evangervatn	1,15	667	790	882	972	1089	1177	1266	1389	1485
Vosso ved utløp i fjorden	1,15	678	803	897	987	1107	1196	1287	1411	1509

3.2.3 Middelflom fra data med fin tidsoppløsning

I Vossovassdraget er det data med fin tidsoppløsning tilbake til 1971 for Myrkdalsvatn, 1983 for Kinne og 1995 for Bulken. I tillegg fins det kortere tidsserier med findata fra Evangervatnet og Lønavatn. Alle seriene er benyttet for å vurdere midlere kulminasjonsflom (tabell 3.2.3).

Tabell 3.2.3 Observerte middelflommer, kulminasjonsverdier i Vossovassdraget.

Stasjon	Periode	Q_M		Kommentar
		l/s/km^2	m^3/s	
62.10 Myrkdalsvatn	1971-2024	599	94	Eks. 1986-87
	1995-2024	581	91	
	2019-2024	666	105	
62.116 Lønavatn	2019-2024	679	239	Skalert mot Myrkdalsvatn 1971-2024: 611 l/s/km^2 eller 215 m^3/s
62.14.Slondalsvatn	1983-2024	834	35	Eks. 1986-87, 1990, 1994, 1997-98, 2000
	2018-2024	1135	48	
62.15 Kinne	1983-2024	757	387	
	1995-2024	802	410	
	2019-2024	1011	516	
Kinne + Lønavatn	2019-2024	814	703	Skalert mot tilløp Bulken 1995-2024: 689 l/s/km^2 eller 594 m^3/s
62.5.0.1051.1 Bulken tilløp	1995-2024	642	701	
	2019-2024	759	829	
62.5 Bulken	1995-2024	430	470	
	2018-2024	504	550	
	2019-2024	490	535	
62.115 Evangervatnet *(noe regulert)	2018-2024	506	745	Skalert mot 62.5 Bulken 1995 – 2024: 432 l/s/km^2 eller 636 m^3/s

I Strandaelvi har vi målestasjonene Myrkdalsvatn og Lønavatn. Flomtoppen kommer som regel noen få timer tidligere i Myrkdalsvatn enn Lønavatn. Spesifikk flomvannføring for Lønavatn er noen ganger litt større andre ganger litt mindre enn for Myrkdalsvatn. Det antas at skalering av midlere spesifikk flom for Lønavatn mot den lengre tidsserien fra Myrkdalsvatn, gir en representativ verdi for nedre del av Strandaelvi. Det gir spesifikk middelflom på 611 l/s/km^2.

Målestasjonen Kinne i Raundalselvi gir en observert spesifikk middelflom på 757 l/s/km^2 (for perioden 1983-2024). Lenger opp i nedbørfeltet ligger målestasjonen Slondalsvatn, som utgjør snaut ti prosent av feltet til Kinne, her er spesifikk middelflom enda noe høyere. Det virker rimelig. Spesifikk middelflom er også høyere i Raundalselvi enn i Strandaelvi. Det skyldes at det er få/ ingen innsjøer av flomdempende betydning i feltet til Raundalselvi, mens det er flere innsjøer i Strandaelvis nedbørfelt. For Raundalselvi oppstrøms samløp med Strandaelvi benyttes derfor 757 l/s/km^2 som spesifikk middelflom.

Timesvannføringer fra Kinne og Lønavatn er også summert for perioden 2019-2024. De gir i sum en middelflom på 703 m^3/s eller 814 l/s/km^2. Dette er noe mindre enn summen av middelflom for hver av stasjonene i denne perioden (755 m^3/s = 516 m^3/s + 239 m^3/s). Det skyldes at Raundalselvi og Strandaelvi ikke nødvendigvis har flomtopp til samme tid.

Dette stemmer også godt med tilløpsserien til Vangsvatnet (Bulken, tilløp) som gir en spesifikk middelflom for årene 2019 – 2024 på 759 l/s/km^2 (timesdata). Denne inkluderer både Strandaelvi, Raundalselvi og andre bekker og elver som renner til Vangsvatnet. For årene 1995-2024 er tilsvarende verdi 642 l/s/km^2.

Middelflom for Vosso nedstrøms samløpet mellom Strandaelvi og Raundalselvi beregnes da som summert middelflom fra Kinne og Løndalsvatn (2019-2024) skalert mot den lengre tilløpsserien for Vangsvatnet (1995-2024). Det gir en spesifikk middelflom på 689 l/s/km^2.

For utløpet av Vangsvatnet gir observasjonene fra Bulken en middelflom på 430 l/s/km^2 eller en vannføring på 470 m^3/s for perioden med findata (1995-2024).

For Evangervatnet gir observasjoner fra årene 2018-2024 litt høyere spesifikk middelflom enn for Bulken for tilsvarende år. Skalering av observasjonene ved Evangervatnet mot den lengre tidsserien for Bulken gir en spesifikk middelflom på 432 l/s/km^2 eller en vannføring på 636 m^3/s. Det antas at dette er representativt for dagens forhold i Evangervatn, hvor flomvannføringene er noe påvirket av vannkraftreguleringer i vassdraget.

Ved middelflom (kulminasjon) antas en reduksjon på 25 og 8 m^3/s på grunn av magasinering i henholdsvis Torfinnsvatn og Volavatn/ Piksvatn (se avsnitt 1.31). Det er derfor antatt at uregulert middelflom i Vosso ved innløp til og utløp av Evangervatnet er henholdsvis 25 m^3/s og 33 m^3/s større enn det observasjonene gir. Det medfører at uregulert middelflom for Evangervatnet blir ca. 670 m^3/s som tilsvarer en spesifikk vannføring på 455 l/s/km^2.

Oppsummert gir dette følgende kulminasjonsverdier ved middelflom for de ulike beregningspunktene i Vossovassdraget.

Tabell 3.2.4. Middelflom, kulminasjonsverdier i Vossovassdraget. For nedre del er det oppgitt verdier for både uregulert og regulert vassdrag.

Beregningspunkter	Areal	Q_M		Regulert Q_M	
	km^2	$l/s/km^2$	m^3/s	$l/s/km^2$	m^3/s
Strandaelvi ved utløp Lønavatn	351,3	611	215		
Strandaelvi ved samløp Raundalselvi	372,0	611	227		
Kinne	510,9	757	387		
Raundalselvi ved samløp Strandaelvi	525,6	757	398		
Vosso ved Vossevangen	901	689	621		
Bulken, utløp av Vangsvatnet	1091,7	430	469		
Vosso ved utløp i Evangervatn	1266,4	455	576	435	551
Evangervatn	1472,6	455	670	432	636
Vosso ved utløp i fjorden	1496,5	455	681	433	648

3.2.4 Lokal flomfrekvensanalyse, data med fin tidsoppløsning

For de tre lengste tidsseriene med findata i Vossovassdraget er det beregnet vekstkurver og flomverdier basert på data med fin tidsoppløsning. Det er benyttet Gumbel-Bayesiansk frekvensanalyse i programmet FLOMANALYSE. For Myrkdalsvatn, som har mer enn 50 år med findata, er også GEV-Bayesiansk analyse benyttet.

Tabell 3.2.5. Flomfrekvensanalyse for stasjoner i Vossovassdraget. Kulminasjonsvannføringer/ timesdata.

Beregningspunkt	Periode	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
62.10 Myrkdalsvatn	1971-2024 (eks. 1986-87) Gum- Bay	1,19	1,36	1,52	1,73	1,89	2,05	2,26	2,42
	1971-2024 (eks. 1986-87) GEV -Bay	1,19	1,41	1,65	2,02	2,35	2,75	3,41	4,04
62.14 Slondalsvatn	1988-2024 (eks. 1994, 1997-98, 2000)	1,25	1,48	1,70	2,00	2,23	2,46	2,76	3,00
62.15 Kinne	1983-2024 Gum- Bay	1,23	1,43	1,63	1,89	2,08	2,28	2,54	2,74
62.5 Bulken, tilløp	1995-2024 Gum- Bay	1,22	1,40	1,58	1,82	2,00	2,18	2,42	2,61
62.5 Bulken	1995-2025 Gum-Bay	1,17	1,32	1,47	1,66	1,81	1,96	2,16	2,31

For Myrkdalsvatn gir GEV-fordelingen vesentlig brattere vekstkurve enn det de øvrige analysene gir. Det skyldes spesielt en svært stor flom i november 1971. Flommen kulminerte med 252 m^3/s, men flomtoppen er svært usikker (se også kap.2.1) og antas å være en «out-lier». Resultatene fra GEV-fordelingen er derfor ikke tillagt vekt i de videre vurderingene.

Ved bruk av Gumbel-fordelingen gir data med fin tidsoppløsning forholdstall mellom 200-årsflom og middelflom som varierer fra ca. 2,0 til 2,5, mens Q1000/Qm varierer fra ca. 2,3 til 3,0. Den bratteste kurven gir analysene for Slondalsvatn, som har et nedbørfelt på kun 42 km^2 og er minst representativ for beregningspunktene i Vossovassdraget.

For Myrkdalsvatn er vekstkurven basert på analyse av findata (tabell 3.2.5) svært lik vekstkurven basert på døgndata (tabell 3.1.5). For Kinne, Bulken og tilløpsserien til Bulken (Vangsvatnet) gir findataene noe brattere vekstkurver enn døgndata. En vesentlig forskjell er at ved analyse av findata kan kun lokale data benyttes, mens ved bruk av døgndata er også regional informasjon (RFFA2018) inkludert, noe som gir mer robuste resultater.

Ved bruk av Gumbel-fordeling gir analysene av data med fin tidsoppløsning følgende flomvannføringer (tabell 3.2.6).

Tabell 3.2.6. Middelflom til 1000-årsflom (kulminasjonsverdier) for Myrkdalsvatn, Kinne og Bulken basert på analyse av data med fin tidsoppløsning.

Beregningspunkt	Periode	Q_M m³/s	Q_5 m³/s	Q_{10} m³/s	Q_{20} m³/s	Q_{50} m³/s	Q_{100} m³/s	Q_{200} m³/s	Q_{500} m³/s	Q_{1000} m³/s
62.10 Myrkdalsvatn	1971-2024 (eks. 1986-87)	94	113	128	143	163	178	194	213	228
62.15 Kinne	1983-2024	387	476	554	630	729	805	881	983	1061
62.5 Bulken, tilløp	1995-2024	701	852	983	1109	1275	1401	1528	1697	1827
62.5 Bulken	1995-2025	469	551	621	689	780	848	919	1013	1086

3.3 Sammenstilling av resultat fra ulike metoder

For Bulken og Kinne kan det gjøres en direkte sammenligning av resultater ved analyser ut fra flomstørrelser beregnet fra

- døgnmiddelvannføring og forholdstallet $Q_{mom}/Q_{døgn}$ og
- lokal flomfrekvensanalyse direkte på kulminasjonsvannføringer

For Kinne og Bulken gir kun bruk av findata henholdsvis ca. 5 - 10 % mindre og 1 - 5 % større flomestimater enn når en går veien om døgndata og skalering av disse (tab.3.3.1).

Det er en åpenbar fordel ved å benytte data med fin tidsoppløsning, det fjerner usikkerheten knyttet til omregning fra døgn- til kulminasjonsverdier. På den annen side reduseres usikkerheten knyttet til vekstkurvene både når tidsseriene blir lengere og ved å inkludere informasjon fra formelverket RFFA2018, noe en kun kan gjøre med døgndata.

Tabell 3.3.1 Flomvannføringer ved målestasjonene 62.15 Kinne og 62.5 Bulken beregnet ved analyse av døgn- og timesdata. Døgndataene er omregnet til kulminasjonsvannføringer ved bruk av beregnede forholdstall mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring.

Beregningspunkt	**Periode**	**Q_M** m³/s	**Q_5** m³/s	**Q_{10}** m³/s	**Q_{20}** m³/s	**Q_{50}** m³/s	**Q_{100}** m³/s	**Q_{200}** m³/s	**Q_{500}** m³/s	**Q_{1000}** m³/s
62.15 Kinne døgn og $Q_{mom}/Q_{døgn}$	1983-2024	434	517	591	664	764	842	925	1034	1125
62.15 Kinne Findata	1983-2024	387	476	554	630	729	805	881	983	1061
Forskjell		-11 %	-8 %	-6 %	-5 %	-5 %	-4 %	-5 %	-5 %	-6 %
62.5 Bulken døgn og $Q_{mom}/Q_{døgn}$	1980-2025	461	546	609	671	752	813	875	959	1025
62.5 Bulken findata	1995-2025	469	551	621	689	780	848	919	1013	1086
Forskjell		2 %	1 %	2 %	3 %	4 %	4 %	5 %	6 %	6 %

3.4 Foreløpig valg av flomverdier

I NVE-veileder 1-2025 er det anbefalt å gjøre analyser på både døgn- og findata og sammenligne resultatene fra disse. *Legg vekt på døgndata når tidsserien med døgndata er vesentlig lengre enn findata, og*

- *tidsserien med døgnverdier inkluderer store flommer som tidsperioden med findata ikke dekker*
- *det er liten forskjell mellom kulminasjons- og døgnmiddelflom*

Legg vekt på findata når tidsperioden med findata er like lang, eller nesten like lang, som perioden med døgndata og

- *de største flommene er inkludert i periode med findata*
- *feltet er raskt og det er stor forskjell på kulminasjon- og døgnmiddelflom*

Stasjonene Kinne i Raundalselvi og Myrkdalsvatn i øvre del av Strandaelvi har omtrent like lange tidsserier med findata som med døgndata. Lønavatn i nedre del Strandaelvi og Evangervatn har kun noen få år med både fin- og døgndata.

Ved Bulken er det døgndata tilbake til 1892, og findata frå 1995. Flomserien ved Bulken er imidlertid ikke homogen (se kap. 2.2). Derfor benyttes en kortere periode, 1980 – 2025, til analyse av døgndata for denne stasjonen.

For beregning av middelflom (kulminasjon) er data med fin tidsoppløsning vektlagt, mens vekstkurver er basert på analyse av døgndata. En sammenligning av vekstkurver basert på døgn- og findata viser at i Vossovassdraget er de relativt like, gitt dagens datagrunnlag. Vekstkurvene basert på døgndata, er imidlertid bestemt ved også å inkludere det regionale formelverket RFFA2018. Disse vil derfor være mer robuste over tid/ mindre følsomme for nye observerte flommer de kommende årene, enn om analysene kun baseres på lokale findata.

Dette gir følgende kulminasjonsvannføringer i Vossovassdraget (tabell 3.4.1).

Tabell 3.4.1 Kulminasjonsvannføringer i Vossovassdraget. I nedre del av Vosso, fra utløp i Evangervatnet til utløp i fjorden, er antatt flomreduksjon i m^3/s på grunn av reguleringer i vassdraget angitt i parentes.

Beregningspunkt	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
Strandaelvi ved utløp Lønavatn	215	255	290	322	365	397	431	479	515
Strandaelvi ved samløp Raundalselvi	227	270	307	341	386	420	457	507	546
Kinne	387	460	526	592	681	750	824	920	1002
Raundalselvi ved samløp Strandaelvi	398	473	541	609	700	772	847	947	1031
Vosso ved Vossevangen	621	739	844	944	1074	1179	1285	1434	1552
Bulken, utløp av Vangsvatnet	469	556	621	684	767	828	891	977	1044
Vosso ved utløp i Evangervatn	551 (25)	652 (30)	728 (34)	801 (38)	898 (42)	971 (46)	1094 (0)	1199 (0)	1282 (0)
Evangervatn	636 (33)	752 (40)	840 (46)	929 (46)	1047 (46)	1135 (46)	1271 (0)	1394 (0)	1490 (0)
Vosso ved utløp i fjorden	648 (33)	766 (40)	855 (46)	946 (46)	1066 (46)	1155 (46)	1292 (0)	1417 (0)	1515 (0)

4 Vurdering av flomverdier

4.1 Sammenligning med erfaringstall, endring av flomverdier

I tabell 4.1.1 er flomverdiene beregnet i denne rapporten sammenlignet med resultatene fra NVE-rapport 56-2015. For Evangervatnet er sammenligningene gjort mot reviderte beregninger i 2019, disse ble dokumentert i et internt NVE-notat 21.05.2019.

Tabell 4.1.1 Prosentvis endring av flomvannføringer i Vossovassdraget mellom beregningene i 2026 og beregninger i 2015/ 2019.

Endring i %	QM	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500	Q1000
Strandaelvi ved samløp Raundalselvi	5 %	4 %	7 %	3 %	3 %	0 %	-2 %	-6 %	-10 %
Raundalselvi ved samløp Strandaelvi	3 %	2%	4 %	5 %	3 %	3 %	1 %	-3 %	-6 %
Vosso ved Vossevangen	11 %	12 %	14 %	13 %	11 %	10 %	8 %	3 %	0 %
Bulken, utløp Vangsvatnet	18 %	19 %	17 %	17 %	17 %	15 %	14 %	11 %	8 %
Evangervatnet (2019)	18 %	17 %	17 %	16 %	18 %	18 %	11 %	2 %	1 %

Årsaken til endringer i flomvannføringer fra 2015 (og 2019) skyldes flere forhold. For det første har det kommet til flere år med observasjoner. Særlig er tidsseriene med fin tidsoppløsning nå vesentlig lengere enn tidligere, noe som har medført at disse er mer vektlagt enn tidligere. Middelflom er nå bestemt fra observerte findata, tidligere ble middelflom beregnet fra døgndata multiplisert med en faktor mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring.

I tillegg ble det i 2018 og 2019 opprettet to nye målestasjoner 62.115 Evangervatnet i nedre del av Vossovassdraget og 62.116 Lønavatn i nedre del av Strandaelvi. Dette gir vesentlig bedre grunnlag for vurdering av flomverdiene der.

Siden 2015 er det og utviklet et nytt regionalt formelverk (RFFA2018) for beregning av vekstkurver. Bruk av dette i kombinasjon med lokale døgndata gir mer robuste resultater enn tidligere.

For de ulike beregningspunktene er det følgende endringer:

- For nedre del av Strandaelvi gir analysene en slakere vekstkurve enn i 2015. For eksempel ble forholdstallet Q1000/ Qm i 2014 beregnet til 2,76 for disse elvene, nye analyser gir 2,40. Det gir 10 % mindre 1000-årsflom enn tidligere, mens det er relativt små endringer for andre flomstørrelser.
- For nedre del av Raundalselvi er det relativt små endringer (< 5 - 6 %).
- For Vosso ved Vossevangen er det en økning på omkring 10 % i flomvannføringer fra middel- til 200-årsflom, mens det er små endringer for 500- og 1000-årsflom. Økningen for

de lavere gjentakstintervallene skyldes blant annet at data fra Lønavatn gir bedre grunnlag enn tidligere for å vurdere flomvannføring nedstrøms samløpet mellom Strandaelvi og Raundalselvi.

- For utløp av Vangsvatnet er flomverdiene økt med i størrelsesorden 15 – 20 % for gjentaksintervall opptil 200 år. For 500- og 1000-årsflom er økningen ca. 10 %. Det skyldes flere forhold:
  - det har vært mange store flommer i vassdraget de siste årene
  - det er påvist et sannsynlig homogenitetsbrudd i flomserien for Bulken. Derfor er analyse av døgndata begrenset til perioden 1980 – 2025, i stedet for å benytte hele dataserien (1892-2025).
  - findata er vektlagt mer enn tidligere.

- For Evangervatnet ble det utført nye flomberegninger i 2019. Da fantes det et snaut år med observasjoner fra innsjøen. Nå er serien fra Evangervatnet drøyt 6 år, noe som gir et bedre datagrunnlag enn tidligere. Dette sammen med nye beregninger basert på data fra Bulken, gir en økning i flomverdiene opp til 200-årsflom med ca. 10-20 % for Evangervatn. For 500- og 1000-årsflom er endringene små.

4.1.1 Flomberegninger for damsikkerhet

For Rognfossen nederst i Strandaelvi ble det i 2023 utført flomberegninger for damsikkerhet. (Flomberegning, dam Rognfossen. Multiconsult 15.08.2023). Det er beregnet tilløpsflom til de tre innsjøene oppstrøms Rongfossen, Lønavatn, Melsvatnet og Lundarvatnet, disse har et samlet innsjøareal på 3,8 km^2. Tilløpet er så routet gjennom innsjøene for å finne avløpsflom. Det ga en 1000-års avløpsflom på 620 m^3/s, dette er nesten det samme som flomberegningene for flomsonekart ga i 2015 (610 m^3/s), men drøyt 70 m^3/s mer enn det våre beregninger fra 2025 gir (546 m^3/s).

For Palmafossen nederst i Raundalselvi ble det utført flomberegninger for damsikkerhet i 2018 (Flomberegning, inntaksdam Palmafossen kraftverk. Multiconsult 27.11.2018). Her er 500-årsflom beregnet til 997 m^3/s. Det ligger mellom beregnet 500- og 1000-årsflom i denne rapporten (947 m^3/s og 1031 m^3/s).

4.1.2 Sammenligning mot observerte flommer i vassdraget

Det har vært mange store flommer i Vossovassdraget de siste årene (tabell 4.1.2). Fra tabellen ser en at samme flom som regel har ulike gjentaksintervall i de ulike grenene av vassdraget. For eksempel var det i september 2019 en flom som kan karakteriseres som en 20-årsflom i Raundalselvi, mens vannføringen var under middelflom i Strandaelvi og i underkant av en 5-årsflom i Vangsvatnet og de nedre delene av Vosso.

De to største flommene var i 2014 og 2022. Flommen i oktober 2014 kan karakteriseres som omkring en 100-årsflom i Raundalselvi (Kinne), 10-20-årsflom i øvre del av Strandaelvi (Myrkdalsvatn) og en 50 - 100-årsflom i Vangsvatnet (Bulken).

I 2022 var det en ny stor flom i vassdraget. Da var det og opprettet nye målestasjoner i Evangervatnet og Lønavatn. Denne flommen kan også karakteriseres som 10-20 årsflom i øvre del av Strandaelvi (Myrkdalsvatn), som 50 – 100 årsflom i nedre del av Strandaelvi (Lønavatn), 20-50-årsflom i Raundalselvi, 50-årsflom i Vangsvatnet og 100-årsflom i nedre del av Vosso (Evangervatn).

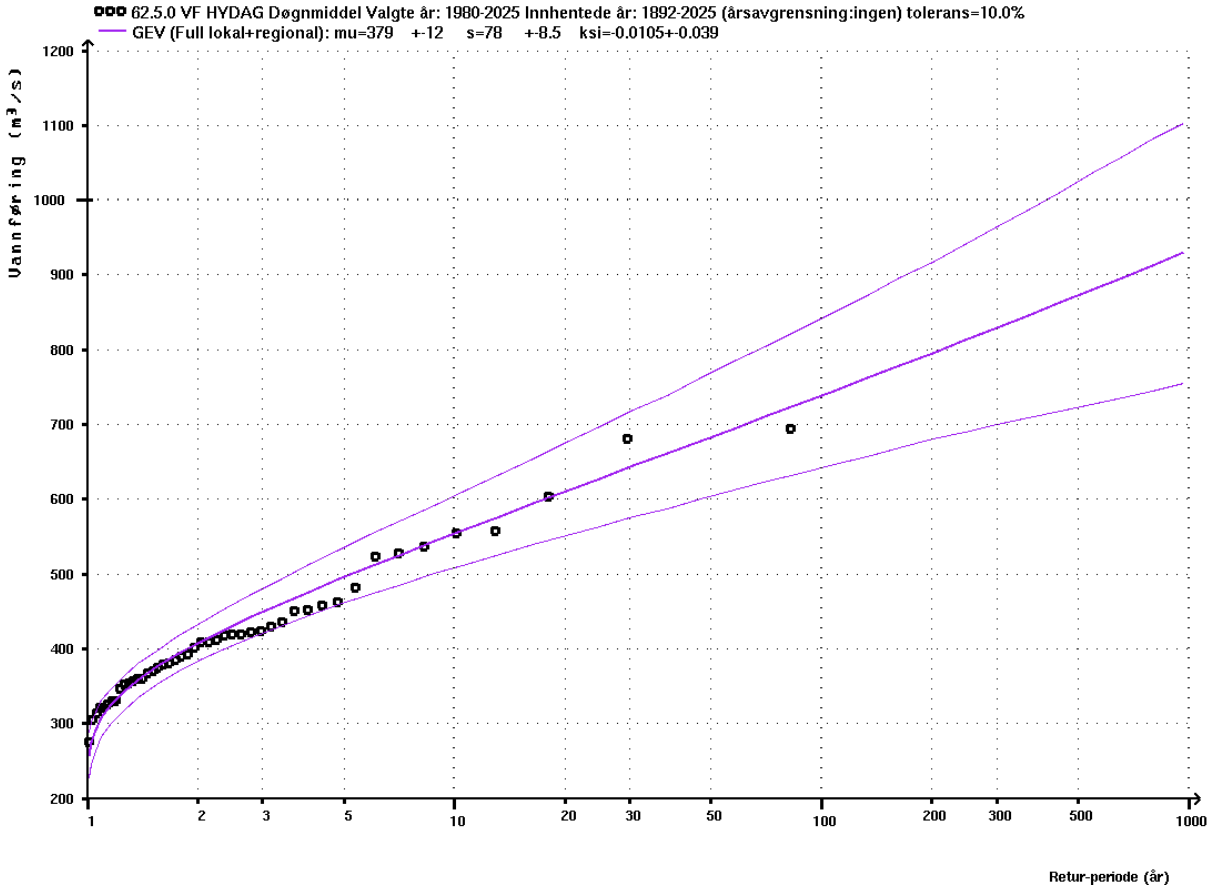
Tabell 4.1.2 Observerte flommer (kulminasjonsvannføringer) i Vossovassdraget 2014 – 2024. Gjentaksintervall er beregna ut fra analysene i denne rapporten.

	62.115 Evangervatn		62.5 Bulken		62.15 Kinne		62.116 Lønavatn		62.10 Myrkdalsvatn	
oktober 2014	-	-	820	Q50-Q100	769	Q100	-	-	136	Q10-Q20
desember 2015	-	-	629	Q10	457	Q5	-	-	108	QM-Q5
oktober 2018	823	Q5-Q10	644	Q10-Q20	549	Q10-Q20	-	-	118	QM-Q5
september 2019	738	QM-Q5	529	QM-Q5	586	Q20	203	<QM	89	<QM
november 2020	718	QM-Q5	603	Q5-Q10	609	Q20-Q50	290	Q10	132	Q10-Q20
november 2022	1137	Q100	775	Q50	664	Q20-Q50	377	Q50-Q100	135	Q10-Q20
november 2024	790	Q5-Q10	583	Q5-Q10	574	Q10-Q20	230	QM-Q5	103	QM-Q5

4.2 Usikkerhet

Selv om det er benyttet relativt lange tidsserier i Vossovassdraget til flomanalyser, er det usikkerhet knyttet til beregning av sjeldne flommer. Bruk av Bayesiansk analyse gir et utfallsrom for de beregnede flomvannføringene. Figur 4.2.1 viser en slik analyse for serien til Bulken. Analysene viser at utfallsrommet øker fra ca. +/- 5 – 10 % for 5-årsflom, til ca. +/- 15 % for 200-årsflom og +/- 20 % for 1000-årsflom. Det betyr at selv for en 5-årsflom er det statistisk usikkerhet selv om en har nesten 50 år med observasjoner.

For å redusere usikkerheten er analysene utført i kombinasjon med det regionale formelverket RFFA2018. For Bulken øker utfallsrommet for en 200-årsflom med omkring 5 %, eller til ca. 20 %, om det regionale formelverket ikke inkluderes i analysene.



Figur 4.2.1 Flomfrekvensanalyse for Bulken med observasjoner fra årene 1980 – 2024. Det er benyttet GEV-Bayesiansk analyse i kombinasjon med det regionale formelverket RFFA2018. Øvre og nedre estimat angir utfallsrommet for beregningene med et 95 % signifikansnivå.

I tillegg til den statistiske usikkerheten er det usikkerhet også knyttet til konvertering av vannstand til vannføring. For Vangsvatnet (Bulken) er det en godt oppmålt vannføringskurve opp til 700 m^3/s. For større vannføringer er kurven ekstrapolert ved hjelp av hydraulisk modellering.

4.3 Klassifisering av datagrunnlaget

I utløpet av Vangsvatnet (Bulken) har det vært observasjoner tilbake til 1892. Det er imidlertid grunn til å tro at serien har homogenitetsbrudd på slutten av 1970-tallet. Det er imidlertid nesten 50 år med data etter 1980, og de største observerte flommene er inkludert i denne tidsserien. For nedre del av Raundalselvi er det drøyt 50 år med observasjoner. For både Bulken er også vannføringskurvene godt oppmålt. For Vangsvatnet (Bulken) og nedre del av Raundalselvi er derfor det hydrologiske datagrunnlaget vurdert som godt, det vil si klasse 1.

Også i Strandaelvi har vi en lang dataserie, Myrkdalsvatn, men denne ligger i øvre del av vassdraget. I nedre del av Strandaelvi har vi kun noen få år med data, slik at her vurderes datagrunnlaget å være i klasse 2, «brukbart hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i eller nært vassdraget». I tillegg er vannføringskurven for Myrkdalsvatn vesentlig dårligere oppmålt for flomvannføringer enn kurvene for Kinne og Bulken. Noe som gjør flomverdiene i Strandaelvi mer usikre enn i Raundalselvi og ut av Vangsvatnet. For Vosso nedstrøms samløpet av Raundalselvi og Strandaelvi er også datagrunnlaget vurdert til klasse 2.

For nedre del av Vosso, fra Evangervatnet til utløp i fjorden, vurderes også datagrunnlaget å være i klasse 2. I denne delen av vassdraget er det også noe usikkerhet knyttet til reguleringenes flomdempende virkning.

5 Endelige valg av flomverdier

De største avvikene mellom foreliggende flomberegninger og beregningene for flomsonekart fra 2015 (og 2019) er for Vangsvatnet og nedre del av Vossovassdraget, hvor flomverdiene i dagens klima har økt med opp mot 20 % for flommer med gjentaksintervall opptil 200 år. For sjeldnere flommer er økningen mindre. Dette skyldes blant annet at det har vært mange store flommer i vassdraget de seinere årene.

I henhold til NVEs veileder for flomberegninger (NVE-veileder 1-2025) skal data med fin tidsoppløsning vektlegges blant annet når en har mer enn 25 år med findata, og når de største flommene er inkludert i perioden med findata.

Det er konkludert med at perioden med findata gir det mest representative estimatet for middelflom for dagens klimaforhold. Ved beregning av vekstkurver er det imidlertid en fordel å både kunne kombinere analysene med det regionale formelverket RFFA2018 og å benytte så lange tidsserier som mulig. Vekstkurver er derfor basert på døgndata. For Bulken er perioden med døgndata redusert til årene 1980 – 2025, fordi det er sannsynlig at flomserien ved denne stasjonen har homogenitetsbrudd på slutten av 1970-tallet.

Ut fra dette får en flomvannføringer som angitt i tabell 3.4.1. I tabell 5.1.1 er tilsvarende vannføringer avrundet til nærmeste 10 m^3/s.

Tabell 5.1.1 Valgte kulminasjonsvannføringer i Vossovassdraget avrundet til nærmeste 10 m³/s. I nedre del av Vosso, fra utløp i Evangervatnet til utløp i fjorden, er antatt flomreduksjon i m³/s på grunn av reguleringer i vassdraget angitt i parentes.

Beregningspunkt	Q_M m³/s	Q_5 m³/s	Q_{10} m³/s	Q_{20} m³/s	Q_{50} m³/s	Q_{100} m³/s	Q_{200} m³/s	Q_{500} m³/s	Q_{1000} m³/s
Strandaelvi ved utløp Lønavatn	210	260	290	320	360	400	430	480	520
Strandaelvi ved samløp Raundalselvi	230	270	310	340	390	420	460	510	550
Kinne	390	460	530	590	680	750	820	920	1000
Raundalselvi ved samløp Strandaelvi	400	470	540	610	700	770	850	950	1030
Vosso ved Vossevangen	620	740	840	940	1070	1180	1290	1430	1550
Bulken, utløp av Vangsvatnet	470	560	620	680	770	830	890	980	1040
Vosso ved utløp i Evangervatn	550 (25)	650 (30)	730 (34)	800 (38)	900 (42)	970 (46)	1090 (0)	1200 (0)	1280 (0)
Evangervatn	640 (33)	750 (40)	840 (46)	930 (46)	1050 (46)	1140 (46)	1270 (0)	1390 (0)	1490 (0)
Vosso ved utløp i fjorden	650 (33)	770 (40)	850 (46)	950 (46)	1070 (46)	1160 (46)	1290 (0)	1420 (0)	1510 (0)

Ved hjelp av gjeldende vannføringskurver for målestasjonene 62.5 Bulken og 62.115 Evangervatn er flomvannstander i Vangsvatnet og Evangervatnet beregnet. Vannføringskurven for Bulken ble revidert 31. august 2026 med virkning tilbake til 1991. For vannføringer i intervallet fra ca. 200- 1600 m³/s gjelder følgende kurve for Bulken (Vangsvatnet):

$$Q = 70{,}4961\ (h+0{,}4504)^{1{,}21944}$$

hvor «Q» er vannføring i m³/s og «h» er lokal vannstand. En må legge til 44,21 m for å få vannstand «H» i moh i NN2000. Det betyr at for en gitt vannføring Q kan H beregnes som:

$$H = 44{,}21 + 10^{(LOG(Q/70{,}4961)/1{,}21944)} - 0{,}4504$$

Tilsvarende for Evangervatnet, hvor vannstand (H) måles i NN2000 har en følgende kurve som er gyldig for vannføringer større enn ca. 100 m³/s:

$$Q = 115{,}986\ (H-7{,}8455)^{1{,}40001}, \text{ eller}$$

$$H=10^{(LOGQ/115{,}986)/1{,}40001)}$$

Ut fra dette er følgende flomvannstander beregnet for Vangsvatnet og Evangervatnet.

Tabell 5.1.2 Kulminasjonsvannstander i Vangsvatnet og Evangervatnet, vannstander i NN2000 (moh).

	H_M	H_5	H_{10}	H_{20}	H_{50}	H_{100}	H_{200}	H_{500}	H_{1000}
Vangsvatnet	48,5	49,2	49,7	50,2	50,9	51,3	51,8	52,4	52,8
Evangervatnet	11,2	11,6	12,0	12,3	12,7	13,0	13,4	13,7	14,0

For Vangsvatnet og Evangervatnet gir disse beregningene følgende endringer i beregnede flomvannstander uten klimapåslag mellom 2015/ 2019 og 2026.

Tabell 5.1.3. Endring i meter av beregnet flomvannstand i Vangsvatnet og Evangervatnet fra 2015/ 2019 til 2026.

Endring i vannstand	H_M	H_5	H_{10}	H_{20}	H_{50}	H_{100}	H_{200}	H_{500}	H_{1000}
Vangsvatnet 2026 - 2015	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,6	0,4
Evangervatnet 2026 - 2019	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,4	0,1	0,0

Det betyr at for Vangsvatnet er for eksempel beregnet 200-årsflomvannstand 0,8 m høyere i 2025 enn i 2015. For Evangervatnet er endringene mindre, her er beregnet 200-års flomvannstand økt med 0,4 m siden beregningene i 2019.

6 Flomforløp

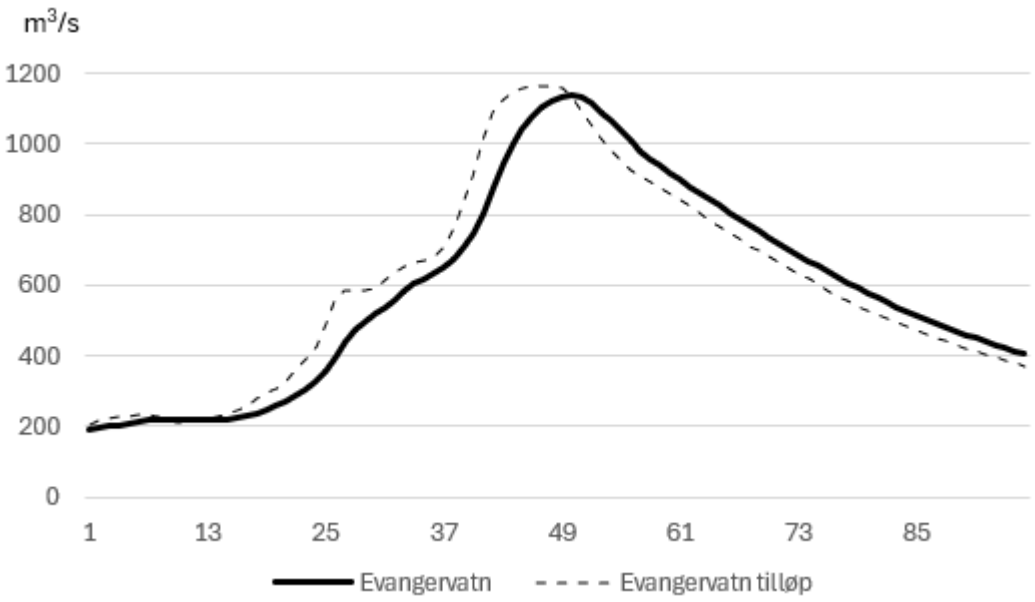
For å vurdere flomforløp for de ulike beregningspunktene er det tatt utgangspunkt i observerte vannføringer fra flommen i november 2022. Dette skyldes både at dette var en stor flom i mange grener av vassdraget, og at har flere observasjoner i vassdraget fra denne flommen enn tidligere flommer.

Ved flommen i 2022 gikk alt raskere enn under den forrige store flommen i 2014. For eksempel økte vannføringen ut av Vangsvatnet fra omkring 470 m^3/s (middelflom) til 770 m^3/s (50-årsflom) i løpet av kun 16 timer i 2022, mens det åtte år tidligere tok nesten 2 døgn (46 timer) for tilsvarende økning.

Det er som vedlegg til rapporten lagret en fil med flomforløp for middel-, 5-, 10-, 20-, 50-, 100, 200-, 500- og 1000-årsflom. I de neste avsnittene er beregnede flomforløp for 200-årsflom vist.

6.1 Flomforløp Evangervatnet

For å beregne flomforløp for Vosso ved utløp i Evangervatnet er observasjoner fra stasjonene 62.5 Bulken og 62.115 Evangervatn benyttet. Først er det beregnet en tilløpsserie til Evangervatnet ved å korrigere den observerte vannføringen ut av innsjøen (62.115 Evangervatn) med vannstands-/ volumendringene i Evangervatnet under flommen. Resultatet av dette er vist i figur 6.1.1.



Figur 6.1.1 Beregnet tilløp til Evangervatnet (stiplet strek) og observert vannføring ved målestasjonen 62.115 Evangervatn under flommen i november 2022 (hel strek), det er timesverdier som er vist.

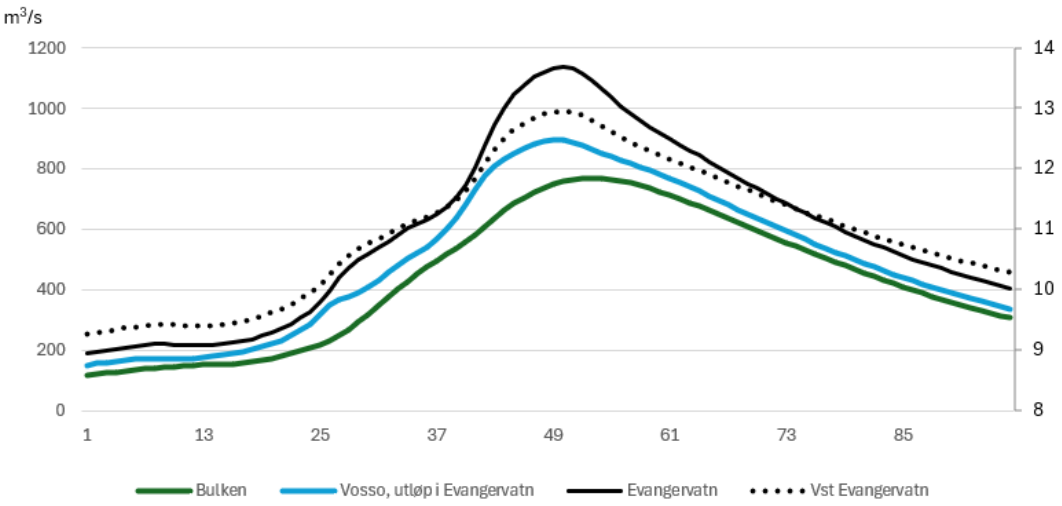
Deretter er vannføringen i Vosso ved utløp i Evangervatnet beregnet som summen av vannføringen ved Bulken (avløp Vangsvatnet) og beregnet vannføring fra lokalfeltet mellom Vangsvatnet og Evangervatnet.

Vannføringen fra lokalfeltet mellom Vangsvatnet og Evangervatnet kan beregnes som differansen mellom beregnet tilløp til Evangervatnet og avløp fra Vangsvatnet skalet med den andelen lokalfeltet til Vosso utgjør av lokalfeltet til Evangervatnet. Totalt øker nedbørfeltet til Vosso med 174,7 km^2 på denne strekningen, mens hele lokalfeltet mellom Evangervatn og Vangsvatnet er 380,9 km^2. Under flommen i 2022 var det imidlertid ikke overløp ved magasinet Torfinnsvatn, som har et nedbørfelt på 47,3 km^2 (se avsnitt 1.3.1). Korrigert for dette blir de aktive lokalarealene under denne flommen til henholdsvis Vosso og Evangervatnet 127,4 km^2 og 333,6 km^2. Det betyr at lokalfeltet til Voss utgjorde 38 % av det aktive lokalfeltet til Evangervatnet under flommen.

Videre er det ca. 10 km fra Vangsvatnet til Evangervatnet under flom, med en vannhastighet på ca. 2 m/s vil vannet bruke ca. 1 time på strekningen. Vannføringen fra lokalfeltet mellom Vangsvatnet og Evangervatnet kan dermed beregnes som differansen mellom beregnet tilløp til Evangervatnet og avløp fra Vangsvatnet en time tidligere, hvor differansen multipliseres med 0,38.

Vannføring Vosso ved utløp i Evangervatn = Bulken (en time forskjøvet) + 0,38 * (Tilløp Evangervatn – Bulken, (en time forskjøvet))

Resulterende vannføringer og observert vannstand i Evangervatnet under flommen er vist i figur 6.1.2.



Figur 6.1.2 Observert vannstand i og vannføring ut av Evangervatnet er vist med stiplet og hel svart strek under flommen i november 2022. Beregnet vannføring i Vosso ved utløp i Evangervatnet er vist med blå strek og observert vannføring i Vosso ved utløp av Vangsvatnet (Bulken) er vist med grønn strek.

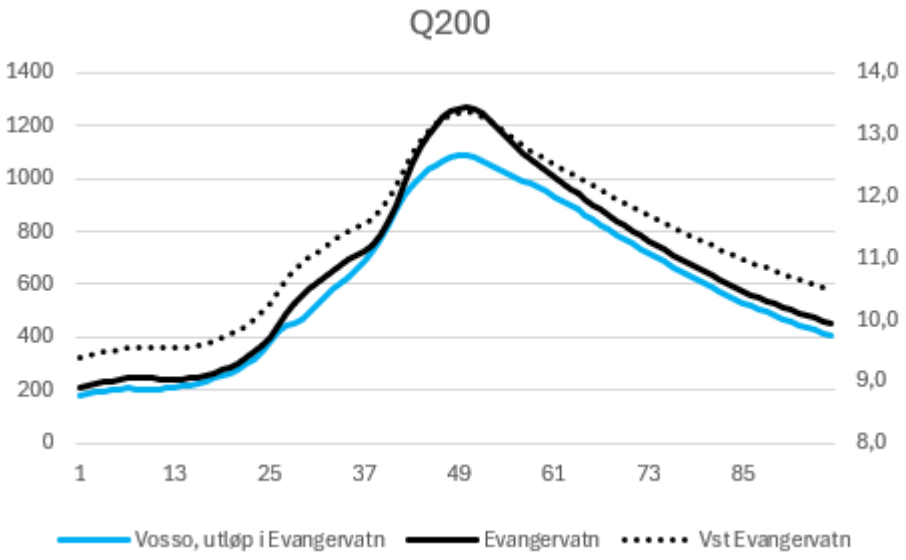
Ut fra disse beregningene var maksimal vannføring i Vosso ved utløp i Evangervatnet ca. 900 m^3/s, mens maksimalt beregnet tilløp var ca. 1170 m^3/s (figur 6.1.1). Beregningene viser og at fra restene av lokalfeltet til Evangervatnet kom det opp mot 320 m^3/s. Videre kulminerte vannstand/ vannføring

ut av Evangervatnet kun 1 time etter at beregnet vannføring i Vosso ved utløp i Evangervatnet kulminerte, mens flomtoppen i Vosso ved utløp at Vangsvatnet kom 3 timer senere(!). Årsaken til dette var at nedbøren traff de vestligste områdene først, noe som medførte at flomtoppen kom noe tidligere i nedre deler av vassdraget enn lenger opp og øst.

Det er åpenbart noe usikkerhet knyttet til beregningen av hvor stor del av totaltilløpet til Evangervatnet som i denne situasjonen kom fra lokalfeltet til Vosso og hvor stor del som kom fra Teigdalselvi og andre mindre elver som også drenerer til Evangervatn.

Det fins også en målestasjon 62.17 Mestad i Teigdalselva, med et nedbørfelt på 138 km^2, som var operativ under flommen. Ifølge denne var maksimalvannføringen her 370 m^3/s (kl. 18 den 11.11). Tidspunktet passer godt med beregningene ovenfor, men vannføringen virker noe høy. Dette kan være en indikasjon på at beregnet vannføring i Vosso ved innløp i Evangervatnet er for stor. På den annen side er vannføringskurven for Mestad kun basert på målinger opp til ca. 90 m^3/s, slik at observert flomtopp ved Mestad må antas å være relativt usikker.

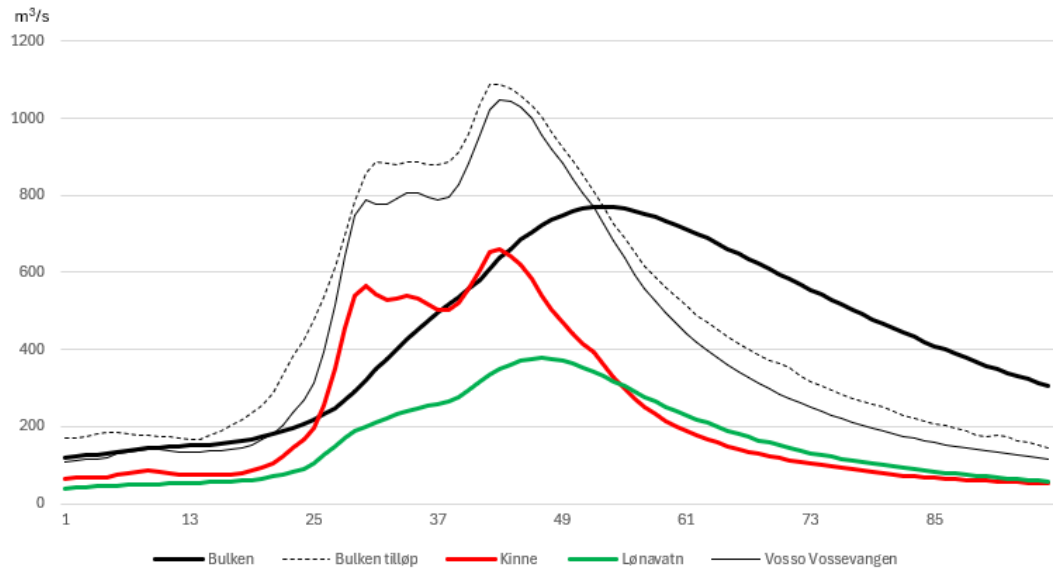
For å lage flomforløp for de ulike gjentaksintervallene er observasjoner fra 2022 skalert, hvor det er antatt at en har samme flomstørrelse (Qt) i Vosso ved innløp til Evangervatn som i Evangervatn. Vosso gir det største tilløpet til Evangervatnet, og dette ansees derfor som en rimelig antagelse, selv om dette åpenbart vil variere noe fra hendelse til hendelse. I 2022 var det for eksempel 50-årsflom i Vosso ved utløp i Evangervatnet, mens flommen i Evangervatnet var i omkring en 100-årsflom. Det skyldes at det var mer intenst regn vest i Vossovassdraget enn lenger øst. Skalert opp til en 200-årsflom gir flomforløpene fra 2022 forhold som vist i figur 6.1.3.



Figur 6.1.3 Beregnet flomforløp (timesverdier) for Vosso ved utløp i Evangervatnet (blå strek) og vannføring fra Evangervatnet (svart strek) ved 200-årsflom. Med stiplet strek er vannstand i Evangervatnet vist (NN2000, høyre akse).

6.2 Flomforløp Vangsvatnet og områdene oppstrøms

For å beregne flomforløp for Vangsvatnet, Vosso ved Vossevangen og nedre del av Raundalselvi og Strandaelvi er observasjoner fra flommen i 2022 ved målestasjonene 62.5 Bulken, 62.15 Kinne og 62.116 Lønavatn benyttet. Det er beregnet en tilløpsserie for Vangsvatnet (se tidligere) basert på observert vannstand og vannføring ved Bulken (Vangsvatnet). Det er og gjort en beregning av vannføringen i Vosso ved Vossevangen, hvor vannføringene fra målestasjonene Kinne og Lønavatn er summert. Disse to målestasjonene dekker 96 % av nedbørfeltet til ved Vossevangen. De resterende 4 % (38,1 km^2) er stort sett arealer nedstrøms Lønavatn i Strandaelvi og er lagt til ved arealskalering av observasjonene fra Lønavatn ((351,5 km^2 + 38,1 km^2) / 315,5 km^2 = 1,108).



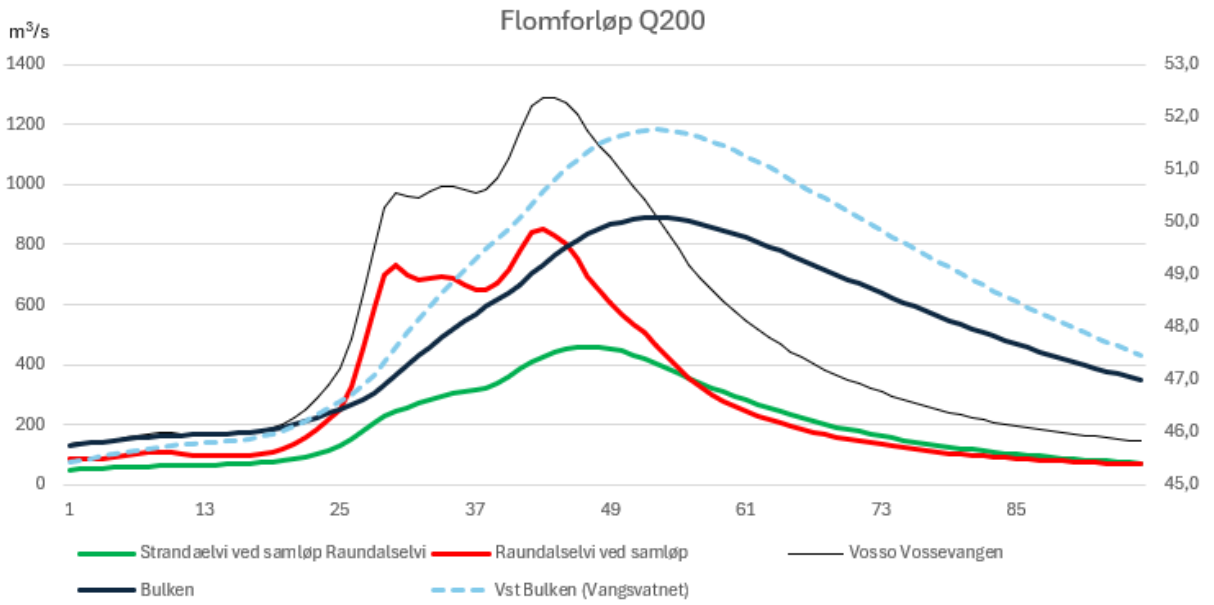
Figur 6.2.1 Beregnet tilløp til Vangsvatnet (stiplet strek) og vannføring i Vosso ved Vossevangen (stiplet og tynn svart strek). Observerte vannføringer ved målestasjonene 62.5 Bulken, 62.15 Kinne i Raundalselvi og 62.114 Lønavatn i Strandaelvi er vist med fet svart, rød og grønn strek. Det er timesverdier fra flommen i november 2022.

Under denne flommen kom flomtoppen i nedre del av Raundalselvi 4 timer tidligere enn i Strandaelvi. Det skyldes at det er ingen innsjøer av betydning for flomdempning/ flomforsinkelse i Raundalen, mens det er flere innsjøer i Strandelvis felt. Flomtoppen i Vosso ved Vossevangen kom til samme tid som i Raundalselvi. I Vangsvatnet (Bulken) var flomtoppen 10 timer seinere enn i Raundalselvi og 6 timer seinere enn i Strandaelvi.

Ved konstruksjon av flomforløp er det her, som for Evangervatnet, antatt at en har samme gjentaksintervall for flommene i både Vangsvatnet, Vosso ved Vossevangen, Raundalselvi og Strandaelvi. Men som for 2022 er det tatt hensyn til at flommene kulminerer til litt ulik tid på grunn av forskjell i feltegenskapene.

Beregnet tilløp til Vangsvatnet under denne flommen er hele tiden noe større enn beregnet vannføring i Vosso ved Vossevangen, det er rimelig, da Vangsvatnet også får tilløp fra Bordalselvi og enkelte andre mindre bekker/ elver.

Skalert opp til en 200-årsflom gir flomforløpet fra 2022 forhold som vist i figur 6.2.2.



Figur 6.2.2 Beregnet flomforløp (timesverdier) ved 200-årsflom for Raundalselvi og Strandaelvi ved samløp (rød og grønn strek), Vosso ved Vossevangen (tynn svart strek) og utløp av Vangsvatnet (Bulken) (fet svart strek). Beregnet vannstandsforløp i Vangsvatnet er vist med blå stiplet strek (vannstand i NN2000, høyre akse).

7 Klimapåslag

Klimaprofilene - et kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning - Norsk klimaservicesenter ble oppdatert høsten 2025. De angir blant annet endringer i forventede flomstørrelser fra dagens klima (1991-2020) til slutten av århundret (2017-2100). For Vestland fylke er det anbefalt et klimapåslag for store elver på 20 % og minst 20 % for små elver og bekker.

Det er ingen entydig definisjon på hva som regnes som store og små elver og bekker. I NVE-veileder 3-2015 «Flaumfare langs bekker» henvises det til NVE-retningslinje 2-2011 «Flaum og skredfare i arealplanar» hvor «*bekk er definert som vassdrag med nedbørfelt mindre enn om lag* 20 km^2» og små nedbørfelt som «*felt mindre enn 50 km^2*».

Ut fra dette legges det til grunn 20 % økning av flomverdier fram mot år 2100 for de ulike beregningspunktene i Vossovassdraget. Ved flomberegningen i 2015 ble 40 % økning lagt til grunn. At den prosentvise økningen nå er mindre enn tidligere skyldes først og fremst:

- «*at den nye rapporten brukar ein nyare referanseperiode (1991-2020), som tek omsyn til at 20 år med klimaendringar allereie har skjedd*»
- «*Det er også nytta eit lågare utsleppsscenario for høgt scenario (i tråd med oppdatert norsk føre var-prinsipp). Dette gjev litt lågare temperaturauke, og dermed lågare nedbørsauke og mindre flaumvassføring enn i førre versjon.*» (*https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/vestland*)

Selv om det har vært mange store flommer i Vossovassdraget de siste årene, ventes fortsatt klimaendringer å gi økning av kraftige nedbørepisoder, høyere temperatur og mer nedbør som regn mot slutten av dette hundreåret også i Vossovassdraget.

Det er tidligere i rapporten antatt at reguleringene i nedre del av vassdraget har en flomdempende virkning for vannføringer opp til ca. 1000 - 1100 m^3/s i Vosso ved utløp i Evangervatnet (omkring 100-årsflom uten klimapåslag). Denne vannføringen tilsvarer ca. 20-årsflom med klimapåslag. For de klimajusterte flomvannføringene er det derfor antatt at vassdraget er som uregulert for flommer større enn 20-årsflom. Resulterende flomvannføringer avrundet til nærmeste 10 m^3/s er gitt i tabell 7.1.1.

Med utgangspunkt i klimajusterte flomverdier, kan flommen i 2014 karakteriseres som 20-årsflom i Vangsvatnet (Bulken) og 20 – 50-årsflom i Raundalselvi (Kinne). Flommen i 2022, hvor vi har flere måledata, kan karakteriseres som en 10-20 årsflom i både Raundalselvi, nedre del av Strandaelvi og Vangsvatnet og en 20-årsflom i Evangervatnet.

Tabell 7.1.1 Kulminasjonsvannføringer i Vossovassdraget med 20 % klimapåslag. I nedre del av Vosso, fra utløp i Evangervatnet til utløp i fjorden, er antatt flomreduksjon i m^3/s på grunn av reguleringer i vassdraget angitt i parentes.

Beregningspunkt	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
Strandaelvi ved utløp Lønavatn	260	310	350	390	440	480	520	570	620
Strandaelvi ved samløp Raundalselvi	270	320	370	410	460	500	550	610	650
Kinne	460	550	630	710	820	900	990	1100	1200
Raundalselvi ved samløp Strandaelvi	480	570	650	730	840	930	1020	1140	1240
Vosso ved Vossevangen	740	890	1010	1130	1290	1420	1540	1720	1860
Bulken, utløp av Vangsvatnet	560	670	740	820	920	990	1070	1170	1250
Vosso ved utløp i Evangervatn	660 (30)	780 (36)	870 (42)	960 (46)	1130 (0)	1220 (0)	1310 (0)	1440 (0)	1540 (0)
Evangervatn	760 (40)	910 (46)	1020 (46)	1120 (46)	1310 (0)	1420 (0)	1520 (0)	1670 (0)	1790 (0)
Vosso ved utløp i fjorden	780 (40)	920 (46)	1040 (46)	1140 (46)	1330 (0)	1440 (0)	1550 (0)	1700 (0)	1820 (0)

I tabell 7.1.2 er beregnede flomvannstander med klimapåslag for Vangsvatnet og Evangervatnet oppgitt.

I tabell 7.1.3 er beregnede flomvannføringer fra 2015 og 2026 med klimapåslag og den prosentvise endringen mellom de to beregningene vist. For Raundalselvi og Strandaelvi gir nye beregninger med klimapåslag flomverdier som er ca. 10 – 20 % mindre enn tidligere, mens for Vosso ved Vossevangen er reduksjonen noe mindre (ca. 5 – 15 %). For Vangsvatnet (Bulken) og Evangervatnet er endringene stor sett innafor +/- 10 %.

I tabell 7.1.4 er endringer i beregnede flomvannstander med klimapåslag mellom 2015/ 2019 og 2026 oppgitt. Det er små endringer i flomvannføringer med klimapåslag for Vangsvatnet for flommer opp til 50-årsflom. For 200-årsflom gir oppdaterte beregninger med klimapåslag 0, 3 m lavere vannstand enn i 2015. For Evangervatnet er det små endringer opp til 10-årsflom. For sjeldnere flommer gir nye beregninger med klimapåslag lavere vannstander enn i 2019, ved 200-årsflom er vannstanden redusert med 0,6 m.

Tabell 7.1.2 Kulminasjonsvannstander i Vangsvatnet og Evangervatnet med 20 % klimapåslag på flomvannføringene, vannstander i NN2000 (m o.h.).

	H_M	H_5	H_{10}	H_{20}	H_{50}	H_{100}	H_{200}	H_{500}	H_{1000}
Vangsvatnet, +20 % klima	49,2	50,1	50,6	51,2	52,0	52,5	53,1	53,8	54,3
Evangervatnet, +20 % klima	11,7	12,2	12,6	12,9	13,5	13,8	14,1	14,6	14,9

Tabell 7.1.3 Endring av flomvannføringer med klimapåslag i Vossovassdraget mellom 2026 og 2015/ 2019.

Beregningspunkt	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
Strandaelvi ved samløp Raundalselvi 2025	270	320	370	410	460	500	550	610	650
Strandaelvi ved samløp Raundalselvi 2015	310	360	410	460	530	590	660	760	850
Endring i %	-13 %	-11 %	-10 %	-11 %	-13 %	-15 %	-17 %	-20 %	-24 %
Raundalselvi ved samløp Strandaelvi 2025	480	570	650	730	840	930	1020	1140	1240
Raundalselvi ved samløp Strandaelvi 2015	550	640	730	810	950	1050	1180	1370	1530
Endring i %	-13 %	-11 %	-11 %	-10 %	-12 %	-11 %	-14 %	-17 %	-19 %
Vosso ved Vossevangen 2025	740	890	1010	1130	1290	1420	1540	1720	1860
Vosso ved Vossevangen 2015	780	920	1040	1160	1340	1500	1680	1950	2170
Endring i %	-5 %	-3 %	-3 %	-3 %	-4 %	-5 %	-8 %	-12 %	-14 %
Bulken, utløp av Vangsvatnet 2026	560	670	740	820	920	990	1070	1170	1250
Bulken, utløp av Vangsvatnet 2015	560	660	740	810	920	1010	1100	1230	1340
Endring i %	0 %	2 %	0 %	1 %	0 %	-2 %	-3 %	-5 %	-7 %
Evangervatnet 2026	760	910	1020	1120	1310	1420	1520	1670	1790
Evangervatnet 2019	770	890	1030	1210	1430	1570	1710	1900	2070
Endring i %	-1 %	2 %	-1 %	-7 %	-8 %	-10 %	-11 %	-12 %	-14 %

Tabell 7.1.4 Endring i meter av beregnet flomvannstand i Vangsvatnet og Evangervatnet inklusive klimapåslag på flomvannføringene.

Endring i vannstand	H_M	H_5	H_{10}	H_{20}	H_{50}	H_{100}	H_{200}	H_{500}	H_{1000}
Vangsvatnet 2026 – 2015	0,0	0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,6	-0,9
Evangervatnet 2026 - 2019	0,0	0,1	0,0	-0,3	-0,4	-0,5	-0,6	-0,6	-0,8

8 Referanser

Holmqvist, Erik 2015. Flomberegning for Vosso. NVE-rapport 56-2015.

Multiconsult 2023. Flomberegning dam Rognsfossen. Oppdragsrapport for Voss Energi Produksjon AS, 15.08.2023.

Klimaservicesenteret: *https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/vestland*

Stenius, S., Leine, A.L., Storteig, I., Nordeide., S., Holmqvist, E., Væringstad, T. (2025). Veileder for flomberegninger (NVE Veileder 2025:01). Oslo: NVE
Henter fra: https://publikasjoner.nve.no/veileder/2025/veileder2025_01.pdf

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0310 Oslo

Telefon: (+47) 22 95 95 95

https://www.nve.no