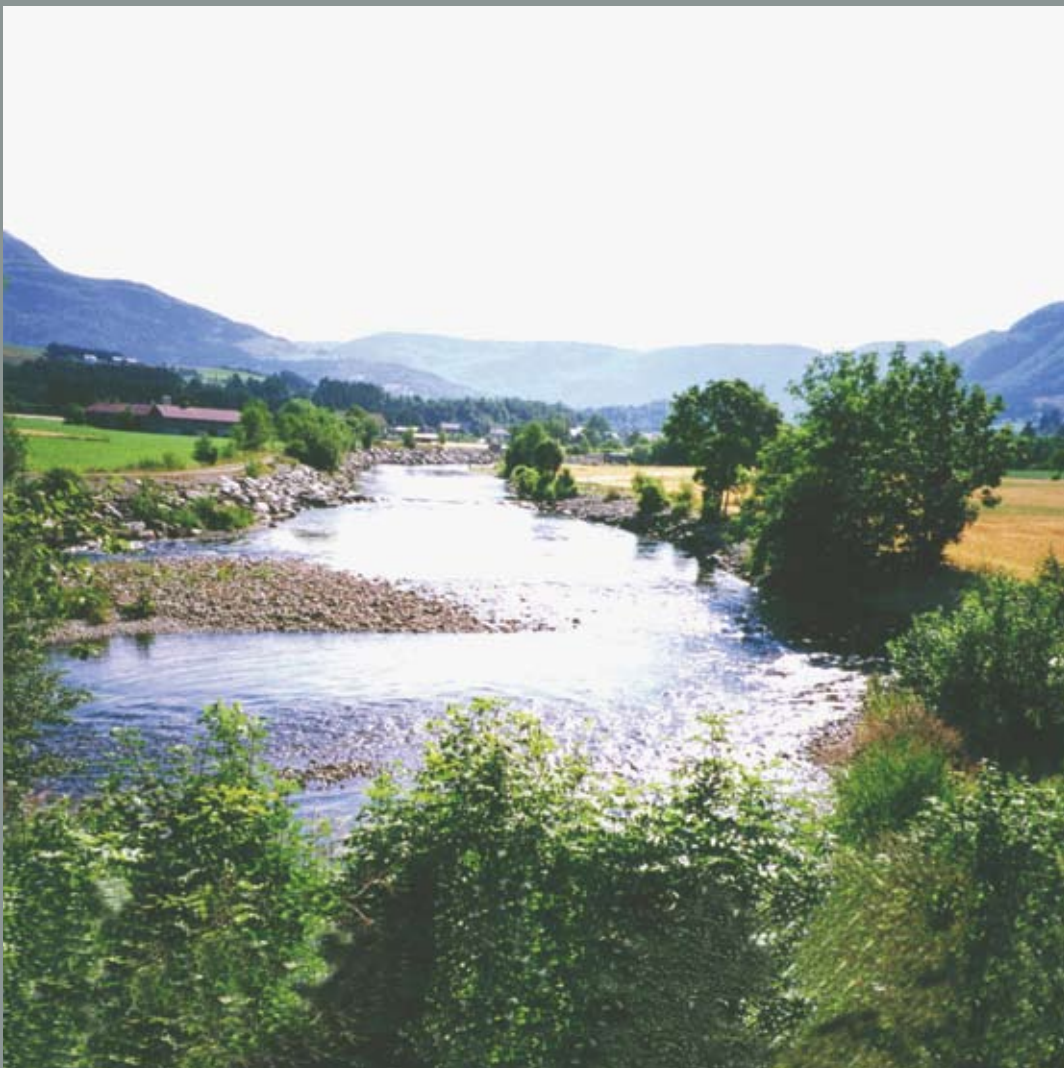




Flomsonekartprosjektet
**Flomberegning
for Etnevasdraget**

Lars-Evan Pettersson

13
2001



D
O
K
U
M
E
N
T

Flomberegning for Etnevassdraget (041.Z)

Norges vassdrags- og energidirektorat

2001

Dokument nr 13

Flomberegning for Etnevassdraget (041.Z)

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Lars-Evan Pettersson

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 30

Forsidefoto: Nedre del av Etneelva (Foto: Øystein Nøtsund, NVE-RV)

ISSN: 1501-2840

Sammendrag: I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging utført flomberegning for et delprosjekt i Etnevassdraget i Hordaland. Kulminasjonsvannføringer for flommer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for seks punkter i vassdraget.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, Etnevassdraget

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

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

Juni 2001

Innhold


Forord	4
Sammendrag	5
1. Beskrivelse av oppgaven	6
2. Beskrivelse av vassdraget	6
3. Hydrometriske stasjoner	10
4. Flomfrekvensanalyser	10
5. Beregnede flomvannføringer i Etnevassdraget	13
5.1 Beregning av døgnmiddelvannføringer	13
5.2 Beregning av kulminasjonsvannføringer	14
5.3 Samløpsproblematikk	16
6. Observerte flommer	16
7. Usikkerhet	17
Referanser	18

Forord

Flomsonekart er et viktig hjelpemiddel for arealdisponering langs vassdrag og for beredskapsplanlegging. NVE arbeider med å lage flomsonekart for flomutsatte elvestrekninger i Norge. Som et ledd i utarbeidelse av slike kart må flomvannføringer beregnes. Grunnlaget for flomberegninger er NVEs omfattende database over observerte vannstander og vannføringer, og NVEs hydrologiske analyseprogrammer, for eksempel det som benyttes for flomfrekvensanalyser.

Denne rapporten gir resultatene av en flomberegning som er utført i forbindelse med flomsonekartlegging av Etnevassdraget i Hordaland. Rapporten er utarbeidet av Lars-Evan Pettersson og kvalitetskontrollert av Erik Holmqvist.

Oslo, juni 2001



Kjell Repp
avdelingsdirektør



Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Flomberegningen for Etnevassdraget omfatter delprosjektet fs 041_1 Etne. Flomberegningen er i hovedsak basert på frekvensanalyser av observerte flommer ved to hydrometriske stasjoner i Etnevassdraget. Som en støtte for beregning av midlere flom er det konstruert arbeidsserier ved summasjon av vannføringer i de to grenene av vassdraget. I Etnevassdraget har de fleste store flommene funnet sted om høsten. Det er beregnet kulminasjonsvannføringer ved forskjellige gjentaksintervall for 6 punkter i vassdraget. Resultatet av beregningene ble:

	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
Nordelva	89	105	122	142	172	197	226	271
Sørelva	78	93	108	125	152	174	200	239
Etneelva nedstrøms samløpet mellom Nordelva og Sørelva	154	181	212	246	298	341	392	469
Etneelva nedstrøms samløpet med liten bekk fra sør	156	184	216	250	303	347	398	476
Etneelva oppstrøms samløpet med liten bekk fra nord	158	186	218	253	306	350	403	481
Etneelva ved utløpet i fjorden	163	193	225	261	317	362	416	498

Samhørende vannføringer ved flomkulminasjon i henholdsvis Nordelva og Sørelva er:

	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
Nordelva	89	105	122	142	172	197	226	271
Samhørende vf. Sørelva	65	76	90	104	126	144	166	198
Sørelva	78	93	108	125	152	174	200	239
Samhørende vf. Nordelva	76	88	104	121	146	167	192	230

1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres for nedre del av Etneelva i Hordaland, strekningen fra samløpet mellom Nordelva og Sørrelva til fjorden, delprosjekt fs 041_1 Etne. Som grunnlag for flomsonekartkonstruksjonen skal midlere flom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes for seks punkter; Nordelva ved samløpet med Sørrelva, Sørrelva ved samløpet med Nordelva, Etneelva nedstrøms samløpet mellom Nordelva og Sørrelva, Etneelva nedstrøms samløpet med liten bekk fra sør, Etneelva oppstrøms samløpet med liten bekk fra nord (øst) og Etneelva ved utløpet i fjorden.

2. Beskrivelse av vassdraget

Etnevassdraget ligger mellom Åkrafjorden og Saudafjorden. Det strekker seg fra nordøst/øst i sørvestlig/vestlig retning til utløpet i Etnefjorden ved tettstedet Etne. Etnefjorden er en liten sidefjord i den ytre delen av Hardangerfjorden.

Vassdraget består av to deler. Den nordre delen kommer fra fjellområdet øst for Åkrafjorden og domineres av Stordalsvatnet, en innsjø på ca. 8.6 km². Oppstrøms innsjøen heter elven Stordalselva, og nedstrøms innsjøen Nordelva. Noen få kilometer nedstrøms Stordalsvatnet renner Nordelva sammen med Sørrelva. Nordelvas nedbørfelt er 139 km².

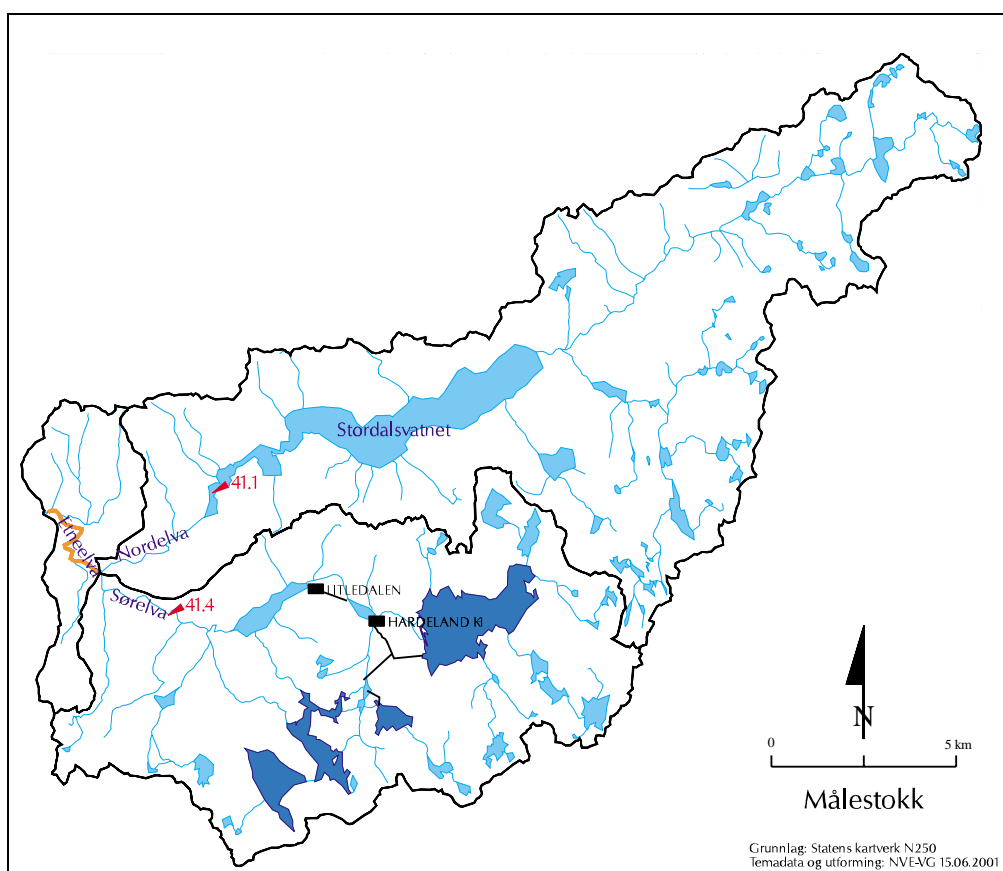
Den søndre delen av vassdraget, Sørrelva, kommer fra et innsjørikt fjellområde vest for Saudafjorden. Denne delen av vassdraget er regulert siden ca. 1920. Flere av innsjøene er reguleringsmagasiner for de to kraftverkene i vassdraget. Sørrelvas nedbørfelt er 100 km².

Fra samløpet mellom Nordelva og Sørrelva renner elven, som her heter Etneelva, gjennom et flatt område og faller etter ca. 3 km ut i fjorden. Etneelvas nedbørfelt ved fjorden er 254 km².

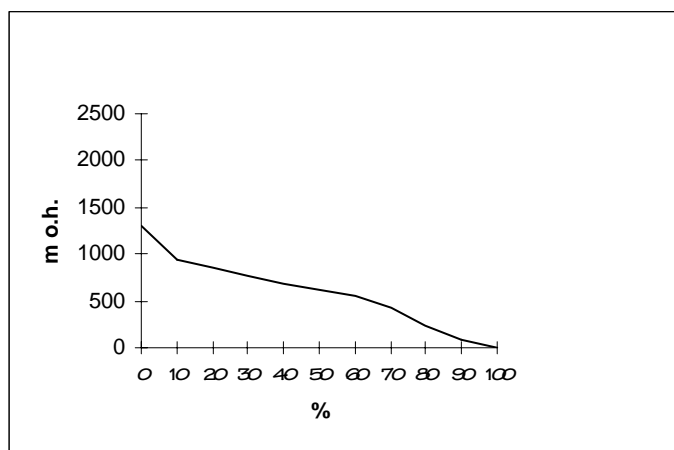
Høyeste punkt i vassdraget er Grønheinenuten, 1299 m o.h. Midlere felthøyde er 620 m o.h. I tabell 1 er feltarealene for de aktuelle punktene i vassdraget vist. Feltarealene er beregnet av Seksjonen for Geoinformasjon ved Vannressursavdelingen. Figur 1 viser et kart over vassdraget, og figur 2 viser den hypsografiske kurven for vassdraget.

Tabell 1. Feltarealer.

	Totalt feltareal, km ²
Nordelva ved samløpet med Sørrelva	139.1
Sørrelva ved samløpet med Nordelva	99.6
Etneelva nedstrøms samløpet Nord-/Sørrelva	238.7
Etneelva nedstrøms samløpet med bekk fra sør	242.5
Etneelva oppstrøms samløpet med bekk fra nord	245.1
Etneelva ved fjorden	253.5



Figur 1. Kart over Etnevassdraget.



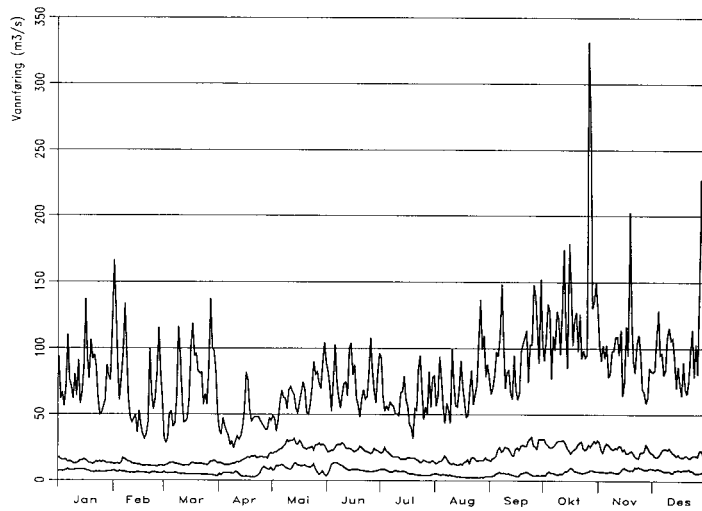
Figur 2. Hypsografisk kurve for Etnevassdraget.

Avrenningen i vassdraget er ca. $93 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ som årsmiddel. Den varierer mellom ca. 50 og ca. $125 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$. Minst avrenning er det i de lavereliggende områdene nærmest fjorden, mens størst avrenning er det i den nordøstlige delen av vassdraget. Vannføringen i Etneelva varierer mye i løpet av året, med kortvarige, intense vannførings-topper knyttet til nedbørsituasjoner og mellomliggende perioder med relativt liten vannføring. Flomperioden i forbindelse med snøsmeltingen er lite markert. Flommer kan opptre hele året, men de fleste store flommene opptrer på senhøsten. I figurene 3-5 illustreres de hydrologiske forholdene i vassdraget, basert på data som er beregnet for nedre del av Etneelva. Metodikken for å beregne disse data er beskrevet i avsnitt 4.

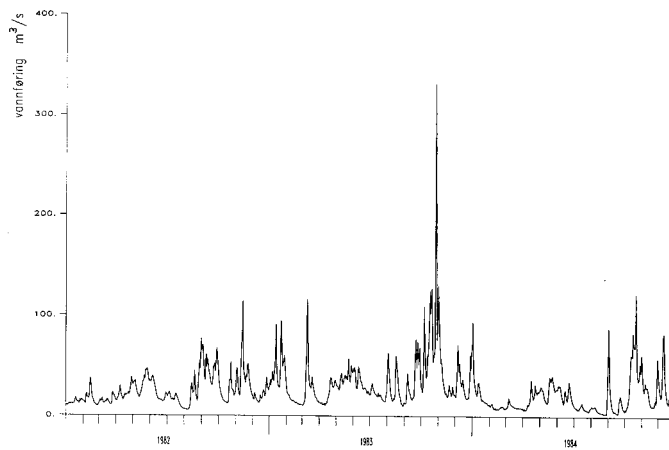
Figur 3 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året i Etneelva. Øverste kurve (max) viser største "observerte" vannføring og nederste kurve (min) viser minste "observerte" vannføring. Den midterste kurven (med) er mediankurven, dvs. det er like mange "observasjoner" i løpet av referanseperioden som er større og mindre enn denne.

Mediankurven i figur 3 viser midlere vannføringsforhold over en lang årrekke, men illustrerer dårlig hvordan vannføringen faktisk varierer i et enkelt år. I figur 4 er vannføringen i årene 1982-84 vist.

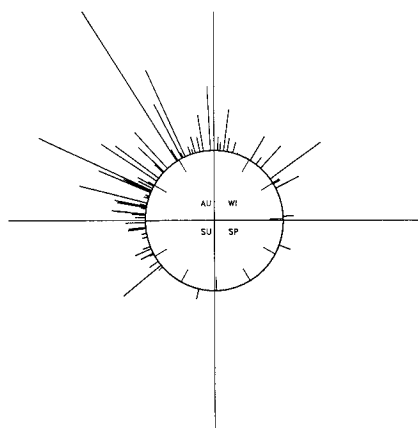
Figur 5 viser relativ størrelse og tidspunkt for flommer over en gitt terskelverdi, i dette tilfelle $119 \text{ m}^3/\text{s}$, som tilsvarer drøyt 80 % av midlere flom. Figuren viser at de største flommene er om senhøsten, men at det også forekommer mange flommer både tidligere på høsten og på vinteren. Våren og sommeren er lite representert med flommer av betydning.



Figur 3. Karakteristiske hydrologiske data for Etnelva, 1961-90.



Figur 4. Vannføring i Etnelva årene 1982-84.



Figur 5. Flommer i Etnelva, 1924-99. Sirkelen representerer året med start rett opp. Flommene er markert når på året de opptrer og med relativ størrelse.

3. Hydrometriske stasjoner

De to viktigste hydrometriske stasjonene i vassdraget er 41.1 Stordalsvatn og 41.4 Rygg. Feltarealene er fastlagt ved en ny beregning av Seksjonen for Geoinformasjon ved Vannressursavdelingen og avviker noe fra det som er oppgitt i NVEs hydrologiske database.

41.1 Stordalsvatn i Nordelva har et nedbørfelt på 129.5 km². Stasjonen har sammenhengende observasjoner siden 1912. De største vannføringsmålingene som ligger til grunn for beregning av vannføringskurven er på ca. 55 m³/s, hvilket tilsvarer drøyt 70 % av midlere flomvannføring.

41.4 Rygg i Sørrelva er påvirket av reguleringen i vassdraget. Nedbørfeltet er 93.2 km². Stasjonen har sammenhengende observasjoner siden 1924. Den største vannføringsmålingen som ligger til grunn for beregning av vannføringskurven er på 21 m³/s, hvilket tilsvarer ca. 35 % av midlere flomvannføring. Vannføringskurven er derfor ekstrapolert langt ut over største målte vannføring, og som følge av dette er vannføringene ved de største observerte flommene meget usikre.

4. Flomfrekvensanalyser

Det er beregnet konstruerte dataserier for punkter nedover vassdraget basert på data fra 41.1 Stordalsvatn og 41.4 Rygg for felles observasjonsperioder. For feltene nedstrøms målestasjonene antas tilløpet til Stordalsvatn å være representativt. Dette tilløpet beregnes som observert avløp fra Stordalsvatn korrigert for den vannføringen som tilsvarer vannstandsendringen, dvs. volumendringen i innsjøen. Bidraget i hvert delfelt beregnes ut fra beregnet tilløp til Stordalsvatn skalert med den relative forskjellen i feltarealer.

Daglige vannføringer, 1913-2000, for Nordelva oppstrøms samløpet med Sørrelva beregnes etter formelen:

$$Q_{\text{Nordelva}} = Q_{\text{Stordalsvatn}} + (0.074 \cdot Q_{\text{Stordalsvatn, tilløp}})$$

Faktoren 0.074 er beregnet som 9.6 / 129.5, ut fra at Nordelvas restfelt nedstrøms Stordalsvatn er 9.6 km² og Stordalsvatns felt er 129.5 km².

Daglige vannføringer, 1924-99, for Sørrelva oppstrøms samløpet med Nordelva beregnes etter formelen:

$$Q_{\text{Sørrelva}} = Q_{\text{Rygg}} + (0.049 \cdot Q_{\text{Stordalsvatn, tilløp}})$$

Faktoren 0.049 er beregnet som 6.4 / 129.5, ut fra at Sørrelvas restfelt nedstrøms Rygg er 6.4 km² og Stordalsvatns felt er 129.5 km².

Daglige vannføringer, 1924-99, for Etneelva nedstrøms samløpet mellom Nordelva og Sørrelva beregnes etter formelen:

$$Q_{\text{Etneelva, samløp}} = Q_{\text{Nordelva}} + Q_{\text{Sørrelva}}$$

Daglige vannføringer, 1924-99, for Etneelva ved fjorden beregnes etter formelen:

$$Q_{\text{Etneelva, fjorden}} = Q_{\text{Etneelva, samløp}} + (0.114 \cdot Q_{\text{Stordalsvatn, tilløp}})$$

Faktoren 0.114 er beregnet som $14.8 / 129.5$, ut fra at Etneelvas restfelt nedstrøms samløpet mellom Nordelva og Sjørelva er 14.8 km^2 og Stordalsvatns felt er 129.5 km^2 .

De konstruerte dataseriene danner grunnlag for å beregne midlere flom, Q_M , ved de forskjellige punktene i vassdraget. Det antas at reguleringen i vassdraget ikke har noen innvirkning av betydning på middelflomverdiene i Sjørelva og Etneelva. Magasinene i Sjørelva kan betraktes som uregulerte innsjøer ved de store vannmengdene som opptrer ved flommer.

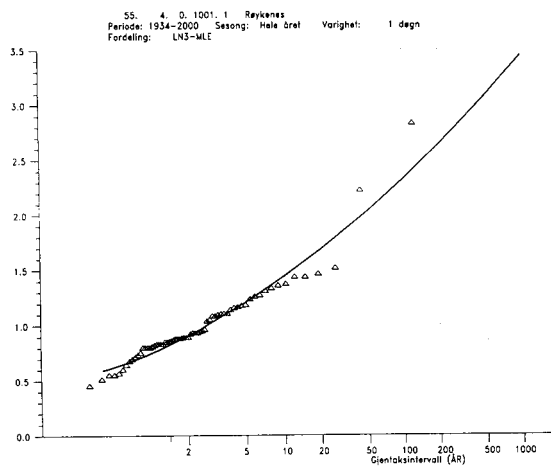
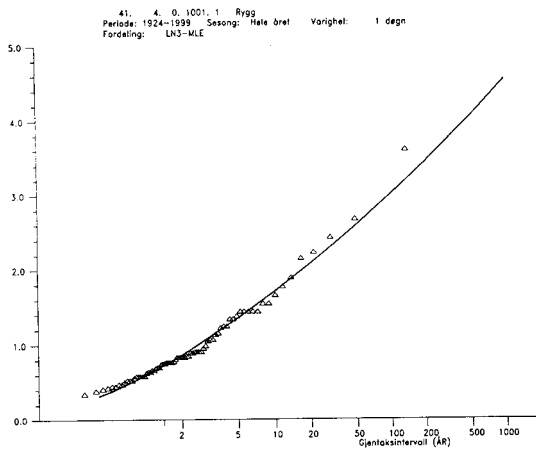
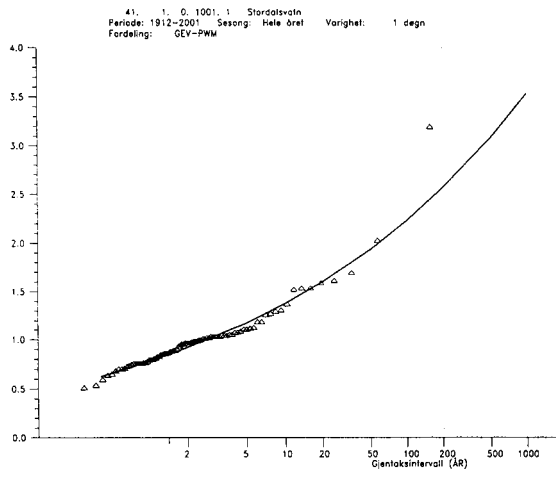
De fleste store flommer i Etnevassdraget opptrer på høsten i forbindelse med kraftig regnvær, men også vinterstid forekommer flommer. Det er utført flomfrekvensanalyse på årsflommer for Stordalsvatn, Rygg og de konstruerte seriene i vassdraget. Det er også utført flomfrekvensanalyse for tre målestasjoner med lange observasjonsserier i nærliggende vassdrag. Resultatet av flomfrekvensanalysene er vist i tabell 2. I figur 6 er noen av analysene vist grafisk. Midlere flom, Q_M , i m^3/s og $\text{l/s}\cdot\text{km}^2$ og flommer med forskjellig gjentakintervall, Q_T , som en faktor i forhold til midlere flom, er presentert i tabellen.

Tabell 2. Flomfrekvensanalyser, døgnmiddel av årsflommer.

Målestasjon/sted	Feltareal km^2	Antall år	Q_M		$Q_5/$	$Q_{10}/$	$Q_{20}/$	$Q_{50}/$	$Q_{100}/$	$Q_{200}/$	$Q_{500}/$
			m^3/s	$\text{l/s}\cdot\text{km}^2$	Q_M	Q_M	Q_M	Q_M	Q_M	Q_M	Q_M
41.1 Stordalsvatn	129.5	88	74.6	576	1.18	1.38	1.60	1.94	2.24	2.57	3.08
Nordelva	139.1	88	80.7	580	1.18	1.38	1.60	1.94	2.22	2.55	3.05
41.4 Rygg	93.2	76	58.9	632	1.35	1.71	2.08	2.60	3.01	3.44	4.06
Sjørelva	99.6	76	62.7	629	1.34	1.69	2.05	2.54	2.94	3.36	3.95
Etneelva (Nordelva+Sjørelva)	238.7	76	133.5	559	1.26	1.52	1.80	2.18	2.49	2.82	3.28
Etneelva ved fjorden	253.5	76	143.0	564	1.25	1.51	1.78	2.16	2.47	2.79	3.24
42.2 Djupevad	31.8	36	31.4	988	1.13	1.24	1.35	1.48	1.59	1.69	1.82
48.1 Sandvenvatn	467	92	284.1	608	1.22	1.43	1.65	1.95	2.19	2.45	2.82
55.4 Røykenes	49.7	67	51.0	1026	1.21	1.44	1.69	2.04	2.33	2.64	3.08

Flomfrekvensfaktorene er større i Etnevassdraget enn i de nærliggende vassdragene, særlig Rygg har store verdier. Stordalsvatn har noe lavere verdier enn Røykenes, som ligger like sørøst for Bergen, og noe større verdier ved store gjentakintervall enn Sandvenvatn, som ligger innerst i Sørfjorden i Hardanger.

De spesifikke middelflomverdiene i Etnevassdraget er i samme størrelsesorden som for Sandvenvatn, men betydelig mindre enn for de relativt små feltene Røykenes og Djupevad.



Figur 6. Flomfrekvensanalyse for Stordalsvatn, Rygg og Røykenes, årsflommer.

5. Beregnede flomvannføringer i Etnevassdraget

5.1 Beregning av døgnmiddelvannføringer

Midlere flom og flommer med gjentakintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år skal beregnes for seks punkter i Etnevassdraget. Som grunnlag for beregningen av midlere flom benyttes de konstruerte vannføringsdataene for Nordelva, Sørrelva og Etneelva i tabell 2. Selv om vannføringskurvene for Stordalsvatn og særlig Rygg er usikre ved høye vannstander, vurderes middelflomverdiene å være rimelig riktige. Dette gjelder også middelflomverdiene for Nordelva og Sørrelva, som er fremkommet ved en skalering av Stordalsvatns og Ryggs data basert på Stordalsvatns tilløp. I tabell 3 er valgte verdier for midlere flom vist. Samme spesifikke middelflomverdi benyttes for hele Etneelvas strekning fra samløpet mellom Nordelva og Sørrelva til fjorden.

Tabell 3. Midlere flom, Q_M , i Etnevassdraget, døgnmiddel.

	Feltareal km ²	Q_M l/s•km ²	Q_M m ³ /s
Nordelva	139.1	580	81
Sørrelva	99.6	630	63
Etneelva nedstrøms samløpet mellom Nordelva og Sørrelva	238.7	560	134
Etneelva nedstrøms samløpet med liten bekk fra sør	242.5	560	136
Etneelva oppstrøms samløpet med liten bekk fra nord	245.1	560	137
Etneelva ved utløpet i fjorden	253.5	560	142

Flomfrekvensfaktorer, som er representative for de forskjellige delene av eller hele Etnevassdraget, skal bestemmes. Fordi vannføringskurven for Rygg er meget usikker ved store flommer, og flomfrekvensanalysen gir forholdstall mellom sjeldne flommer og Q_M som er meget store sammenlignet med analyser for andre stasjoner, velges det å se bort fra de resultatene. Det antas at flomfrekvensfaktorene for Nordelva er representative for hele vassdraget, se tabell 4. Flomfrekvensfaktorene for Nordelva er omtrent de samme som for Stordalsvatn, noe lavere ved store gjentakintervall. De er også en del lavere enn de som er funnet ved analyse for den konstruerte serien for Etneelva nedstrøms samløpet mellom Nordelva og Sørrelva. Den serien påvirkes imidlertid av Rygg, og vurderes derfor som noe usikker ved sjeldne flommer.

Tabell 4. Flomfrekvensfaktorer for Etnevassdraget.

$Q_5/$ 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
1.18	1.38	1.60	1.94	2.22	2.55	3.05

Resulterende verdier for flommer med forskjellige gjentaksintervall for de aktuelle stedene er vist i tabell 5 som spesifikke døgnmidler og i tabell 6 som døgnmiddelvannføring.

Tabell 5. Flomverdier for Etnevassdraget, spesifikk døgnmiddelvannføring.

	Feltareal km ²	Q _M l/s•km ²	Q ₅ l/s•km ²	Q ₁₀ l/s•km ²	Q ₂₀ l/s•km ²	Q ₅₀ l/s•km ²	Q ₁₀₀ l/s•km ²	Q ₂₀₀ l/s•km ²	Q ₅₀₀ l/s•km ²
Nordelva	139.1	580	684	800	928	1125	1288	1479	1769
Sørelva	99.6	630	743	869	1008	1222	1399	1607	1922
Etneelva nedstrøms samløpet mellom Nordelva og Sørelva	238.7	560	661	773	896	1086	1243	1428	1708
Etneelva nedstrøms samløpet med liten bekk fra sør	242.5	560	661	773	896	1086	1243	1428	1708
Etneelva oppstrøms samløpet med liten bekk fra nord	245.1	560	661	773	896	1086	1243	1428	1708
Etneelva ved utløpet i fjorden	253.5	560	661	773	896	1086	1243	1428	1708

Tabell 6. Flomverdier for Etnevassdraget, døgnmiddelvannføring.

	Feltareal km ²	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
Nordelva	139.1	81	95	111	129	157	179	206	246
Sørelva	99.6	63	74	87	100	122	139	160	191
Etneelva nedstrøms samløpet mellom Nordelva og Sørelva	238.7	134	158	184	214	259	297	341	408
Etneelva nedstrøms samløpet med liten bekk fra sør	242.5	136	160	187	217	263	301	346	414
Etneelva oppstrøms samløpet med liten bekk fra nord	245.1	137	162	189	220	266	305	350	419
Etneelva ved utløpet i fjorden	253.5	142	168	196	227	275	315	362	433

5.2 Beregning av kulminasjonsvannføringer

Kulminasjonsvannføringen kan være adskillig større enn døgnmiddelvannføringen. Et forholdstall mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring bestemmes, som antas å være representativt for de forskjellige strekningene i vassdraget.

Det er bare ved Stordalsvatn som det finnes observerte kulminasjonsvannføringer. For noen store flommer, bl.a. i 1940 og i 1983, var kulminasjonsvannføringen ca. 5 % større enn døgnmidlet. Ved en analyse av lange dataserier som T.E. Bønsnes og L.A. Roald utførte, som grunnlag for NVE-rapport 14-97 "Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag", fant man at et gjennomsnittlig forholdstall mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring ved Stordalsvatn var 1.08 om våren og 1.11 om høsten.

Nevnte analyse danner grunnlag for beregning av regresjonsligninger hvor forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring (momentanvannføring) og døgnmiddelvannføring kan beregnes ut fra feltparametere. Formelen for vårflokker er:

$$Q_{\text{momentan}}/Q_{\text{middel}} = 1.72 - 0.17 \cdot \log A - 0.125 \cdot A_{\text{SE}}^{0.5},$$

mens formelen for høstflokker er:

$$Q_{\text{momentan}}/Q_{\text{middel}} = 2.29 - 0.29 \cdot \log A - 0.270 \cdot A_{\text{SE}}^{0.5},$$

hvor A er feltareal og A_{SE} er effektiv sjøprosent.

Disse formler, for høstflokker, gav et forholdstall for Nordelva på 1.04, for Sjørelva på 1.28 og for Etneelva etter samløpet mellom Nordelva og Sjørelva på 1.19.

Ut fra observerte forholdstall i Bønsnes & Roalds analyse for noen sammenlignbare felt med hensyn på areal og effektiv sjøprosent, vurderes forholdstallene i følge formlene for Sjørelva og Etneelva å være for høye. Representative forholdstall antas å være henholdsvis 1.25 og 1.15. Forholdstallet 1.15 antas å være representativt for hele Etneelvas strekning ned til fjorden. For Nordelva antas forholdstallet 1.10 å være representativt. Resulterende kulminasjonsvannføringer er vist i tabell 7.

Tabell 7. Flomverdier for Etnevassdraget, kulminasjonsvannføring.

	Forhold kulminasjon/ døgnmiddel	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
Nordelva	1.10	89	105	122	142	172	197	226	271
Sjørelva	1.25	78	93	108	125	152	174	200	239
Etneelva nedstrøms samløpet mellom Nordelva og Sjørelva	1.15	154	181	212	246	298	341	392	469
Etneelva nedstrøms samløpet med liten bekk fra sør	1.15	156	184	216	250	303	347	398	476
Etneelva oppstrøms samløpet med liten bekk fra nord	1.15	158	186	218	253	306	350	403	481
Etneelva ved utløpet i fjorden	1.15	163	193	225	261	317	362	416	498

5.3 Samløpsproblematikk

Det er ikke en klar sammenheng mellom de største flommene i de to grenene av vassdraget. Den største observerte flommen i Stordalsvatn var i 1940. Flommen ved Rygg det året er den fjerde største ved den målestasjonen. Den største observerte flommen ved Rygg var i 1983. Flommen i Stordalsvatn det året er den fjerde største ved den målestasjonen. I 1940 kulminerte flommene samme dag, mens i 1983 kulminerte flommen ved Rygg en dag før flommen i Stordalsvatn. Ofte har flommen i Sørrelva kulminerte noe tidligere enn flommen i Nordelva.

Ved samløpet mellom de to elvene antas derfor bidraget fra Sørrelva ved flom med et bestemt gjentaksintervall i Nordelva å tilsvare forskjellen mellom flommene i Etneelva etter samløpet og Nordelva ved dette gjentaksintervall. På tilsvarende måte beregnes bidraget fra Nordelva ved flom med bestemt gjentaksintervall i Sørrelva. Samhørende vannføringer er vist i tabell 8.

Tabell 8. Samhørende vannføringer ved flomkulminasjon i hhv. Nordelva og Sørrelva.

	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
Nordelva	89	105	122	142	172	197	226	271
Samhørende vf. Sørrelva	65	76	90	104	126	144	166	198
Sørrelva	78	93	108	125	152	174	200	239
Samhørende vf. Nordelva	76	88	104	121	146	167	192	230
Etneelva etter samløpet	154	181	212	246	298	341	392	469

6. Observerte flommer

De største observerte flommene ved målestasjonene i Etnevassdraget er vist i tabell 9.

Tabell 9. Største observerte flommer i Etnevassdraget, døgnmiddel.

41.1 Stordalsvatn, periode 1912-2000

238 m ³ /s	27. november 1940
151 m ³ /s	6. desember 1955
126 m ³ /s	3. desember 1953
120 m ³ /s	27. oktober 1983
118 m ³ /s	15. oktober 1935

41.4 Rygg, periode 1924-1999

212 m ³ /s	26. oktober 1983
157 m ³ /s	4. november 1931
143 m ³ /s	24. oktober 1929
131 m ³ /s	27. november 1940
127 m ³ /s	8. januar 1930

Ut fra flomfrekvensanalysene, flomfrekvensfaktorene i tabell 4, tilsvarer 1940-flommen i Stordalsvatn en flom med gjentaksintervall på ca. 600 år. Flommen i Stordalsvatn i 1955 tilsvarer en flom med gjentaksintervall ca. 70 år.

Ut fra samme flomfrekvensfaktorer tilsvarer 1983-flommen ved Rygg en flom med gjentaksintervall på ca. 1000 år. Flommen ved Rygg i 1931 tilsvarer en flom med gjentaksintervall ca. 200 år. Dette virker å være urimelig. Sannsynligvis er vannføringsverdiene overestimerte ved store flommer ved Rygg.

7. Usikkerhet

Datagrunnlaget for flomberegning i Etnevassdraget kan i utgangspunktet karakteriseres som godt. Det foreligger lange observasjonsserier ved Stordalsvatn og Rygg. Disse observasjonsserier danner grunnlag for å beregne vannføringer også i nedre del av Etnevassdraget.

På grunn av usikre vannføringskurver ved høye vannstander, spesielt ved Rygg, er imidlertid flomvannføringene usikre. De store flomverdiene ved Rygg er imidlertid i begrenset grad med som grunnlag for anslag av middelflomverdier for Sørrelva og nedre del av Etnevassdraget. Ekstrapolasjonen til store flomverdier baseres på flomfrekvensanalysen for Nordelva. De flomfrekvensfaktorer som benyttes er omtrent de samme som er funnet for Stordalsvatn og de er i rimelig samsvar med flomfrekvenskurver for noen nærliggende målestasjoner i andre vassdrag. De er også i rimelig samsvar med regionale flomfrekvensfaktorer, men noe større. De valgte middelflomverdiene og flomfrekvensfaktorene vurderes derfor som rimelige.

En faktor som fører til usikkerhet i data er at Hydrologisk avdelings database er basert på døgnmiddelverdier knyttet til kalenderdøgn. I prinsippet er alle flomvannføringer derfor noe underestimerte, fordi største 24-timersmiddel alltid vil være mer eller mindre større enn største kalenderdøgnmiddel.

I tillegg er de eldste dataene i databasen basert på en daglig observasjon av vannstand inntil registrerende utstyr ble tatt i bruk. Disse daglige vannstandsavlesninger betraktes å representere et døgnmiddel, men kan selvfølgelig avvike i større eller mindre grad fra det virkelige døgnmidlet.

Dataene med fin tidsoppløsning er ikke kontrollerte på samme måte som døgndataene og er ikke kompletterte i tilfelle observasjonsbrudd. Det foreligger heller ikke data med fin tidsoppløsning på databasen lenger enn cirka 10–15 år tilbake. Det er derfor ikke mulig å utføre flomberegninger direkte på kulminasjonsvannføringer.

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er meget vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn, særlig for å anslå usikkerhet i ekstreme vannføringsdata. Konklusjonen for denne beregning er at selv om datagrunnlaget er godt med lange observasjonsserier, er de store flomverdiene usikre på grunn av usikre vannføringskurver, og beregningen klassifiseres ut fra dette i klasse 2, i en skala fra 1 til 3 hvor 1

tilsvarer beste klasse. De beregnede vannføringene er oppgitt med stor nøyaktighet av praktiske årsaker, men reflekterer ikke nøyaktigheten i beregningene.

Referanser

NVE, 2000: Prosjekthåndbok – Flomsonekartprosjektet. 5.B: Retningslinjer for flomberegninger.

NVE, 1997: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. Rapport nr. 14.

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Dokumentserien i 2001

- Nr. 1 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Jostedøla (076.Z). Flomsonekartprosjektet (42 s.)
- Nr. 2 Hilleborg K. Sorteberg: Operasjonell snøinformasjon (40 s.)
- Nr. 3 Ola Kjeldsen (red.): Sikkerhet ved hydrologisk arbeid (61 s.)
- Nr. 4 Erik Holmqvist: Flomberegning for Hornindalsvassdraget. Flomsonekartprosjektet (19 s.)
- Nr. 5 Lars Evan Pettersson: Flomberegning for Nea-Nidelvassdraget. Flomsonekartprosjektet (26 s.)
- Nr. 6 Inger Sætrang: Statistikk over tariffer i regional- og distribusjonsnettet 2001 (54 s.)
- Nr. 7 Trond Taugbøl, Jan Henning L'Abée-Lund: Physical habitat restoration in canalised watercourses – possibilities and constraints (90 s.)
- Nr. 8 Turid-Anne Drageset: Flomsonekartprosjektet. Flomberegning for Drammenselva (012.Z) (29 s.)
- Nr. 9 Inger Sætrang: Oversikt over vedtak og utvalgte saker. Tariffer og vilkår for overføring av kraft i 2000 (16 s.)
- Nr. 10 Truls Erik Bønsnes, Jim Bogen: Sedimenttransporten i Gråelva i perioden 1991-2000 (21 s.)
- Nr. 11 Arne Hamarsland, Knut Reistad, Kari Svelle: Tilstandskartlegging i Glommas strandsone nedenfor Sarpsfossen. Arbeidsrapport 1 (53 s.)
- Nr. 12 Arne Hamarsland, Knut Reistad, Kari Svelle: Tilstandskartlegging i Glommas strandsone nedenfor Sarpsfossen. Arbeidsrapport 2 (187 s.)
- Nr. 13 Lars Evan Pettersson: Flomberegning for Etnevassdraget. Flomsonekartprosjektet (18 s.)