

Flomberegning for Flaksvatn i Tovdalselva (020.A8)

Flomsonekartprosjektet

Revidert versjon, januar 2004

Dokument nr 14 - 2003

Flomberegning for Flaksvatn

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør:

Forfatter: Turid-Anne Drageset

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 25

Forsidefoto: Tovdalselv ved innløpet til og utløpet av Flaksvatn (sett medstrøms) (Fotograf: Ola Espeland, Selmer Skanska, 2001)

Sammendrag: I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging utført flomberegning for ett delprosjekt, tilknyttet Flaksvatn i Tovdalselva i Birkenes kommune i Aust-Agder. Kulminasjonsvannføringer for flommer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for utløpet av Flaksvatn. Kulminasjonsvannstander ved de samme gjentaksintervall er beregnet for Flaksvatn.

Emneord: Flaksvatn, flomberegning, flomvannføring

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

Januar 2004

Innhold

Forord.....	4
Sammendrag.....	5
1. Beskrivelse av oppgaven.....	6
2. Beskrivelse av vassdraget.....	7
3. Hydrometriske stasjoner.....	12
4. Flomfrekvensanalyser.....	15
5. Beregning av flomverdier.....	19
6. Observerte flommer.....	22
7. Usikkerhet.....	22
Referanser.....	24

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 utarbeidelse av slike kart må flomvannføringer beregnes. Grunnlaget for flomberegninger er NVEs omfattende database over observerte vannstander og vannføringer, og NVEs hydrologiske analyseprogrammer som benyttes for flomfrekvensanalyser.

Denne rapporten gir resultatene av en flomberegning som er utført i forbindelse med flomsonekartlegging av flomutsatt elvestrekning tilknyttet Flaksvatn i Birkenes kommune i Aust-Agder. Rapporten er utarbeidet av Turid-Anne Drageset og kvalitetskontrollert av Lars Evan Pettersson.

Oslo, januar 2004

Kjell Repp
avdelingsdirektør

Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Flomberegningen for Flaksvatn i Tovdalselva, et stort sørlandsvassdrag med hoveddelen av nedbørfeltet i Aust-Agder fylke, omfatter ett delprosjekt (fs 020_1) i

Flomsonekartprosjektet i NVE. Vassdraget strekker seg i retning nord-sør fra høye innlandsområder til kysten, med utløp i Topdalsfjorden. I Tovdalselva forekommer store flommer både om våren og høsten, men høstflommer er dominerende. Flomepisoder er normalt forårsaket av intens høstnedbør i form av regn, av snøsmelting eller ofte av en kombinasjon av snøsmelting og regn. Vassdraget er noe regulert, men reguleringene antas ikke å ha betydelig innvirkning på avrenningen i flomsituasjoner.

Flomberegningen er i hovedsak basert på frekvensanalyser av observerte flommer ved målestasjonen 20.3 Flaksvatn i Tovdalselva ved utløpet av Flaksvatn. Datagrunnlaget antas å være godt med lang observasjonsserie for vannføring med god datakvalitet på stor vannføring. Det er antatt at tilløpet til Flaksvatn tilsvarer avløpet ved flom.

Flomvannstand i Flaksvatn er beregnet på bakgrunn av beregnet avløp ved de ulike gjentaksintervall, omregnet via vannføringskurven. Det er antatt at flommens kulminasjonsvannføring er 5 % større enn døgnmiddelvannføringen for alle gjentaksintervall med bakgrunn observerte kulminasjonsvannføringer. Resultatet av beregningene ble:

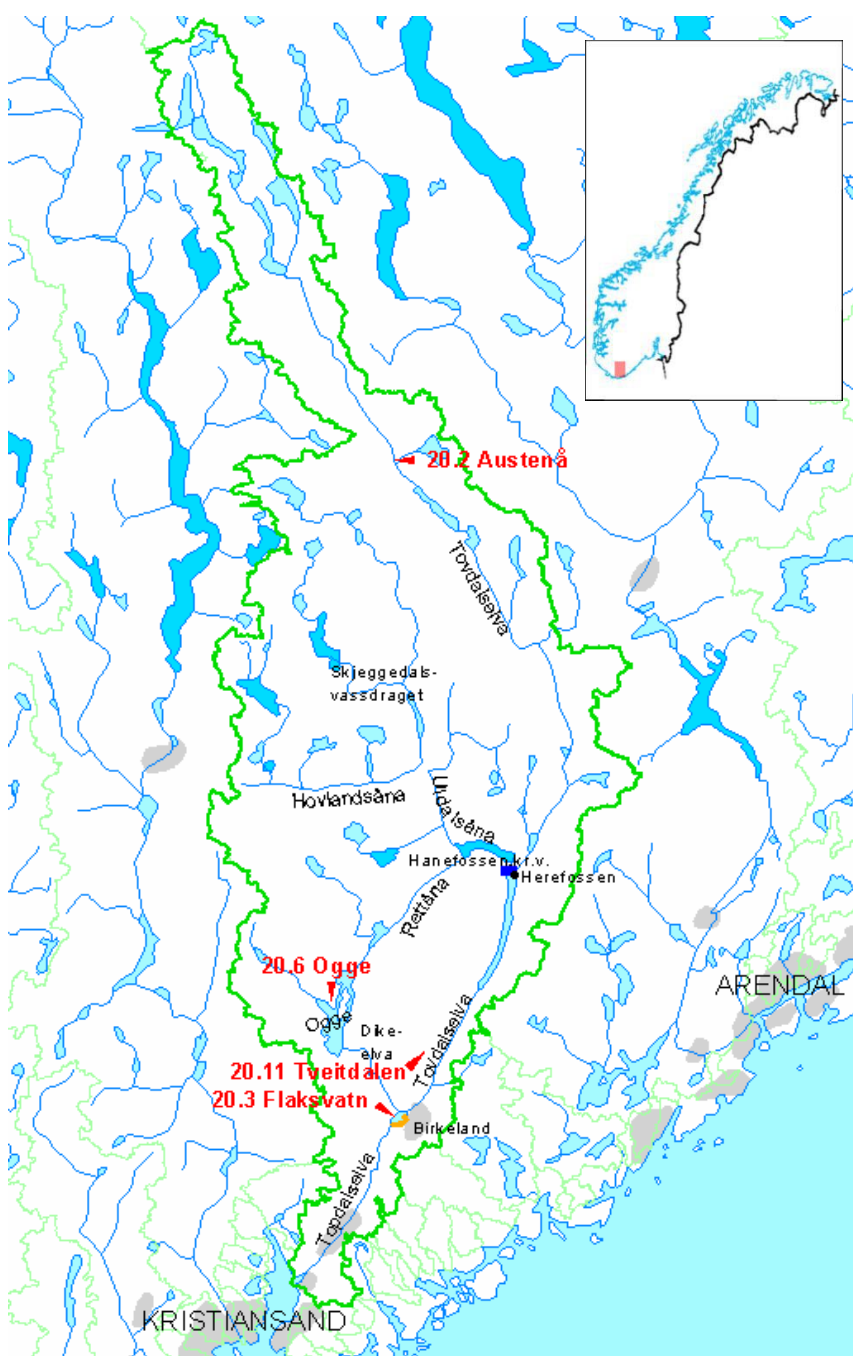
	Q_M m ³ /s	Q_5 m ³ /s	Q_{10} m ³ /s	Q_{20} m ³ /s	Q_{50} m ³ /s	Q_{100} m ³ /s	Q_{200} m ³ /s	Q_{500} m ³ /s
Flaksvatn utløp	430	550	660	770	910	1020	1130	1290

	H_M m	H_5 m	H_{10} m	H_{20} m	H_{50} m	H_{100} m	H_{200} m	H_{500} m
Flaksvatn vannstand (lokal skala)	4,16	4,79	5,32	5,81	6,40	6,83	7,24	7,82
Flaksvatn vannstand (NVE-høyde i moh.)	21,69	22,32	22,85	23,34	23,93	24,36	24,77	25,35

På grunn av et relativt godt datagrunnlag klassifiseres denne beregningen i klasse 1, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres for flomutsatt område i Tovdalselva og langs Flaksvatnet mot Birkeland sentrum, til sammen en strekning på ca. 1 km, i Birkenes kommune i Aust-Agder, delprosjekt fs 020_1 Flaksvatn i NVEs Flomsonekartprosjekt. Som grunnlag for flomsonekartkonstruksjon skal midlere flom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes for vannføringen i innløpet og utløpet av Flaksvatn og for vannstanden i selve Flaksvatn. Strekingen som skal flomsonekartlegges er tegnet inn på figur 1. Flomutsatt på strekingen er industriområde tilknyttet Birkeland sentrum. Figur 2 viser oversiktskart over området.



Figur 1. Kart over Tovdalselvas nedbørfelt. Strekingen som skal flomsonekartlegges er tegnet inn med gult ved Flaksvatn mot Birkeland sentrum.



Figur 2. Oversiktskart over Flaksvatnets nedbørfelt (gult) sammen med nærliggende vassdrag og målestasjoner som inngår i analysegrunnlaget.

2. Beskrivelse av vassdraget

Tovdalsvassdraget ligger i en overgangssone mellom Øst- og Vestlandet, kyst og innland. Fra fjellområdene skjer dreneringen gjennom dype daler i et kupert heilandskap. Som elvesystem er vassdraget karakterisert ved at hovedelva har liten gradient. Den binder sammen et nett av

innsjøer og fanger opp mange sideelver og bekker. De mange små vatnene er forbundet med korte strie elveløp, av og til trange gjel.

Tovdalsvassdraget ligger mellom Otra og Nidelva, og munner ut i Topdalsfjorden nordøst for Kristiansand. Elva har sitt utspring i Mjåvatn – Straumsfjorden sør for Valleheiane i Setesdal, og strekker seg i sørøstlig retning. Mesteparten av vassdraget ligger i Aust-Agder fylke med mindre deler i Telemark (nordøstre del) og Vest-Agder (sørvestre del). Vassdraget berører kommunene Birkenes, Bygland, Evje, Hornnes, Froland, Fyrresdal, Iveland, Kristiansand, Valle og Åmli. Tovdalselva, som utgjør hovedelva i vassdraget, er 12 mil lang. Vassdraget består i hovedsak av hovedelva i øst og det regulerte Uldalsåna – Skjeggedalsvassdraget i vest, som tilløper hovedelva i Herefossfjorden. Skjeggedalsvassdraget har igjen flere større delfelt som Vatndalselva, Hovlandsåna og Rettåna med mesteparten av Ogge. Av det totale nedbørfeltet tilfører Uldalsåna – Skjeggedalselva 58 %, og er således mer vannrik enn hovedelva. Lenger sør, ved Flaksvatn, tilløper Dikeelva med en mindre del av Ogge. Oggevatnet har to utløp, til Dikeelva og Rettåna (se figur 1). Dikeelva tilløper Flaksvatn direkte, mens Rettåna drenerer til Flaksvatn via Hanefossen og Tovdalselva. To elver tilløper dermed Flaksvatn, Tovdalselva og Dikeelva. Dikeelvas nedbørfelt er 46 km², mens Tovdalselvas nedbørfelt i innløpet til Flaksvatn er 1700 km². Nedbørfeltarealet ved utløpet av Flaksvatn er 1777 km². Flaksvatn (0,65 km²) og dets lokale nedbørfelt utgjør således 31 km². Fra Flaksvatn drenerer vassdraget samlet i Tovdalselva til utløpet i Topdalsfjorden.

Vassdraget er noe regulert. Reguleringene er avgrenset til den delen av vassdraget som drenerer til Hanefossen, dvs. i Uldalsåna-Skjeggedalsvassdraget. Den delen av vassdraget som drenerer til Herefossen, Tovdalselva nord for Heresfjorden, er uregulert. Reguleringene gir en reguleringsprosent for hele Tovdalselva på 9 %. Dette innebærer at totalt 9 % av det totale årstilsiget kan magasineres. En oversikt over de ulike reguleringsmagasinene i vassdraget med oppstarttidspunkt er gitt i tabell 1, og er tegnet inn med mørkere blåfarge i figur 1. Det antas at reguleringene ikke har særlig innvirkning på flomvannføringer nede ved Flaksvatn.

Ved utløpet i fjorden har vassdraget et totalt nedbørfelt på 1863 km². Det er et relativt lavtliggende vassdrag. 70 % av Flaksvatnets nedbørfeltet ligger under 500 moh., mesteparten mellom 200 og 500 moh. (figur 3). Median høyde er 354 moh. Høyeste punkt i vassdraget er på 1109 moh. helt i nordvest.

Feltparametre for Flaksvatnets totale nedbørfelt er oppsummert i tabell 2.

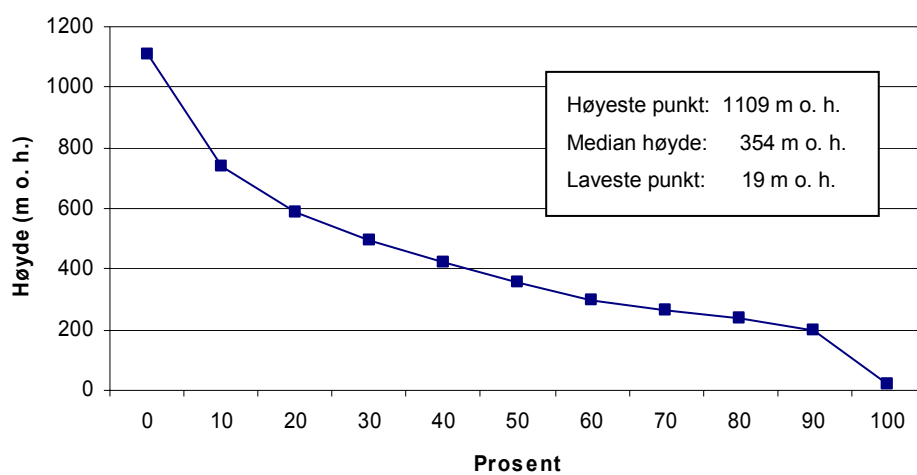
Tabell 1. Oversikt over reguleringsmagasinene i Tovdalsvassdragets nedbørfelt. Opplysningene er hentet i Hydrall fra grunnlaget for beregnet tilsigsserie for 20.3 Flaksvatn.

Magasin	Starttidspunkt
Hanefoss	02.01.1961
Ljosevatn	02.01.1961
Koldstrømmen	21.07.1963
Vikstølsvatn	02.01.1961
Høvringen	02.01.1961
Eptevatn	03.01.1972

Tabell 2. Feltparametre for Flaksvatnets nedbørfelt. Feltparametre er hentet fra NVEs hydrologiske database Hydrall.

	Areal (km ²)	Eff. sjø (%)	Sjø (%)	Snaufj. (%)	Felt- lengde (km)	Elvas gradient (m/km)	Q _N (30-60)* (l/s·km ²)	Q _N (61-90)* (l/s·km ²)
20.3 Flaksvatn	1777	0,54	5,1	16	96	9	34,2	33,5

* Q_N (30-60) og Q_N (61-90) betegner årsmiddelavrenningen i periodene 1930-60 og 1961-90, beregnet fra observerte data.



Figur 3. Hypsografisk kurve for Flaksvatnets nedbørfelt. Kurven viser hvor stor andel av det totale feltarealet (1777 km²) som ligger over en gitt høyde.

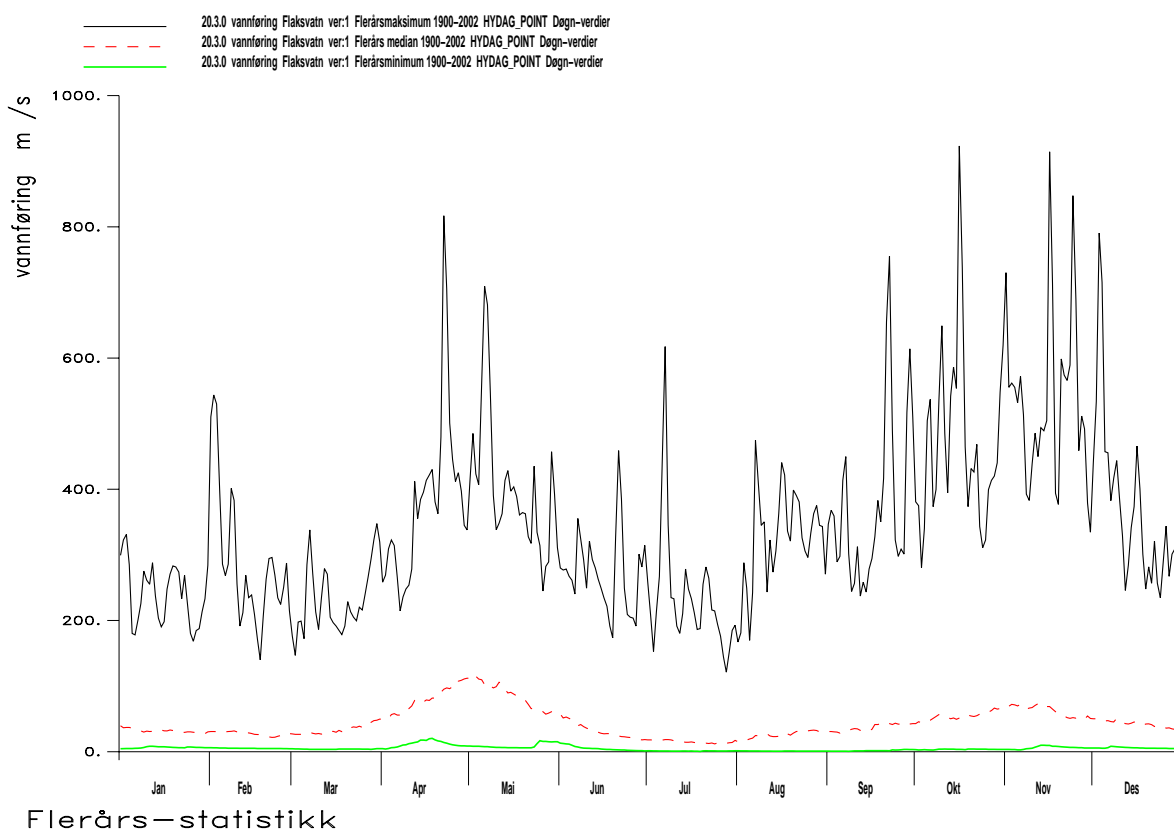
Tovdalsvassdraget ligger som nevnt i et overgangsområde mellom Østlandet og Vestlandet. Vassdraget ligger delvis eksponert for lavtrykk fra sørvest, og har dermed større årsnedbør sammenlignet med typiske østlandsvassdrag, men mindre årsnedbør enn typiske vestlandsvassdrag. Gjennomsnittlig årsnedbør i perioden 1961-1990 ved noen meteorologiske målestasjoner er 1293 mm ved 3845 Herefoss (85 moh.), 1212 mm ved 3880 Tovdal (227 moh.) (Førland 1993).

Beregninger basert på NVEs avrenningskart for Norge (2002) gir en naturlig spesifikk årlig avrenning på 33,5 l/s·km² for perioden 1961-1990 i Flaksvatnets totale nedbørfelt (Beldring, 2002). Avrenningen varierer i liten grad innenfor nedbørfeltet, mellom 30 og 40 l/s·km². Beregninger med utgangspunkt i observasjonsserien ved målestasjonen 20.3 Flaksvatn i Flaksvatnet gir også en spesifikk avrenning på 33,5 l/s·km² (Astrup, 2001).

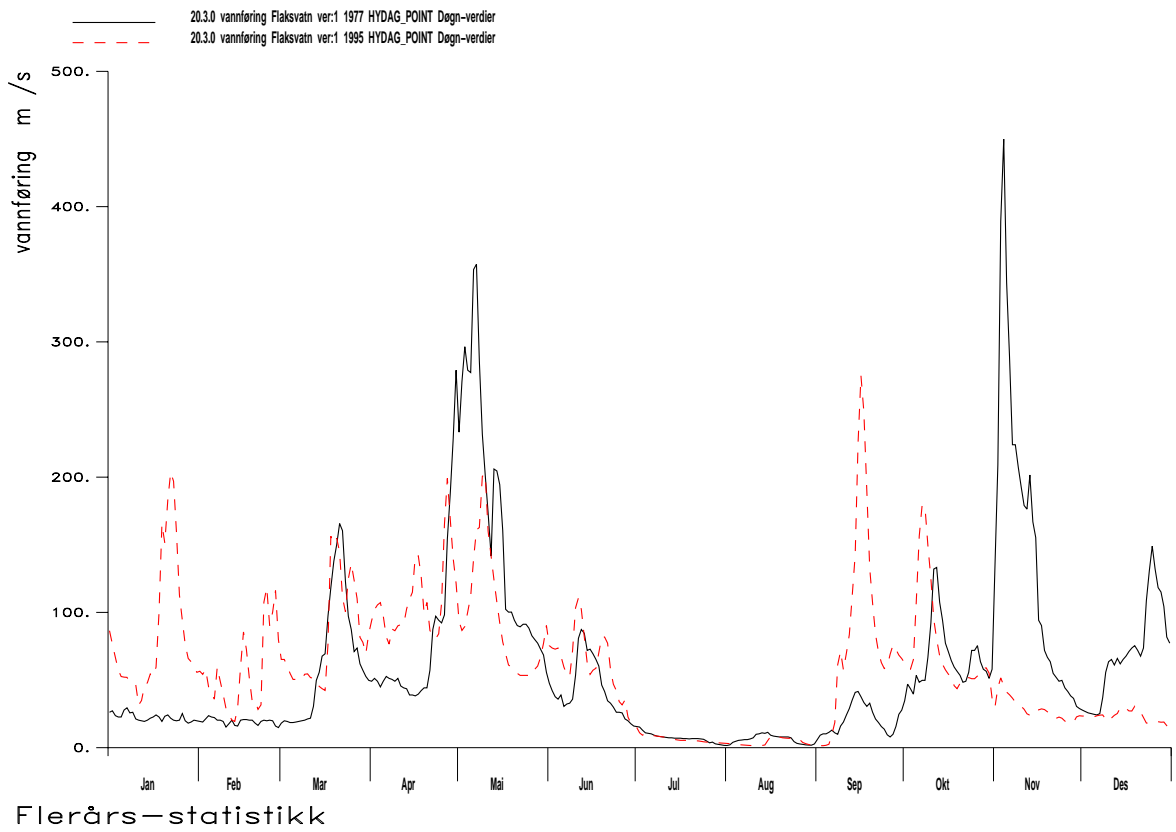
Tovdalselva har to flomsesonger. Store flommer opptrer hyppigst om høsten i månedene august til november, og om våren i månedene april og mai. I figurene 4-6 illustreres de hydrologiske forholdene i vassdraget, basert på observerte data ved målestasjonen 20.3 Flaksvatn (figur 1). Figur 4 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året i perioden 1900-2002. Øverste kurve (maksimum) i diagrammet viser største observerte vannføring og nederste

kurve (minimum) viser minste observerte vannføring i løpet av måleperioden. Den midterste kurven er mediankurven, dvs. at det er like mange observasjoner i løpet av referanseperioden som er større eller mindre enn denne. Figur 6 viser fordelingen av de største observerte flommene ved Flaksvatn over året, og viser også at Tovdalselva i hovedsak har to flomsesonger, om våren og høsten. Figuren viser relativ flomstørrelse og tidspunkt for flommer over en gitt terskelverdi, i dette tilfellet 337 m³/s, som tilsvarer omtrent 80 % av middelflom. Tabell 3 viser de største observerte årsflommene i Tovdalselva ved Flaksvatn og ved Austenå.

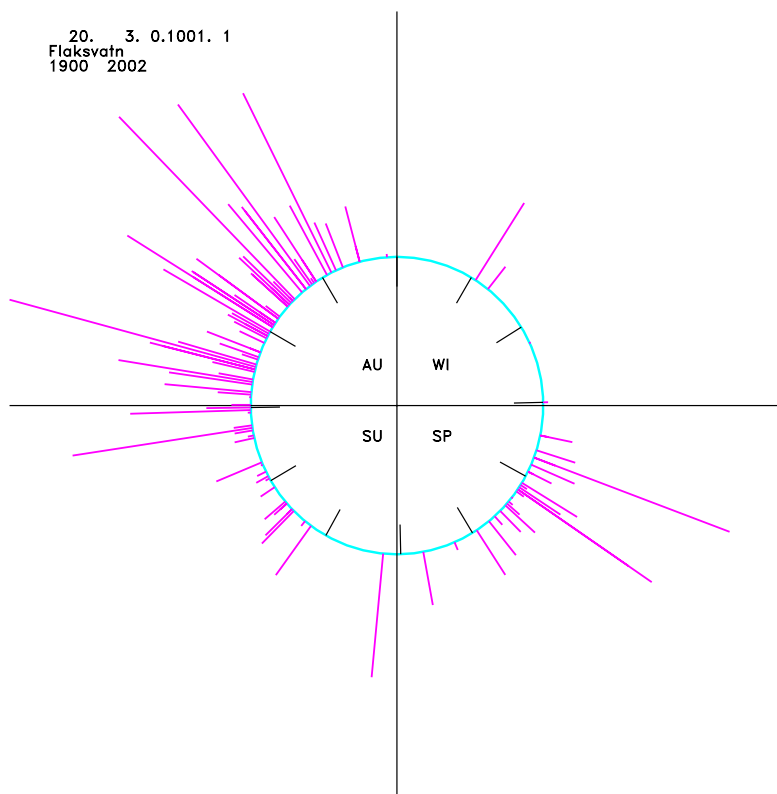
Mediankurven i figur 4 viser midlere vannføringsforhold over en lang årrekke, men illustrerer dårlig hvordan vannføringen faktisk varierer i et enkelt år. Figur 5 viser vannføringen i årene 1977 og 1995, som var to år med omtrent normal årsmiddelavrenning (59,4 m³/s). I begge år hadde høstflommen størst kulminasjonsverdi. I 1977 kulminerte høstflommen på 450 m³/s, noe over middelflom. I 1977 var det to markerte flomtopper vår og høst. I 1995 kulminerte vannføringen på omtrent samme nivå 4-5 ganger i løpet av året, godt under middelflom.



Figur 4. Karakteristiske vannføringsverdier i Tovdalselva ved målestasjon 20.3 Flaksvatn ved utløpet av Flaksvatnet i perioden 1900-2002. Diagrammet viser største, median og minste observerte vannføring i angitt periode.



Figur 5. Vannføring i Tovdalselva ved 20.3 Flaksvatn i 1977 (heltrukken linje) og 1995 (stiplet).



Figur 6. De største flommene ved 20.3 Flaksvatn i årene 1900-2002, fordelt over året. Sirkelen representerer året med start på året (1.januar) rett opp. Flommene er markert med når på året de inntreffer og med relativ størrelse.

Tabell 3. De fem største årsflommene i Tovdalselva ved 20.3 Flaksvatn i løpet av observasjonsperioden 1900-2002 og ved 20.2 Austenå i perioden 1924-2002. Hentet fra NVEs dataarkiv Hydrall. Strek betyr at informasjon om kulminasjonsvannføringen ikke er funnet, verken i Hydrall, i vannstandsbøker eller fra limnigrafskjema.

Stasjon	Observasjonsperiode	År	Dato	Døgnmiddelvannføring, m ³ /s	Døgnmiddelvannføring, l/s·km ²	Kulminasjonsvannføring, m ³ /s
20.3 Flaksvatn	1900-2002	1987	16/10	923	519	966
		1959	16/11	914	514	-
		1949	24/11	847	477	859
		1937	22/4	817	460	832
		1992	3/12	790	445	819
20.2 Austenå	1924-2002	1927	4/6	131	473	-
		1987	16/10	116	419	134
		1938	4/10	115	415	-
		1957	6/11	112	404	-
		1978	24/5	108	390	-

3. Hydrometriske stasjoner

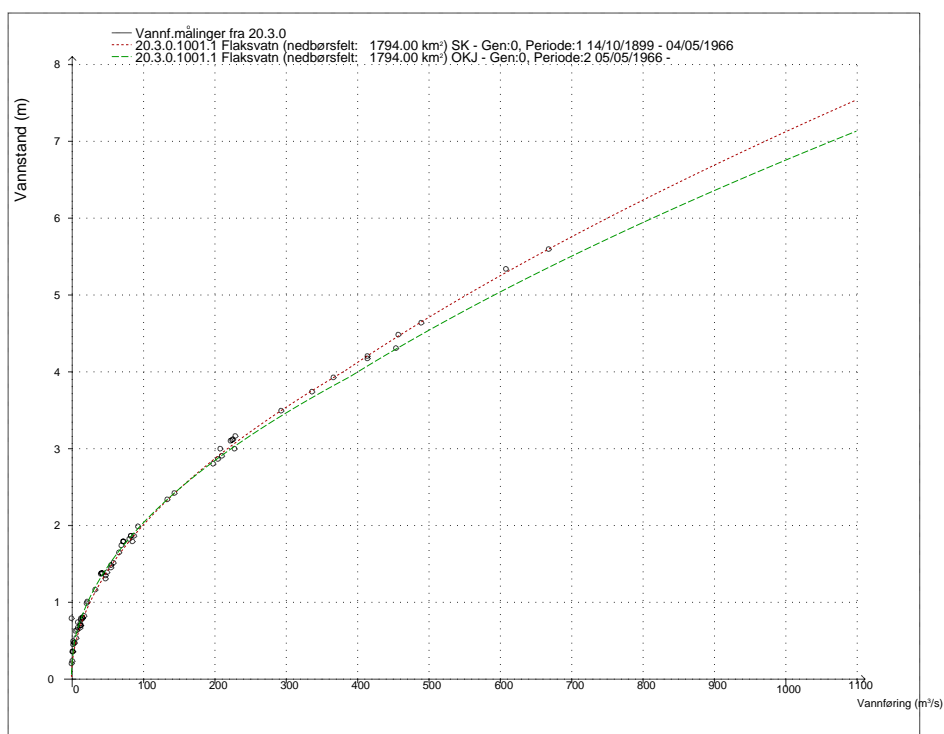
I Tovdalselvas nedbørfelt finnes flere målestasjoner for vannstand/vannføring, 20.3 Flaksvatn, 20.2 Austenå, 20.6 Ogge og 20.11 Tveitdalen. Feltegenskaper og høydeforhold i vassdraget er presentert i tabell 4.

20.3 Flaksvatn er lokalisert 19 moh. ved utløpet av Flaksvatnet. Målestasjonens beliggenhet er vist i figur 1. Målestasjonens nedbørfeltareal er 1777 km², og gir således avrenningen fra 95 % av Tovdalvassdragets totale nedbørfelt. Feltegenskaper og høydeforhold i vassdraget er vist i tabell 2 og figur 3. Denne observasjonsserien er svært viktig da den over en lang periode gir et anslag på vannstand og total avrenning for strekningen som skal flomberegnes. Observasjoner er gjort siden 1899. Siden desember 1986 finnes digitale data med fin tidsoppløsning for stasjonen. For tidligere år er vannføringen kun registrert én gang i døgnet. Vannføringskurven antas å ha god datakvalitet. Vannføringskurven for målestasjonen har to kurveperioder (1899-1966 og 1966- dags dato). For de to periodene er det utført vannføringsmålinger for vannføringer opp til henholdsvis 669 og 455 m³/s, som tilsvarer omtrent 160 % og 110 % av middelflom. Figur 7 gir et inntrykk av vannføringskurvenes kvalitet ved at alle vannføringsmålinger som er gjort ved 20.3 Flaksvatn er plottet sammen med vannføringskurven. Tilpasningen synes å være relativt god. Dataserien er ellers uten homogenitetsbrudd (Astrup, 2000). Vassdraget er noe regulert med en reguleringsprosent på 9 %, men det antas at reguleringene ikke har særlig innvirkning på flomvannføringer nede ved Flaksvatn.

For å kontrollere at dataserien ved Flaksvatn ikke gir ekstreme frekvensfordelinger i forhold til det regionale mønsteret, er det sammenlignet med frekvensanalyser fra andre målestasjoner i

vassdraget og i omegnen. Alle vassdrag på Sørlandet som er på størrelse med Tovdalselva er regulert, og dermed vanskelig sammenlignbare med avrenningen i Tovdalselvas nedbørfelt, som kun i liten grad er regulert. Det er imidlertid utarbeidet tilsigsserier for flere av disse vassdragene. En tilsigsserie er korrigert for reguleringer og overføringer slik at serien beskriver avløpsforholdene slik de ville ha vært dersom vassdraget var uregulert. Tilsigseriene tar ikke hensyn til selvreguleringen i de magasinene som serien korrigeres for, og er på den måten heller ikke direkte sammenlignbar med avløpsserier. Tilsigsserier for et par større regulerte vassdrag i nærheten av Flaksvatn, Mandalselva og Nidelva, er presentert i datagrunnlaget for denne flomberegningen, for en sammenligning med tilsigsserien for Flaksvatn. Disse seriene er imidlertid tillagt mindre vekt i analysen med bakgrunn i at disse vassdragene er regulert i så stor grad at når effekten av selvregulering i de regulerte vannene fjernes, får man ikke et korrekt bilde av avrenningsforholdene.

Tilsigsserien for Flaksvatn er korrigert for seks reguleringsmagasin (tabell 1).



Figur 7. Alle manuelle vannføringsmålinger som er gjort ved 20.3 Flaksvatn plottet sammen med vannføringskurvene. Øverste kurve gjelder i perioden 1899 - 1966. Nederste kurve gjelder fra 1966 (mai) til dags dato.

20.2 Austenå ligger også i Tovdalselva, men lenger opp i vassdraget ved Storebru rett nedstrøms stedet Austenå, på 225 moh. Her er det også en lang observasjonsserie, med målinger siden 1924. Nedbørfeltets areal er 277 km², og består for en stor del av fjellområder (55 % snaufjell). Feltets middelhøyde er på ca. 770 moh. Sammenlignet med Flaksvatn har Austenå relativt sett større sjøandel, som igjen vil føre til større flomdempende virkning. Vannføringskurven for målestasjonen har tre kurveperioder (1924-28, 1928-82, 1983- dags dato). For de to siste periodene er det utført vannføringsmålinger for vannføringer opp til henholdsvis 73 og 62 m³/s, som tilsvarer omtrent 97 % og 84 % av middelflom. I tillegg er øvre del av vannføringskurven ekstrapolert ved hjelp av hydrauliske beregninger (HEC-2).

Datakvaliteten antas dermed å være god på store vannføringer. Vassdraget er uregulert. Dataserien er uten homogenitetsbrudd (Astrup, 2000).

20.6 Ogge lå i Oggevatnet i Tovdalsvassdraget med et nedbørfelt på 245 km². Oggevatnet har to utløp, til Dikeelva og Rettåna (se figur 1). Dikeelva tilløper Flaksvatn direkte, mens Rettåna drenerer til Flaksvatn via Hanefossen og Tovdalselva. Observasjonene ved Ogge utgjør summen av avløpet i de to utløpene, og ca ¼ av det totale avløpet drenerer til Dikeelva. Stasjonen var i drift fra 1950 til 1993. Stasjonen ble nedlagt grunnet svært usikker vannføringskurve som følge av to utløp fra Oggevatnet. Grunnet dårlig datakvalitet er det ikke utført frekvensanalyse på dataene. Flomverdiene ved stasjonen er allikevel benyttet i beregningene for å få et anslag på hvor stor andel av tilløpet til Flaksvatn som kommer fra Dikeelva.

20.11 Tveitdalen ligger i Tveitdalsbekken, en liten uregulert sideelv til Tovdalselva. Stasjonen har vært i drift siden 1972. Nedbørfeltet er svært lite, kun 0,41 km², og de spesifikke flomverdiene ved denne stasjonen må derfor forventes å være høyere enn for de øvrige stasjonene i vassdraget.

18.10 Gjerstad ligger i Gjerstadelva øst for Tovdalselva, og drenerer grenseområdene mellom Aust-Agder og Telemark. Nedbørfeltet, som er drøyt 200 km², er uregulert. Det er utført vannføringsmålinger for vannføringer opp til ca. 85 m³/s, mens midlere flom er omtrent 90 m³/s. Det er godt samsvar mellom vannføringsmålinger og vannføringskurve.

22.4 Kjølemo ligger i nedre del av Mandalselva vest for Tovdalselva. Nedbørfeltet er 1757 km². Stasjonen har vært i drift helt siden 1896, og har således like lang observasjonsserie som 20.3 Flaksvatn. Vassdraget er regulert siden begynnelsen av 1930, med en reguleringsprosent som nå er på 25 %. Avløpsdata ved Kjølemo er således ikke direkte sammenlignbare med data fra Flaksvatn. Det er imidlertid laget en tilsigsserie ved denne stasjonen som er korrigert for åtte magasiner i vassdraget. Denne serien er tatt med i analysegrunnlaget for en eventuell sammenligning med Flaksvatn. Nedbørfeltet til Kjølemo har tilsynelatende nokså like feltegenskaper som Flaksvatn (se tabell 4), men ligger noe høyere. Feltet er noe mer eksponert for lavtrykksaktivitet fra vest, og har derfor noe større årsmiddelavrenning. Effektiv sjøprosent fra tabell 4 blir ikke representativ for tilsigsserien, for da fjernes til dels effekten av sjøer i vassdraget.

19.127 Rygene total ligger nederst i Nidelva i Arendalsvassdraget, og har en sammenkoblet serie av observerte data fra 19.40 Lunde mølle (1900-1978) og 19.127 Rygene total (1978- dags dato). Nedbørfeltet er 3950 km². Vassdraget er svært regulert (siden 1914) med en reguleringsprosent på 50 %. Avløpsdata er således ikke sammenlignbare med data fra Flaksvatn. Det er også her laget en tilsigsserie som er korrigert for 19 reguleringsmagasiner. Rygene har større effektiv sjøprosent enn Flaksvatn, og i og med at tilsigsserien ikke tar hensyn til selvregulering i magasinene er heller ikke tilsigsserien ved Rygene særlig egnet for sammenligning med Flaksvatn.

22.22 Søgne ligger i Søgneelva sørvest for Flaksvatn. Stasjonen ble opprettet i 1973. Fram til 1984 og for 2001-2002 finnes det kvalitetskontrollerte data for stasjonen. For årene 1985-2000 er kun foreløpige data tilgjengelige. Analysene er gjort på en arbeidsserie bestående av både ferdige kvalitetskontrollerte og foreløpige data. Vurderinger gjort i forbindelse med

flomberegning for Søgneelva (Holmqvist, 2002) ligger til grunn for de frekvensfaktorer som i denne rapporten er presentert for Søgne. Det er utført vannføringsmålinger for vannføringer opp til 116 m³/s, eller drøyt 40 % over midlere flom. Det er imidlertid godt samsvar mellom denne vannføringsmålingen og vannføringskurven (1 % avvik). På tross av mange år med foreløpige data, antas derfor flomverdiene ved stasjonen å være pålitelige.

Tabell 4. Feltparametre for målestasjoner i Tovdalselva og omegnen.

Stasjon	Feltareal (km ²)	Q _N (61-90)* (l/s·km ²)	Eff. sjø (%)	Høydeintervall (moh.)	Median høyde (moh.)
20.3 Flaksvatn	1777	33	0,54	19-1109	354
20.2 Austenå	277	37	2,00	225-1109	773
20.6 Ogge	245	38	3,38	192-571	282
20.11 Tveitdalen	0,44	38	0,00	190-270	221
18.10 Gjerstad	237	25	1,64	50-659	294
22.22 Søgne	210	30	0,07	10-464	182
22.4 Kjølamo (tilsig)	1757	47	0,57	20-1162	559
19.127 Rygene total (tilsig)	3950	29	1,87	14-1521	543

* Q_N (61-90) betegner årsmiddelavrenningen i perioden 1961-90, hentet enten fra NVE-Rapport 2-2001 eller beregnet fra avrenningskartet 1961-1990.

4. Flomfrekvensanalyser

Flommer generert av snøsmelting og flommer som er resultat av nedbørepisoder tilhører to forskjellige populasjoner. Vårflommene er normalt årvisse, har ofte stort volum og lang varighet, og øker moderat med økende gjentaksintervall. Høstflommene kan være små eller mangle mange år, har ofte et spissere flomforløp med mindre volum og kortere varighet, og øker ofte raskere med økende gjentaksintervall. Store sørlandsvassdrag er dominert av både vårflommer og høstflommer som følge av snøsmelting og/eller regn. Totalt sett i hele observasjonsserien ved Flaksvatn opptrer omtrent 60 % av årsflommene i månedene august til november, og 25 % i månedene april og mai. I Tovdalselva antas at reguleringene ikke i særlig grad har hatt innvirkning på flomvannføringen. Årsaken til denne antagelsen beskrives nedenfor. I vassdrag med hyppighet av både høst- og vårflommer er det vanlig å utføre separate analyser av vår- og høstflommene, og ekstrapolere hver for seg (Sælthun, 1997). I flomberegninger i flomsonekartsammenheng utføres analysene kun på årsflommer (NVE, 2000), dvs. at frekvensanalysen er basert på de største observerte døgnmiddelvannføringene hvert år. Bakgrunnen for dette er at en flomepisode, enten den inntreffer vår eller høst, vanligvis har oppstått som en kombinasjon av både snøsmelting og regn, og tilhører derfor nødvendigvis ikke en av to forskjellige populasjoner. Når analysen gjøres kun mhp. årsflommer kan en risikere at det skjer en blanding av rene regnflommer og rene snøsmelteflommer i analysegrunnlaget. En risikerer også at andre store flommer i et år kan være større enn den største flommen i et annet år. For eksempel kan det skje at høstflommen ett år ikke kommer med i analysegrunnlaget, fordi denne er lavere enn vårflommen samme år, til tross for at den er større enn største flom i et annet år. Dette kan være et problem med analysene i Tovdalselva og omegnen, siden store flommer kan opptre til forskjellige årstider.

Det er antatt at reguleringene i Tovdalsvassdraget ikke har særlig innvirkning på flomvannføringen. Frekvensanalyse av avløpsserien og tilsigsserien ved Flaksvatn for hele observasjonsserien gir tilnærmet samme resultat både for middelflom og for frekvensfaktorer ved ulike gjentaksintervall (tabell 5). Dette gir en sterk indikasjon på at reguleringene ikke har betydning for flomvannføringen i vassdraget. Tilsigsserien er korrigert for reguleringene slik at den beskriver avløpsforholdene slik de ville ha vært dersom vassdraget var uregulert, men tar ikke hensyn til selvreguleringen i feltet. Tabell 1 viser at de fleste reguleringsmagasinene i vassdraget ble satt i drift på begynnelsen av 1960-tallet. Frekvensanalyse på nærmest uregulert observasjonsserie før 1960 og på regulert serie etter 1963 gir heller ingen vesentlige forskjeller i flomverdier (tabell 5).

For de videre analysene er det med bakgrunn i dette valgt å legge til grunn frekvensanalyser på årsflommer for dataserien ved 20.3 Flaksvatn for hele observasjonsserien 1900-2002. Det er valgt å sammenligne med frekvensanalyser fra andre stasjoner i vassdraget og fra nærliggende vassdrag, for å kontrollere at observasjonsserien ved Flaksvatn ikke gir ekstrem fordeling, og for å få et inntrykk av denne seriens representativitet i en regional sammenheng. For observerte data velges i hvert tilfelle den frekvensfordelingen som vurderes best tilpasset de observerte årsflommene, med bakgrunn i de frekvensfordelingene som er tilgjengelige i programmet for ekstremverdianalyse i NVEs hydrologiske analyseprogram DAGUT. De endelige frekvensanalysene for de ulike stasjonene er sammenlignet, og antatt representativ fordelingsfunksjon ved Flaksvatn er valgt. Frekvensfordelingene for de ulike stasjonene er presentert i tabell 5, med midlere flom (Q_M) i absolutte og spesifikke verdier og flommer med forskjellige gjentaksintervall (Q_T) som en faktor i forhold til midlere flom, og er også illustrert i figur 8. I tabell 6 er flomverdiene for forskjellige gjentaksintervall, Q_T , presentert i absolutte verdier.

Flomforholdene i et nedbørfelt påvirkes både av klimatiske og fysiografiske forhold. I forbindelse med frekvensanalyse (Q_T/Q_M) er det antatt at klimaforhold har størst betydning. Alle vassdrag det er valgt å sammenligne med ligger i rimelig nærhet til Tovdalsvassdraget (figur 2). Nedbørfeltene i vest ligger imidlertid noe mer eksponert for nedbør enn de lenger øst. Frekvensfaktorene beregnet for 20.3 Flaksvatn ligger noe høyere og kurven er brattere sammenlignet med alle de nærliggende målestasjonene som er analysert. Q_{500}/Q_M ved Flaksvatn er beregnet til 2,98. Både Gjerstad og Søgne har imidlertid frekvensfaktorer på tilsvarende gjentaksintervall som ikke avviker i stor grad fra Flaksvatn, med Q_{500}/Q_M på henholdsvis 2,73 og 2,72. Det samme er tilfellet for de regionale flomfrekvenskurvene som gjelder for området, med Q_{500}/Q_M på ca. 2,83 (Å1-1978) (Wingård 1978) og 2,90 (K1-1997) (Sælthun 1997). Med bakgrunn i denne sammenligningen og et datagrunnlag ved Flaksvatn som antas å ha god kvalitet, antas det at frekvensfordelingen beregnet fra dataserien ved Flaksvatn er representativ for den flomutsatte strekningen omkring Flaksvatn. Valgte frekvensfaktorer for strekningen er markert med uthevet skrift i tabell 5.

Figur 9 viser den statistiske fordelingsfunksjonen som synes å være best tilpasset de observerte flommene ved 20.3 Flaksvatn. De ulike frekvensfordelingene er generelt godt tilpasset opp til omkring 10- års gjentaksintervall. Deretter er det større sprik i de ulike frekvensfordelingenes tilpasning til de observerte flommene, og spredningen øker med økende gjentaksintervall. For enkelte av observasjonsseriene er det stor usikkerhet i valgte frekvensfaktorer. Avhengig av

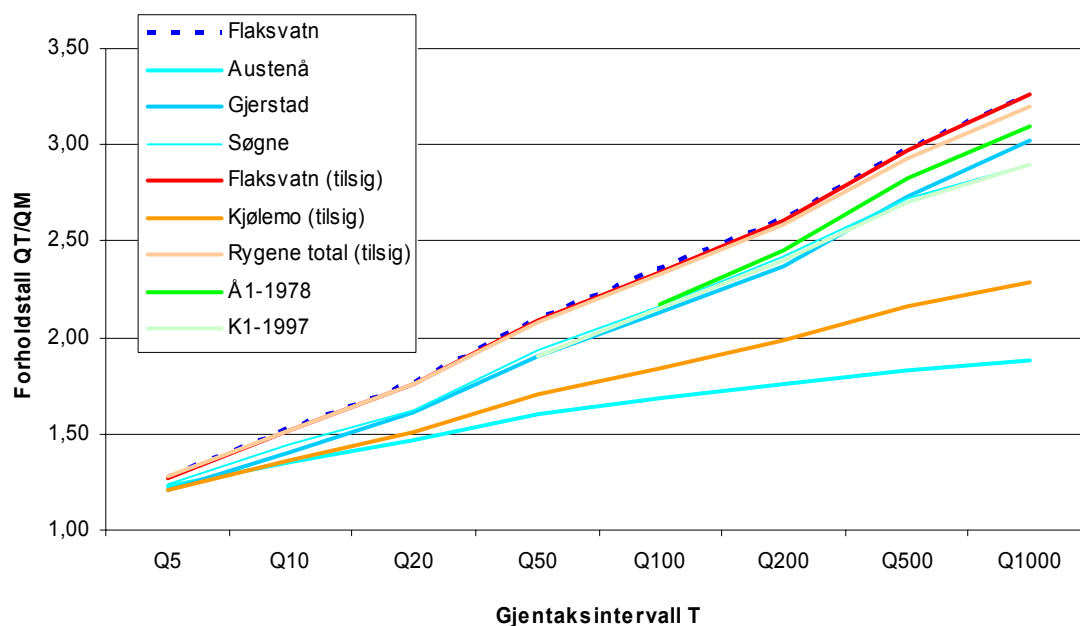
type frekvensfordeling som tilpasses de observerte årsflommene ved for eksempel Flaksvatn er det variasjon i Q_{500}/Q_M på omtrent $\pm 0,3$. Det er også knyttet stor usikkerhet til måten flommene plottes i frekvensanalysen. Figur 9 viser at de to største observerte årsflommene ved Flaksvatn er omtrent like store, men plottes med veldig forskjellig gjentaksintervall. Hvordan disse flommene skal vektlegges ved valg av frekvensfordeling er problematisk. Tross til dels betydelig usikkerhet i valgte frekvensfaktorer presenteres disse med en nøyaktighet på to desimaler, for å unngå uoverensstemmelser i flomverdier når disse presenteres for flere gjentaksintervall.

Tabell 5. Flomfrekvensanalyser (døgnmiddel av årsflommer), Q_T/Q_M , for aktuelle målestasjoner, sammen med resultater fra andre analyser i området.

Stasjon	Periode	Ant. år	Areal km ²	Q _M		Q ₅ / Q _M	Q ₁₀ / Q _M	Q ₂₀ / Q _M	Q ₅₀ / Q _M	Q ₁₀₀ / Q _M	Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₅₀₀ / Q _M
				l/s·km ²	m ³ /s							
20.3 Flaksvatn	1900-2002	103	1777	232	411	1,28	1,53	1,77	2,10	2,36	2,62	2,98
20.3 Flaksvatn	1900-1960	60	1777	235	418	1,27	1,52	1,76	2,08	2,34	2,60	2,97
20.3 Flaksvatn	1964-2002	38	1777	230	409	1,31	1,56	1,80	2,10	2,33	2,55	2,84
20.3 Flaksvatn (tilsig)	1900-2001	102	1777	236	419	1,27	1,52	1,76	2,09	2,34	2,61	2,97
20.2 Austenå	1924-2002	78	277	270	75	1,22	1,36	1,47	1,60	1,68	1,76	1,83
20.11 Tveitdalen	1972-2002	30	0,44	591	0,26	-	-	-	-	-	-	-
18.10 Gjerstad	1980-2002	22	237	378	90	1,21	1,41	1,61	1,90	2,13	2,37	2,73
Søgneelva*			206	400	82	1,24	1,45	1,62	1,93	2,16	2,42	2,72
22.4 Kjølemo (tilsig)	1896-1999	103	1757	286	503	1,20	1,36	1,51	1,70	1,84	1,98	2,16
19.127 Rygene total (tilsig)	1900-1992	92	3950	174	686	1,28	1,52	1,76	2,08	2,33	2,58	2,93
Å1-1978									2,17	2,45	2,83	
K1-1997									1,90	2,15	2,40	2,70
Utløp Flaksvatn						1,28	1,53	1,77	2,10	2,36	2,62	2,98

* Middelflom og frekvensfaktorer for Søgneelva er hentet fra rapporten "Flomberegning for Søgneelva" (Holmqvist, 2002).

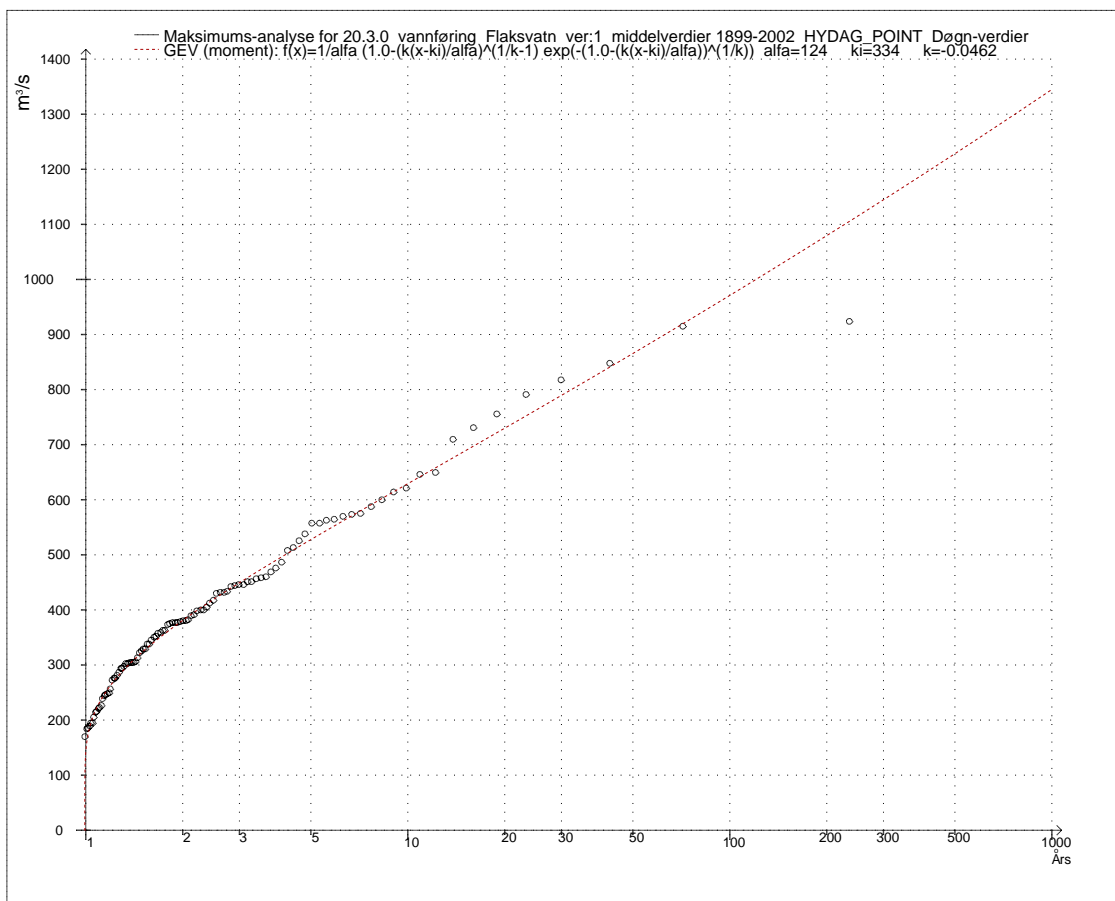
- Usikker analyse



Figur 8. Flomfrekvenskurver (døgnmidler av årsflommer) for aktuelle målestasjoner. Valgt frekvenskurve for utløpet av Flaksvatn er beregnet direkte fra de observerte data ved målestasjonen ved Flaksvatn (stiplet).

Tabell 6. Flomfrekvensanalyser på årsflommer i m³/s (døgnmiddelverdier) for de aktuelle målestasjonene.

Stasjon	Periode	Areal 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
20.3 Flaksvatn	1899-2002	1777	411	527	628	729	864	970	1078	1227
20.3 Flaksvatn	1900-1960	1777	418	533	634	735	871	977	1088	1240
20.3 Flaksvatn	1964-2002	1777	409	536	638	735	859	951	1042	1161
20.3 Flaksvatn tilsig	1899-2001	1777	419	533	635	737	874	981	1092	1245
20.2 Austenå	1924-2002	277	75	92	102	110	120	126	132	137
20.11 Tveitdalen	1972-2002	0,44	0,26	-	-	-	-	-	-	-
18.10 Gjerstad	1980-2002	237	90	108	126	144	170	191	213	245
Søgneelva		206	82	102	119	133	158	177	199	223
22.4 Kjølemo (tilsig)	1896-1999	1757	503	606	686	762	857	928	997	1087
19.127 Rygene total	1900-1992	3950	686	876	1043	1206	1426	1596	1771	2009



Figur 9. Flomfrekvensanalyse for 20.3 Flaksvatn, døgnmiddel av årsflommer.

5. Beregning av flomverdier

Flomsonekart skal konstrueres for flomutsatt område i Tovdalselva i innløpet til Flaksvatn og langs Flaksvatnet mot Birkeland sentrum, til sammen en strekning på ca. 1 km.

Flaksvatn har i hovedsak tilløp fra to elver, Tovdalselva og Dikeelva, i tillegg til lokaltilsiget. I utgangspunktet bør man i slike tilfeller, der det er flere tilløp til et vatn, beregne flomforløp for hver av tilløpselvene og rute disse gjennom vatnet, for å få representativ vannstand i vatnet. I dette tilfellet utgjør tilløpet fra én av de to tilløpselvene, Dikeelva inkludert lokaltilsiget, en så liten andel av det totale tilløpet til Flaksvatn, at tilsiget herfra ligger innenfor usikkerheten i beregningene. Av Flaksvatnets totale nedbørfelt på 1777 km² utgjør Tovdalselva 95,7 % (1700 km²), Dikeelva 2,6 % (46 km²) og lokalfeltet 1,7 % (31 km²). Observasjoner ved Ogge, der avløpet til Dikeelva utgjør omtrent $\frac{1}{4}$, viser at døgnmiddelvannføringen i Dikeelva utgjør omtrent 2- 4 % av avløpet fra Flaksvatn for tre av de største flommene ved Flaksvatn (tabell 2). Observasjonene viser også at flommer i Ogge kulminerer samme døgn eller døgnet etter at flommen har kulminert i Flaksvatn. Selve Flaksvatn er et relativt lite vann med en overflate på ca. 0,7 km². Det antas at vatnet fylles raskt opp i en flomsituasjon, og at vatnet ikke har noen flomdempende effekt. Det antas dermed at tilløpet til Flaksvatn tilsvarer avløpet.

Middelflommens størrelse styres dels av feltets beliggenhet i forhold til hvor eksponert det er for nedbør, og dels feltets karakter (feltstørrelse, effektiv sjøprosent, helningsforhold etc.), og varierer fra punkt til punkt i vassdraget. Små felt, innsjøfattige felt og bratte felt gir større spesifikke flommer enn store felt, innsjørike felt og felt uten store høydegradienter. Spesifikk middelflom på 232 l/s·km² beregnet fra observert dataserie ved 20.3 Flaksvatn anses som rimelig sammenlignet med spesifikk middelflom i de nærliggende vassdragene (tabell 5). Tveitdalen, som er et svært lite felt, skiller seg ut med den klart største verdien, ca 600 l/s·km². Det fremgår klart av tabellen at spesifikk middelflom i området avtar med økende feltstørrelse, med minst verdi for Flaksvatn som har størst areal. I de videre beregningene benyttes 230 l/s·km² som spesifikk middelflom for Flaksvatn.

Med valgt spesifikk middelflom, og flomfrekvensfordelingen som antas representativ for utløpet av Flaksvatn (tabell 5), blir de resulterende flomverdiene som vist i tabell 7. Som tidligere nevnt antas det at vannføringen i innløpet til Flaksvatn tilsvarer vannføringen i utløpet i en flomsituasjon. Vannstanden ved de ulike gjentaksintervall er fremkommet med bakgrunn i avløpet ved samme gjentaksintervall, omregnet via vannføringskurven. Vannstand er presentert både i lokal høyde relatert direkte til vannstandsskalaen ved målestasjonen, og i NVE-høyde som er relatert til gamle NGO-høyder før disse ble korrigert i 1954. NVE-høyden i Tovdalselva må korrigeres med + 9-10 cm (NVE 1981) for å samsvare med Statens kartverks høyder (SK-høyde).

Tabell 7. Beregnet middelflomverdi (Q_M og H_M), frekvensfaktorer (Q_T/Q_M) og resulterende flomverdier (Q_T og H_T) ved ulike gjentaksintervall (T) for Flaksvatn, døgnmiddelvannføringer og -vannstander. Vannstand er gitt i lokal høyde og NVE-høyde.

	Areal km ²	Q_M		Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
		l/s·km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Q_T/Q_M				1,28	1,53	1,77	2,10	2,36	2,62	2,98
Flaksvatn utløp	1777	230	411	527	628	729	864	970	1078	1227

	Areal km ²	H_M m	H_5 m	H_{10} m	H_{20} m	H_{50} m	H_{100} m	H_{200} m	H_{500} m
Flaksvatn vannstand (lokal)	1777	4,06	4,68	5,17	5,63	6,21	6,64	7,05	7,60
Flaksvatn vannstand (NVE-høyde i moh.)		21,59	22,21	22,70	23,16	23,74	24,17	24,58	25,13

Flomverdiene som hittil er presentert representerer døgnmidler. Kulminasjonsvannføringen (momentanvannføringen) kan være atskillig større enn døgnmiddelvannføringen. Dette er spesielt karakteristisk for små vassdrag med rask flomstigning og spisse flomforløp. Smelteflommer, som er vanlig i Tovdalselva om våren, har oftest relativt lang varighet og stort volum. Dette gir normalt en mer moderat forskjell mellom momentan- og døgnmiddelflommen enn for høstflommer. For høstflommer, som er dominert av regn, er avrenningen til elva raskere og forløpet spissere, og dermed blir forholdstallet normalt større. Andelen sjøareal i et vassdrag påvirker også i stor grad dette forholdet. I vassdrag med stor effektiv sjøprosent er flomdempningen stor i forhold til i vassdrag med lite sjøareal. Forholdet mellom momentan- og døgnmiddelflom er derfor oftest atskillig mindre i slike vassdrag enn i felt med liten effektiv sjøprosent. I utløpet av Flaksvatn, der flomepisoder opptrer både vår og høst og er forårsaket av enten snøsmelting, regn eller en kombinasjon av disse, skulle en på bakgrunn av dette anta at forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring er svært varierende fra flomepisode til flomepisode. Analyse av åtte store flommer viser at dette ikke er tilfellet. Dette er nærmere beskrevet under. Lave og lite varierende forholdstall i Tovdalselva har antagelig forklaring i at det er et relativt stort og svært forgrenet vassdrag med en del sjøer. Til sammen vil disse sjøene gi noe flomdempning.

Kulminasjonsvannføringen anslås fortrinnsvis ved å analysere de største observerte flommene i vassdraget. Forholdstallet (Q_{mom}/Q_{mid}) mellom observert momentanvannføring og døgnmiddelvannføring beregnes da for én eller flere av de større flommene ved målestasjoner i vassdraget, og/eller eventuelt i nærliggende vassdrag, avhengig av hvor og når det finnes data med fin tidsoppløsning (timesverdier). Tabell 8 viser observert Q_{mom}/Q_{mid} for åtte av de 10 største årsflommene ved 20.3 Flaksvatn der det finnes data med timesoppløsning, eller på annen måte finnes opplysninger om kulminasjonsvannføringen. For disse flommene varierer forholdstallet mellom momentan- og døgnmiddelvannføring i intervallet 1,01 til 1,05, med et gjennomsnitt på 1,03. Dette fremgår av tabell 8. Siden forholdstallet tilsynelatende varierer i liten grad, er det knyttet relativt liten usikkerhet i å velge ett forholdstall som skal gjelde for alle gjentaksintervall.

Observerte data fra flere store flommer viser som nevnt at forholdstallet $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$ varierer i liten grad fra flomepisode til flomepisode. For sammenligning er tilsvarende forholdstall også beregnet med utgangspunkt i eksisterende formelverk. I ”Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag” (Sælthun 1997) er det utarbeidet ligninger som uttrykker en sammenheng mellom forholdet $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$ og feltkarakteristika (feltareal og effektiv sjøprosent) for vår- og høstsesong.

For vårflokker gjelder formelen

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

mens formelen for høstflokker er:

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

hvor A er feltareal og A_{SE} er effektiv sjøprosent. For Tovdalselva gjøres estimatet både for vår- og høstflokker. Formlene gav et forholdstall på 1,08 for vårflokk og 1,15 for høstflokk, med et gjennomsnitt på 1,12, ved målestasjon 20.3 Flaksvatn. Dette er høyere enn gjennomsnittet på 1,03 for de åtte observerte flokkene i tabell 8. De tre høyeste observerte forholdstall (1987, 1992 og 2001) fra tabell 8 er beregnet med bakgrunn i data (fra NVEs dataarkiv HydraII) registrert med datalogger med timesoppløsning, og anses som relativt sikre observasjoner. De resterende forholdstall er hentet fra notater i gamle vannstands bøker da avlesninger ble gjort manuelt primært én gang i døgnet og anmerkning for høyeste vannstand ble gjort ved flokk, og anses derfor som noe usikre. For Flaksvatn er det derfor valgt å legge vekt på de observerte forholdstallene fra de senere år med timesoppløsning. For utløpet av Flaksvatn benyttes forholdstallet 1,05, som er i overkant av gjennomsnittet for det observerte, men lavere enn beregnet fra regionalt formelverk basert på feltkarakteristika.

Tabell 8. Forholdstall $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$ for åtte av de 10 største årsflokkene ved 20.3 Flaksvatn i observasjonsperioden 1899-2002. Hentet fra NVEs dataarkiv Hydrall eller fra vannstands bøker.

Rang*	År	Dato	Døgnmiddel- vannføring, m ³ /s	Kulminasjons- vannføring, m ³ /s	$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$
1.	1987	16/10	923	966	1,05
3.	1949	24/11	847	859	1,01
4.	1937	22/4	817	832	1,02
5.	1992	3/12	791	819	1,04
6.	1930	22/9	755	776	1,03
8.	1954	6/5	710	724	1,02
9.	2001	10/10	649	673	1,04
10.	1931	6/5	645	649	1,01
Gjennomsnitt:					1,03

* Rang angir hvilket nummer årsflokk har i rekken av alle observerte årsflokker, sortert fra størst til minst.

Resulterende kulminasjonsvannføringer og –vannstander ved flommer med forskjellige gjentaksintervall er vist i tabell 9. Flomverdiene er på grunn av usikkerheter i analysene presentert med en nøyaktighet på 10 m³/s.

Tabell 9. Flomverdier for Flaksvatn, kulminasjonsvannføringer og –vannstander, vannføringer er avrundet til nærmeste 10 m³/s. Vannstand er gitt i lokal høyde og NVE-høyde.

	Areal km ²	Q _{mom} / Q _{mid}	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
Flaksvatn utløp	1777	1,05	430	550	660	770	910	1020	1130	1290

	Areal km ²	H _M m	H ₅ m	H ₁₀ m	H ₂₀ m	H ₅₀ m	H ₁₀₀ m	H ₂₀₀ m	H ₅₀₀ m
Flaksvatn vannstand (lokal)	1777	4,16	4,79	5,32	5,81	6,40	6,83	7,24	7,82
Flaksvatn vannstand (NVE-høyde i moh.)		21,69	22,32	22,85	23,34	23,93	24,36	24,77	25,35

6. Observerte flommer

De fem største observerte flommene ved målestasjonen 20.3 Flaksvatn er vist i tabell 3. Av de tretti største observerte årsflommene ved Flaksvatn i perioden 1899-2002 er det kun fem som har vært vårflokker i månedene april og mai. De tre største observerte årsflommene i Tovdalselva ved utløpet av Flaksvatnet, 16. oktober 1987, 16. november 1959 og 24. november 1949, hadde døgnmiddelvannføring på henholdsvis 923 m³/s, 914 m³/s og 847 m³/s. Tabell 7 viser at disse flommene er estimert til henholdsvis to 50-100-årsflommer og en tilnærmet 50-årsflom. Kulminasjonsvannføringen kan ha et annet gjentaksintervall enn døgnmiddelvannføringen, fordi gjentaksintervall på flommer er avhengig av hvilken varighet som betraktes. Kulminasjonsvannføringen for flommen i 1987 og 1949 var på henholdsvis 966 og 859 m³/s, som i henhold til tabell 9 tilsvarer henholdsvis 50-100 årsflom og 20-50 årsflom.

7. Usikkerhet

Datagrunnlaget for flomberegning for Flaksvatn kan karakteriseres som bra. Lang dataserie med observert vannstand og vannføring finnes nøyaktig på den strekningen som skal flomberegnes. Dataene antas å ha god kvalitet på stor vannføring, og det er godt oppmålt vannføringskurve. Frekvensanalysen stemmer relativt bra overens med flere andre stasjoner i nærliggende vassdrag og regionale kurver. På store gjentaksintervall er det imidlertid knyttet noe usikkerhet til frekvensanalysene som er tilpasset observerte årsflommer, fordi det er språk i resultatet avhengig av valget av frekvensfordeling. Det er gode opplysninger om forholdet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring, og siden dette forholdet varierer i liten grad fra flomepisode til flomepisode ved Flaksvatn er det ikke knyttet stor usikkerhet i det å velge ett forholdstall som skal gjelde for alle årsflommer ved estimering av kulminasjonsvannføring. Det er ingen større tilløp fra sideelver på strekningen, og det er ingen vassdragsreguleringer som påvirker flomforholdene. Det er også knyttet usikkerhet til antagelsen om at Flaksvatn ikke har noen flomdempende effekt i en flomsituasjon, og at tilløpet tilsvarer avløpet.

Til tross for et antatt godt datagrunnlag, er det en hel del usikkerheter knyttet til slike flomberegninger. De observasjoner som foreligger er av vannstander. Disse omregnes ut fra en vannføringskurve til vannføringsverdier. Vannføringskurven er basert på et antall samtidige observasjoner av vannstander og målinger av vannføring i elven. Men disse direkte målinger er ikke utført på ekstreme flommer. De største flomvannføringene er altså beregnet ut fra et ekstrapolert samband mellom vannstander og vannføringer, dvs. også ”observerte” flomvannføringer kan derfor inneholde en stor grad av usikkerhet.

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.

En annen faktor som fører til usikkerhet i data, er at de eldste dataene i databasen er basert på én 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 reelle døgnmidlet.

I tillegg er dataene med fin tidsoppløsning 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 kun den at datagrunnlaget er bra, og klassifiseres ut fra dette kriterie i klasse 1, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

Referanser

- Astrup, M. 2000: Homogenitetstest av hydrologiske data. Rapport nr. 7-2000, NVE.
- Astrup, M. 2001: Avløpsnormaler. Normalperioden 1961-1990. Rapport nr. 2-2001, NVE.
- Beldring, S., Roald, L. A., Voksø, A. 2002: Avrenningskart for Norge. Årsmiddelverdier for avrenning 1961-1990. Dokument nr. 2-2002, NVE.
- Førland, E. J. 1993: Nedbørnormaler, normalperiode 1961-1990. DNMI-rapport nr. 39/93 Klima.
- Holmqvist, E. 2002: Flomberegning for Søgneelva. Flomsonekartprosjektet. Dokument nr. 16-2002, NVE.
- NVE 1981: Katalog over nivellerte elver med korreksjoner og tillegg. NVE – Avdeling for vasskraftundersøkelser, 0 1981.
- NVE 2002: Avrenningskart for Norge 1961-1990, 1:500 000. Hydrologisk avdeling.
- NVE 2000: Prosjekthåndbok - Flomsonekartprosjektet. 5.B: Retningslinjer for flomberegninger.
- Sælthun, N. R. 1997: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. Rapport nr. 14-97, NVE.
- Wingård, B. 1978: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. Rapport nr. 2-78, NVE.

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

Utgitt i Dokumentserien i 2003

- Nr. 1 Erik Holmqvist: Flomberegninger i Vosso (062.Z) Flomsonekartprosjektet. (37 s.)
- Nr. 2 Lars-Evan Pettersson: Flomberegninger for Lakselva i Misvær. Flomsonekartprosjektet (16 s.)
- Nr. 3 Eirik Traae, Anette Werkland: Program for økt sikkerhet mot leirskred. Risiko for kvikkleireskred i Skienselva – forslag til tiltak (18 s.)
- Nr. 4 Inger Sætrang: Statistikk over tariffer i distribusjonsnettet 2003 (39 s.)
- Nr. 5 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Batnfjordelva (108.3Z). Flomsonekartprosjektet (22 s.)
- Nr. 6 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Sogndalselvi (077.3Z). Flomsonekartprosjektet (25 s)
- Nr. 7 Inger Sætrang: Oversikt over vedtak og utvalgte saker. Tariffer og vilkår for overføring av kraft 2002 (16 s.)
- Nr. 8 Thomas Væringstad: Flomberegning for Sandvikselva (008.Z)Flomsonekartprosjektet. (21 s.)
- Nr. 9 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Gaula i Sogn og Fjordane (083.B) Flomsonekartprosjektet (25 s)
- Nr. 10 Tharan Fergus og Jan Henning L'Abée-Lund (red.): Vannforvaltning i Østerrike Fagtur for Seksjon for plan og miljø, 2003 (26 s.)
- Nr. 11 Arne T. Hamarsland, Knut Aune Hoseth, Jan Henning L'Abée-Lund: Program for miljøtiltak i vassdrag (33 s.)
- Nr. 12 Flomsonekartplan. Prioriterte strekninger for kartlegging i flomsonekartprosjektet. 25. september 2003
- Nr. 13 Lars-Evan Pettersson. Flomberegning for Stjørdalselva. Flomsonekartprosjektet.(17 s.)
- Nr. 14 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Flaksvatn i Tovdalselva (020.A8). Flomsonekartprosjektet. (17 s.)