



Flomsonekartprosjektet

Flomberegning for Orkla ved Meldal og Orkanger

Turid-Anne Drageset

10
2002



D
O
K
U
M
E
N
T

Flomberegning for Orkla ved Meldal og Orkanger (121.Z)

Norges vassdrags- og energidirektorat

2002

Dokument nr. 10 - 2002

Flomberegning for Orkla ved Meldal og Orkanger (121.Z)

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Turid-Anne Drageset

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 25

Forsidefoto: Orkla – utløpet ved Orkanger, 1988. Foto: Tollefsen, NVE – VN

ISSN: 1501-2840

Sammendrag: I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging utført flomberegning for Orkla ved Meldal og Orkanger. Kulminasjonsvannføringer for flommer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet i fire punkter ved Meldal og fem punkter ved Orkanger.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, Orkla, Orkanger, Meldal

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

Mai 2002

Innhold

Forord	4
Sammendrag	5
1. Beskrivelse av oppgaven	6
2. Beskrivelse av vassdraget	6
2.1 Nedbørfeltet.....	6
2.2 Reguleringer.....	8
2.3 Hydrologi.....	10
3. Hydrometriske stasjoner i Orklavassdraget	12
4. Beregning av flomverdier	13
4.1 Frekvensanalyse for beregning av døgnmiddelvannføring.....	14
4.2 Beregning av kulminasjonsvannføring.....	20
5. Observerte flommer	21
6. Usikkerhet	21
Referanser	23

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, for eksempel programmet "Ekstrem" som benyttes for flomfrekvensanalyser.

Denne rapporten gir resultatene av en flomberegning som er utført i forbindelse med flomsonekartlegging av to flomutsatte elvestrekninger i Orklavassdraget i Sør-Trøndelag, ved Meldal og ved Orkanger. Rapporten er utarbeidet av Turid-Anne Drageset og kvalitetskontrollert av Lars Evan Pettersson.

Oslo, mai 2002

Kjell Repp
avdelingsdirektør

Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Flomberegningen ved Orkanger og Meldal i Orkla omfatter to delprosjekt (fs 121_1 og fs 121_2) i Flomsonekartprosjektet i NVE. Orkla er et stort innlandsvassdrag med hoveddelen av nedbørfeltet i Sør-Trøndelag fylke. Vassdraget strekker seg i retning nord-sør fra fjellområdene øst for Oppdal, med utløp i Trondheimsfjorden.

Flomberegningene er i hovedsak basert på frekvensanalyser av observerte flommer ved en hydrometrisk målestasjon i vassdraget, 121.22 Syrstad ved Meldal.

Vårflommer er dominerende i vassdraget, men store flommer kan også forekomme på høsten.

Vassdraget har siden begynnelsen av 1980-tallet vært sterkt regulert til kraftproduksjon, noe som gjør det komplisert å beregne flomverdier som skal representere flomforholdene i framtida. Flomforholdene slik de er i dag, etter at utbyggingen var ferdigstilt på midten av 1980-tallet, kan ventes å være representative for flomforholdene ved mindre flommer. Ved større og mer sjeldne flomhendelser vil reguleringens flomdempende effekt avta med økende gjentaksintervall, slik at flomforholdene sannsynligvis blir mer lik uregulerte forhold.

På bakgrunn av dette er det beregnet kulminasjonsvannføringer på flommer ved forskjellige gjentaksintervall for fire punkter ved Meldal og fem punkter ved Orkanger. Resultatet av beregningene ble:

	QM m ³ /s	Q5 m ³ /s	Q10 m ³ /s	Q20 m ³ /s	Q50 m ³ /s	Q100 m ³ /s	Q200 m ³ /s	Q500 m ³ /s
Meldal:								
I Orkla ved Grut	305	394	457	693	917	1121	1325	1529
I Orkla rett oppstrøms tilløp fra Resa	308	398	462	700	926	1132	1338	1543
I Orkla rett nedstrøms tilløp fra Resa	334	433	502	760	1006	1230	1453	1677
I Orkla ved Bjørset dam	346	448	520	788	1043	1274	1506	1738
Orkanger:								
I Orkla ved Svorkmo oppstrøms tilløp fra Svorka	361	467	542	821	1086	1328	1569	1811
I Orkla nedstrøms tilløp fra Svorka	407	527	611	925	1225	1497	1769	2041
I Orkla oppstrøms tilløp fra Vorma	408	528	613	928	1228	1501	1774	2047
I Orkla nedstrøms tilløp fra Vorma	418	540	627	950	1257	1536	1816	2095
I Orkla ved utløpet i fjorden	439	568	659	998	1321	1614	1908	2202

1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres for flomutsatte elvestrekninger i Orkla, ved Meldal og ved Orkanger. Strekningene omfatter to delprosjekter i Flomsonekartprosjektet i NVE, med delprosjektnummer fs 121_1 Orkanger og fs 121_2 Meldal. Strekningene er tegnet inn på figur 1. Flomutsatt på strekningene er bl.a. tettbebyggelse, sykehus, industri, travbane, dyrket mark, riksveg og fylkesveg.

Delprosjekt Orkanger strekker seg fra utløpet i Trondheimsfjorden til Svorkmo, rett oppstrøms tilløpet fra Svorka, totalt en 15 km lang elvestrekning. Delprosjekt Meldal strekker seg fra Bjørset dam til Grut, en 13 km lang elvestrekning der sidevassdraget Resa tilløper på strekningen.

Som grunnlag for konstruksjon av flomsonekart for denne strekningen skal midlere flom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes.

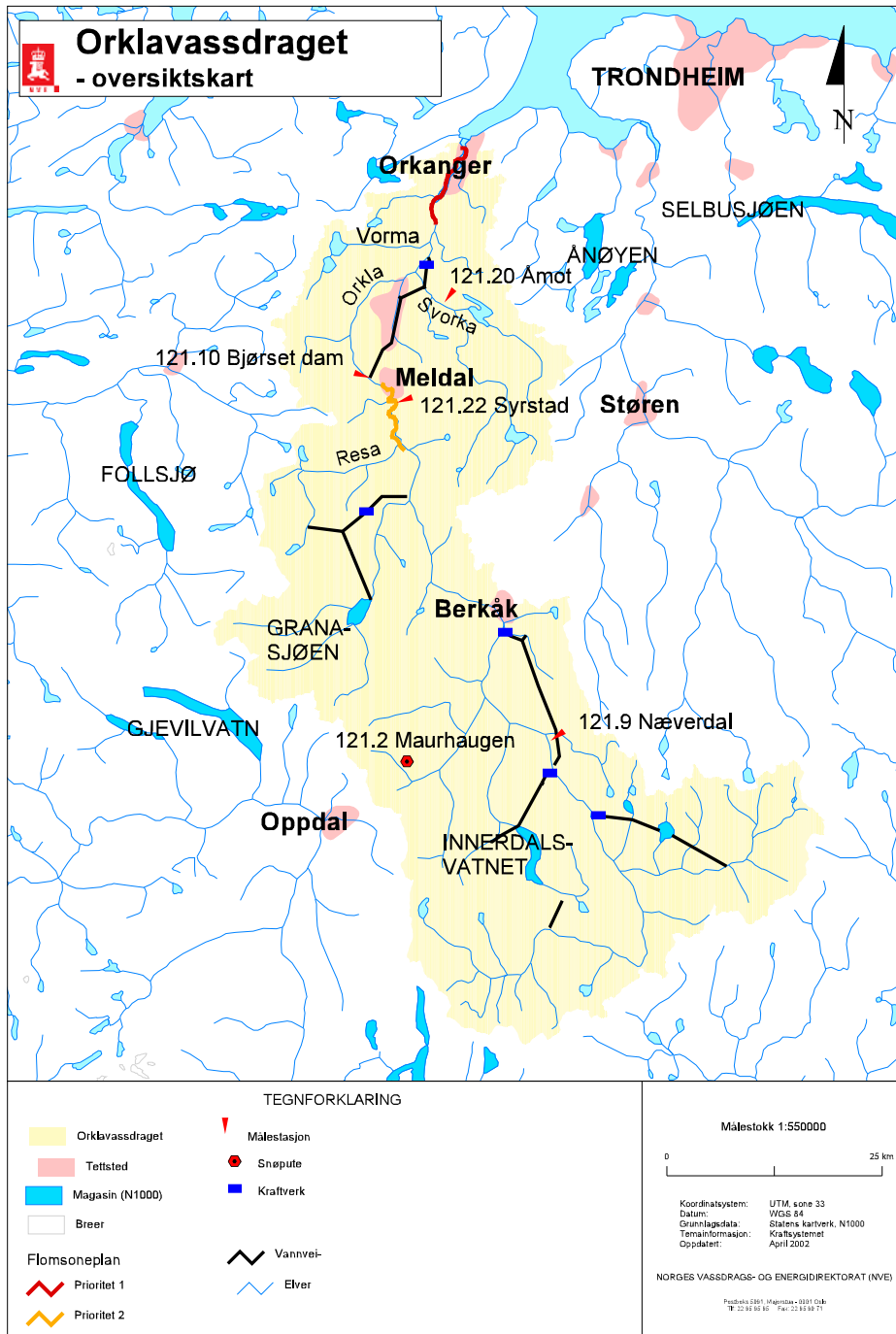
2. Beskrivelse av vassdraget

2.1 Nedbørfeltet

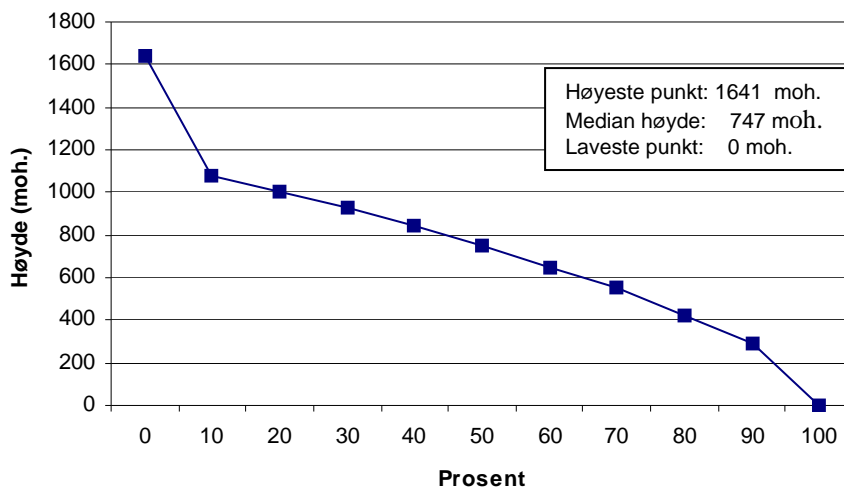
Orklavassdraget er det vestligste av de tre store vassdragene i Sør-Trøndelag (Orkla, Gaula, Nea/Nidelv), og er en av Trøndelags lengste og mest vannrike elver. Orkla har sitt utspring i Store og Lille Orkelsjø i fjellene øst for Oppdal, og hovedelva renner derfra nordover til utløpet ved Orkanger sørvest i Trondheimsfjorden. På veien passerer den fem kommuner: Oppdal, Tynset, Rennebu, Meldal og Orkdal. Det samlede nedbørfeltet ved utløpet i fjorden er på 3053 km². Størsteparten av vassdraget har beliggenhet i Sør-Trøndelag fylke, men i de øvre deler sør for Innerdalsvatnet og Litjfos kraftverk ligger vassdraget i Hedmark fylke. I vest grenser deler av vassdraget mot Møre og Romsdal fylke. Nedbørfeltet avgrenses i øst av Gaulavassdraget, i sør av Glommavassdraget og i vest av Drivavassdraget og Surnavassdraget.

Orkla er et langstrakt vassdrag på ca. 17 mil. Langs hovedelva er det ingen større sjøer. Flere sideelver tilløper hovedelva. Av de største kan nevnes Ya, Inna, Gisna, Grana, Resa og Svorka. Flere av disse er i stor grad regulerte. Største sidevassdrag er Grana som tilløper Orkla 5-6 km oppstrøms Grut, som er øvre avgrensning for Meldal-prosjektet.

Orklas nedbørfelt strekker seg fra lavland til høyfjell. Hypsografisk kurve for hele Orklas nedbørfelt (figur 2) illustrerer høydeforskjellene i det langstrakte vassdraget med høyeste punkt på 1641 moh. Nedbørnormaler for meteorologiske målestasjoner i feltet er 1483 mm ved 6610 Songli i Orkdal (300 m o. h.) og 810 mm ved 6671 Berkåk II (441 m o. h.) (Førland 1993).



Figur 1. Oversiktskart over Orklavassdraget. Strekningene som skal flomsonekartlegges, og som det er gjort flomberegning for, er inntegnet.



Figur 2. Hypsografisk kurve for Orkla ved utløpet i fjorden. Areal 3053 km².

Benyttede feltareal er fastlagt ved nye beregninger av Seksjon for geoinformasjon (VG) ved Vannressursavdelingen, og kan avvike noe fra de arealer som er oppgitt i Hydrologisk avdelings database, HydraII. I beregningene har det i noen tilfeller forekommet at feltarealer fra HydraII-databasen er benyttet. Dette fremgår av tabell 1.

Tabell 1. Benyttede feltarealer i Orklavassdraget i henhold til data beregnet av NVE-VG mars 2002 (der annet ikke er oppgitt).

Felt	Nedbørfeltets areal km ²	Kommentar
121.9 Næverdalen	792	Hentet fra Hydrall-databasen
I Orkla ved Grut	2038	NVE-VG mars 2002
I Orkla rett oppstrøms tilløp fra Resa	2058	NVE-VG mars 2002
I Orkla rett nedstrøms tilløp fra Resa	2236	NVE-VG mars 2002
121.22 Syrstad	2278	NVE-VG mars 2002
I Orkla ved Bjørset dam	2317	NVE-VG mars 2002
I Orkla ved Svorkmo oppstrøms tilløp fra Svorka	2511	NVE-VG mars 2002
121.20 Åmot	279	Hentet fra Hydrall-databasen
I Orkla nedstrøms tilløp fra Svorka	2831	NVE-VG mars 2002
I Orkla oppstrøms tilløp fra Vorma	2839	NVE-VG mars 2002
I Orkla nedstrøms tilløp fra Vorma	2905	NVE-VG mars 2002
I Orkla ved utløpet i fjorden	3053	NVE-VG mars 2002

2.2 Reguleringer

Frem til 1981 var Orklavassdraget uregulert. I dag har Orklavassdraget stor betydning i kraftproduksjonssammenheng. I årene 1978 til 1985 ble vassdraget utbyggt til kraftproduksjon, og det ble bygget fem kraftverk i vassdraget, Ulset, Litjfossen, Brattset, Grana og Svorkmo. Årstall for når de ulike kraftverkene ble satt i drift er vist i tabell 2. Reguleringssystemet i Orklavassdraget er vist i figur 3.

Ulset kraftverk utnytter fallet fra Falningssjøen i Yavassdraget til Orkla ved Ulset. Falningssjøen er inntaks- og hovedmagasin for kraftverket. Fra Falningssjøen ledes vannet i tilløpstunnel fram til kraftstasjonen ved Ulset og videre ut i Orkla. Avløpet fra Sverjesjøen føres ned til tilløpstunnelen gjennom en sjakt.

Litjfossen kraftverk utnytter fallet fra Innerdalsvatnet, som er inntaksmagasin, til Orkla ved Storfossen. Fra Innerdalsvatn, som er kunstig oppdemmet, ledes vannet i tilløpstunnel frem til kraftstasjonen og videre gjennom en kort avløpstunnel ut i Storfosdammen i Orkla. Storfosdammen er et døgnreguleringsmagasin. Elva Gardåa er tatt inn på tilløpstunnelen. Fra Øvre Dølvad i de øvre deler av Orkla overføres vann ved hjelp av en dam og en tunnel til Inna og videre til Innerdalsvatnet. Næringåa, Kvinebekken og Storbekken overføres til magasinet på tilsvarende måte.

Brattset kraftverk utnytter fallet i Orkla fra Storfosdammen til Brattset. Kraftverket utnytter vannet fra Ulset og Litjfossen kraftverker sammen med det uregulerte tilsiget ovenfor inntaket. Fra Storfosdammen ledes vannet i tilløpstunnel frem til kraftstasjonen ved Brattset og gjennom en kort avløpstunnel ut i Orkla. På veien er sideelvene Ulvassbekken, Nåva, Stavåa og Døåa tatt inn på tilløpstunnelen.



Tabell 2. Tidspunkt for oppstart av kraftverkene i Orkla.

Kraftverkene i Orkla	Oppstart
Ulset	01.03.85
Litj-fossen	01.10.82
Brattset	01.11.82
Grana	01.04.82
Svorkmo	01.07.83

Figur 3. Reguleringsystemet i Orklavassdraget (Kvaal og Wale 2000).

Grana kraftverk utnytter fallet i Grana fra Nerskogen til Grindal. Fra Granasjøen, som er inntaksmagasin og kunstig oppdemmet, ledes vannet i tilløpstunnel frem til kraftstasjonen ved Granabogen og videre gjennom avløpstunnel ut i Orkla ved Grindal. Hela, Fjellbekken (i Resa) og Jøla (i Resa) er tatt inn på tilløpstunnelen.

Alle disse reguleringer og kraftstasjoner som her er beskrevet ligger oppstrøms de to elvestrekningene, Meldal og Orkanger i Orkla, som skal flomberegnes, og oppstrøms målestasjonen 121.22 Syrstad (ved Meldal) som danner grunnlaget for

flomberegningen. Disse reguleringsenes innvirkning på vannføringen i Orkla i flomsituasjoner fanges dermed opp i observasjonsserien ved Syrstad.

Det siste reguleringsystemet i Orklavassdraget, tilknyttet Svorkmo kraftverk, påvirker strekningen ved Orkanger direkte. Denne reguleringsens innvirkning på vannføringen ved flom fanges ikke opp i observerte vannføringsdata som danner grunnlag for beregningene. Svorkmo kraftverk utnytter fallet i Orkla mellom Bjørset i Meldal (nederst på strekningen Meldal) og Hongslo i Orkdal nedenfor Svorkmo (øverst på strekningen Orkanger). Kraftverket har ikke eget magasin utover et mindre inntaksmagasin ved Bjørset, men drar nytte av de større magasinene lenger oppe i vassdraget. Vannet ledes gjennom tilløpstunnel til kraftverket som er plassert ved Hongslo og videre til utløpet i Orkla. Raubekken og Svorka er tatt inn på tilløpstunnelen. Svorkmo kraftverk har slukeevne på 65 – 70 m³/s. Erfaringer tilsier at det i en flomsituasjon tas nok vann fra bekkeinntakene i Raubekken og Svorka til å dekke kraftverkets slukeevne, dvs. at inntaket fra Bjørset dam i en flomsituasjon ofte er lik null (pers. med. L. O. Hoset, KVO).

Reguleringsystemene i Orkla skjøttes av selskapet Kraftverkene i Orkla (KVO), som er et felleskap mellom Hedmark energiverk, Trondheim energiverk og Sør-Trøndelag kraftselskap.

Reguleringsmagasinene i Orklas nedbørfelt har en total lagringskapasitet på 426 mill m³. Dette tilsvarer i overkant av 20 % av midlere årlig tilsig. Reguleringer har vanligvis flomdempende effekt. Flommer som kommer om høsten er som regel de mest kritiske pga. fulle magasiner og en vannstand (HRV) i sjøene som da gjerne ligger over den naturlige vannstanden.

2.3 Hydrologi

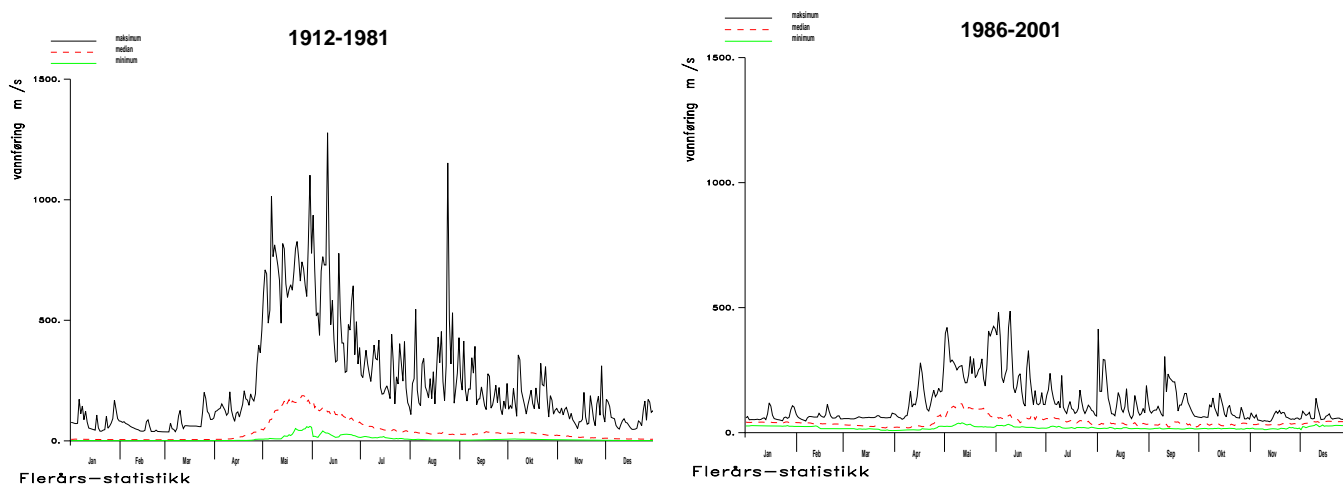
NVEs isohydatkart (1987) gir en naturlig spesifikk årlig avrenning for perioden 1931-1960 på 21,2 l/skm² ved Bjørset, og varierer innenfor vassdraget fra omkring 14 til omkring 40 l/skm². Den spesifikke avrenningen er minst i de øvre områder som grenser mot Østlandet.

De største flommene i Orkla oppstår vanligvis i månedene mai og juni i forbindelse med snøsmelting og ofte i kombinasjon med nedbør, men flommer er ikke uvanlig også i månedene juli og august. Høstflommer forekommer også i månedene september til november i forbindelse med kraftig regnvær, men er vanligvis mindre enn vårflommene.

Vannføringsforholdene i Orklavassdraget er sterkt endret på grunn av tilveksten av reguleringsmagasiner og kraftverk i 80-årene. Figur 4 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året for målestasjonen 121.22 Syrstad i Orkla ved Meldal i to ulike perioder, i uregulert periode (1912-1981), og i den regulerte perioden etter utbyggingsfasen (1986-2001). Øverste kurve (maksimum) i diagrammet viser største observerte vannføring og nederste kurve (minimum) viser minste observerte vannføring i løpet av perioden. Den midterste kurven er medianvannføringen, dvs. at det er like mange observasjoner i løpet av

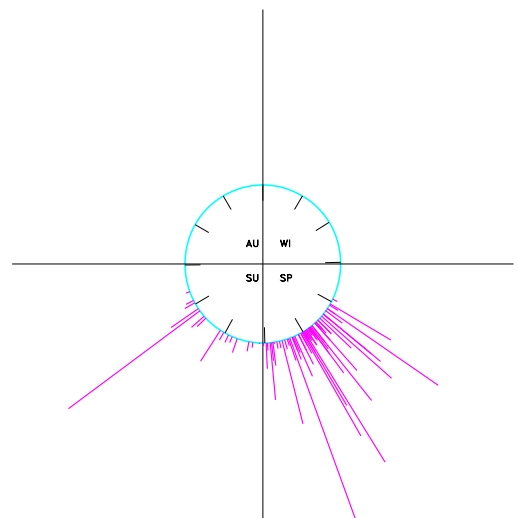
referanseperioden som er større eller mindre enn denne. Figuren viser at store flommer i hovedsak opptrer i månedene mai og juni, men at store flommer også kan forekomme om høsten. Dette fremgår også av figur 5, som viser relativ flomstørrelse og tidspunkt for flommer over en gitt terskelverdi (for hele observasjonsperioden 1912-2001), i dette tilfellet $370 \text{ m}^3/\text{s}$, som tilsvarer omtrent 80 % av middelflom for den samme perioden. Figur 4 viser også at størrelsen på vannføringen i stor grad har endret seg med utbyggingen av vassdraget. Flomvannføringen er generelt blitt sterkt redusert i perioden etter regulering. Dette fremgår også av figur 7, der kurven for glidende 10-års middel for flomvannføring er markert lavere etter midten av 80-tallet enn før. I begge periodene i figur 4 fremgår det klart at hovedsesong for flommer er om våren, men at flommer også opptrer på sensommeren/høsten.

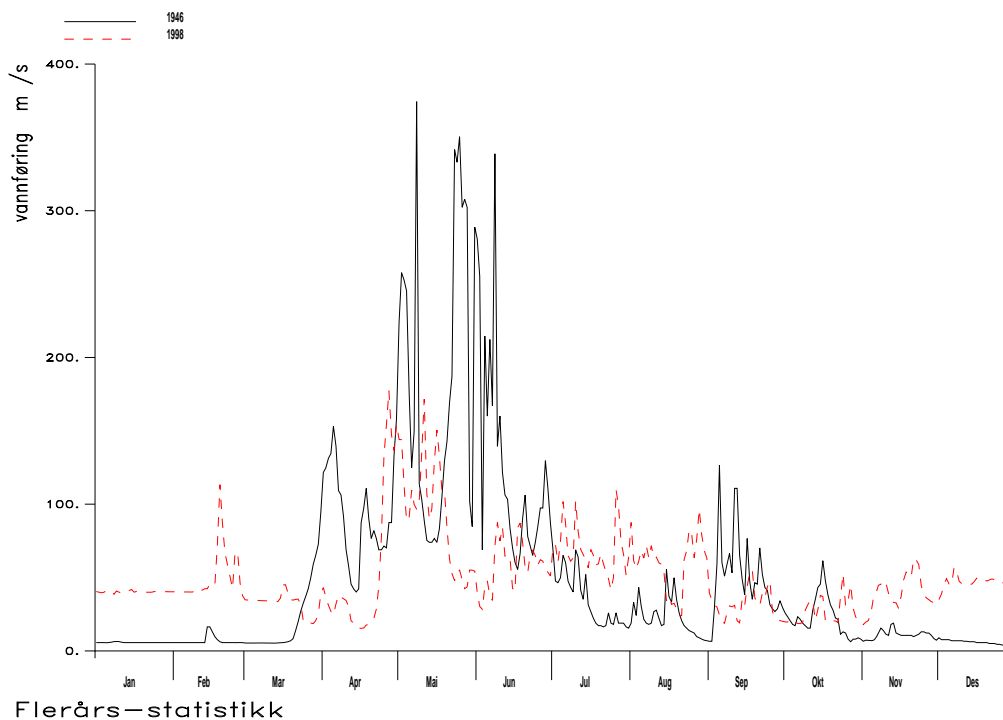
Mediankurven i figur 4 viser midlere vannføringsforhold over en lang årrekke, men illustrerer dårlig hvordan vannføringen faktisk varierer i et enkelt år. Figur 6 viser vannføringen i årene 1946 og 1998, som er år med omtrent normal årsmiddelavrenning ($48 \text{ m}^3/\text{s}$) i et uregulert (1946) og et regulert (1998) år. Figuren viser at vannføringen er jevnere gjennom året etter regulering enn før, med høyere vannføring vinterstid og lavere vannføring om sommeren.



Figur 4. Karakteristiske hydrologiske data ved Syrstad i uregulert periode (1912-1981) og i den reguleerte perioden (1986-2001). Diagrammene viser største, median og minste vannføring i angitt periode.

Figur 5. Flommer ved 121.22 Syrstad i hele observasjonsperioden 1912-2001, fordelt over året. Sirkelen representerer året med start på året loddrett oppover. Flommene er markert med når på året de inntreffer og med relativ størrelse.





Figur 6. Vannføring i Orkla ved 121.22 Syrstad i uregulert år, 1946 (heltrukken linje), og i regulert år, 1998 (stiplet linje).

I tabell 3 er de største flommene ved Syrstad i Orkla presentert.

Tabell 3. De fem største flommene i løpet av observasjonsperioden ved målestasjonen Syrstad i Orkla. Hentet fra NVEs dataarkiv Hydrall.

Stasjon	Observasjonsperiode	År	Dato	Døgnmiddelvannføring, m ³ /s
121.22 Syrstad	1912-2001	1944	10/6	1278
		1940	24/8	1153
		1967	30/5	1102
		1934	6/5	1016
		1973	1/6	936

3. Hydrometriske stasjoner i Orklavassdraget

Det finnes flere målestasjoner for vannstand/vannføring i nedbørfeltet til Orkla. De viktigste målestasjonene i tilknytning til strekningene ved Meldal og Orkanger som skal flomberegnes er 121.22 Syrstad, i Orkla 1-2 km oppstrøms Meldal nedenfor Syrstad gård, og 121.10 Bjørset dam i Orkla 1-2 km nedstrøms Meldal.

Målestasjonen 121.22 Syrstad ble opprettet i 1972, og er fortsatt i drift. Det ble foretatt manuelle målinger ved stasjonen frem til ca. 1982. Deretter ble målestasjonen utstyrt

med konduktivitetsstaver som registreringsutstyr, men sensorene viste seg ikke å gi registreringer av tilfredstillende kvalitet. I dag registreres vannstanden vha. flottør, som gir gode registreringer. Måleprofilen består av løsmasser, som gir en viss usikkerhet i vannføringskurven. Dataserien ved Syrstad er forlenget bakover i tid med data fra den nå nedlagte målestasjonen 121.10 Bjørset dam, som var i drift i perioden 1912 til 1974, og som ble erstattet med målestasjonen 121.22 Syrstad. Målestasjonen Bjørset dam ble nedlagt i 1974 pga. planleggingen av et inntak til Svorkmo kraftverk ved Bjørset dam, som ville ødelegge måleprofilen. Målestasjonen Syrstad er, som tidligere beskrevet, siden 1982 sterkt påvirket av reguleringer. Homogenitetstest av dataserien ved Syrstad viser at det er signifikant brudd i serien i 1945 (Astrup 2000). NVEs vannmerkeprotokoll viser at vannmerkeskalaen ved målestasjon Bjørset ble brukket og nytt permanent vannmerke ble satt opp den 7. april dette året. Målestasjonen 121.10 Bjørset, som var i drift frem til 1974, var plassert ved Bjørsethølen i Orkla, rett ovenfor gården Bjørseth.

Tabell 4. Stasjonsopplysninger for de viktigste målestasjoner Orklavassdraget.

Stasjon	Felt-areal (km ²)	Observ.- periode	QM (m ³ /s)	QM (l/skm ²)	Qmax målt (m ³ /s)	Qmax i % av QM
121.10 Bjørset	2317	1912- 1974	490	211	518	106
121.22 Syrstad	2278	1972- 2001	382	168	652	171

QM: Middelflom for observasjonsperioden. **Qmax målt:** Største målte vannføringsmåling som inngår i vannføringskurven. **Qmax i % av QM:** Største vannføringsmåling som inngår i vannføringskurven i % av middelflom.

4. Beregning av flomverdier

Flomsonekart skal konstrueres i Orklavassdraget for fire punkter ved Meldal og fem punkter ved Orkanger. De fire punktene i Meldal er i Orkla ved Grut oppstrøms tilløpet fra Resa, rett oppstrøms tilløpet fra Resa, rett nedstrøms tilløpet fra Resa og ved Bjørset dam. De fem punktene ved Orkanger er i Orkla ved Svorkmo rett oppstrøms tilløpet fra Svorka, rett nedstrøms tilløpet fra Svorka, oppstrøms og nedstrøms samløpet med Vorma og i Orkla ved utløpet i fjorden.

Flomforholdene i Orkla er tydelig forandret som følge av at vassdraget er tatt i bruk til vannkraftproduksjon. I et slikt regulert vassdrag er det vanskelig å utføre flomfrekvensanalyser slik at flomstørrelsene blir representative for dagens forhold. Med økende flomstørrelse vil sannsynligvis reguleringenes flomdempende effekt avta, slik at flomstørrelsene ved store gjentakintervall nærmer seg naturlige (uregulerte) forhold.

Utgangspunktet for denne flomberegningen er som tidligere nevnt en 89 år lang sammensatt dataserie for vannføring ved Syrstad i Orkla ved Meldal.

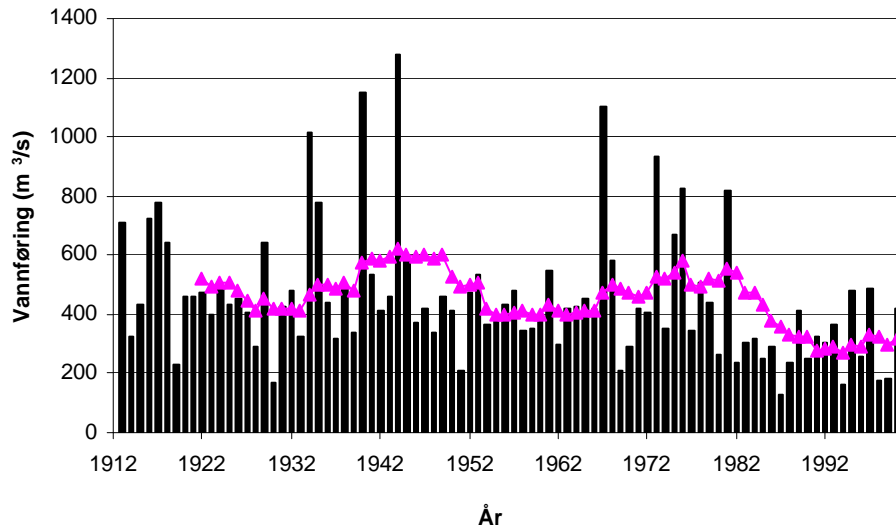
4.1. Frekvensanalyse for beregning av døgnmiddelvanntføring

Flommer generert av snøsmelting og flommer som er resultat av nedbørepisoder tilhører to forskjellige populasjoner. Vårflommene er årvisse, har ofte stort volum og lang varighet, og stiger moderat mot høyere gjentaksintervall. Høstflommene kan være små eller mangle mange år, har ofte et spissere flomforløp med mindre volum og kortere varighet, og stiger ofte raskere mot høye gjentaksintervall. Store og til dels høytliggende vassdrag er dominert av vårflommer som følge av snøsmelting og/eller regnvær. I regulerte vassdrag som Orklavassdraget dempes vanligvis vårflommene i betydelig grad, og høstflommer kan enkelte år dominere pga. store nedbørmengder i kombinasjon med relativt fulle reguleringsmagasiner, og ofte i kombinasjon med snøsmelting. Det har ikke skjedd noen vesentlige endringer i andelen vårflommer i forhold til andelen høstflommer fra perioden før utbyggingen av vassdraget (1912-1981) til perioden etter at vassdraget ble regulert (1986-2001). Vårflommene er dominerende. Totalt sett over hele observasjonsperioden ved Syrstad (1912-2001) inntreffer henholdsvis 56 % og 23 % av de største flommene hvert år i månedene mai og juni. Vel 10 % er høstflommer i månedene august til oktober.

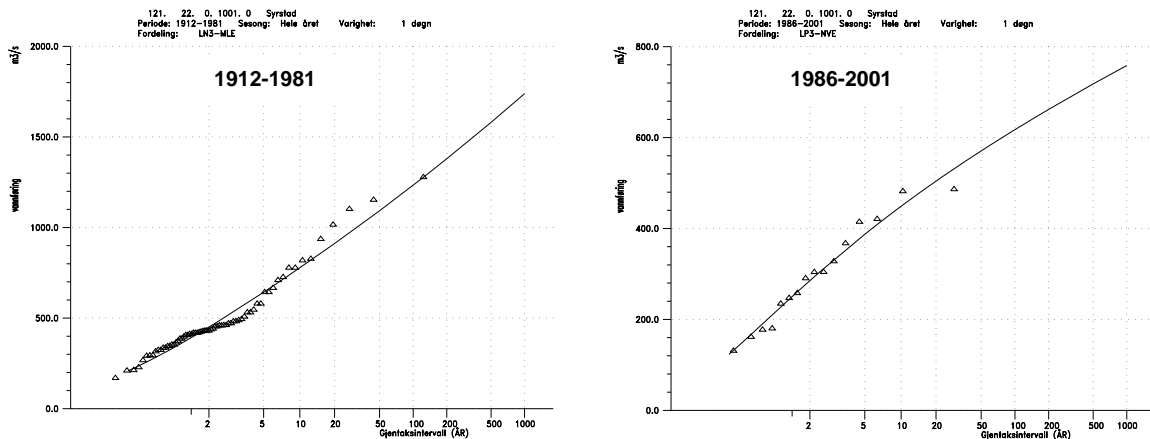
Til tross for at vårflommer er dominerende i vassdraget, er det ikke uvanlig med stor vannføring til alle årstider, spesielt om høsten. I vassdrag med hyppighet av både vår- og høstflommer er det vanlig å utføre separate analyser av vår- og høstflommene, og ekstrapolere hver for seg (Sælthun 1997). I flomberegninger i flomsonekartsammenheng utføres analysene kun på årsflommer (NVE 2000), dvs. at frekvensanalysen er basert på de største observerte døgnmiddelvanntføringene 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 andre store flommer i et år kan være større enn den største flommen i et annet år. For eksempel kan det skje at vårflommen ett år ikke kommer med i analysegrunnlaget, fordi denne er lavere enn høstflommen samme år, til tross for at den er større enn største flom i et annet år.

For å få et inntrykk av endringer av flomforholdene i Orkla ved Syrstad som følge av reguleringer oppstrøms, er største årlige flomvanntføring for avløpsserien ved Syrstad siden 1912 vist sammen med løpende 10-års middel i figur 7. Av figuren fremgår det at flomvanntføringen er sterkt redusert etter midten av 1980-tallet, som sammenfaller med tidspunkt for utbygging av vassdraget.

Med bakgrunn i dette er det valgt å gjøre frekvensanalyse på dataserien ved Syrstad for ulike perioder. Figur 8 viser den statistiske fordelingsfunksjonen som synes å være best tilpasset de observerte flommene i Orkla i perioden før og etter utbyggingen av vassdraget. En sammenligning av middelflom og frekvensfaktorer for disse periodene vil gi en indikasjon på de endrede flomforholdene (tabell 5). I 1985 var utbyggingen av vassdraget ferdigstilt, og etter dette er det ikke kommet til nye reguleringer. Flomverdier beregnet for perioden etter 1985 bør derfor være representative for flomforholdene som kan ventes i framtida ved lave gjentaksintervall.



Figur 7. Flomvannføring i avløpsserien ved Syrstad. Største årlige flomvannføring er plottet sammen med løpende 10-års middel (vist med trekant for siste år i 10-års perioden).



Figur 8. Flomfrekvensanalyse for 121.22 Syrstad (døgnmidler av årsflommer) for perioden før og etter utbygging av vassdraget.

Dataserien for vannføring ved Syrstad er sterkt påvirket av reguleringer oppstrøms, slik at frekvensanalyser som inkluderer hele eller deler av perioden etter 1981 vanskelig lar seg sammenligne med andre målestasjoner i nærliggende vassdrag. Imidlertid kan frekvensfaktorer for Syrstad for perioden før første regulering i Orkla sammenlignes med frekvensfaktorer fra nærliggende stasjoner for perioder med liten eller ingen regulering. Det er utført frekvensanalyse for målestasjonen 121.9 Næverdal lenger opp i Orkla (nedenfor Litjfoss kraftverk) i perioden 1922-1982 og for målestasjonen 122.2 Haga bru i nabovassdraget Gaula. Haga bru har noe større nedbørfelt (3053 km^2) enn Syrstad (2278 km^2), men hoveddelen av nedbørfeltet har noenlunde samme høydefordeling som nedbørfeltet til Syrstad. Feltet er noe påvirket av regulering, men antas ikke å ha betydning for flomdata (Pettersson 2000). En

sammenligning av frekvensfaktorer fra disse stasjonene i perioden før regulering viser at frekvensfaktorene ved Syrstad og Haga bru er noenlunde sammenfallende (tabell 5). Næverdal har noe lavere frekvensfaktorer. I og med at flomfrekvensfaktorene ved Syrstad sammenfaller med faktorer fra et godt representativt nabovassdrag antas det at frekvensfaktorene beregnet fra observasjonene ved Syrstad kan benyttes direkte i beregningene for den uregulerte perioden.

Resultatet av frekvensanalysene for Syrstad på observerte data i ulike perioder (hele perioden, og før og etter regulering) er vist i tabell 5, med midlere flom, Q_M , i spesifikke verdier og flommer med forskjellige gjentaksintervall, Q_T , som en faktor i forhold til midlere flom. Frekvensanalyser for målestasjoner det er gjort sammenligning med er også vist i tabellen. I tabell 6 er resultatene presentert med midlere flom i absolutte verdier og flommer med forskjellig gjentaksintervall for varighet ett døgn.

Tabell 5. Flomfrekvensanalyse på årsflommer (varighet ett døgn) for målestasjoner i Orklavassdraget, Q_T/Q_M , og for én målestasjon i nabovassdraget Gaula, Haga bru.

Stasjon	Periode	Ant. år	Areal km ²	QM l/s*km ²	QM m ³ /s	Q5/QM	Q10/QM	Q20/QM	Q50/QM	Q100/QM	Q200/QM	Q500/QM
Observerte data:												
121.22 Syrstad*	1912-2001	89	2278	198	451	1,32	1,61	1,91	2,31	2,62	2,94	3,39
	1912-1981	69	2278	218	496	1,30	1,57	1,84	2,20	2,49	2,78	3,19
	1986-2001	16	2278	131	299	1,29	1,50	1,69	1,91	2,06	2,21	2,40
121.9 Næverdal	1922-1982	51	792	196	155	1,20	1,40	1,62	1,92	2,17	2,43	2,79
122.2 Haga bru*	1912-1981	70	3053	254	774	1,27	1,52	1,78	2,13	2,41	2,70	3,10

* 121.22.Syrstad: 1912-2001 (hele observasjonsperioden), 1912-1981 (uregulert periode), 1986-2001 (regulert periode).

* 122.2 Haga bru: Gaulavassdraget

Tabell 6. Flomfrekvensanalyse på årsflommer (varighet ett døgn) for målestasjoner i Orklavassdraget og for én målestasjon i nabovassdraget Gaula, Haga bru, flomverdier (m³/s)

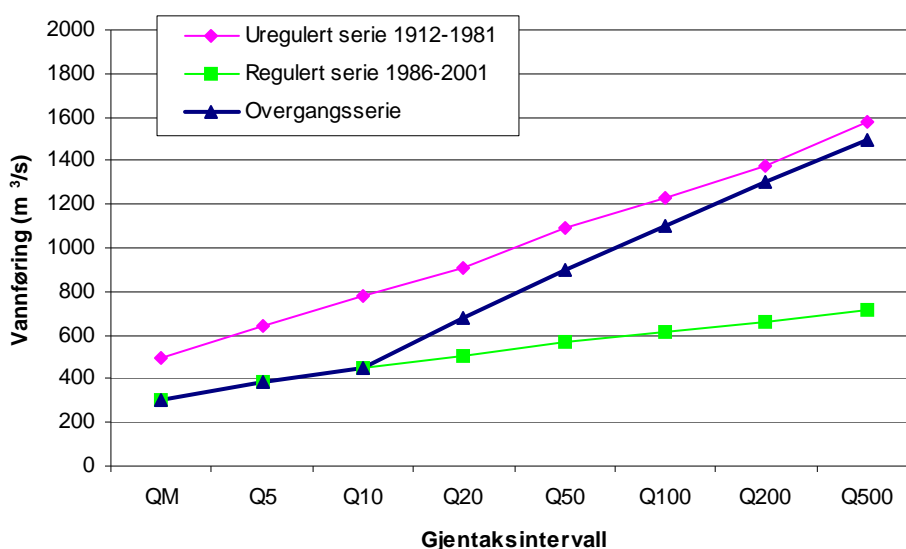
Stasjon	Periode	Ant. år	Areal km ²	QM l/s*km ²	QM m ³ /s	Q5 m ³ /s	Q10 m ³ /s	Q20 m ³ /s	Q50 m ³ /s	Q100 m ³ /s	Q200 m ³ /s	Q500 m ³ /s
Observerte data:												
121.22 Syrstad*	1912-2001	89	2278	198	451	594	727	860	1040	1180	1326	1527
	1912-1981	69	2278	218	496	643	778	912	1093	1234	1379	1580
	1986-2001	16	2278	131	299	387	449	504	570	617	662	718
121.9 Næverdal	1922-1982	51	792	196	155	186	218	251	298	336	376	433
122.2 Haga bru*	1912-1981	70	3053	254	774	981	1179	1378	1650	1865	2087	2398

* 121.22.Syrstad: 1912-2001 (hele observasjonsperioden), 1912-1981 (uregulert periode), 1986-2001 (regulert periode).

* 122.2 Haga bru: Gaulavassdraget

Ved små gjentaksintervall har reguleringene i vassdraget betydelig innvirkning på flomstørrelsene i Orkla. Frekvensanalyse for små gjentaksintervall er derfor, som beskrevet over, utført for perioden etter siste regulering, slik at flomstørrelsene blir representative for dagens forhold. På midten av 1980-tallet var utbyggingen av vassdraget ferdigstilt, og frekvensanalyse for perioden 1986-2001 regnes som egnet

for beregning av flomstørrelser som er representative for dagens regulerte forhold. Med økende flomstørrelse vil sannsynligvis reguleringenes flomdempende effekt avta, slik at flomstørrelsene ved store gjentaksintervall nærmer seg naturlige (uregulerte) forhold. Frekvensanalyse for store gjentaksintervall er derfor utført for en lengre periode før utbyggingen av vassdraget tok til, men denne frekvenskurven er ikke benyttet direkte. Ved store gjentaksintervall er en tilnærming til denne frekvenskurven benyttet, fordi det antas at flomdempningseffekten ved "naturlige forhold" er større etter at reguleringsmagasinene ble bygget som følge av økt magasinkapasitet. I figur 9 er frekvenskurvene for observasjonsperioden ved Syrstad før 1981 og for perioden etter 1986 inntegnet sammen med kurven for hvordan reguleringseffekten antas å reduseres med økende gjentaksintervall. Med bakgrunn i den 16 år lange dataserien som representerer dagens forhold, kan det anslås flomstørrelser ved gjentaksintervall på opp mot 10-20 år. Fra gjentaksintervall 20 år til 100 år antas det, som det fremgår av figuren, at den flomdempende effekten avtar gradvis. Flomdempningseffekten har da avtatt i så stor grad at en tilnærming (som beskrevet over) til frekvensanalysen som er foretatt på observasjonsserien før 1981 er representativ for flomstørrelsene. Ved hvilken flomstørrelse reguleringseffekten på flomforholdene faktisk begynner å avta er imidlertid vanskelig å anslå. Beregnede flomverdier er derfor meget usikre ved store gjentaksintervall. I tabell 7 er flomverdiene ved Syrstad ved de ulike gjentaksintervall angitt for observasjonsperioden før regulering, 1912-1981, for perioden etter at vassdraget var ferdig regulert, 1986-2001, og for flomforholdene slik de antas å være i framtida ved store og lave gjentaksintervall (representative flomstørrelser). Med utgangspunkt i de benyttede flomverdiene er det foretatt en omregning til frekvensfaktorer, Q_T/Q_M , med Q_M på $300 \text{ m}^3/\text{s}$. De omregnede frekvensfaktorene Q_T/Q_M og "representativ flomstørrelse", som angir flommer med forskjellige gjentaksintervall, Q_T , og varighet ett døgn, fra tabell 7 antas som representative langs hovedelva fra Meldal til utløpet i fjorden.



Figur 9. Flomverdier ved Syrstad (årsflommer). Rosa kurve viser flomstørrelsene beregnet ved frekvensanalyse for observasjonsperioden 1912-1981. Grønn kurve viser flomstørrelser beregnet ved frekvensanalyse for perioden 1986-2001, som regnes som representative for dagens regulerte forhold. Mørk blå kurve antas representere reguleringenes avtagende effekt ved økende gjentaksintervall.

	Periode	QM m ³ /s	Q5 m ³ /s	Q10 m ³ /s	Q20 m ³ /s	Q50 m ³ /s	Q100 m ³ /s	Q200 m ³ /s	Q500 m ³ /s
121.22 Syrstad	1912-1981	496	643	778	912	1093	1234	1379	1580
121.22 Syrstad	1986-2001	299	387	449	504	570	617	662	718
Representativ flomstørrelse		299	387	449	680	900	1100	1300	1500
Frekvensfaktorer, Q _T /Q _M			1,29	1,50	2,27	3,01	3,68	4,35	5,02

På strekningen ved Meldal, fra nedstrøms tilløpet fra Resa til Bjørset dam, benyttes samme spesifikke middelflom som ved målestasjonen Syrstad som ligger midt på strekningen. Det mellomliggende nedbørfeltet er lite (81 km²), og tilsiget på strekningen antas ikke å påvirke den spesifikke avrenningen i vesentlig grad.

Oppstrøms tilløpet fra Resa er også avrenningen pr. arealenhet antatt å være omtrent som ved målestasjonen Syrstad som ligger nedstrøms tilløpet. Sammenlignet med tilsiget i hovedelva er Resas nedbørfelt lite, og utgjør 8-9 % av Orklas nedbørfelt oppstrøms. Store deler av Resas nedbørfelt når opp i høyder på godt over 600-700 m, og det antas derfor at feltet bidrar til vårflommen i hovedelva, som vanligvis opptrer i mai/juni, på lik linje med resten av vassdraget. Dette tilsier at den spesifikke avrenningen i flomsesongen ikke avviker vesentlig fra nedbørfeltet oppstrøms.

Statistikk fra snøputa ved Maurhaugen på Oppdal, viser at det i år med mye snø ligger snø over 600-700 moh. til begynnelsen av juni i dette området. For å gjøre en sjekk på disse antagelsene om spesifikk vannføring, er avrenningen fra Resa også beregnet på alternativ måte. I sidevassdraget Resa finnes ingen målinger på avrenningen. Resa er, med et lite unntak, uregulert, og bekkeinntakene på tilløpstunnelen til Grana kraftverk antas ikke å ha betydning for avrenningen ved flom. For å få et anslag på avrenning fra Resa ved ulike gjentaksintervall er avrenningen fra målestasjonen 121.11 Åmot i Svorka benyttet som representativ for Resa i en periode på 35 år før Svorka ble regulert. Observasjonsserien ved Åmot er skalert opp med arealforskjellen.

Resulterende vannføring ved ulike gjentaksintervall i Resa rett oppstrøms tilløpet til Orkla stemmer bra overens med differansen mellom vannføringen oppstrøms og nedstrøms tilløpet fra Resa (ved samme gjentaksintervall) i tabell 9. Beregnede flomverdier vha. antatt representativt vassdrag (Åmot) er noe høyere enn avrenningen fra Resa ved de ulike gjentaksintervall beregnet fra tabell 9, der avrenningen fra Resa er gitt med bakgrunn i arealskalering av vannføringen langs hovedelva. Dette virker rimelig ut fra at den store arealforskjellen mellom Resas nedbørfelt og hovedelvas nedbørfelt skulle tilsi at vannføringen ikke nødvendigvis kulminerer innenfor samme døgn. Det er heller ikke gitt at vannføringen ved flom har samme gjentaksintervall i sideelva som i hovedelva.

På strekningen ved Orkanger, fra oppstrøms Svorka til utløpet i sjøen, antas det at avrenningen pr. arealenhet må reduseres noe sammenlignet med strekningen ved Meldal. Det mellomliggende nedbørfeltet er lavere og det antas at mye av flomvannet fra dette området har passert hovedelva før flommen fra hovedelva ankommer. Antatt spesifikk avrenning på ulike punkter på strekningen er presentert i tabell 8. Inntaket til Svorka kraftverk ved Bjørset dam antas ikke ha betydning for vannføringen i Orkla ved flom, fordi inntaket antas å være stengt, enten av årsaker

beskrevet i kap.2, eller fordi kraftverket står. Svorka er ikke regulert på annen måte enn at Svorka kraftverk har bekkeinntak i Svorka og Raubekken. Enten kraftverket står eller går i en flomsituasjon har dette liten betydning for vannføringen i Orkla, fordi vannet slippes ut i Orkla rett nedstrøms samløpet mellom Svorka og Orkla.

Middelflomverdier og frekvensfaktorer ved ni ulike punkter i vassdraget er oppsummert i tabell 8. Flomstørrelser ved de ni punktene ved ulike gjentakintervall oppsummert i tabell 9.

Tabell 8. Benyttede middelflomverdier (Q_m) og frekvensfaktorer (Q_r/Q_m) i ni punkter i Orklavassdraget, årsflommer

	Areal km ²	QM l/s*km ²	QM m ³ /s	Q5/ QM	Q10/ QM	Q20/ QM	Q50/ QM	Q100 / QM	Q200 / QM	Q500/ QM
Meldal:										
I Orkla ved Grut	2038	130	265	1,29	1,50	2,27	3,01	3,68	4,35	5,02
I Orkla rett oppstrøms tilløp fra Resa	2058	130	268	1,29	1,50	2,27	3,01	3,68	4,35	5,02
I Orkla rett nedstrøms tilløp fra Resa	2236	130	291	1,29	1,50	2,27	3,01	3,68	4,35	5,02
I Orkla ved Bjørset dam	2317	130	301	1,29	1,50	2,27	3,01	3,68	4,35	5,02
Orkanger:										
I Orkla ved Svorkmo oppstrøms tilløp fra Svorka	2511	125	314	1,29	1,50	2,27	3,01	3,68	4,35	5,02
I Orkla nedstrøms tilløp fra Svorka	2831	125	354	1,29	1,50	2,27	3,01	3,68	4,35	5,02
I Orkla oppstrøms tilløp fra Vorma	2839	125	355	1,29	1,50	2,27	3,01	3,68	4,35	5,02
I Orkla nedstrøms tilløp fra Vorma	2905	125	363	1,29	1,50	2,27	3,01	3,68	4,35	5,02
I Orkla ved utløpet i fjorden	3053	125	382	1,29	1,50	2,27	3,01	3,68	4,35	5,02

Tabell 9. Benyttede flomverdier (Q_r) i ni punkter i Orklavassdraget, årsflommer. Flomverdiene er døgnmidler med varighet ett døgn.

	Areal km ²	QM l/s*km ²	QM m ³ /s	Q5 m ³ /s	Q10 m ³ /s	Q20 m ³ /s	Q50 m ³ /s	Q100 m ³ /s	Q200 m ³ /s	Q500 m ³ /s
Meldal:										
I Orkla ved Grut	2038	130	265	343	398	603	798	975	1152	1329
I Orkla rett oppstrøms tilløp fra Resa	2058	130	268	346	402	608	805	984	1163	1342
I Orkla rett nedstrøms tilløp fra Resa	2236	130	291	376	436	661	875	1069	1264	1458
I Orkla ved Bjørset dam	2317	130	301	390	452	685	907	1108	1309	1511
Orkanger:										
I Orkla ved Svorkmo oppstrøms tilløp fra Svorka	2511	125	314	406	471	714	945	1155	1365	1574
I Orkla nedstrøms tilløp fra Svorka	2831	125	354	458	531	805	1065	1302	1538	1775
I Orkla oppstrøms tilløp fra Vorma	2839	125	355	459	533	807	1068	1306	1543	1780
I Orkla nedstrøms tilløp fra Vorma	2905	125	363	470	545	826	1093	1336	1579	1822
I Orkla ved utløpet i fjorden	3053	125	382	494	573	868	1149	1404	1659	1914

4.2. Beregning av kulminasjonsvannføring

Flomverdiene som hittil er presentert representerer døgnmidler.

Kulminasjonsvannføringen kan være adskillig større enn døgnmiddelvannføringen. Dette er spesielt karakteristisk for små vassdrag med rask flomstigning og spisse flomforløp. I større vassdrag som Orkla er situasjonen ofte slik at avløp fra forskjellige sidevassdrag oppstrøms ankommer ett og samme punkt i hovedvassdraget på forskjellige tidspunkt. Som følge av dette er vannføringen i slike vassdrag ofte stor i flere påfølgende døgn. Dermed er forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring ofte lavt.

Kulminasjonsvannføringen anslås fortrinnsvis ved å analysere de største observerte flommene i vassdraget. Forholdstallet ($Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$) mellom observert kulminasjonsvannføring (momentanvannføringen) 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). Grunnlaget for å anslå forholdet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring i Orkla er noe tynt. Ved vannmerket 121.22 Syrstad finnes data med fin tidsoppløsning kun siden 1994. Etter 1994 har det ikke vært flommer av særlig størrelse. Den største var den 9. juni 1997 med døgnmiddelvannføring på 486 m³/s og kulminasjonsvannføring på 614 m³/s (forholdstall 1,26), og dette var den 23. største flommen som er registrert i hele observasjonsperioden ved Syrstad når årsflommer tas i betraktning. Den nest største og tredje største flommen i perioden etter 1994 var den 2. juni 1995 og den 2. mai 2000 med forholdstall $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$ på henholdsvis 1,09 og 1,14. Alle disse tre flommene hadde gjentaksintervall på omkring 10 år ut fra beregnede døgnmiddelverdier i tabell 9. For disse tre flommene varierer forholdet mellom momentanvannføring og døgnmiddelvannføring fra 1,09 til 1,26. Slike variasjoner er ikke uvanlig i regulerte vassdrag. Sammenlignbare nærliggende vassdrag er i dette tilfellet vanskelig å finne grunnet det omfattende reguleringssystemet i Orkla. På grunn av reguleringene er det heller ikke egnet å estimere forholdet $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$ for fremtidige flommer vha. eksisterende formler, som uttrykker en sammenheng mellom forholdet $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$ og feltkarakteristika (feltareal og effektiv sjøprosent) (Sælthun 1997). I Orkla, både på strekningen ved Meldal og Orkanger, er det benyttet et forholdstall på 1,15 for alle gjentaksintervall på bakgrunn av et gjennomsnitt for de tre flomepisodene der forholdet er registrert. Det er store usikkerheter i dette estimatet, fordi forholdstallet er beregnet på bakgrunn av flomepisoder med forholdsvis lave gjentaksintervall, og fordi forholdstallet for de observerte flomepisodene i stor grad varierer.

Kulminasjonsvannføringen i de ulike punktene i Orklavassdraget ved ulike gjentaksintervall er presentert i tabell 10.

Tabell 10. Flomvannføring i ulike punkter i Orklavassdraget, kulminasjonsvannføring i m³/s for årsflommer.

	Areal km ²	QM l/s*km ²	QM m ³ /s	Q5 m ³ /s	Q10 m ³ /s	Q20 m ³ /s	Q50 m ³ /s	Q100 m ³ /s	Q200 m ³ /s	Q500 m ³ /s
Meldal:										
I Orkla ved Grut	2038	150	305	394	457	693	917	1121	1325	1529
I Orkla rett oppstrøms tilløp fra Resa	2058	150	308	398	462	700	926	1132	1338	1543
I Orkla rett nedstrøms tilløp fra Resa	2236	150	334	433	502	760	1006	1230	1453	1677
I Orkla ved Bjørset dam	2317	150	346	448	520	788	1043	1274	1506	1738
Orkanger:										
I Orkla ved Svorkmo oppstrøms tilløp fra Svorka	2511	144	361	467	542	821	1086	1328	1569	1811
I Orkla nedstrøms tilløp fra Svorka	2831	144	407	527	611	925	1225	1497	1769	2041
I Orkla oppstrøms tilløp fra Vorma	2839	144	408	528	613	928	1228	1501	1774	2047
I Orkla nedstrøms tilløp fra Vorma	2905	144	418	540	627	950	1257	1536	1816	2095
I Orkla ved utløpet i fjorden	3053	144	439	568	659	998	1321	1614	1908	2202

5. Observerte flommer

De fire største flommene som er observert i Orkla ved Syrstad hadde alle døgnmiddelvannføring over 1000 m³/s, mellom 1016 og 1278 m³/s. Alle disse opptrådte i perioden før utbyggingen av vassdraget startet i 1981. De fem største flommene i hele observasjonsperioden ved Syrstad er listet opp i tabell 3. Som det fremgår av tabellen skjedde de to største observerte flommene henholdsvis 10. juni 1944 med en døgnmiddelvannføring på 1278 m³/s og 24. august 1949 med en vannføring på 1153 m³/s. Som det fremgår av tabell 9 vil alle de fem største observerte flommene ved Syrstad være 80-200 års flommer ifølge de beregninger som her er utført. Av de tjue største årsflommene opptrådte alle i månedene mai og juni med to unntak, den nest største (1940) og den 17. største årsflommen skjedde i august. De største flommene etter 1985, da vassdraget var ferdig utbygd, var i juni 1997 og i juni 1995 på henholdsvis 486 m³/s og 482 m³/s, som begge er beregnet til i overkant av 10-årsflommer.

6. Usikkerhet

Datagrunnlaget for flomberegning i Orkla ved Meldal og Orkanger kan karakteriseres som rimelig bra. Lang dataserie med vannføring finnes i Orkla på den ene strekningen der flomvannføring skal beregnes. Denne dataserien ligger nedstrøms de fleste utbygginger i vassdraget, og fanger således opp de innvirkninger utbyggingene har hatt på flomvannføringen. Dataene har imidlertid varierende kvalitet, men observerte data i hoveddelva nært beregningspunktet antas å ha rimelig bra kvalitet til flomberegningsformål. Det er svært begrensede opplysninger om forholdet mellom døgnmiddelvannføring og kulminasjonsvannføring ved flomepisoder. Dette gjør estimatet av kulminasjonsvannføring svært usikkert.

I Orkla er det i tillegg kompliserte forhold når det gjelder vassdragsreguleringenes påvirkning på flomforholdene. Dette medfører usikkerhet i hvilken observasjonsperiode som skal legges til grunn for beregning av dagens flomforhold og til hvilket gjentaksintervall for flommer dette kan antas å være representativt. Flomvannføringer og flomvannstander er til dels også avhengig av regulantenes manøvrering av dammer og drift av kraftverk, noe som ikke kan knyttes til bestemte gjentaksintervall. I beregningene er det antatt at perioden fra 1986, ca. 16 år med data ved Syrstad, er representativ for dagens forhold, siden utbyggingen av vassdraget da var ferdigstilt. I flomberegninger i forbindelse med flomsonekartlegging er praksis at flomverdier for større gjentaksintervall antas å nærme seg flomverdier beregnet for en uregulert periode. I Orkla tilnærmes flomverdiene for store gjentaksintervall beregningene for observasjonsperioden 1912-1981 (69 år). Dette medfører stor usikkerhet i flomverdier, spesielt på store gjentaksintervall.

Tross store usikkerheter i flomberegningene er alle flomtall presentert med en nøyaktighet på $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Dette er gjort av praktiske årsaker. I og med at flomtall er presentert for flere punkter i vassdraget og for flere gjentaksintervall, vil en utjevning kunne gi uoverensstemmelse i dataene.

I tillegg til usikkerhetene som beskrevet over er det en hel del andre usikkerheter knyttet til slike flomberegninger. Ved hydrometriske målestasjoner foretas vannstandsobservasjoner. Disse omregnes ut fra en vannføringskurve til vannføringsverdier. Vannføringskurven er basert på et antall samtidige observasjoner av vannstand og målinger av vannføring i elva. Men disse direkte målinger er ikke utført på ekstreme flommer. De store 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.

En annen 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 reelle døgnmidlet.

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

Det nevnes at forutsetningene ved flomberegning for flomsonekartlegging er forskjellig fra de som legges til grunn for flomberegning for damsikkerhetsformål. Ved beregning av dimensjonerende flom for en dam legges vanligvis de strengeste

mulige forutsetningene vedrørende reguleringene til grunn, blant annet at magasinene ligger på HRV ved flommens begynnelse. Ved beregning for flomsonekartlegging legges vanligvis observerte flomvannføringer til grunn, hvor reguleringene ofte har virket dempende på flommer, nedtappede magasin osv. Det kan derfor av og til oppleves som om f.eks. en 500-årsflom beregnet for flomsonekartlegging er uforholdsmessig sett mye mindre enn dimensjonerende flom (1000-årsflom) i samme vassdrag.

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 rimelig bra, men beheftet med usikkerhet mhp. datakvalitet og reguleringenes påvirkning av flomforholdene. Beregningen kan ut fra dette kriterie klassifiseres i klasse 2, 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.

Førland, E. J.1993: Nedbørnormaler, normalperiode 1961-1990. DNMI-rapport nr. 39/93 Klima.

Kvaal, S. &Wale, A. 2000: En spenningshistorie. Trondheim energiverk gjennom et århundre. Trondheim Energiverk AS 2000.

NVE, Hydrologisk avdeling 1987: Avrenningskart over Norge (1930-1960), 1:500 000.

NVE 2000: Prosjekthåndbok for Flomsonekartprosjektet. Retningslinjer for flomberegninger. Versjon 1.0, NVE.

Pettersson, L.E. 2000: Flomberegning for Gaulavassdraget (122.Z). Dokument 15-2000. Flomsonekartprosjektet. NVE.

Sælhun, N. R. 1997: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. Rapport nr. 14-97, NVE

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

Utgitt i Dokumentserien i 2002

- Nr. 1 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Moisåna ved Moi (026.BZ).
Flomsonekartprosjektet (28 s.)
- Nr. 2 Stein Beldring, Lars A. Roald, Astrid Voksø: Avrenningskart for Norge
Årsmiddelverdier for avrenning 1961-1990 (49 s.)
- Nr. 3 Inger Sætrang: Statistikk over tariffer i regional- og distribusjonsnettet 2002 (60 s.)
- Nr. 4 Bjarne Kjølmoen, Hans Chr. Olsen: Langfjordjøkelen i Vest-Finnmark. Glasiohydrologiske
undersøkelser (35 s.)
- Nr. 5 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Skoltefossen i Neidenvassdraget (026.BZ).
Flomsonekartprosjektet (16 s.)
- Nr. 6 Erik Holmqvist: Flomberegning for Reisavassdraget (208.Z).
Flomsonekartprosjektet (28 s.)
- Nr. 7 Inger Sætrang: Oversikt over vedtak. Tariffer og vilkår for overføring av kraft i 2001 (18 s.)
- Nr. 8 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Tanavassdraget
Flomsonekartprosjektet (22 s.)
- Nr. 9 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Ørstavassdraget
Flomsonekartprosjektet (18 s.)
- Nr. 10 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Orkla ved Meldal og Orkanger (121.Z).
Flomsonekartprosjektet (23 s.)