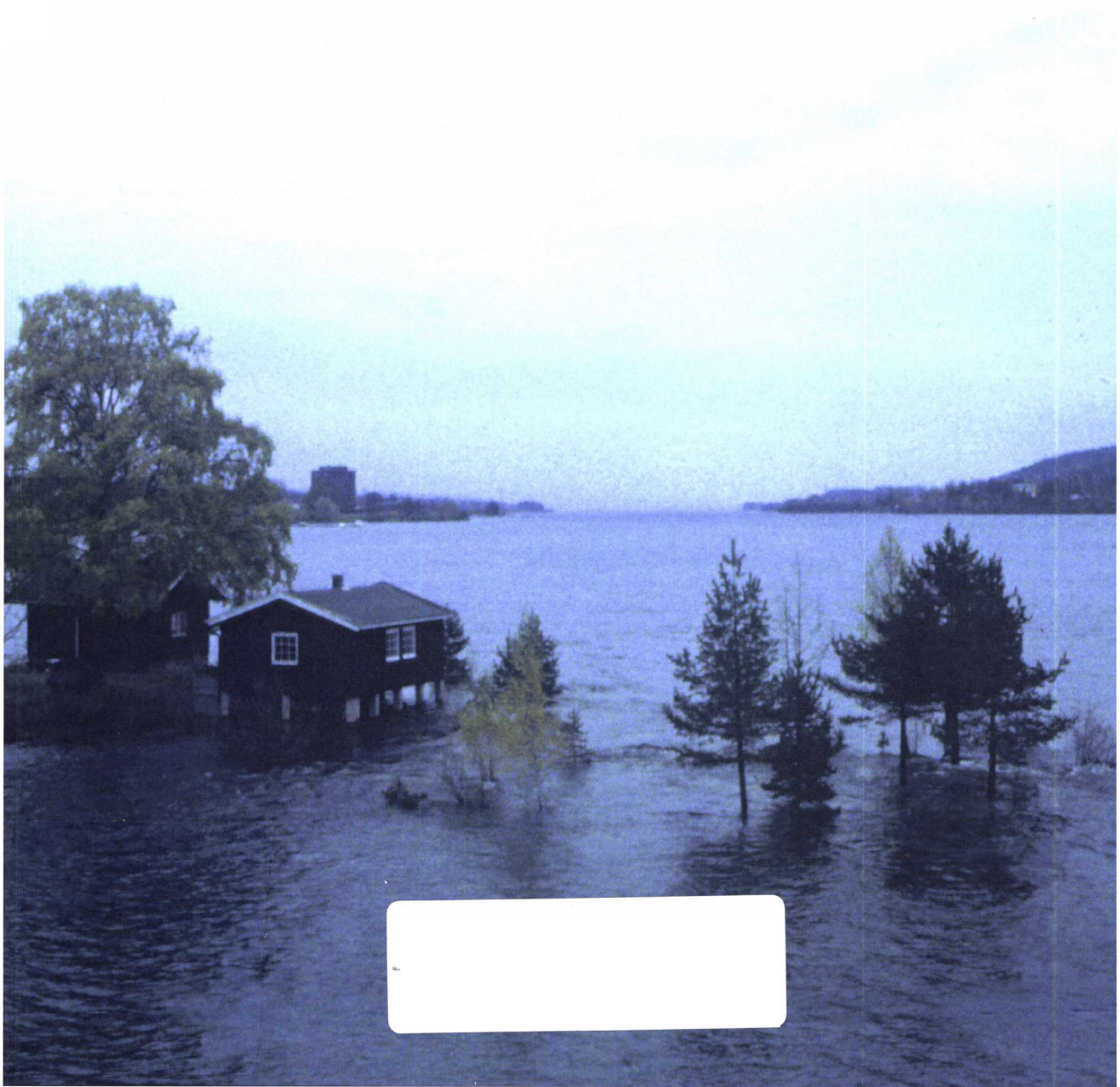
Analyse av flomvannstander og tørrårstilsig i Tyrifjorden

Erik Holmqvist

7
2000

OPPDRAGSRAPPORT



Analyse av flomvannstander i og tørrårstilsig til Tyrifjorden (012.E)

Norges vassdrags- og energidirektorat 2000

NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT
BIBLIOTEK

Oppdragsrapport nr 7

Analyse av flomvannstander i og tørrårstilsig til Tyrifjorden (012.E).

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat – 2000

Forfatter: Erik Holmqvist

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 20

Forsidefoto: Tyrifjorden mot Vikersund, 16 oktober 2000. (Foto Erik Holmqvist)

Sammendrag: Flomvannstander med gjentaksintervall opp mot 200 år er beregnet for Tyrifjorden. Likeledes er det utført analyse av tilsiget til Tyrifjorden i tørre perioder. Lavvannføringer med varigheter fra 1 uke til 365 døgn og gjentaksintervall opp mot 200 år er beregnet. Både flomvannstander og lavvannføringer er sterkt påvirket av reguleringsinngrepene i Drammensvassdraget. Derfor er analysene i hovedsak basert på data etter 1973.

Emneord: Tyrifjorden, flomvannstander, tørrårstilsig

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

november 2000

Innhold

INNLEDNING 4

SAMMENDRAG 5

FLOMBEREGNING FOR TYRIFJORDEN 6

Beskrivelse av nedbørfeltet 6

Reguleringer 6

Vannstanden i Tyrifjorden 6

TILSIGET TIL TYRIFJORDEN I TØRRÅR 9

Beregning av tilsigsserie 9

Lavvannsanalyse 11

REFERANSER 15

Innledning

På oppdrag fra VBB Samfunnsteknikk skal vannstanden i Tyrifjorden bestemmes ved henholdsvis 10-, 20, 50 og 100 års flommen. I tillegg skal tilsiget til Tyrifjorden i tørrår med gjentaksintervall fra 10 til 200 år bestemmes. Tørrårstilsig skal beregnes med varigheter fra en uke til et år.

I forbindelse med et nasjonalt flomsonekart prosjekt, er det i løpet av 2002 planlagt å gjennomføre nye flomberegninger for blant annet Tyrifjorden. Nye analyser kan gi resultater som avviker noe fra de som er presentert her. Det skyldes blant annet at en da vil gjennomføre flomanalyser for større deler av Drammensvassdraget. Dessuten vil en ha noen flere år med data og muligens også mer detaljerte opplysninger om tidligere storflommer i vassdraget (for eksempel 1860-flommen).

Usikkerheten i resultatene er anslått etter beste skjønn. En nærmere kvantifisering av usikkerhetene er vanskelig, og vil medføre et langt mer omfattende arbeid enn det som er forutsatt innenfor dette oppdraget. Rapporten er utarbeidet av Erik Holmqvist og kvalitetskontrollert av Lars Evan Pettersson.

Oslo, november 2000

Kjell Repp
avdelingsdirektør

Sverre Husebye
Seksjonssjef

Sammendrag

Det er registreringer av vannstanden i Tyrifjorden siden 1887. Reguleringene i vassdraget har virket flomdempende, spesielt for de mindre flommene. For flomvannstander opp til 50 års gjentaksintervall er derfor kun data etter 1973 benyttet. Men for de mer sjeldne hendelsene er hele datamaterialet benyttet. Det ga følgende resultater.

Tabell 1
Beregnede flomvannstander i Tyrifjorden. Vannstandene er oppgitt i SK-høyder.

HRV (moh)	Midlere	10 år	20 år	50 år	100 år	200 år
62.96	63.95	64.8	65.1	65.3	65.6	65.8

For flomvannstander fra 10 år og oppover er resultatene avrundet til nærmeste 10 cm. Særlig for de mer sjeldne hendelsene (fra 50 år og oppover), er det en relativt stor usikkerhet i resultatene. Ulike statistiske fordelingsfunksjoner gir for eksempel en variasjon i beregnet 100- års flomvannstand på ca. 25 cm.

Tilsiget til Tyrifjorden er beregnet ved hjelp av observerte vannføringer nedstrøms Randsfjorden og Sperillen samt driftsvannføring/ forbitapping ved Geithusfoss kraftverk som ligger nedstrøms Tyrifjorden. Også tilsiget til Tyrifjorden er sterkt påvirket av reguleringene i vassdraget. Dette gjelder både i tørrår og under mer normale forhold. Derfor er kun data etter 1973 benyttet i analyse av lavvannføringene. 26 år med data er imidlertid få år når en skal estimere sjeldne tørkehendelser. For 30 døgns varighet ga analysene følgende resultater.

Tabell 2
Beregnede lavvannføringer med 30 døgns varighet for tilsiget til Tyrifjorden.

	Middel m^3/s	10 år m^3/s	20 år m^3/s	50 år m^3/s	100 år m^3/s	200 år m^3/s
30 døgn	75	50	44	39	36	34

Det er knyttet usikkerhet til både de beregnede tilsigsverdiene fra dag til dag for Tyrifjorden og frekvensanalysene av lavvannføringer. En må derfor regne med at det er en usikkerhet på minimum 10 % i de beregnede verdiene.

Flomberegning for Tyrifjorden

Beskrivelse av nedbørfeltet

Tyrifjordens nedbørfelt er på totalt 9808 km^2. Nedbørfeltet avgrenses i nord mot Valdresflya og Jotunheimen, i nordvest av Fillefjell og Tyin. I øst grenser nedbørfeltet mot Mjøsas nedbørfelt og langs vestsiden ligger Hallingdal. Nedbørfeltet utgjøres i hovedsak av to store dalfører, Valdres – Begnadalen og Hadeland - Land Etnedal –. I førstnevnte dalføre renner Begna gjennom innsjøene Vangsmjøsa, Slidrefjorden og Sperillen. Nedenfor Sperillen kalles elva Ådalselva. I det andre dalføret renner elvene Etna og Dokka sammen ved innløpet til Randsfjorden. Nedenfor Randsfjorden kalles vassdraget Randselva.

Randselva og Ådalselva møtes i Hønefoss sentrum og elven kalles Storelva herfra og ned til Tyrifjorden. Ved samløpet har Begnavassdraget et nedbørfelt på 4875 km^2, mens Randselva har et nedbørfelt på 3717 km^2. Totalt utgjør disse nær 90 % av Tyrifjordens totale nedbørfelt.

Storelva renner ut i Tyrifjordens nordvestre del, Nordfjorden. Her renner også Sokna ut med et nedbørfelt på 624 km^2.

Tyrifjorden er "delt" i to ved Sundvollen. Steinsfjorden i øst har et areal på 13,9 km^2, mens arealet av Tyrifjorden er 121,3 km^2.

(Beskrivelsene i dette avsnittet er i stor grad hentet fra en rapport om Tyrifjorden av Dag Berge.)

Reguleringer

Kraftutbyggingen i denne delen av Drammensvassdraget har skjedd gradvis fra begynnelsen av forrige århundre. Etter 1973 har det kun vært mindre utbygginger i vassdraget med unntak av Dokkautbyggingen på slutten av 1980-tallet (konsesjon gitt i 1985).

Reguleringsmagasinene i vassdraget har en total lagringskapasitet på noe over 1700 mill m^3. Dette tilsvarer drøyt 30 % av midlere årlig tilsig. Regulerbart magasinvolum i Tyrifjorden er 134 mill m^3. For øvrig er de største magasinene Randsfjorden (409 mill m^3) og Dokkfløyvatn (250 mill m^3) i Randselvvassdraget, Sperillen (87 mill m^3), Steinbusjøen (214 mill m^3), Tisleifjorden (123 mill m^3) og Strondafjorden (79 mill m^3) i Begnavassdraget.

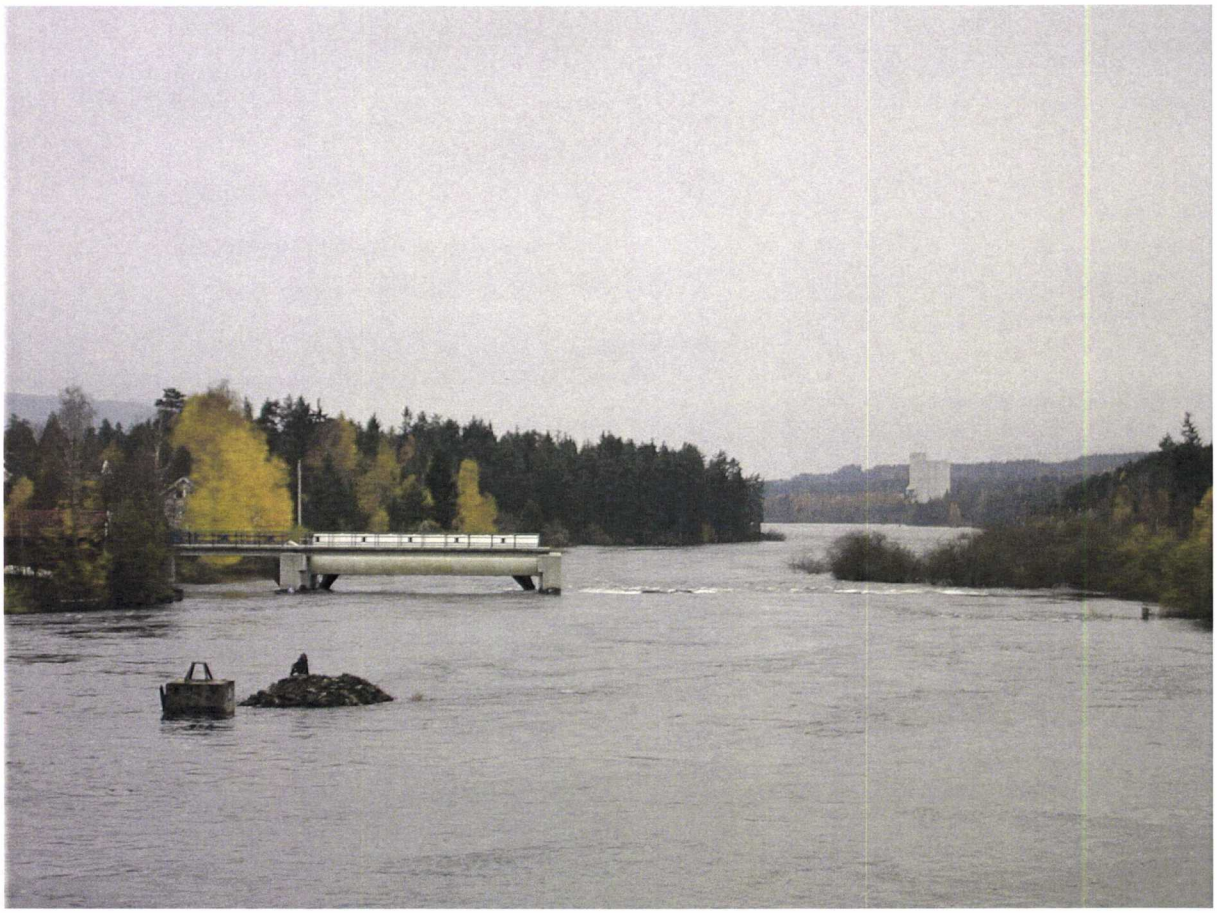
Vannstanden i Tyrifjorden

I Tyrifjorden har en registrert vannstand siden 1887 ved målestasjonen 12.65 Skjerdal. Stasjonen ligger ved Tyristrand på vestsiden av Tyrifjorden. Vannstandsdataene inneholder enkelte observasjonsbrudd. Disse er ifyllt ved lineær interpolasjon. Sannsynligvis har ingen av bruddene vært i flomperioder og påvirker dermed ikke resultatet av analysene.

Vannstanden på målestasjonen registreres på en lokal skala. I henhold til NVE's vannstandsdatabase tilsvarer HRV lokal vannstand 4,07 m eller 62,96 m i SK-høyder (Statens Kartverk). Fra tidligere finnes det og såkalte NVE-høyder, i dette systemet tilsvarer HRV 62,75 m. Men i dette notatet benyttes kun lokal høyde og SK-høyde.

I utløpet av Tyrifjorden er det en luke (figur 1). Men denne har begrenset kapasitet og benyttes først og fremst til manøvrering av vinteravløpet. Når vannstanden i Tyrifjorden når

HRV skal luka stå helt åpen. Under flom er bestemmende profil omkring to hundre meter oppstrøms luka, det vil si under brua over Tyrifjorden i Vikersund (Trond Bjertnes, RSD). Det betyr at under flom er Tyrifjorden å regne som en uregulert innsjø.



Figur 1
Utløpet av Tyrifjorden 16 oktober 2000 ved vannstand 64,2 m (SK-høyde). Vannstanden er ca. 1,2 m over HRV. Bildet er tatt av Marit Astrup, NVE-HV.

Flomvannstanden i Tyrifjorden er sterkt påvirket av oppstrøms reguleringer og sannsynligvis også i noen grad endringer i utløpet av Tyrifjorden. For beregning av flomvannstander med gjentaksintervall på opp til 50 år er data etter 1973 benyttet, det vil si etter at de fleste oppstrøms reguleringsinngrep var gjennomført. Det ville vært mer korrekt å kun benytte data etter at også Dokkautbyggingen var gjennomført, men en ville da ha så få år at flomanalysene ville bli mer usikre av den grunn.

Generelt gjelder at for de ekstremt store flommene er det grunn til å anta at regulerings-inngrepene betyr forholdsvis lite for flomdempning og at de i enkelte tilfelle også kan forøke flommene (Lars Roald, NVE-HD). Dette er ikke undersøkt spesielt for Tyrifjorden. Ut fra denne antagelsen er 100 og 200 års flomvannstand beregnet ved hjelp av hele datamaterialet

en har i Tyrifjorden. 110 år med data (1888 –1998) gir flomvannstander for gjentaksintervall 100 og 200 år som er 10-20 cm høyere enn kun data etter 1973 gir.

Resultatene av analysene er gitt i tabell 3. For flomvannstander fra 10 år og oppover er resultatene avrundet til nærmeste 10 cm. Særlig for de mer sjeldne flommene (fra 50 år og oppover) må en anta at det er relativt stor usikkerhet i resultatene. Ulike statistiske fordelings-funksjoner gir for eksempel en variasjon i beregnet 100- års flomvannstand på ca. 25 cm.

I tabell 4 er det gitt en oversikt over noen av de høyeste registrerte vannstandene i Tyrifjorden. Den høyeste registrerte vannstanden var våren 1895. Flommen kulminerte da omkring en 100-års flom. Sannsynligvis var vannstanden enda høyere under vårflommen i 1860, da det var storflom i hele Drammensvassdraget (Lars Roald, NVE-HD). I nyere tid er det vårflommen i 1967 som er den største, den hadde et gjentaksintervall på omkring 40 år.

Som en liten kuriositet kan nevnes at vannstanden i Tyrifjorden i skrivende stund (14/11-2000) er 5.65 m (lokal skala). Vannstanden stiger fortsatt noe. Dette er kun 2 cm under den høyeste vannstand som er registrert i Tyrifjorden i november siden målingene startet i 1887.

Tabell 3
Beregnede flomvannstander i Tyrifjorden. For gjentaksintervall opp til 50 år er data fra 1973 til 1998 benyttet, mens for 100 og 200 års flomvannstander er hele perioden 1888 til 1998 benyttet.

	Lokal høyde (m)	SK-høyde (moh)
HRV	4.07	62.96
Midlere flomvannstand	5.06	63.95
10 år	5.9	64.8
20 år	6.2	65.1
50 år	6.4	65.3
100 år	6.7	65.6
200 år	6.9	65.8

Tabell 4
Et utvalg av de høyeste observerte flomvannstandene i Tyrifjorden

Rangnummer	Dato	Lokal høyde (m)	SK-høyde (moh)
1	20/5-1895	6.67	65.56
2	5/6- 1897	6.54	65.43
3	30/5-1931	6.54	65.43
8	7/6-1967	6.32	65.21
14 (største høstflom)	19/10-1964	6.20	65.09
22 (tredje største høstflom)	21/10-1987	6.06	64.95

Tilsiget til Tyrifjorden i tørrår

Beregning av tilsigsserie

Tilsiget til Tyrifjorden i tørrår vil også være påvirket av reguleringsinngrepene i vassdraget. I sterkt regulerte vassdrag omfordeles vann fra vår og sommer til vinter og fra vannrike til vannfattige år. Dette skjer naturlig nok gjennom vannkraftprodusentenes disponering av magasinvann. Magasinene tappes ned mot minimum i ekstreme tørrår, mens i vannrike år vil det normalt være en netto lagring av vann. For Tyrifjorden betyr dette at tørkeperiodene ikke vil være like markante som om vassdraget hadde vært uregulert.

Av samme grunn som ved flomanalysene er beregning av tilsig i tørrår basert på data fra 1973 og framover.

Ved å ha gode avløpsregistreringer fra Tyrifjorden, kunne en relativt enkelt regnet dette om til tilsig ved hjelp av magasinkurve for og observerte vannstander i Tyrifjorden. Nå knytter det seg imidlertid stor usikkerhet til avløpsdataene fra Tyrifjorden (Per Lofsberg, NVE-HH). Dette skyldes at det er vanskelig å etablere en god sammenheng mellom vannstanden i og vannføringen ut av Tyrifjorden. Da slike tilsigsberegninger i tillegg ofte gir perioder med "negative tilsig" på grunn av unøyaktigheter i beregningsunderlaget, er det valgt å benytte en mer indirekte metode. ("Negative tilsig" kan blant annet oppstå som følge av små feil-avlesninger av vannstanden. For eksempel vil 1 cm feilregistrert vannstand i Tyrifjorden gi en feil i beregnet tilsig på 16 m^3/s.)

Det er derfor valgt å ta utgangspunkt i vannføringer opp og nedstrøms for Tyrifjorden, og ved hjelp av skalering beregne det totale tilsiget til Tyrifjorden. Følgende målestasjoner er benyttet: 12.85 Killingstryken og 12 .15 Strømstøa i Ådalselva, 12.228 Kistefoss i Randselva og 12.220 Geithusfoss kraftverk i Drammenselva. Noen sentrale data for stasjonene er gitt i tabell 5.

Tabell 5
Stasjonsopplysninger for enkelte målestasjoner i Drammensvassdraget.
*Restfelt Tyrifjorden er beregnet som differansen mellom Geithusfoss kraftverk og summen av Kistefoss og Killingstryken.
**Normalavløp Geithusfoss kraftverk er beregnet ved hjelp av normalavrenningskart for perioden 1931-60.

Stasjonsnr.	Navn	Obs.periode	Areal (km^2)	Normalavløp 1931-60 (m^3/s)	Midlere årsavløp 1973-98 (m^3/s)
12 228	Kistefoss	1916-dd	3666	58	54.3
12 85	Killingstryken ndf	1905-dd	4581	89.2	82.9
	Restfelt Tyrifjorden *	-	1561*	22.2*	14.5*
12 220	Geithusfoss kr.v.	1967-dd	9808	169.4**	151.7
12.15	Strømstøa	19(68)83 -dd	4612	-	-

Nedenfor er det gitt noen utdypende opplysninger om målestasjonene. De fleste av opplysningene er gitt av Per Lofsberg (NVE-HH), som er ingeniøren som følger opp driften av disse stasjonene.

12.85 Killingstryken ligger i Ådalselva nedstrøms Sperillen. Elveprofilet ved stasjonen har vært ustabilt. Det betyr at de registrerte vannføringene er usikre. Det er derfor anbefalt å benytte observasjonene ved stasjonen Strømstøa noe lenger ned i vassdraget i stedet. Data fra denne stasjonen benyttes derfor kun i perioden 1973 – 83 for beskrivelse av tilsiget til Tyrifjorden fra Begnavassdraget. Etter 1983 benyttes Strømstøa.

12.15 Strømstøa ligger nedstrøms Killingstryken. Stasjonen ble opprettet i 1968, men har en rekke lange observasjonsbrudd fram til 1983. Heller ikke vannføringsregistreringene ved denne stasjonen er uten problemer. Fram til 1999 var det ved svært lave vannføringer dårlig kommunikasjon mellom elva og måleinstrumentet. Det kan bety at de laveste vannføringene ikke er blitt lave nok (under ca. 15 m^3/s). Stasjonen benyttes for perioden 1984– 99 for beskrivelse av tilsiget til Tyrifjorden fra Begnavassdraget. Før 1984 benyttes Killingstryken. Nedbørfeltet til Strømstøa er kun 0,6 % større enn feltet til Killingstryken. Disse to seriene er derfor satt sammen til en felles serie uten noen form for skalering av vannføringsverdiene.

12.228 Kistefoss ligger i Randselva. Stasjonen ble opprettet i 1916 og har komplette data til og med 1999. Det er antatt at kvaliteten på data fra denne stasjonen er brukbar, og den gir dermed relativt pålitelige data for avløpet fra Randsfjorden.

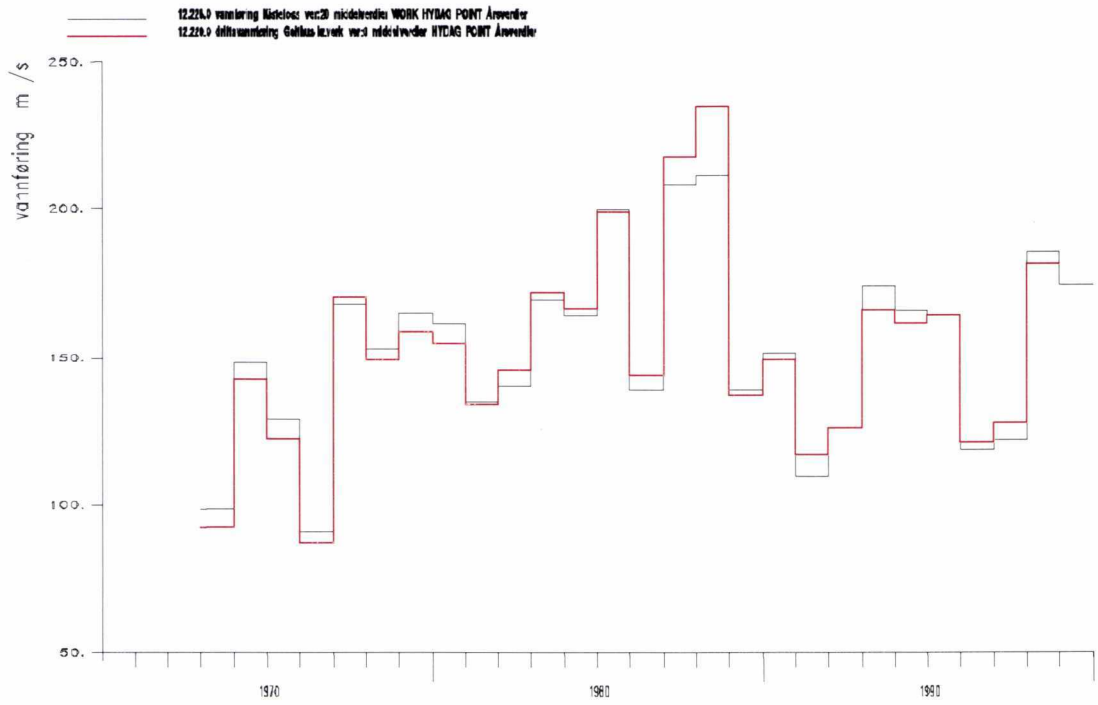
12.220 Geithusfoss kraftverk ligger nedstrøms Tyrifjorden. Det er sum driftsvannføring og forbitapping/ flomtap ved Geithusfoss kraftverk som er registrert. Driftsvannføringen er beregnet utfra produsert energi. Ved en slik omregning er det relativt stor usikkerhet. Dette skyldes blant annet slitasje av turbinene i kraftverket, og at kraftverket kjøres med varierende virkningsgrad (det er ikke nødvendigvis en lineær sammenheng mellom produsert energi og vannforbruk).

Tilsiget til Tyrifjorden er da beregnet på følgende måte:

$$Tilsig\ Tyrifjorden = 1.105 \cdot (Strømstøa/Killingstryken + Kistefoss)$$

Skaleringsfaktoren er beregnet ut fra forholdet mellom beregnet vannføring ved Geithusfoss kraftverk og målestasjonene Kistefoss og Strømstøa/ Killingstryken i perioden 1973-98 (jmf tabell 5). Det antas at det er en usikkerhet på om lag 10 % i de beregnede tilsigsverdiene. Noe av denne usikkerheten er illustrert i figur 2 som viser beregnet årlig tilsig til Tyrifjorden og vannføringen ved Geithusfoss kraftverk. Forskjellen i årsavløpene mellom de to seriene er langt større enn det som kan forklares ut fra endringer i magasinvolum fra et år til neste i Tyrifjorden.

I tørrværs perioder kan denne skaleringen gi noe for høyt tilsig fra det drøyt 1500 km^2 store nedbørfeltet mellom Strømstøa/ Killingstryken, Kistefoss og Tyrifjorden. Dette fordi det er relativt mindre innsjøer i dette området enn det en finner ellers i vassdraget. På den annen side gir normalavrenningskartet (NVE 1987) et noe høyere årsavløp fra Tyrifjorden enn det registreringene ved Geithusfoss kraftverk gir. Skalering basert på dette normalkartet ville derfor gitt en høyere skaleringsfaktor. Ut fra foreliggende datamaterialet synes derfor den valgte faktoren å være rimelig også for tørrværsperioder.



Figur 2
Årlig beregnet tilsig til Tyrifjorden (svart kurve) og driftsvannføring (inklusive flomtap og forbitapping) gjennom Geithusfoss kraftverk (rød kurve).

Lavvannsanalyse

For den konstruerte tilsigsserien er det foretatt lavvannsanalyser. I figur 3 er resultatene fra en av disse analysene vist. En ser av figuren at i løpet av 30 døgn har et tilsig til Tyrifjorden på 40 m^3/s et gjentaksintervall på ca. 50 år. Tilsvarende analyser er gjort for varigheter på 7 døgn og 90 døgn.

Resultatene er samlet gitt i tabell 6. 26 år med data (1973-98) er få år med tanke på å estimere sjeldne tørkehendelser. Det betyr at en må påregne økt usikkerhet med økende gjentaks-intervall. Å anslå dette mer nøyaktig er vanskelig. Den statistiske fordelingsfunksjonen "general extreme value" ga den beste tilpasningen til de "observerte" dataene, og det er disse resultatene som er presentert. Andre fordelingsfunksjoner gir noe høyere lavvannføringer. Men kun flere år med data, vil vise om de beregnede lavvannføringene er over- eller undervurdert.

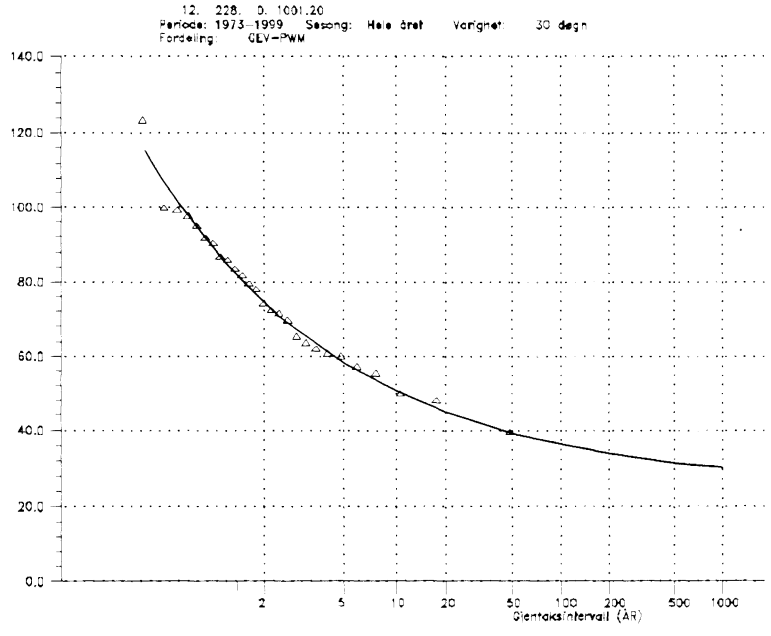
Ved analyse av årsverdier vil det ikke være meningsfullt å utføre tradisjonelle frekvensanalyser. Det er i stedet beregnet glidende 365 døgns tilsigsverdier, og deretter er minimumsverdiene vurdert (figur 4). Gjentaksintervall for minimumstilsig i løpet av 365 døgn er ikke beregnet ved hjelp av frekvensanalyser, men anslått etter beste skjønn.

Det laveste tilsiget til Tyrifjorden i løpet av 365 døgn hadde en i perioden november 1975 til oktober 1976. Døgndata fra disse årene er vist i figur 5. For kortere varigheter har en hatt perioder på 1990-tallet med lavere tilsig enn de en hadde i 1975/76 (se tabell 6).

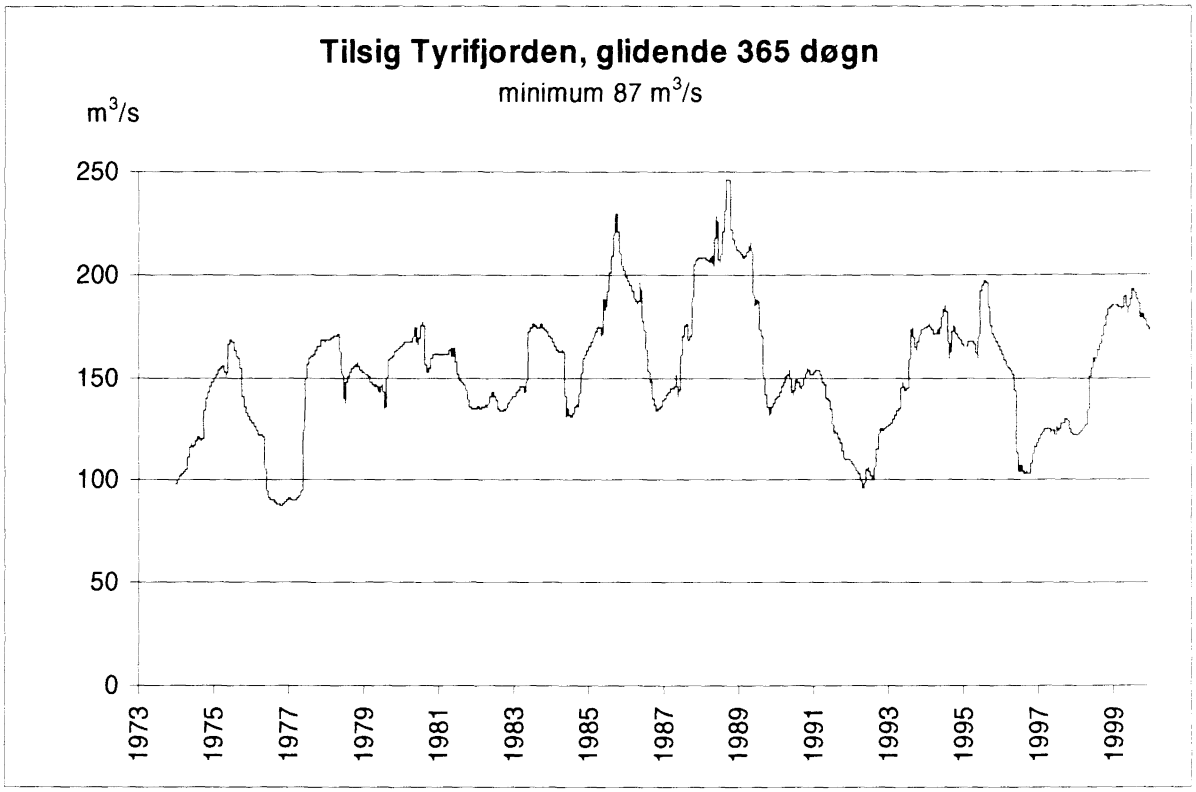
Det lave tilsiget i 1975/76 skyldes at en vinter med lite snø, ble etterfulgt av en tørr sommer og høst. Sannsynligvis ble det aller meste av snøsmeltevannet dette året lagret i kraftmagasinene høyere opp i vassdraget. Observasjoner fra en den uregulerte målestasjonen 12.178 Eggedal i Drammensvassdraget illustrerer forholdene godt (figur 6).

Tabell 6
Lavvannsanalyse av tilsiget til Tyrifjorden. Analysen er basert på kun 26 år med data.
* For 365 døgn tilsvarer middelverdien midlere observert vannføring ved Geithusfoss kraftverk (1973-98) og tilsig med 10 og 20 års gjentaksintervall er ikke basert på frekvensanalyse, men anslått utfra beste skjønn.

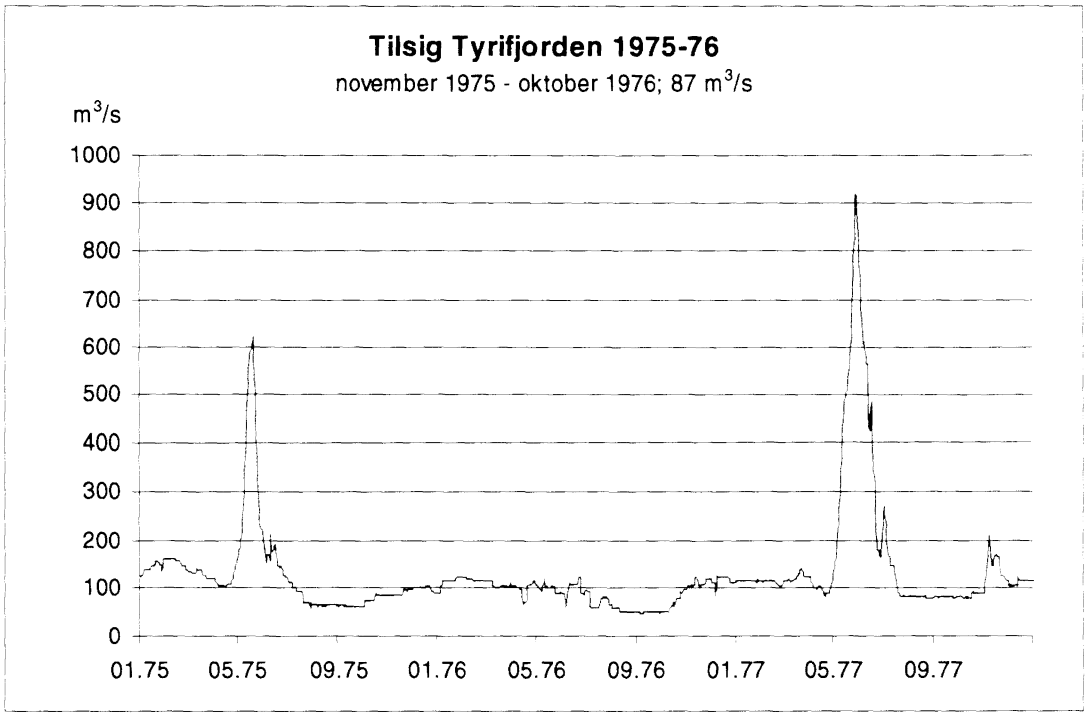
	Middel m³/s	10 år m³/s	20 år m³/s	50 år m³/s	100 år m³/s	200 år m³/s	Laveste obs. m³/s	Dato for laveste
7døgn	69	47	41	34	30	27	35	15-21/7-92
30 døgn	75	50	44	39	36	34	39	4/7-2/8-92
90 døgn	98	70	62	54	49	45	54	27/7-24/10-76
365 døgn*	152	(100)	(90)	-	-	-	87	Nov75-okt76



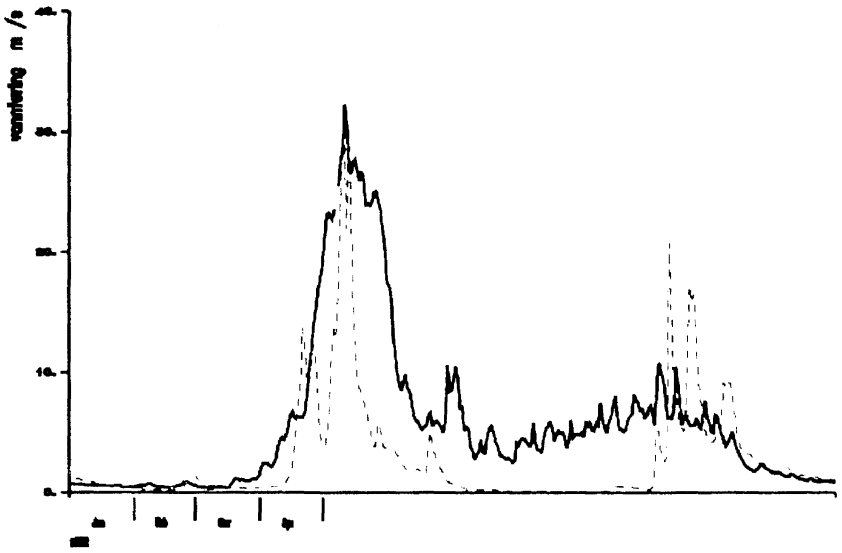
Figur 3
Lavvannsanalyse av den konstruerte tilsigsserien for Tyrifjorden. Det er lavvannføring midlet over 30 døgn tilpasset fordelingsfunksjonen "General extreme value" som er vist.



Figur 4
Glidende 365 døgns tilsig til Tyrifjorden. En ser at de laveste verdiene hadde en i 1975-76.



Figur 5
Tilsig Tyrifjorden 1975 og 1976. En ser at det var relativt lavt tilsig hele perioden mellom vårflommen i 1975 og vårflommen i 1977.



Figur 6
Vannføring ved målestasjonen 12.178 Eggedal i 1976 (stiplet strek) og som middel for perioden 1973-99 (hel strek).

REFERANSER

Langs Begna. Foreningen til Bægnavassdragets regulering 75 år. Paul Aasnæss 1983.

Tyrifjorden. Tyrifjordundersøkelsen 1978-1981. Dag Berge 1983.

Analyse av lange flomserier. Lars Roald 1999.

Normalavrenningskart for Norge. NVE 1987.

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

Utgitt i Oppdragsrapportserien i 2000

Nr. 1 Bjarne Krokli: Dimensjonerende flom for Mjøsa.
Dynamisk ruting gjennom Mjøsa og Vorma (37 s.)

Nr. 2 Hans Christian Udnæs: Flomberegning for Skramsvatn dam, 091.12 (12 s.)

Nr 3 Tor Simon Pedersen, Even Gillebo, Eli Alfnes, Anne Kristine Søvik:
Lysimetergrop II Moreppen. Beskrivelse av felt og installasjoner (65 s.)

Nr 4 Bjarne Krokli: Dambruddsbølgeberegning for Svanfoss dam i Vorma
Dynamisk ruting av dambruddbølger fra Svanfoss til Rånåsfoss (18 s.)

Nr 5 Birger Heidenstrøm, Panagiotis Dimakis, Tor Simon Pedersen:
Grunnvarmepotensialet ved Alvdal sentrum (15 s.)

Nr 6 Lars-Evan Pettersson: Vannforsyning i Ny-Ålesund (18 s.)

Nr 7 Erik Holmqvist: Analyse av flomvannstander og tørrårstilsig i Tyrifjorden (012.E) (15 s.)