

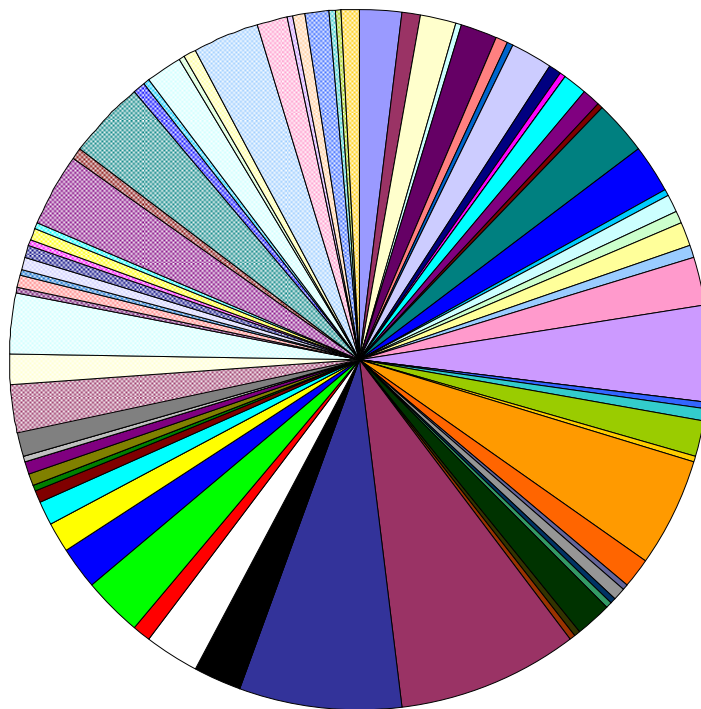


Utvalg av tilsigsserier til Samkjøringsmodellen

*Erik Holmqvist
Inger Karin Engen*

7
2008

R
A
P
P
O
R
T



Utvalg av tilsigsserier til Samkjøringsmodellen

Rapport nr. 7 - 2008

Utvalg av tilsigsserier til Samkjøringsmodellen

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfattere: Erik Holmqvist og Inger Karin Engen

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 30

Forsidefoto:

ISBN: 978 82 – 410 – 0663 -0

Sammendrag: Det er utarbeidet et forslag på 84 vannføringsserier for å beskrive tilsiget til det norske vannkraftsystemet slik det er beskrevet i NVEs Samkjøringsmodell. Seriene er i stor grad fra uregulerte felt. Det bør gjennomføres en evaluering av utvalget ved blant annet å vurdere resultatene fra simuleringer med Samkjøringsmodellen mot tilsigsstatistikk fra Nord Pool.

Emneord: tilsigsserier, representativitet, vannføringsserier, Samkjøringsmodellen,

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

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

Mars 2008

Innhold

Forord	4
Sammendrag	5
1 Innledning	6
2 Arbeidsmetodikk	7
3 Nye tilsigsserier	8
3.1 Nye tilsigsserier	8
3.1.1 Serier som representerer minst 2 TWh/ år	10
3.1.2 Serier som representerer 200 GWh/ år eller mindre.	18
3.1.3 Serier påvirket av oppstrøms reguleringsinngrep eller usikre feltgrenser	29
3.1.4 Moduler i Samkjøringsmodellen som foreslås finere inndelt ..	40
3.1.5 Forslag utvalg nye tilsigsserier	47
Referanser	51

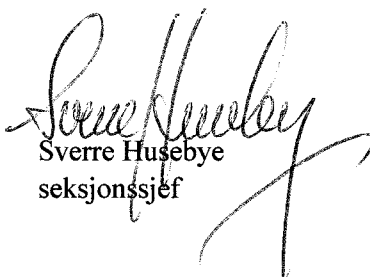
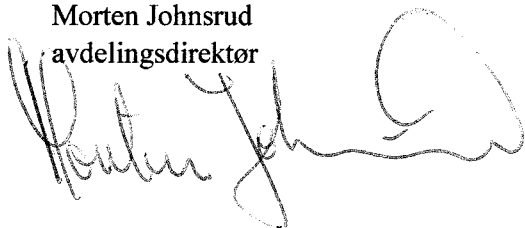
Forord

Tilsigsserier benyttes blant annet i forbindelse med simuleringer av det norske vannkraftsystemet. Som inngangsdata til Samkjøringsmodellen har det de siste årene vært benyttet 63 slike serier. Dette er serier som skal beskrive naturlig tilsig til de ulike magasin og kraftverk i hele Norge. Mange av seriene er basert på data fra vassdrag med reguleringsinngrep. Å beregne naturlig tilsig i regulerte vassdrag kan være svært arbeidskrevende, samtidig som de resulterende vannføringene kan ha stor usikkerhet.

Denne rapporten gir resultatene av en omfattende gjennomgang av det norske kraftsystemet med tanke på å etablere et nytt sett av tilsigsserier til Samkjøringsmodellen. Alle de foreslåtte nye seriene er enten uregulerte eller kun i liten grad påvirket av reguleringsinngrep. Rapporten er utarbeidet av Erik Holmqvist og Inger Karin Engen.

Oslo, mars 2008

Morten Johnsrud
avdelingsdirektør



Sverre Husebye
seksjonssjef

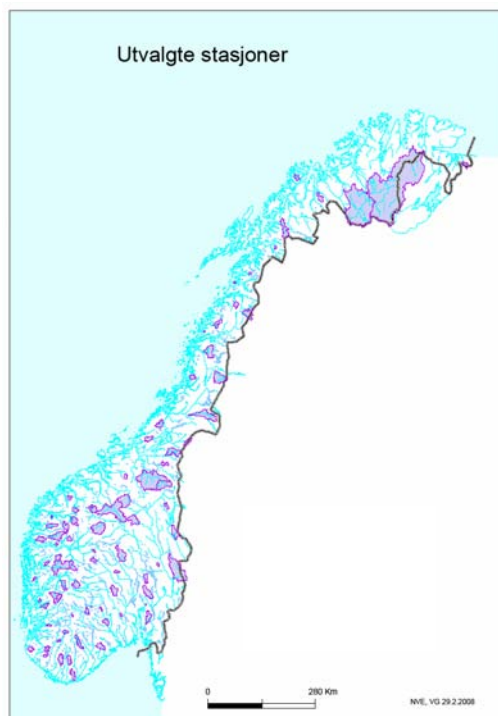
Sammendrag

Det har vært et behov for å etablere et sett med tilsigsserier for det norske vannkraftsystemet som i hovedsak er basert på uregulerte eller tilnærmet uregulerte vannføringsobservasjoner. Seriene skal benyttes som inngangsdata i Samkjøringsmodellen for simuleringer av det norske kraftsystemet. Etter en detaljert gjennomgang av kraftsystemet har vi kommet frem til et forslag på 84 serier. Kartet nedenfor viser nedbørfeltene til de ulike seriene.

De enkelte seriene representerer et tilsig som varierer fra omkring 0,1 TWh/ år til over 10 TWh/ år.

Det er ved valg av representative serier vurdert både geografiske og klimatiske forhold ved både den enkelte serie og for nedbørfeltet til hver enkelt kraftverksmodul i Samkjøringsmodellen. Spesielt er forhold som avstand til kyst, høydefordeling og breandel tillagt vekt. I tillegg er det tatt hensyn til kvaliteten til observasjonene ved valg av representative serier.

Noen serier har komplette observasjoner tilbake til før 1961, mens andre serier kun har data noen få år tilbake i tid eller har observasjonsbrudd. Disse må forlenges/ kompletteres slik at alle seriene får komplette data tilbake til 1961. Dokumentasjon av dette arbeidet er ikke inkludert i denne rapporten.



Det er et ønske å benytte det samme utvalget av serier til sanntids prognosering av energitilsig fra uke til uke. Dette forutsetter bruk av hydrologiske prognosemodeller (HBV). For 60 av de 84 seriene har flomvarslinga allerede operative HBV-modeller. For de resterende 24 seriene er slike modeller etablert som en del av arbeidet Hydrologisk avdeling utfører for Energi- og Markedsavdelingen i tilknytning til ”Verktøyprosjektet”. Dette arbeidet vil bli beskrevet i en egen rapport.

Forslaget til representative serier bør imidlertid evalueres, før en gjør et endelig valg. Det kan gjøres ved blant annet å sammenligne beregninger av nyttbart tilsig, som er basert på de nye tilsigsseriene, i Samkjøringsmodellen, mot ”observert nyttbart tilsig” fra de siste årene (Nord Pools tilsigsstatistikk). Dette arbeidet er planlagt utført i samarbeid mellom Energi- og Markedsavdelingen (EM) og Hydrologisk avdeling (H) i NVE våren 2008.

1 Innledning

Som inngangsdata til Samkjøringsmodellen er det til og med 2007 benyttet vannføringsdata fra 63 tilsigsserier, dvs. dataserier som beskriver naturlig vannføring. Noen av disse seriene er basert på observasjoner fra uregulerte vassdrag, andre er beregnede tilsigsserier i regulerte vassdrag. Enkelte av målestasjonene i uregulerte vassdrag er imidlertid ikke lenger i drift. Disse er derfor oppdatert/ forlenget med regresjon mot andre observasjoner.

For et felt i et regulert vassdrag kan uregulert tilsig beregnes når en kjenner feltets totale avløp i tillegg til volumendringer i alle oppstrøms magasiner og overføringer til eller fra andre vassdrag. Avløpet kan bestå av både driftsvannføring gjennom kraftverk, tapping for å opprettholde minstevannføring, flomtap eller forbitapping av vann gjennom luker/ventiler eller i overløp. For enkelte tilsigsserier har det vært nødvendig å korrigere for endringer i mer enn 10 magasiner. Det har derfor vært en arbeidskrevende prosess å oppdatere slike serier årlig. Dessuten oppstår det ofte ”støy” i slike tilsigsserier som må korrigeres, for eksempel periodevis negative tilsig.

Det har vært et ønske også å harmonisere det utvalget av tilsigsserier som benyttes til Samkjøringsmodellen med det utvalget av serier som benyttes i NVEs ukentlige prognosering av energitilsig til det norske kraftsystemet. Det sistnevnte utvalget er basert på et relativt lite antall avløpsstasjoner som i hovedsak ligger i uregulerte vassdrag hvor flomvarslinga har operative hydrologiske prognosemodeller (HBV-modeller). Dette utvalget foreslås utvidet, for å representere de mange ulike hydrologiske forholdene i Norge på en enda bedre måte.

For en del av de foreslåtte tilsigsseriene var det ikke tidligere etablert HBV-modeller. Dette er nå gjort. Dokumentasjon av det arbeidet er ikke inkludert i denne rapporten.

I denne rapporten gjennomgås den metodikk som er lagt til grunn, og Hydrologisk avdelings forslag til nye tilsigsserier for Samkjøringsmodellen og for ukentlige prognoser. Før endelig valg blir gjort forutsettes en evaluering etter testkjøringer med Samkjøringsmodellen.

2 Arbeidsmetodikk

I arbeidet med å tilordne nye tilsigserier til Samkjøringsmodellen har vi gått detaljert gjennom de ulike modulene i Samkjøringsmodellen. Dette er gjort ved bruk av NVE-Atlas sammen med skjemaer og regneark fra EMR (Energi- og Markedsavdelingen, Ressursseksjonen) oversikt over de ulike kraftanleggene. Totalt består Samkjøringsmodellen av 1043 moduler i det utvalget vi har gjennomgått. Antallet moduler vil årlig øke ved utbygging av nye vannkraftverk. Det har i arbeidet vært nærkontakt med både EM og NVE-VG (Seksjon for geoinformasjon) for å avklare uoverensstemmelser mellom de ulike kildene til informasjon.

I vurderingen er det lagt vekt på å finne serier som antas å representere det naturlige tilsiget til den enkelte modul på en best mulig måte. Dette er gjort ved å vurdere feltegenskapene for den enkelte modul, som for eksempel høydeforhold, andel breer og avstand til kyst, ved bruk av NVE-Atlas. Etter beste skjønn er det så valgt den vannføringsserien som antas å gi det mest representative tilsiget til den aktuelle modul. Det er også noen moduler i Samkjøringsmodellen som representerer så store/sammensatte nedbørfelt at det har vært vanskelig å finne kun en representativ serie til beskrivelse av tilsiget. For disse er da to eller tre serier foreslått benyttet.

Ved valg av representative serier vil også mer tekniske forhold som reguleringsgrad være av betydning. I små og lite regulerte felt, vil avrenningsforholdene fra uke til uke, som er tidsopløsningen i Samkjøringsmodellen, være av stor betydning for beskrivelse av tilsiget og estimering av for eksempel flomtap. For bedre regulerte felt er fordelingen mellom ulike sesonger viktigere, mens for felt med flerårsmagasiner tillegges variasjonene fra år til år større vekt.

Arbeidet med valg av representative serier er i stor grad utført i 2006 og 2007. Forslaget bør imidlertid vurderes ytterligere, før en gjør et endelig valg. Det bør gjøres ved blant annet å sammenligne resultater av beregnet nyttbart tilsig fra Samkjøringsmodellen basert på de nye tilsigsseriene med "observasjonene" fra de siste årene (Nord Pools tilsigsstatistikk). Dette faller imidlertid inn under neste fase av dette prosjektet, som er planlagt gjennomført i løpet av 2. kvartal 2008.

3 Nye tilsigsserier

3.1 Nye tilsigsserier

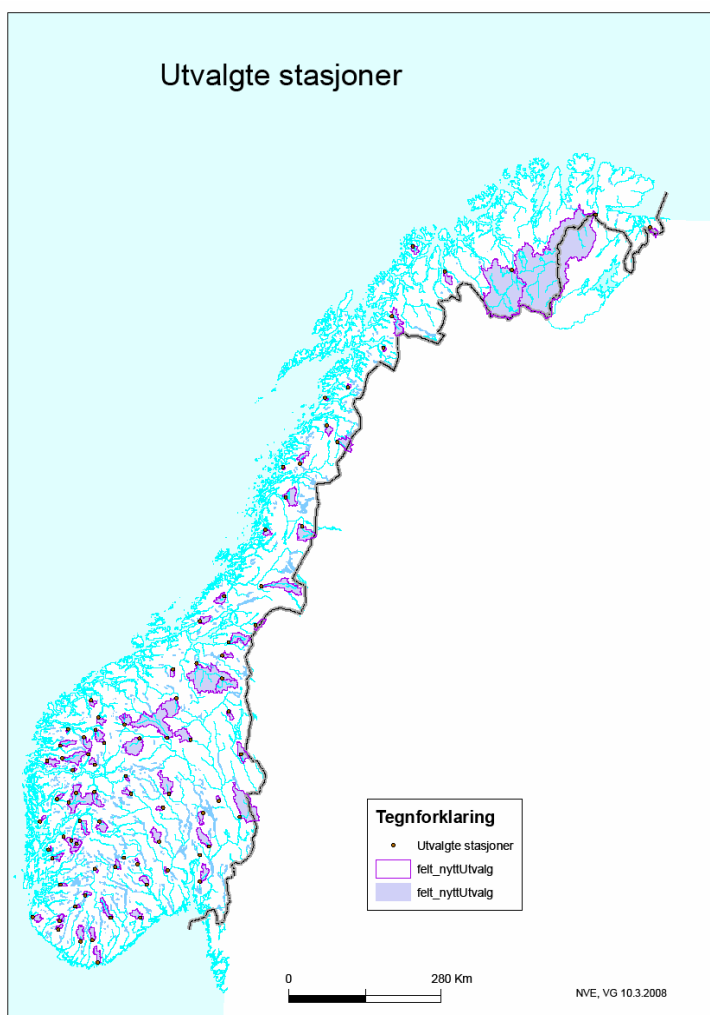
Ved første gjennomgang ble bortimot 100 uregulerte eller lite regulerte vannføringsserier valgt for å representere tilsiget til det norske kraftsystemet. De enkelte seriene representerer et energitilsig som varierer fra mindre enn 50 GWh/ år til over 10 TWh/ år.

Serier som representerer et energitilsig på 2 TWh eller mer er omtalt spesielt. Det gjelder i alt 22 serier (kap. 3.1.1). Det er også gjennomført en individuell vurdering av serier som representerer et energitilsig på 200 GWh/ år eller mindre (kap. 3.1.2). Dette gjelder 19 serier. For disse er det vurdert om de er nødvendige for å få en god beskrivelse av tilsiget til kraftsystemet, eller om det er andre serier som kan erstatte dem.

Totalt 17 av de omkring 100 foreslåtte seriene ligger i regulerte vassdrag. Enkelte av disse inngår også i det utvalgte flomvarslingstjenesten har benyttet til prognosering av energitilsig de siste årene. For disse seriene er det gjort en vurdering av om de kan antas å representere naturlige forhold, eller om de bør forkastes og eventuelt hvilken annen referanseserie som da bør benyttes (kap. 3.1.3).

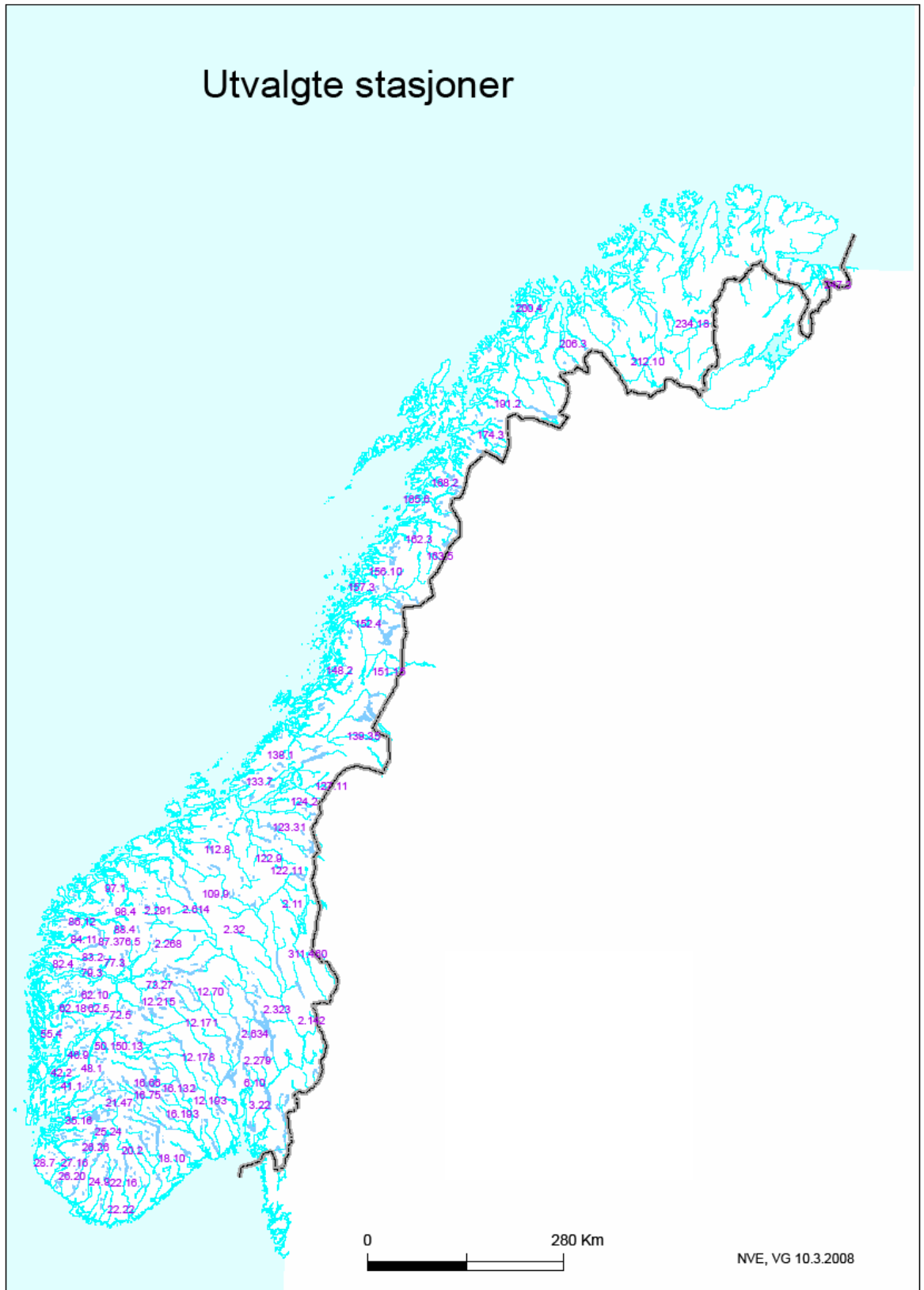
Videre er det gitt en oversikt over de modulene hvor to eller tre representative serier er foreslått benyttet (kap. 3.1.4). Totalt dreier det seg om drøyt 20 moduler.

Til slutt (kap. 3.1.5) er det gitt en oversikt over Hs forslag til nye tilsigsserier, totalt 84 serier. I figur 1a og b er disse stasjonenes geografiske plassering vist.



Figur 1a. Forslag til nye tilsigsserier, målestasjonenes posisjon og nedbørfelt.

Utvalgte stasjoner



Figur 1b. Forslag nye tilsigsserier, stasjonsnumre i henhold til NVE Hydrologisk avelings nummersystem.

3.1.1 Serier som representerer minst 2 TWh/ år

Det er totalt 22 serier som hver representerer et energitilsig på 2 TWh/ år eller mer. I sum representerer de mellom 65 og 70 prosent av det totale energitilsiget. I tabell 1 er det gitt en oversikt over seriene, og i figur 2 - 7 er vannføringsdata for de ulike stasjonene presentert som ukesmidler. Serier i omtrent samme høydenivå eller med en viss geografisk nærhet er plottet sammen, og forskjeller i avrenningsregime mellom seriene er kommentert.

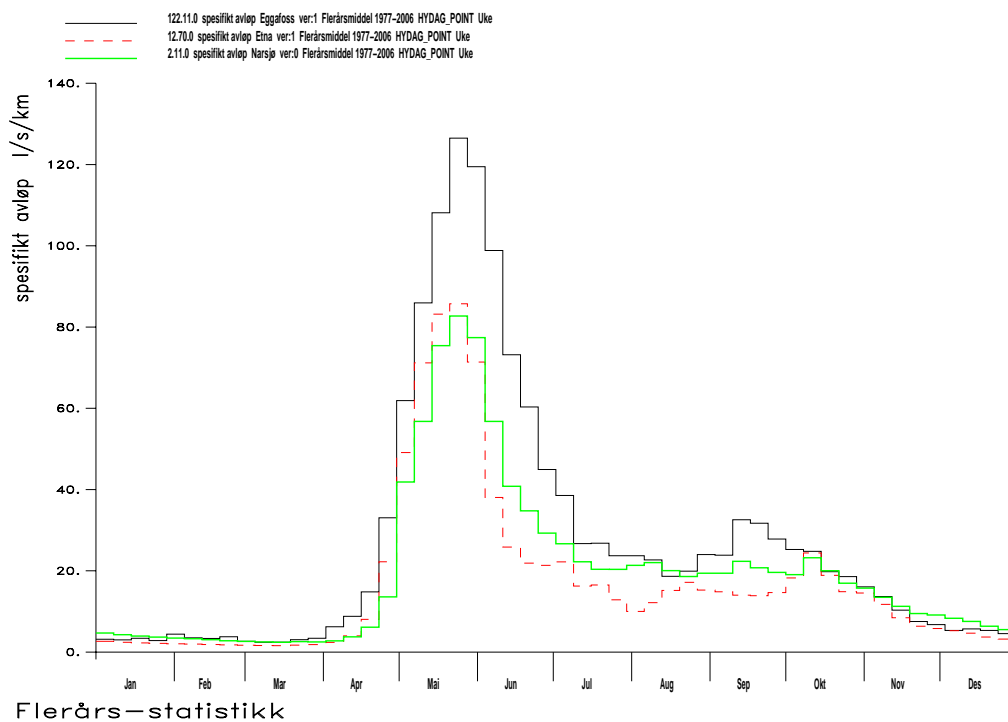
Tabell 1 Serier som representerer et tilsig på minst 2 TWH/ år.

* Verdier fra NVE-Atlas, øvrige fra Astrup 2001.

	Stasjon	Energitilsig	Areal	Laveste, median og største høyde i nedbørfeltet	Breandel	Midlere årsavløp
		GWh/år	km ²	moh.	%	l/s km ²
2.11	Narsjø	2359	119	737– 934 – 1595	0	19
2.268	Akslen	2125	795	480–1476– 2472	12	30
2.291	Tora	2000	263	700-1475 – 2014	5,5	43
2.614	Rosten	2596	1828	320–1181– 2200	0,2	18
12.215	Storeskar	3530	120	895–1347– 1814	0	30'
12.7	Etna	2795	570	400– 940 – 1686	0	13
20.2	Austenå	2963	277	225– 773 – 1101	0	37
21.47	Lislefjødd	5787	19	890–1025–1485	0	36*
25.24	Gjuvvatn	2079	97	950–1139– 1431	0	65*
26.26	Jogla	6427	31	610–1017–1198	0	71
50.1	Hølen	10562	232	130–1291–1681	0,4	52
50.13	Bjoreio	9720	262	1010–1249–1537	0	34*
62.1	Myrkdalsvatn	2981	157	229– 976 – 1429	0	76
62.18	Svartavatn	3006	72	219– 753 – 1110		103*
72.5	Brekke bru	3864	267	16– 1272 – 1759	3	62
73.27	Sula	2303	30	980–1285– 1812	0,7	34*
109.9	Risefoss	2886	744	550–1340– 2286	0,4	19*
122.11	Eggafoss	3720	653	285– 844 – 1286	0	26
151.15	Nervoll	4295	653	353– 830 – 1699	1,8	43
156.1	Berget	4481	209	60–780–1594	38	96*
163.5	Junkerdalselv	2122	420	110– 828– 1709	0,5	33
174.3	Øvstevatn	3785	29	275– 721 – 1543	ca. 6*	43*

2.11 Narsjø, 12.70 Etna og 122.11 Eggafoss

Disse feltene har medianhøyder fra omkring 850 til 950 moh. Eggafoss ligger sør i Trøndelag, Narsjø nord i Hedmark og Etna sentralt i Oppland. For alle disse feltene er vannføringen i gjennomsnitt størst i forbindelse med snøsmelting i slutten av mai. Eggafoss, har både mer nedbør og en jevnere fordeling av nedbør over året enn de to Østlands-feltene.

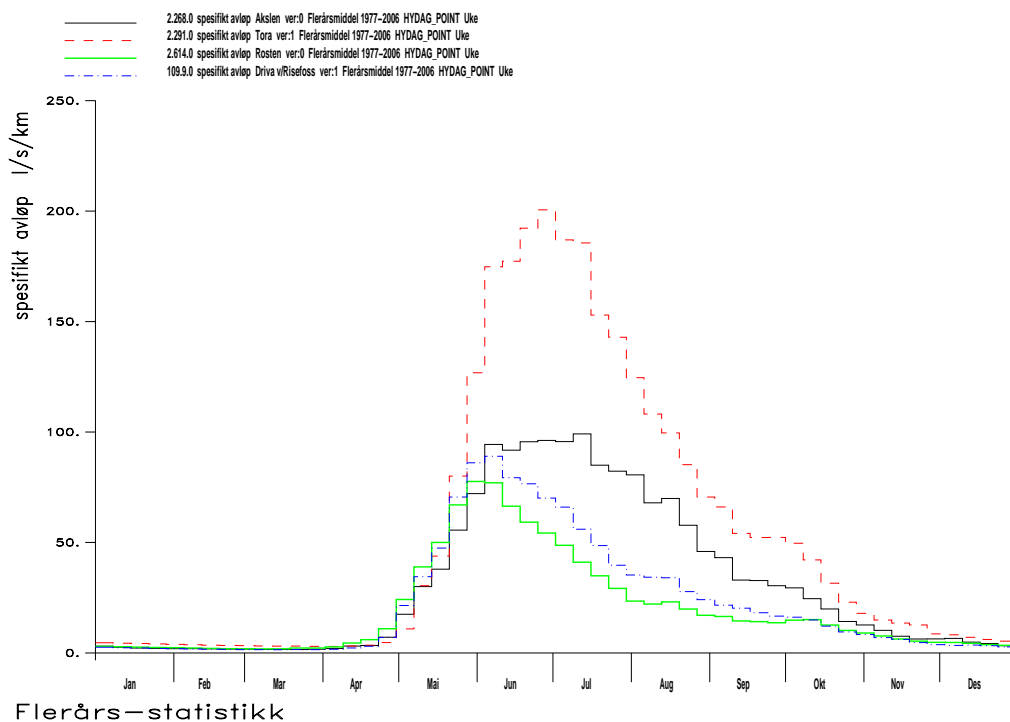


Figur 2. Spesifikk vannføring i l/s km² for Eggafoss (svart), Etna (rød) og Narsjø (grønn) for perioden 1977 til 2006.

Juli og august er vanligvis de mest nedbørrike månedene i disse feltene, men vannføringen er likevel relativt lav på denne tiden av året. Det skyldes både at snøsmeltingen er over, og at evapotranspirasjonen (plantenes forbruk av vann) da er på sitt høyeste.

2.268 Akslen, 2.291 Tora, 2.614 Rosten og 109.9 Risefoss

Feltene ligger i områdene omkring Jotunheimen og Dovrefjell og har medianhøyder fra omkring 1200 til 1500 moh. I feltet til Akslen og Tora er det betydelige innslag av breer, mens de to andre feltene er tilnærmet brefrie.



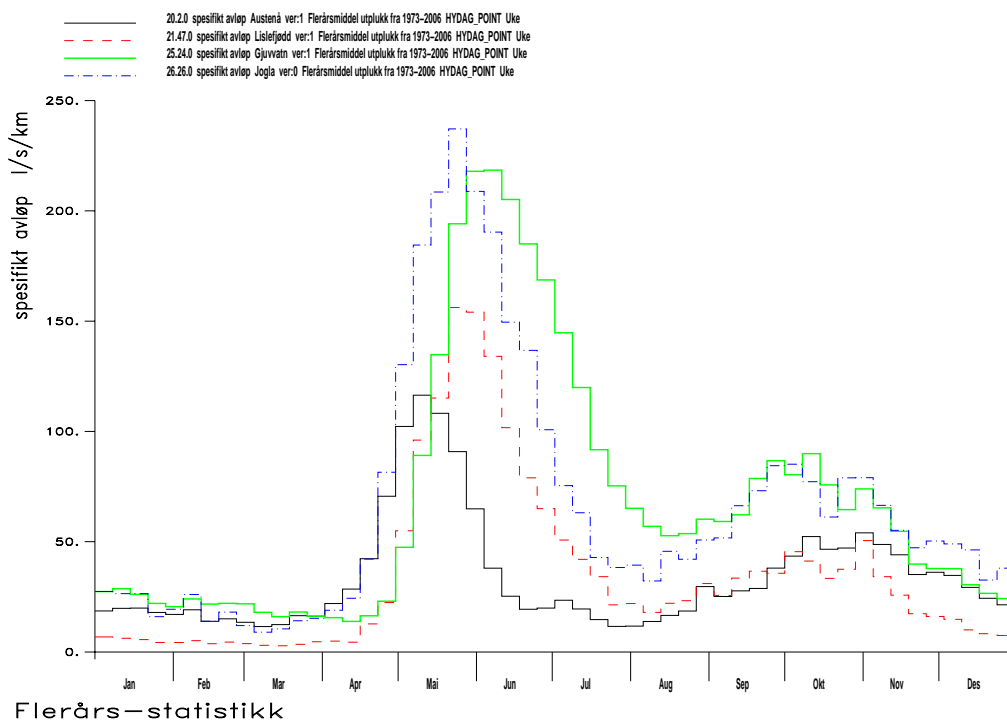
Figur 3. Spesifikk vannføring i l/s km² for Akslen (svart), Tora (rød), Rosten (grønn) og Risefoss (blå) for perioden 1977 til 2006.

Det medfører at for Risefoss og Rosten er vannføringen i gjennomsnitt størst i forbindelse med snøsmelting i slutten av mai eller starten av juni, mens for feltene med større breandel er vannføringen vanligvis størst senere i juni eller i juli. En ser og at Tora, som har et nedbørfelt som ligger langt vest i Jotunheimen, har betydelig høyere årsavrenning (mer nedbør) enn de øvrige. For Risefoss, som ligger på vestsiden av vannskillet, øverst i Driva, er årsavrenningen av samme størrelsesorden som for Rosten.

Det er betydelig høyere spesifikk avrenning lenger vest i Drivas felt. I disse fjellområdene er det vanligvis mest nedbør seint på høsten og starten av vinteren (november – januar), mens det er minst nedbør på våren og forsommeren (april – juni).

20.2 Austenå, 21.47 Lislefjodd, 25.24 Gjuvvatn og 26.26 Jogla

Disse feltene ligger i den sørlige delen av landet og har medianhøyder fra omkring 750 til 1150 moh. I dette området har nedbøren en markert vest – øst gradient, noe som gir høyere avrenning gjennom året for de vestligste feltene Gjuvvatn og Jogla enn de to andre feltene. For alle disse feltene er vannføringen i gjennomsnitt størst i forbindelse med snøsmelting i mai eller juni. Vårflommen kulminerer tidligst ved Austenå, som har det lavestliggende feltet, og seinest i Gjuvvatn som ligger høyest.



Figur 4. Spesifikk vannføring i l/s km² for Austenå (svart), Lislefjodd (rød), Gjuvvatn (grønn) og Jogla (blå) for perioden 1973 til 2006.

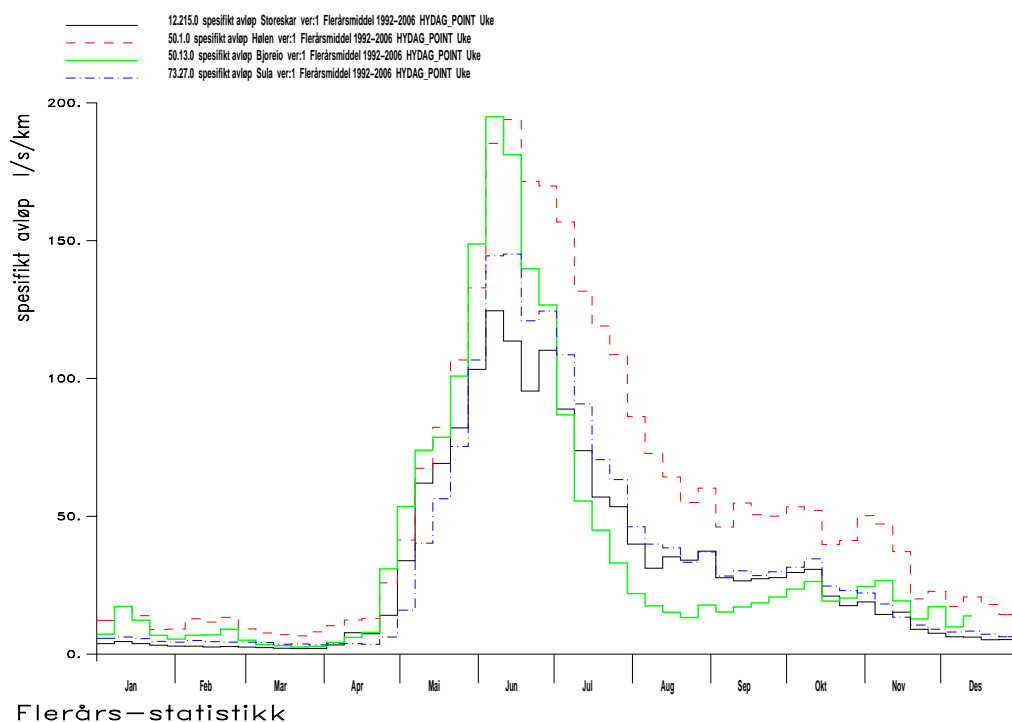
En kan og legge merke til at vinterstid er den spesifikke avrenningen ved Austenå på nivå med stasjonene lenger vest, mens den er betydelig lavere ved Lislefjodd øverst i Otra. Det skyldes at både ved Austenå og feltene lenger vest er det mer innslag av mildvær vinterstid enn i øvre del av Otra. Det medfører også at vårflomvolumet er vesentlig større for Lislefjodd enn for Austenå selv om de to feltene i middel over året har omtrent den samme avrenningen.

For alle feltene avtar avrenningen etter at snøsmeltingen er over, og for Austenå er midlere vannføring i slutten av juli på nivå med lavvannføringen om vinteren. I dette området av landet er det imidlertid mest nedbør på høsten (september – desember), noe som fører til at mark- og grunnvannsmagasinerne igjen fylles etter sommerens uttørring og at avrenningen øker utover høsten.

12.215 Storeskar, 50.1 Hølen, 50.13 Bjoreio og 73.27 Sula

Disse feltene har medianhøyder fra omkring 1250 til 1350 moh. Storeskar ligger øverst i Hemsedal, mens Sula ligger øverst i Lærdalsvassdraget, vest for vannskillet. Bjoreio, som ligger i Eidfjordvassdraget og Hølen i Kinso har nedbørfelt lenger sør på Vestlandet ved Hardangerfjorden.

For alle feltene er vannføringen vanligvis størst i forbindelse med snøsmelting i starten av juni. Videre ser en at det er noe høyere avrenning vinterstid ved Bjoreio og Hølen enn for Storeskar og Sula. Det skyldes at en har mer stabil vinter i Hemsedal og øvre del av Lærdalsvassdraget enn lenger sørvest i områdene rundt Hardangerfjorden.



Figur 5. Spesifikk vannføring i $l/s\ km^2$ for Storeskar (svart), Hølen (rød), Bjoreio (grønn) og Sula (blå) for perioden 1992 til 2006.

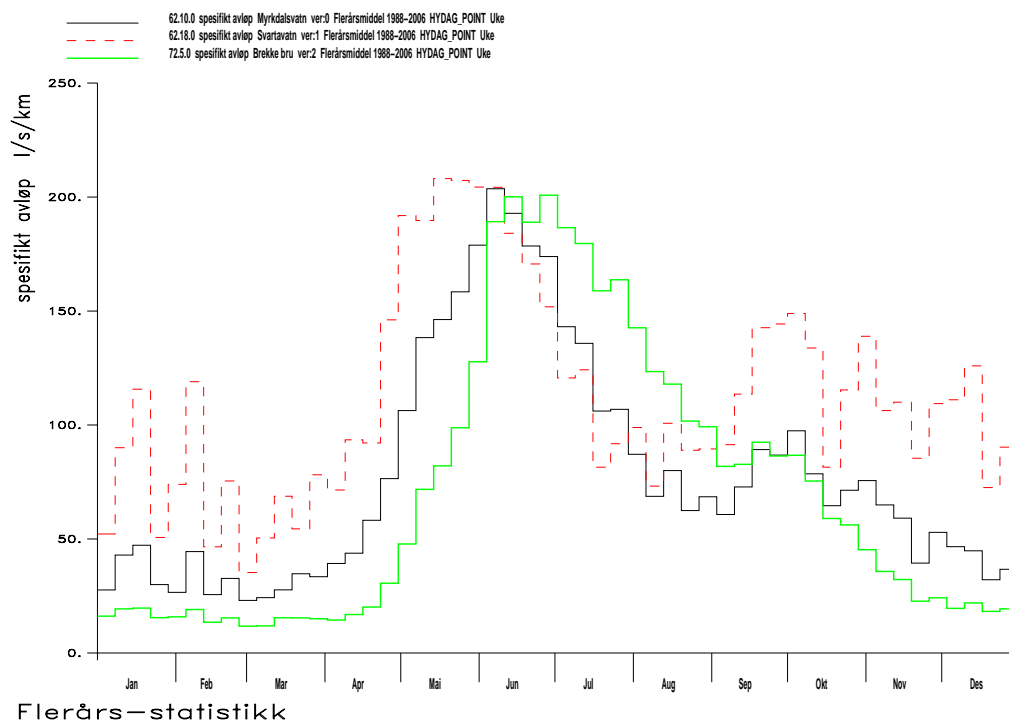
Videre ser en at avrenningen over året er nokså lik for Sula og Storeskar, som ligger på hver sin side av vannskillet. Ut fra at det er noen mindre breer i feltet til Sula, og at dette feltet sannsynlig har et større snømagasin enn feltet til Storeskar, kunne en forvente vesentlig høyere avrenning ved Sula enn Storeskar utover sommeren. På sommeren er det imidlertid mer nedbør øst enn vest for vannskillet. Dette bidrar til å opprettholde en relativt høy avrenning også ved Storeskar utover sommeren. For Bjoreio, som er et breffritt felt og som har samme spesifikke årsavrenning som Sula, ser en at avrenningen avtar raskere utover sommeren.

Det er noen viktige forskjeller i fordelingen av avrenningen over året mellom Bjoreio og Hølen. For det første avtar nedbøren vestover i dette området, noe som betyr at det både er mer nedbør som regn og større snømagasin i feltet til Hølen enn i feltet til Bjoreio. Det medfører at avrenningen utover sommeren er markert høyere for Hølen enn for Bjoreio. Videre ligger omkring 10 prosent av feltet til Hølen lavere enn 1000 moh., mens hele feltet til Bjoreio ligger høyere enn dette. Det medfører at nedbørfeltet til Hølen er mer utsatt for mildvær seint på høsten og vinteren enn feltet til Bjoreio, noe som gir høyere vinteravrenning ved Hølen enn Bjoreio.

Både i fjellområdene omkring Hardangerfjorden og lenger nord mot Lærdal er det vanligvis mest nedbør på høsten (september – desember) og minst på våren (april – mai). I Hemsedal er det mest nedbør på sommeren og tidlig på høsten (juni – oktober) og minst i perioden februar til april.

62.10 Myrkdalsvatn, 62.18 Svartavatn og 72.5 Brekke bru

Disse feltene ligger på en akse vest - øst mellom Hardangerfjorden og Sognefjorden. Svartavatn, som er lengst vest, ligger i maksimalsonen for nedbør på Vestlandet. Midlere årsavrenning er her drøyt 100 l/s km². Nedbøren avtar østover, slik at for Brekke bru, som ligger lengst øst av de tre feltene, er midlere årsavrenning 62 l/s km².

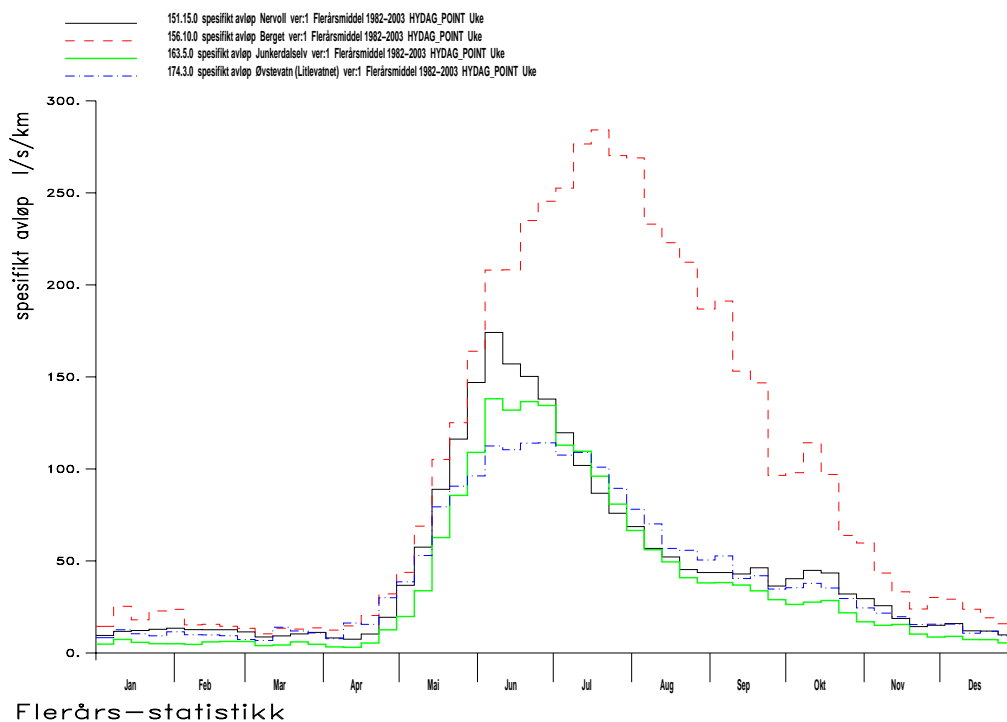


Figur 6. Spesifikk vannføring i l/s km² for Myrkdalsvatn (svart), Svartavatn (rød) og Brekke bru (grønn) for perioden 1988 til 2006.

Svartavatn ligger lavere enn de øvrige feltene med en medianhøyde på omkring 750 moh. Det medfører at det her er relativt høy avrenning hele året og at flommer kan forekomme til nesten alle tider av året. I middel er vannføringen størst ved disse tre stasjonene i forbindelse med snøsmelting på våren og forsommeren. Utover sommeren avtar vannføringen raskere ved Svartavatn enn ved Myrkdalsvatn og Brekke bru. Det skyldes at disse feltene ligger høyere (median-høyder på omkring 1000 og 1300 moh.), noe som gir mer snø gjennom vinteren og tregere avsmelting på våren. I feltet til Brekke bru er det og noen mindre breer som bidrar til å opprettholde vannføringen utover sommeren.

151.15 Nervoll, 156.10 Berget, 163.5 Junkerdalselv og 174.3 Øvstevatn

Disse feltene ligger fra sør i Nordland til Troms og har medianhøyder som varierer fra ca. 720 til 830 moh. Avrenningen ved Berget skiller seg klart fra de øvrige, både ved et større volum og fordelingen over året. Dette skyldes at feltet til Berget ligger lenger vest enn de øvrige, noe som gir mer nedbør. I tillegg utgjør deler av Svartisen nesten 40 prosent av nedbørfeltet til Berget, noe som har stor betydning for avrenningen.



Figur 7. Spesifikk vannføring i l/s km² for Nervoll (svart), Berget (rød), Junkerdalselv (grønn) og Øvstevatn (blå) for perioden 1982 til 2003.

Også vinterstid er avrenningen ved Berget noe høyere enn for de øvrige feltene. Dette skyldes sannsynligvis at nedre del av feltet til Berget både er lavtliggende og nær kysten slik at mildvær om vinteren i større grad slår inn her enn i øvre del av Vefsna (Nervoll) eller på Saltfjellet (Junkerdalselv).

Breprosenten for Øvstevatn (ca. 6 prosent) er høyere enn for Junkerdalselv (0,5 prosent) og Nervoll (1,8 prosent). Det bidrar til at avrenningen utover sommeren er litt høyere ved Øvstevatn enn i de to andre feltene.

3.1.2 Serier som representerer 200 GWh/ år eller mindre.

Tabell 2 viser oversikt over de seriene som representerer minst energitilsig i vårt første foreslåtte utvalg. Totalt dreier dette seg om 19 serier, med et samlet energitilsig på drøyt 2 TWh eller mellom 1 og 2 prosent av det totale energitilsiget.

I figur 8-17 er vannføringsdata for de ulike stasjonene presentert som ukemidler. Serier i omtrent samme høydenivå eller med en viss geografisk nærhet er plottet sammen, og forskjeller i avrenningsregime mellom seriene er kommentert. I figurene er det og presentert flere serier som representerer et tilsig større enn 200 GWh/ år. Disse er tatt med for å vurdere om stasjonene i tabell 2 kan erstattes av andre, eller om de bør være med i vårt utvalg for å få en best mulig beskrivelse av tilsigsvariasjonene i det norske vannkraftsystemet. Det er til en viss grad tatt hensyn til at noen av disse seriene vil kunne få større betydning etter hvert som flere småkraftverk settes i drift.

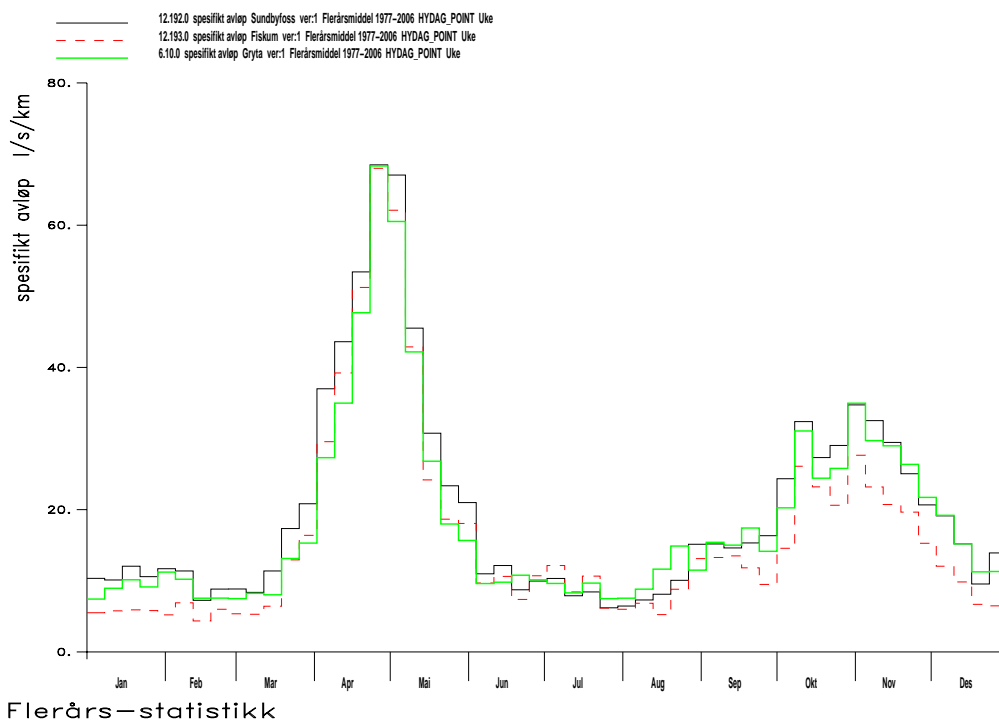
Resultatene er oppsummert i tabell 2, hvor det anbefales at 10 av disse 19 seriene blir med i det videre utvalget.

Tabell 2 Serier som representerer et tilsig 200 GWh/ år eller mindre.

	Stasjon	Energitilsig GWh/ år	Kommentar
6.1	Gryta	62	Beholdes (+ 57 GWh fra Sundbyfoss)
12.192	Sundbyfoss	57	Erstattes av 6.10 Gryta
12.193	Fiskum	159	Beholdes
22.16	Myglevatn	129	Beholdes
22.22	Søgne	189	Beholdes (+ 100 GWh fra Møska)
24.8	Møska	100	Erstattes av 22.22 Søgne
25.8	Mygland	70	Erstattes av 24.9 Tingvatn
26.20	Årdal	123	Beholdes
27.24	Helleland	200	Erstattes av 26.20 Årdal
27.26	Hetland	147	Erstattes av 28.7 Haugland
28.7	Haugland	35	Beholdes (+ 147 GWh fra Hetland)
55.4	Røykenes	126	Beholdes
55.5	Dyrdalsvatn	73	Erstattes av 42.2 Djupevad
77.3	Sogndalsvatn	107	Beholdes
88.4	Lovatn	129	Beholdes
97.1	Fetvatn	152	Beholdes
104.23	Vistdal	70	Erstattes av 112.8 Rinna
105.1	Øren	45	Erstattes av 138.1 Øyungen
127.13	Dillfoss	153	Erstattes av 124.2 Høggås bru

12.192 Sundbyfoss, 12193 Fiskum og 6.10 Gryta

Disse tre stasjonene ligger alle i lavlandet på Østlandet. Seriene har data fra henholdsvis 1976, 1976 og 1967. De er alle uregulerte, og de har ikke observasjonsbrudd. Avrenningen ved stasjonene varierer nokså likt gjennom året. Det skyldes at de ligger i omtrent samme høydenivå, alle har medianhøyde på ca. 200 – 300 moh. Fiskum ligger imidlertid noe lenger fra kysten enn de to andre stasjonene. Det gir et mer stabilt vinterklima og lavere vinteravrenning enn for de andre stasjonene.

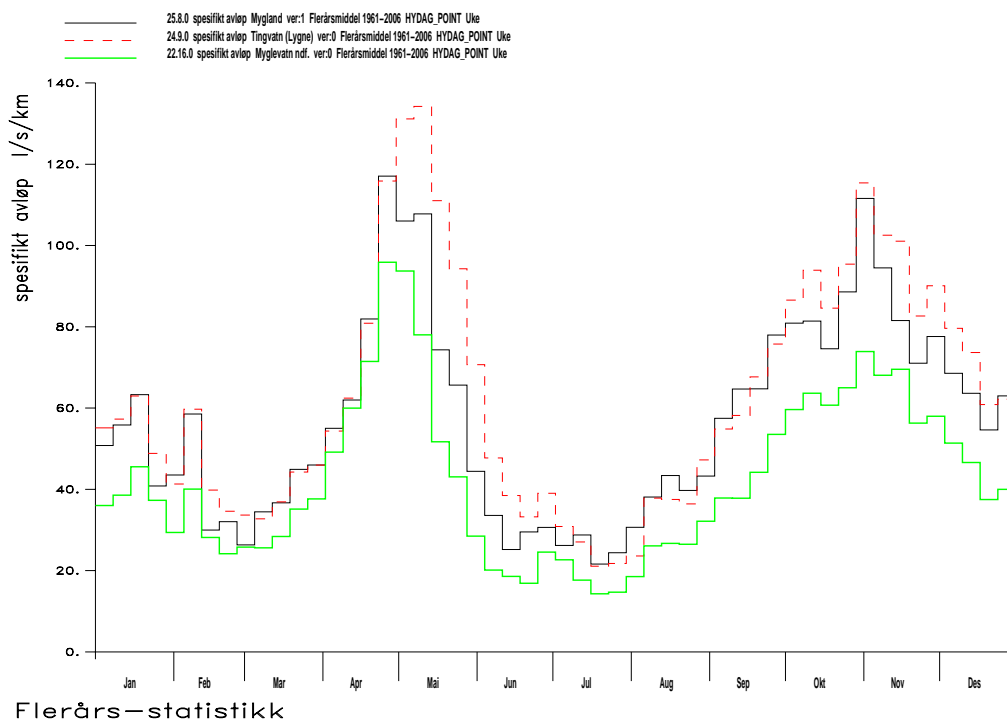


Figur 8. Spesifikk vannføring i l/s km² for Sundbyfoss (svart), Fiskum (rød) og Gryta (grønn) for perioden 1977 til 2006.

Sundbyfoss, Fiskum og Gryta representerer et energitilsig på henholdsvis 57,159 og 62 GWh. Det foreslås at Gryta erstatter Sundbyfoss da denne serien er lengst serie av disse to. Det medfører at Gryta vil representere et energitilsig på 119 GWh. Fiskum beholdes da vinteravrenningen her skiller seg fra de to øvrige.

22.16 Myglevatn, 24.9 Tingvatn og 25.8 Mygland

Disse stasjonene ligger på Sørlandet. Seriene har data fra henholdsvis 1951, 1922 og 1931. De er uregulerte og har ikke brudd i observasjonsperioden. Medianhøyden er i overkant av 550 moh. for Mygland og Tingvatn og ca. 450 moh. for det østligste feltet Myglevatn. Både størrelsen og variasjonen i avrenning gjennom året er nokså lik for Mygland og Tingvatn, selv om vårkulminasjonen er to uker tidligere ved Mygland enn Tingvatn.



Figur 9. Spesifikk vannføring i l/s km² for Mygland (svart), Tingvatn (rød) og Myglevatn (grønn) for perioden 1961 til 2006.

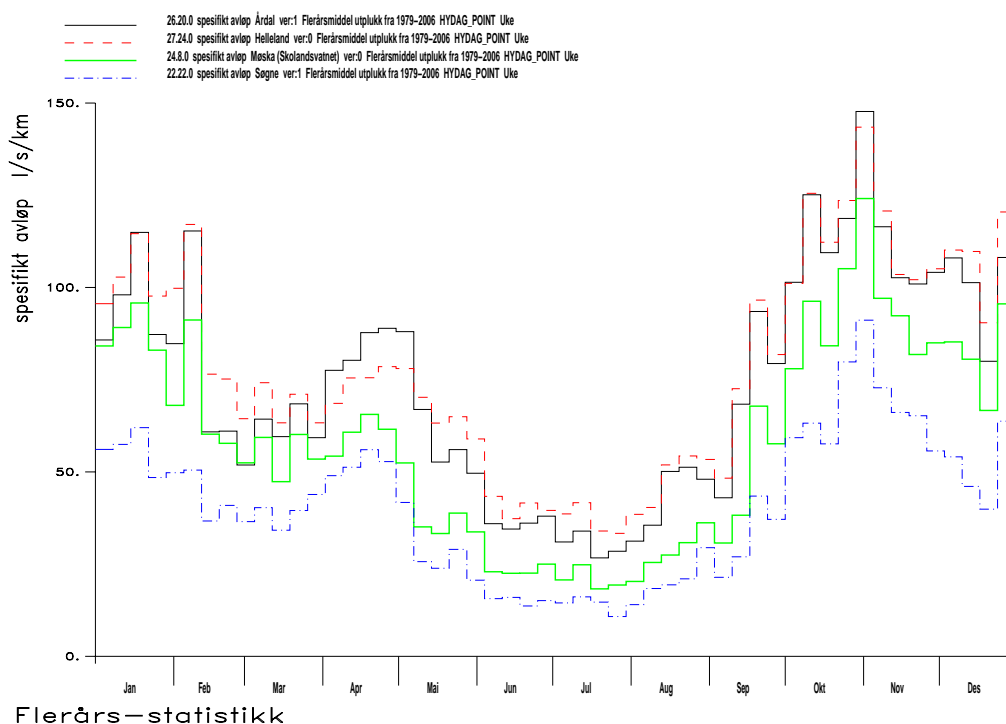
Det har vært problemer med driften av stasjonen Mygland, blant annet på grunn av is. Det er derfor planer om å flytte stasjonen (ref. Oddmund Solheim, NVE-HH). Det synes derfor fornuftig å erstatte Mygland med Tingvatn i vårt utvalg av serier.

Myglevatn, Tingvatn og Mygland representerer henholdsvis 129 GWh, 727 GWh og 70 GWh i vårt første utvalg. Med denne justeringen vil Tingvatn representere et tilsig på 797 GWh.

22.22 Søgne, 24.8 Møska, 26.20 Årdal og 27.24 Helleland

Disse fire stasjonene ligger på Sørlandet eller sør i Rogaland. Søgne, Møska, Årdal og Helleland representerer henholdsvis 189, 100, 123 og 200 GWh. Stasjonene har data fra 1973, 1978, 1970 og 1896. For Søgne og Møska er det noen lengre observasjonsbrudd. I nedbørfeltet til Helleland er det et kraftverk med et mindre magasin. Vannføringen har siden 1925 vært noe påvirket av reguleringsinngrep.

Medianhøyden for Årdal og Helleland er snaut 500 moh., mens Søgne og Møska ligger noe lavere, ca. 200 - 300 moh. Vannføringen varierer nokså likt gjennom året ved de fire stasjonene, men relativt sett er det større forskjell mellom de ulike årstidene for Søgne og Møska enn for Årdal og Helleland.



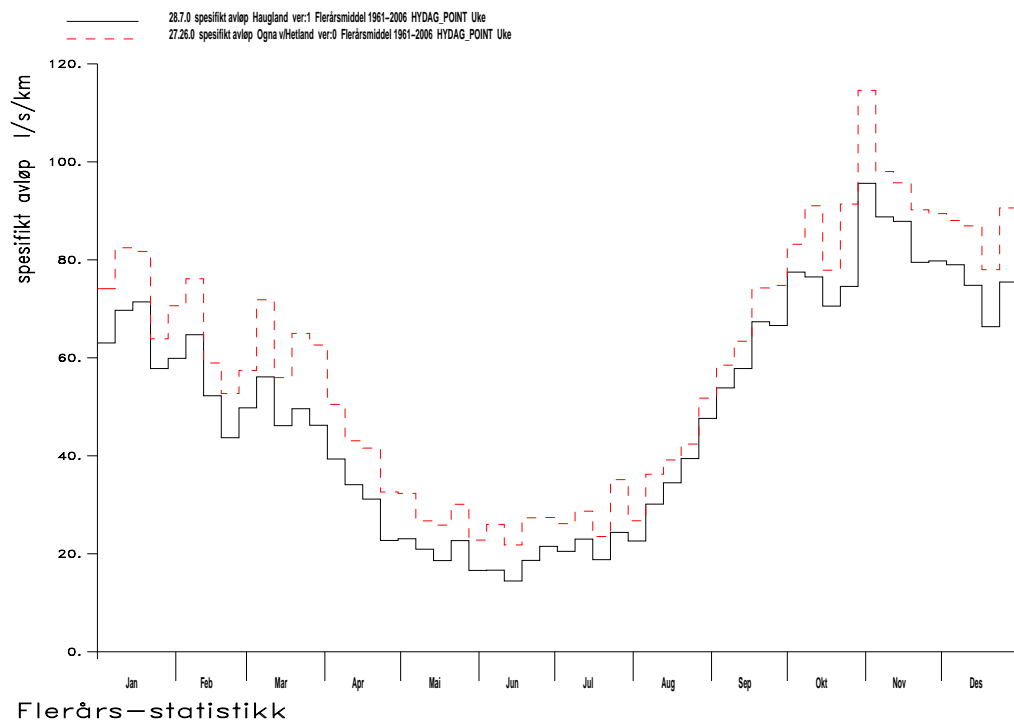
Figur 10. Spesifikk vannføring i l/s km² for Årdal (svart), Helleland (rød), Møska (grønn) og Søgne (blå) for perioden 1979 til 2006.

En korrelasjonsanalyse på vannføringsdata fra Søgne og Møska gir en korrelasjonskoeffisient på over 0,8 for døgndata og nesten 0,9 for ukedata. Det synes derfor rimelig å erstatte Møska, som har den korteste observasjonsperioden, med Søgne i vårt utvalg av serier. Det medfører at Søgne vil representere et energitilsig på 289 GWh.

For Helleland og Årdal er den største forskjellen i vannføring gjennom året i april/ mai. Det kan skyldes at Helleland er litt regulert. Sannsynligvis magasineres noe smeltevann i Hellelands-vassdraget. Det antas derfor at serien for Årdal beskriver det naturlige tilsiget på en bedre måte. Det anbefales derfor at Årdal erstatter Helleland fra 1970 som da vil representere 323 GWh. For forlengelse av Årdal-serien før 1970 bør det vurderes om HBV-modell eller regresjon mot Helleland vil gi det beste resultatet.

28.7 Haugland og 27.26 Hetland

Haugland og Hetland er to felt som ligger sør i Rogaland, og de representerer henholdsvis 35 og 147 GWh. Begge seriene har data tilbake til før 1920. Figuren viser spesifikk avrenning ($l/s \text{ km}^2$) for Haugland (svart) og Hetland (rød) for årene 1961-2006.

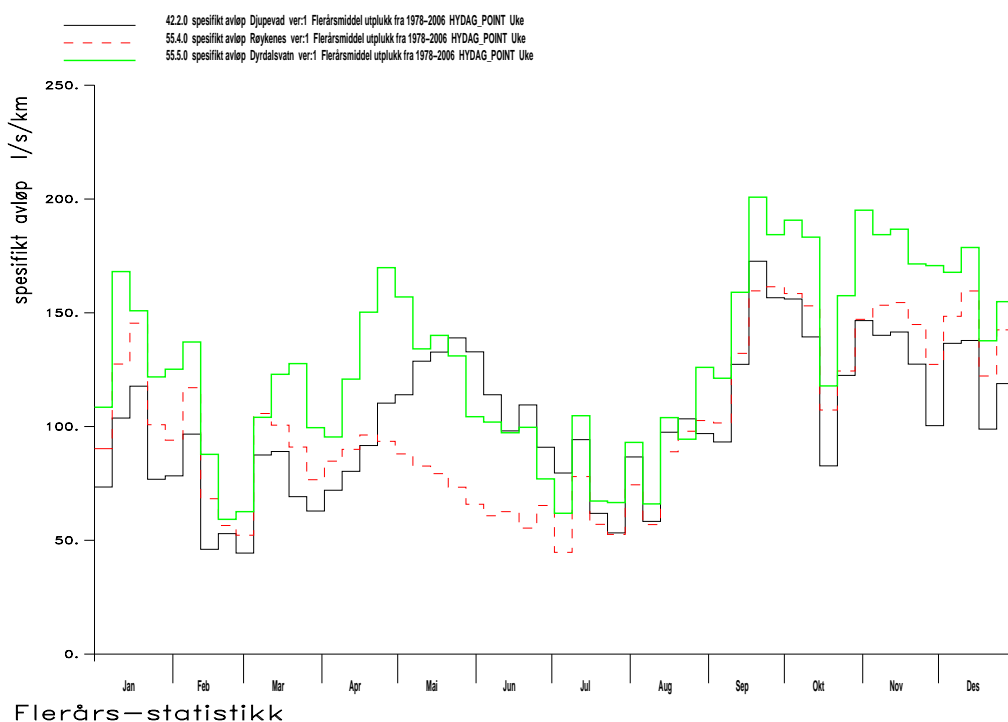


Figur 11. Spesifikk vannføring i $l/s \text{ km}^2$ for Haugland (svart) og Hetland (rød) for perioden 1961 til 2006.

Avrenningen ved de to stasjonene samvarierer godt gjennom året. Disse stasjonene har og omtrent samme medianhøyde (ca. 180 moh.). For Haugland har flomvarslinga allerede en etablert HBV-modell. Haugland foreslås derfor å erstatte Hetland i vårt utvalg. Det medfører at Haugland vil representere et energitilsig på 182 GWh.

42.2 Djupevad, 55.4 Røykenes og 55.5 Dyrdalsvatn

Alle disse tre feltene ligger nokså nær kysten i Hordaland. Djupevad, Røykenes og Dyrdalsvatn representerer henholdsvis 462, 126 og 73 GWh. Djupevad og Røykenes har komplette data fra 1963 og 1934. Dyrdalsvatn har data fra 1977, men her er det observasjonsbrudd fra 1997 til 2001. Alle stasjonene er uregulert, Dyrdalsvatn og Røykenes ligger begge i Oselva. Median høyde for Djupevad og Dyrdalsvatn er omkring 550 moh., mens Røykenes ligger lavere med nærmere 300 moh.



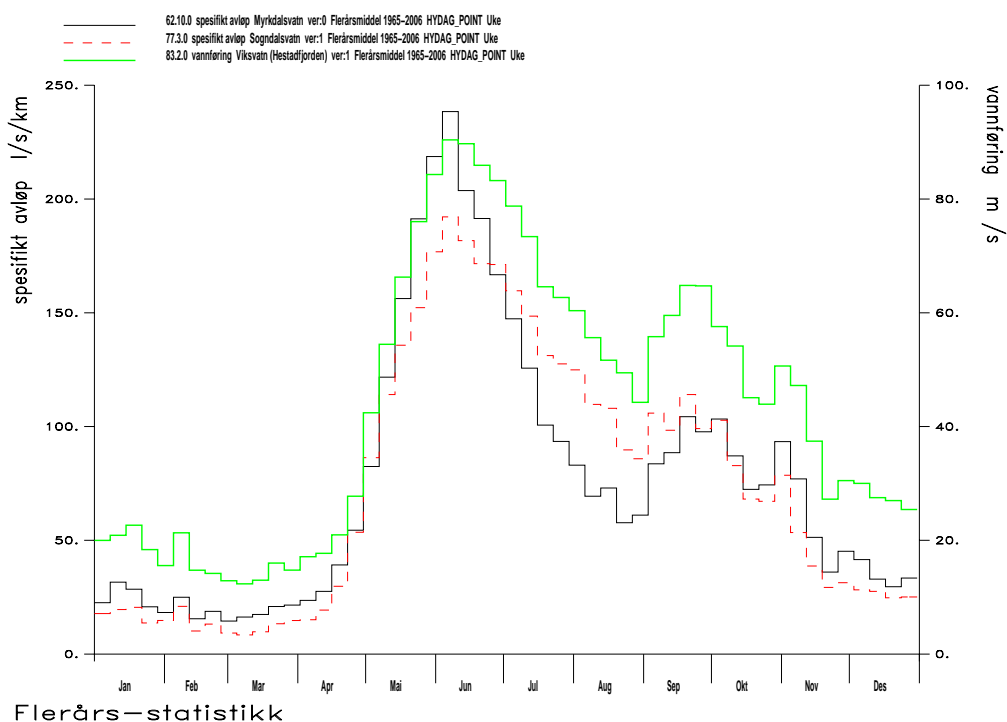
Figur 12. Spesifikk vannføring i l/s km² for Djupevad (svart), Røykenes (rød) og Dyrdalsvatn (grønn) for perioden 1978-96/ 2002-2006.

En ser av figuren at det er noe forskjell i fordeling av avrenning gjennom året mellom stasjonene, spesielt i april/ mai i forbindelse med snøsmelting. Avrenningen er da størst i de høyestliggende feltene. Dette sammen med det faktum at Dyrdalsvatn ikke har komplette data og har en usikker vannføringskurve medfører at det anbefales å erstatte Dyrdalsvatn med Djupevad i vårt utvalg. Det medfører at Djupevad vil representere et energitilsig på 535 GWh.

Røykenes beholdes, da avrenningen her har en noe annen årsfordeling og det er en serie som kan være svært aktuell for å beskrive tilsig til nye småkraftverk.

62.10 Myrkdalsvatn, 77.3 Sogndalsvatn og 83.2 Viksvatn

Disse tre feltene ligger et stykke inn fra kysten i Hordaland og Sogn- og Fjordane. Myrkdalsvatn, Sogndalsvatn og Viksvatn representer henholdsvis 2981, 107 og 222 GWh. Seriene har komplette data fra 1964, 1962 og 1902, og de er uregulert. Median høyde for Myrkdalsvatn og Sogndalsvatn er ca. 1000 moh., mens Viksvatn ligger lavere med drøyt 800 moh. Feltene til Sogndalsvatn og Viksvatn har en brendel på omkring 6 og 4 prosent, Myrkdalsvatn er breffritt.

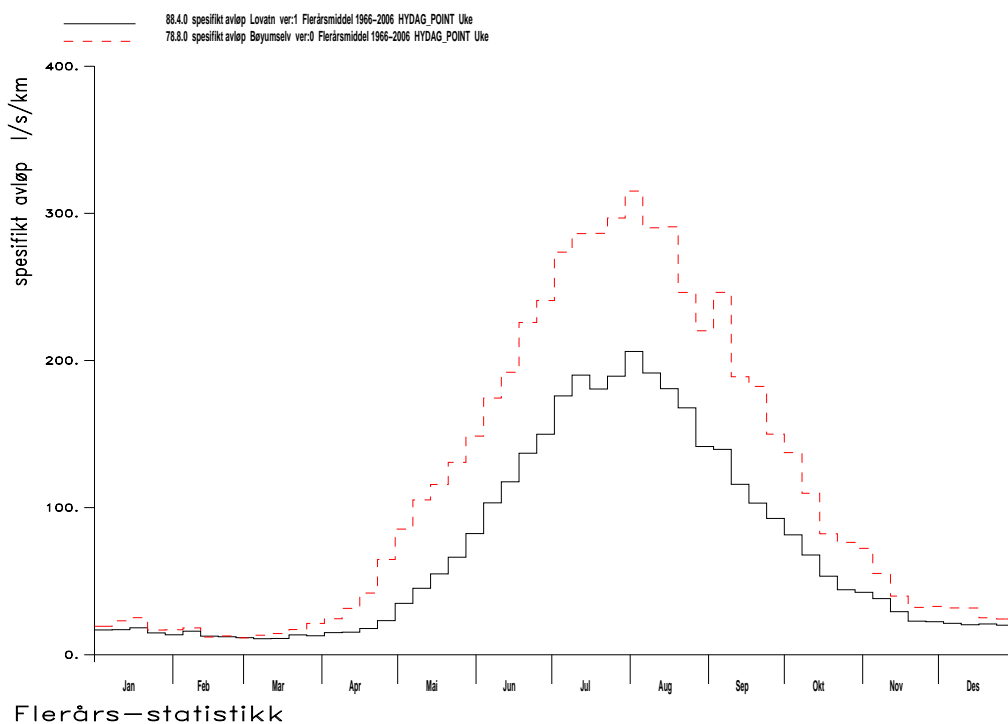


Figur 13. Spesifikk vannføring i l/s km² for Myrkdalsvatn (svart), Sogndalsvatn (rød) og Viksvatn (grønn) for perioden 1965-2006.

Avrenningen er relativt forskjellig for de tre stasjonene gjennom året. Brefeltene har en markert høyere avrenning utover sommeren enn Myrkdalsvatn som er breffritt. Videre ser en at Viksvatn, som ligger noe nærmere kysten og lavere enn de to andre, har et høyere vinteravløp. Alle feltene anbefales benyttet i vårt utvalg av serier.

78.8 Bøyumselv og 88.4 Lovatn

Begge disse feltene drenerer deler av Jostedalsbreen. Bøyumselv og Lovatn representerer henholdsvis 1418 og 129 GWh. Lovatn har data fra 1900 og Bøyumselv fra 1965. Stasjonene er uregulerte. Median høyde er ca. 1250 moh. for Bøyumselv og 1350 moh. for Lovatn. Begge feltene har en stor brendel med 40 og 37 prosent.



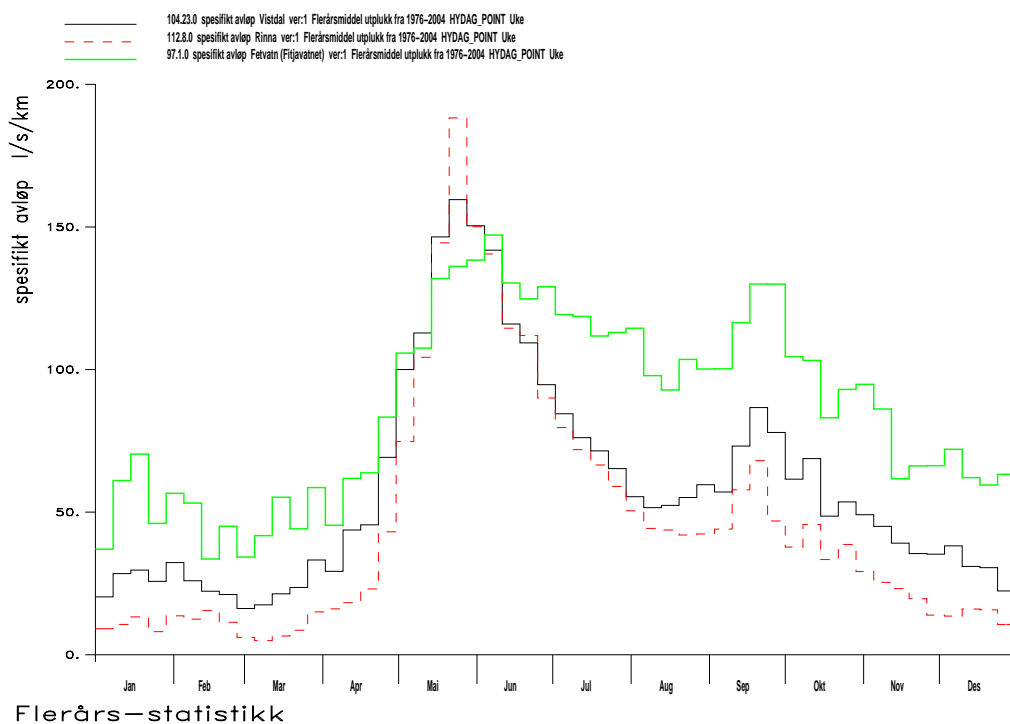
Figur 14. Spesifikk vannføring i $l/s\ km^2$ for Lovatn (svart) og Bøyumselv (rød) for perioden 1966-2006.

En ser av figuren at Lovatn har en forholdsvis større andel av årsavløpet i løpet av vinteren enn Bøyumselv og at vannføringsøkningen om våren kommer noe senere. Det siste skyldes sannsynligvis både at medianhøyden for Lovatn er noe høyere enn for Bøyumselv og at feltet ligger noe mer nordvendt. Relativt større vinteravløp kan skyldes den 10 km² store innsjøen Lovatn som bidrar til å opprettholde vannføringen utover vinteren.

Det foreslås å beholde både Lovatn og Bøyumselv i vårt utvalg da de har noe ulik fordeling av avløpet gjennom året.

97.1 Fetvatn, 104.23 Vistdal og 112.8 Rinna

Disse tre feltene ligger på Nord-Vestlandet. Fetvatn, Vistdal og Rinna representer henholdsvis 152, 70 og 1568 GWh. Fetvatn og Vistdal har komplette data fra 1946 og 1975. Rinna har data fra 1969, men har noen år med observasjonsbrudd. Stasjonene er uregulerte. Median høyde er for Fetvatn er 601 moh., Vistdal 733 moh. og Rinna 816 moh.

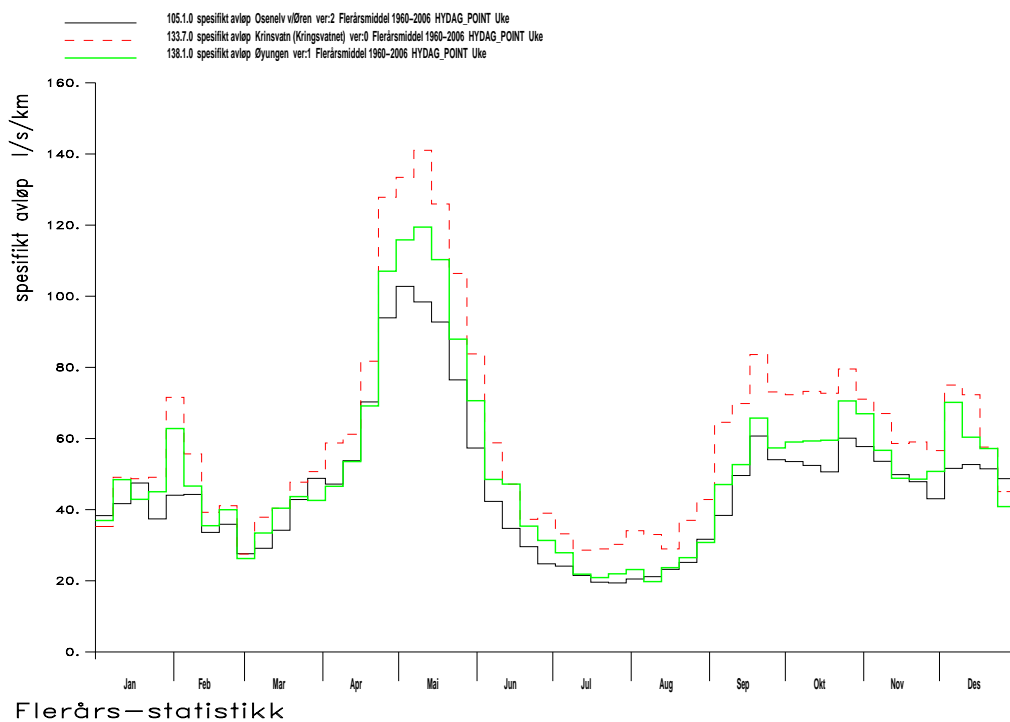


Figur 15. Spesifikk vannføring i l/s km² for Vistdal (svart), Rinna (rød) og Fetvatn (grønn) for perioden 1976-1999/ 2002-2004.

Fetvatn, som ligger noe lavere enn de øvrige, har betydelig mindre sesongvariasjoner enn de to øvrige. For Rinna, som ligger noe høyere enn Vistdal, er avrenningen mer konsentrert om snøsmeltesesongen (mai – juli), men fordelingen over året er nokså parallell ved de to stasjonene. Vannføringskurven ved Vistdal er svært usikker. Det anbefales derfor å erstatte Vistdal med Rinna i vårt utvalg av serier. Det medfører at Rinna vil representere et energitilsig på 1638 GWh.

105.1 Øren, 133.7 Kringsvatn og 138.1 Øyungen

Disse tre feltene ligger på kysten av Møre og Romsdal og Trøndelag. Øren, Kringsvatn og Øyungen representerer henholdsvis 45, 668 og 390 GWh. Alle seriene har komplette data tilbake til før 1930.

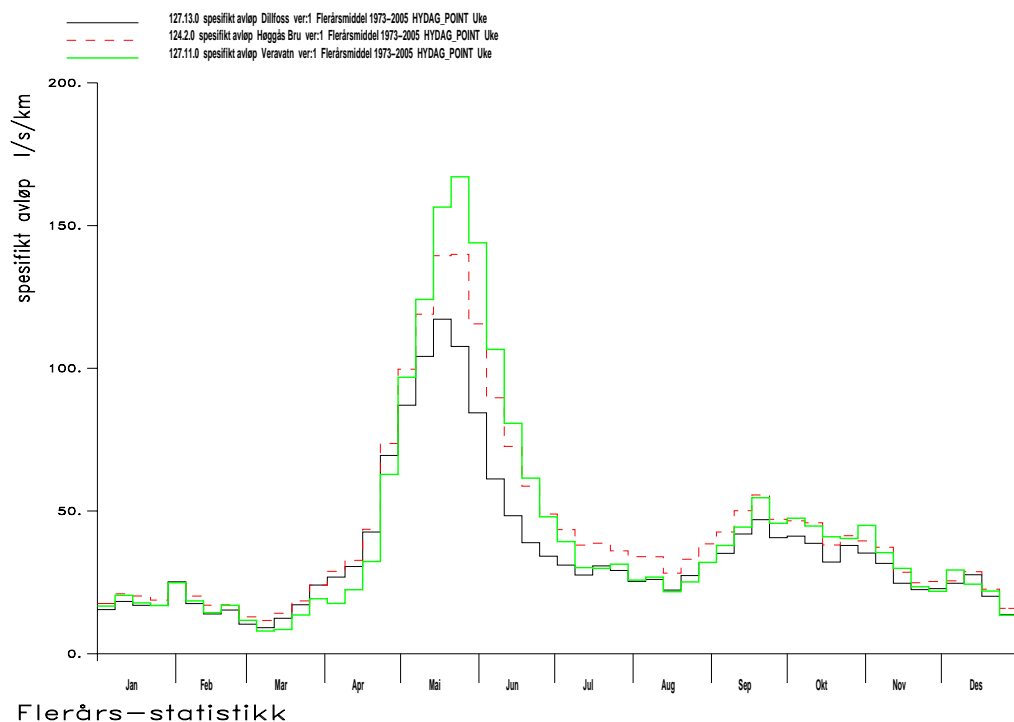


Figur 16. Spesifikk vannføring i l/s km² for Øren (svart), Kringsvatn (rød) og Øyungen (grønn) for perioden 1961-2006.

Avrenningen ved både Øren, Øyungen og Kringsvatn varierer nokså likt gjennom året. Median høyde i feltene varierer fra omkring 250 til 350 moh. Øren, som representerer det minste energitilsiget, foreslås erstattet av Øyungen. Det medfører at Øyungen representerer et energitilsig på 435 GWh.

124.2 Høggås bru, 127.11 Veravatn og 127.13 Dillfoss

Disse tre feltene ligger øst for Trondheimsfjorden. Høggås bru, Veravatn og Dillfoss representerer henholdsvis 291, 653 og 153 GWh. Høggås bru har data fra 1912, Veravatn fra 1966 og Dillfoss fra 1973. Stasjonene er uregulerte. Median høyde er omkring 500 – 530 moh. for alle stasjonene.



Figur 17. Spesifikk vannføring i l/s km² for Dillfoss (svart), Høggås bru (rød) og Veravatn (grønn) for perioden 1973- 2005.

Det er rimelig godt samsvar i variasjonene i årsavrenning for disse tre stasjonene. Det foreslås derfor at Dillfoss, som har den korteste serien og som også har en usikker vannføringskurve, erstattes av Høggås bru i vårt utvalg. Det medfører at Høggås bru vil representere et tilsig på 444 GWh.

3.1.3 Serier påvirket av oppstrøms reguleringsinngrep eller usikre feltgrenser.

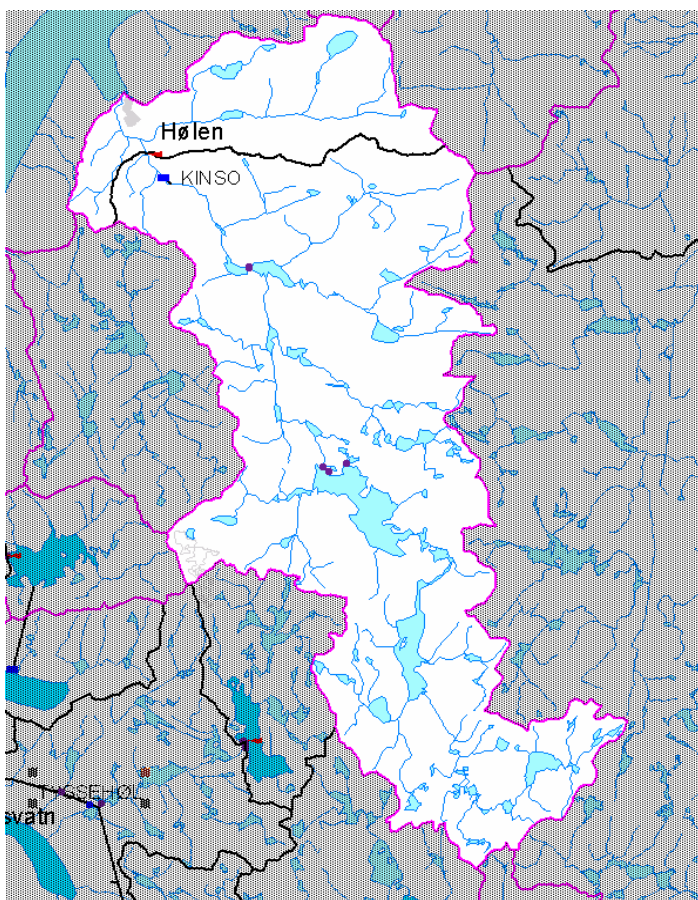
For noen av stasjonene som er foreslått i vårt nye utvalg av serier til Samkjøringsmodellen er det reguleringsinngrep i nedbørfeltet. For andre kan det være tvil om avgrensningen av nedbørfeltet, for eksempel på grunn av en innsjø med flere utløp. For stasjonene i tabell 3 er det antatt at inngrepene har marginal betydning med hensyn på bruk i Samkjøringsmodellen.

Tabell 3 Hydrologiske målestasjoner hvor det er mindre oppstrøms inngrep. Vannføringen ved målestasjonen antas fortsatt å være tilnærmet naturlig.

	Stasjon	Kommentar
2.634	Lena	Liten regulering fra 1991, ingen overføringer.
18.10	Gjerstad	Liten regulering, ingen overføringer.
50.1	Hølen	Kinso kraftverk, ingen magasinerings.
62.5	Bulken	Liten regulering, ingen overføringer. Flomdempingstiltak i Myrkdalsvatn og Vangsvatnet, avløpskapasitet under flom er økt.
83.2	Viksvatn	Ca. 1 km ² eller 0,2 prosent av feltet fraført
87.3	Teita bru	2 små kraftverk, ingen magasinerings
174.3	Øvstevatn	Vannuttak, drikkevann, ingen magasinerings.
311.460	Engeren	Hylla kraftverk, ca. 1 mill m ³ magasin.

I figur 18 er, som et eksempel, inngrepene oppstrøms målestasjonen 50.1 Hølen i Kinsovassdraget vist. Kraftstasjonen Kinso ligger oppstrøms målestasjonen. Kraftverket, som er et rent elvekraftverk uten magasiner, ble satt i drift i 1916.

I 1930-årene ble det etablert noen mindre dammer lenger opp i vassdraget for vannkraftformål. Disse magasinene er imidlertid ikke lenger i aktiv bruk (Lona 2002). Kinsovassdraget ble varig vernet mot kraftutbygging i 1973, og fra 1981 ble øvre del av vassdraget innlemmet i Hardangervidda nasjonalpark. Det er dermed rimelig å anta at en har naturlige vannføringsforhold ved målestasjonen Hølen.



Figur 18. Kinsovassdraget med målestasjonen Hølen. Kinso kraftverk er markert med blå firkant, og flere mindre dammer i vassdraget er markert med rundinger.

For enkelte stasjoner er det imidlertid noe større inngrep/ evt. usikkerhet knyttet til feltavgrensningen. I tabell 4 er det gitt en oversikt over disse. Forholdene er nærmere kommentert på de følgende sidene.

Tabell 4. Hydrologiske målestasjoner hvor det er noe større oppstrøms inngrep eller usikre feltgrenser.

	Stasjon	Kommentar
2.28	Aulestad	Flere mindre magasiner og kraftverk. Erstattes av 12.70 Etna.
2.291	Tora	Ca. 6 km ² fraført fra 1970-tallet. Data benyttes etter 1977.
2.614	Rosten	Usikker feltavgrensning, bl.a. to utløp av Lesjaskogsvatn. Beholdes i utvalg.
25.32	Knabåni	Problem med bever 1993-95. Planlagt utbygd kraftverk med magasin. Erstattes av 27.16 Bjordal.
27.24	Helleland	Kraftverk med magasin siden 1925. Erstattes av 26.20 Årdal, omtalt i kapittel 3.1.2.
48.1	Sandvenvatn	Ca. 9 km ² fraført siden 1967. Data benyttes etter 1967.
72.5	Brekke bru	Flere små magasiner, to små kraftverk. Brepåvirket. Beholdes i utvalg.
103.40	Horgheim	35 km ² fraført, 18 km ² tilført. Magasin. Usikker feltavgrensning, to utløp av Lesjaskogsvatn. Erstattes av 109.9 Risefoss
156.10	Berget	20 km ² fraført i 1955. Ustabilt areal før 1961 blant annet pga bredemt sjø. Data benyttes fra og med 1961.
196.35	Malangsfoss	47 km ² fraført. Magasin. Usikker feltavgrensning, to utløp av Rastajávri. Erstattes av 191.2 Øvrevatn.

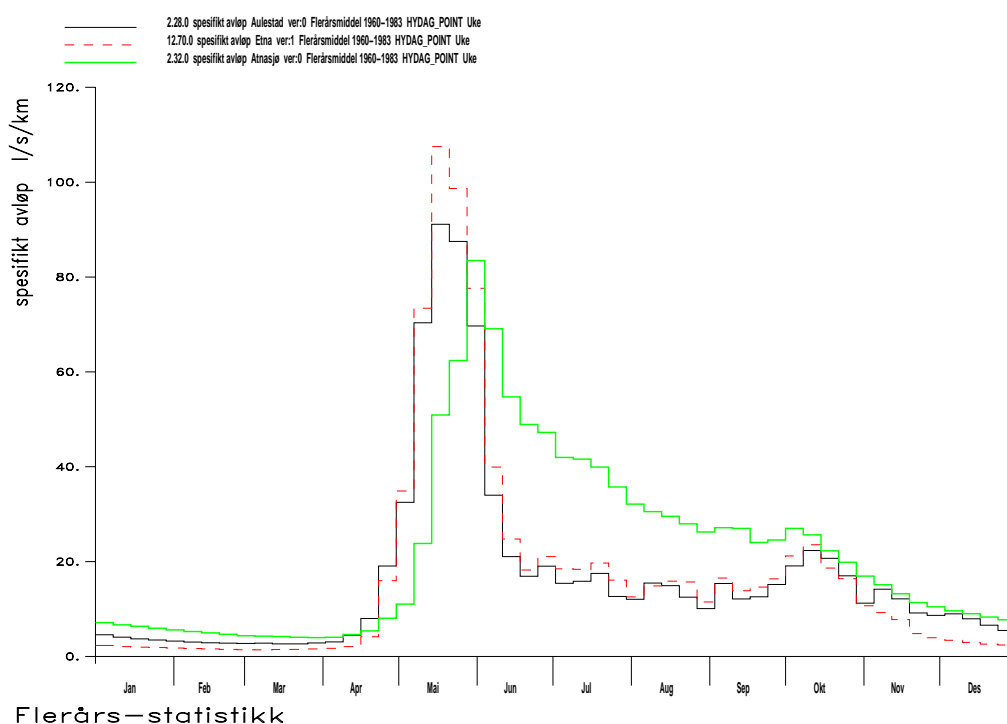
2.28 Aulestad

Aulestad ligger i Gausa, en sidegren til Gudbrandsdalslågen og representerer et energitilsig på 1295 GWh. Observasjonene ved Aulestad er påvirket av reguleringsinngrep siden 1984. Raula og Roppa kraftverk ligger i nedbørfeltet, og vann magasineres i Hornsjøen, Ropptjern og Rausjøen. Disse har et totalt reguleringsvolum på 17,2 mill m³. Midlere årlig tilsig (1961-90) ved Aulestad er 452 mill m³.

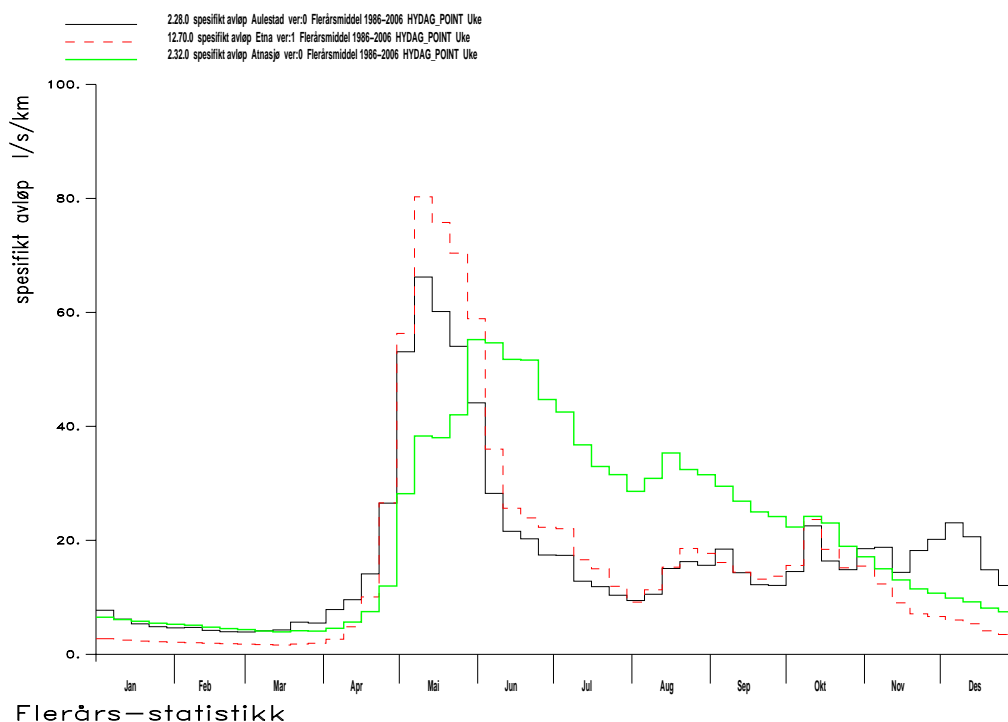
Avrenningen ved Aulestad er sammenlignet med avrenningen ved målestasjonene Etna og Atnasjø (figur 19 og 20), disse representerer henholdsvis 1500 og 620 GWh/ år.

Før 1984 er det godt sammenfall mellom årsvariasjonene i vannføring ved Etna og Aulestad. Vinteravløpet er imidlertid noe høyere for Aulestad enn Etna, men ikke så høyt som for Atnasjø. For Aulestad er vannføringen på seinhøsten og vinteren økt etter regulering, mens vårflomvolumet har blitt mindre. Ut fra dette anbefales det at Etna erstatter Aulestad i vårt utvalg av tilsigsserier. Det medfører at Etna vil representere et energitilsig på 2795 GWh.

Det er imidlertid usikkert om gjeldende vannføringskurve for målestasjonen Etna viser korrekte verdier for årene 1963 til 1981 (Pettersson, 2007). Muligens gir gjeldende kurve for lave vannføringer på våren og sommeren i denne perioden. Dette må avklares.



Figur 19. Spesifikk vannføring i l/s km² for Aulestad (svart), Etna (rød) og Atnasjø (grønn) for perioden 1960 til 1983 som var før Aulestad ble påvirket av oppstrøms reguleringer.



Figur 20. Spesifikk vannføring i l/s km² for Aulestad (svart), Etna (rød) og Atnasjø (grønn) for perioden 1986 til 2006, det vil si etter reguleringer i nedbørfeltet til Aulestad.

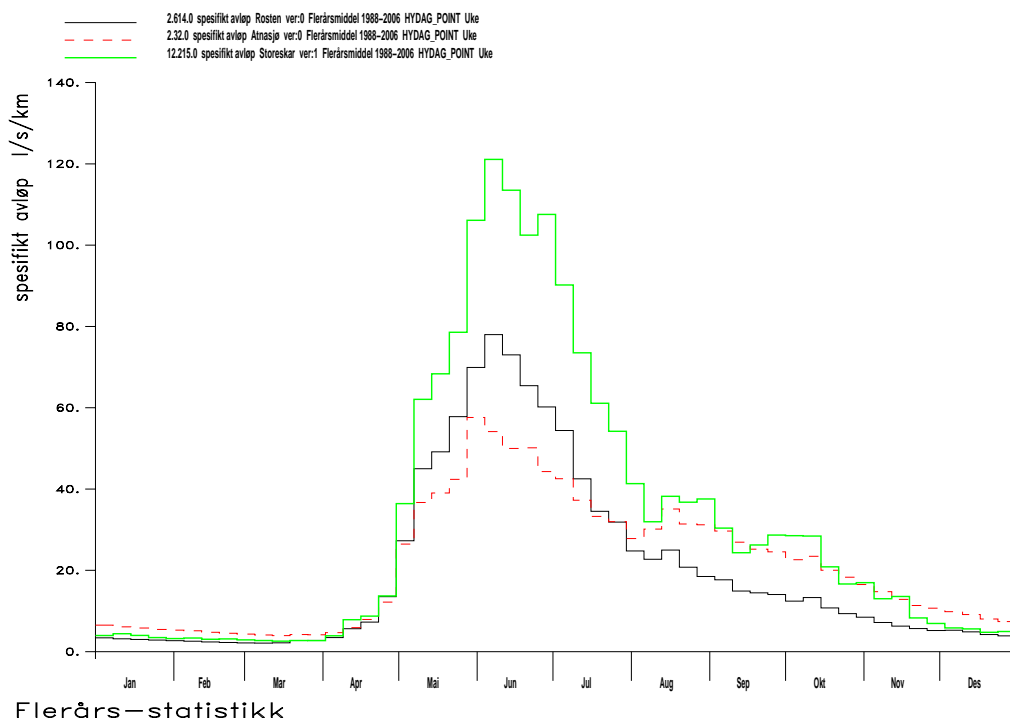
2.291 Tora

Tora representerer et energitilsig på 2000 GWh. Det er en overføring av vann fra Styggedalen, som ligger i øvre del av Toras nedbørfelt, til Grønvatnet. Fraført areal er ca. 6 km², og overført vannmengde er 15,5 mill m³/år. Overføringen er foretatt i to omganger, dels i 1972 og dels i 1977. Nedbørfeltet til Tora er 263 km², og totalt årsavløp er 357 mill m³. Inngrepet betyr lite for fordelingen av vannføring gjennom året ved Tora, men totalavløpet ved stasjonen er noe redusert etter overføring. Det er en mistanke om homogenitetsbrudd i årsdata for Tora (Astrup,2000).

Det er komplette data tilbake til 1966. Serien foreslås beholdt i vårt utvalg fra 1978 og fremover. For perioden 1966 – 1977 vurderes det om historiske data skaleres for å ta hensyn til den senere fraføringen, eller om serien forlengelse ved bruk av HBV-modellen. Årene før 1966 utvides ved bruk av modell.

2.614 Rosten

Rosten representerer et energitilsig på 2596 GWh. Det er ingen reguleringsinngrep av betydning i Rostens nedbørfelt, men det er usikkerhet knyttet til avgrensningen av nedbørfeltet. Lesjaskogsvatnet, som ligger i nedbørfeltet til Rosten, har naturlig avløp mot både Rauma og Gudbrandsdalslågen. Nedbørfeltet til Lesjaskogsvatnet er 146,6 km², mens for Rosten er det oppgitt til 1828 km² (Pettersson 2004). I perioden 1973-1989 var det samtidige vannføringsobservasjoner i begge utløp av Lesjaskogsvatnet. Det ga en fordeling på 67 prosent til Rauma og 33 prosent til Gudbrandsdalslågen. Ved ekstrem lavvannføring går imidlertid alt vann til Glomma, mens ved ekstrem flom går omkring 80 prosent av vannet til Rauma. Det betyr at det er noe ekstra usikkerhet knyttet til Rosten ved ekstreme forhold, men stasjonen antas å gi representative verdier det meste av tiden. Også i en annen del av Rostens nedbørfelt kan vann renne vestover på grunn av lavt vannskille. Det er i sideelven Grøna, hvor litt vann kan renne over mot Driva.



Figur 21. Spesifikk vannføring i l/s km² for Rosten (svart), Atnasjø (rød) og Storeskar (grønn) for perioden 1988-2006.

I figur 21 er avrenningene ved Rosten, Atnasjø og Storeskar sammenlignet. Disse seriene er tilnærmet brefrie og har en medianhøyde på omkring 1200 – 1350 moh. En ser at vintervannføringen harmonerer godt mellom Storeskar og Rosten, mens Atnasjø har et høyere vinteravløp. Videre er vårkulminasjonen omtrent på samme tid ved de tre stasjonene, men vannføringen avtar raskere utover sommeren og høsten ved Rosten enn

ved de to andre. Dette skyldes flere forhold, blant annet er det vesentlig mindre sommernedbør i Rostens nedbørfelt enn lenger sørøst i Rondane (nedbørfeltet til Atnasjø). For Storeskar, som ligger i Hemsedal, er det og av betydning at snømagasinet vanligvis er langt større her enn i øvre deler av Gudbrandsdalen. Det anbefales derfor at Rosten beholdes i vårt utvalg av tilsigsserier på tross av usikkerheten knyttet til observasjonene.

25.32 Knabåni

Knabåni representerer et energitilsig på 1971 GWh/år. Det er imidlertid kun observasjoner der siden 1993, og de første årene ble observasjonene ”forstyrret” av beveraktivitet (Oddmund Solheim, NVE-HH). Det har også vist seg vanskelig å tilpasse en HBV-modell for dette feltet. Vassdraget har tidligere vært utnyttet til vannkraftproduksjon, det er nå planer om ny kraftutbygging med blant annet overføringer og reetablering av et magasin oppstrøms målestasjonen (Sirdalskraft). Det er derfor grunn til å tro at vannføringsforholdene vil endres vesentlig i Knabåni. Denne byttes derfor ut i vårt utvalg med den uregulerte stasjonen 27,16 Bjordal i Bjerkreimsvassdraget. Bjordal har en medianhøyde på samme nivå som Knabåni, det vil si drøyt 950 moh. Det er en korrelasjonskoeffisient på 0,86 for døgndata fra de to stasjonene. Bjordal vil da representere et energitilsig på 1971 GWh/år.

48.1 Sandvenvatn

Sandvenvatn representerer et energitilsig på 431 GWh. Siden 1967 har vann blitt overført fra Steinavatn og Dyrskardvatna til Saudavassdraget. Nedbørfeltet til Sandvenvatn er 470 km², mens overført areal er 9 km² eller omkring 2 prosent av totalarealet (Pettersson, 2004). Årsavløpet ved Sandvenvatn er noe redusert, men fordelingen over året er tilnærmet naturlig. Serien anbefales benyttet i vårt utvalg av tilsigsserier.

72.5 Brekke bru

Brekke bru ligger i Flåmselvi og representerer et energitilsig på 3864 GWh. Det er to små kraftverk (Leinafoss og Kjosfoss) og tre mindre magasiner (Klevevatn, Seltuftvatn og Reinungavatn) i nedbørfeltet. Magasinene har et samlet reguleringsvolum på 10,5 mill m³. Midlere årlig tilsig (1961-90) for Brekke bru er 521 mill m³. Det gir en reguleringsgrad på 2 prosent.

Det er flere mindre breer i området, de utgjør 3 prosent av feltet. Disse har større betydning for vannføringsforholdene i vassdraget enn reguleringsinngrepene. Fordelen med å inkludere dette feltet med en slik breprosent veier tyngre enn ulempen knyttet til reguleringsinngrepene. Serien anbefales derfor benyttet i vårt utvalg av tilsigsserier (se også omtale i avsnitt 3.1.1).

103.40 Horgheim

Horgheim ligger i Rauma og representerer et energitilsig på 567 GWh. Vann overføres siden 1965 fra Langvatnet i Valldøla til Vermevatn/ Verma kraftverk i Raumavassdraget. Overført areal er 17,6 km². Overføringen har en maksimal kapasitet på 1,2 m³/s, og magasinet Vermevatn har en lagringskapasitet på 32 mill m³. Fra 1970-tallet er avrenningen fra 26 km² av nedbørfeltet til Horgheim (Mongevatn og Raugåvatnet) utnyttet til kraftproduksjon gjennom Grytten kraftverk. Kraftverket har avløp til Rauma nedstrøms målestasjonen Horgheim, og fra 1998 ble Ettare Bøvervatn overført fra Rauma til Aursjømagasinet i Eira. Overført areal er 9 km².

Totalt er dermed omkring 35 km² av Horgheims nedbørfelt fraført, mens det er blitt tilført vann fra snaut 18 km². Nedbørfeltet til Horgheim er 1099 km². I tillegg til dette er det usikkerhet knyttet til Lesjaskogsvatnet, som har avløp både mot Rauma og Gudbrandsdalslågen (nærmere beskrivelse under avsnittet om målestasjonen Rosten, side 25).

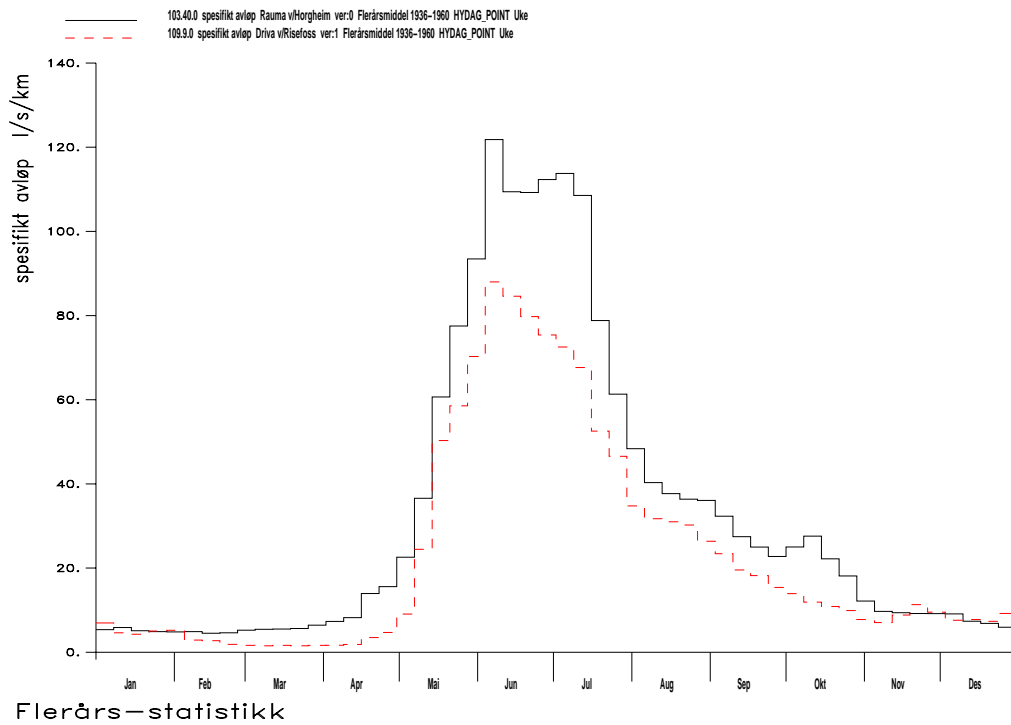
I figur 22 og 23 er vannføringsvariasjonene ved Horgheim sammenlignet med observasjoner fra 109.9 Risefoss i Driva for periodene 1936 – 1960 og 1978 - 2006. Midlere høyde er for Horgheim 1232 moh. og for Risefoss 1340 moh. Risefoss representerer et energitilsig på 2320 GWh/ år.

Det er tydelig at vannføringen faller raskere på høsten og er relativt lavere på vinteren ved Risefoss enn ved Horgheim. Dette skyldes blant annet at snaut 10 prosent av nedbørfeltet til Risefoss ligger lavere enn 1000 moh., mens det for Horgheim er mellom 25 og 30 prosent. I tillegg er det færre innsjøer i Drivas felt som vil virke utjevnende på vannføringen.

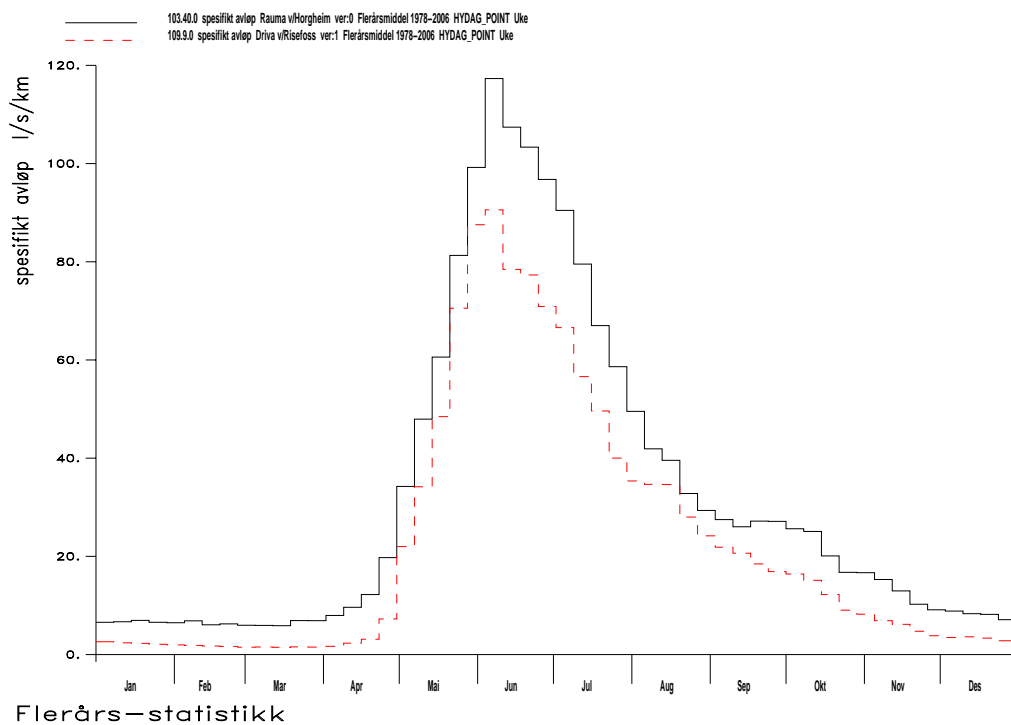
For delfeltene som Horgheim er valgt til å representere, er det begrensede arealer under 1000 moh. Ut fra en totalvurdering er det derfor valgt å erstatte Horgheim med Risefoss i vårt utvalg av tilsigsserier. Risefoss vil da representere et energitilsig på 2887 GWh.

156.10 Berget

Berget representerer et energitilsig på 4481 GWh. Nedbørfeltet til målestasjonen Berget i Glomåga har variert opp gjennom årene, spesielt skyldes det den tidligere bredemte sjøen Austerdalsvatnet. Etter våren 1961 er imidlertid feltarealet stabilt. Nedre Terskaldvatnet, som ligger øverst i Glomåga, ble i mai 1955 overført til Storglomvatnet. Fraført areal er noe usikkert fordi vannskillet på de breene som ligger i feltet er usikre. Det antas å være ca. 20 km². Det er nesten aldri avløp over den naturlige terskelen mot Glomåga, slik at Berget kan betraktes som uregulert (Pettersson, 2004).



Figur 22. Spesifikk avrenning i l/s km² for Horgheim (svart) og Risefoss (rød) for perioden 1936-60.



Figur 23. Spesifikk avrenning i l/s km² for Horgheim (svart) og Risefoss (rød) for perioden 1978-2006.

196.35 Malangsfoss

Malangsfoss representerer et energitilsig på 1596 GWh/ år.

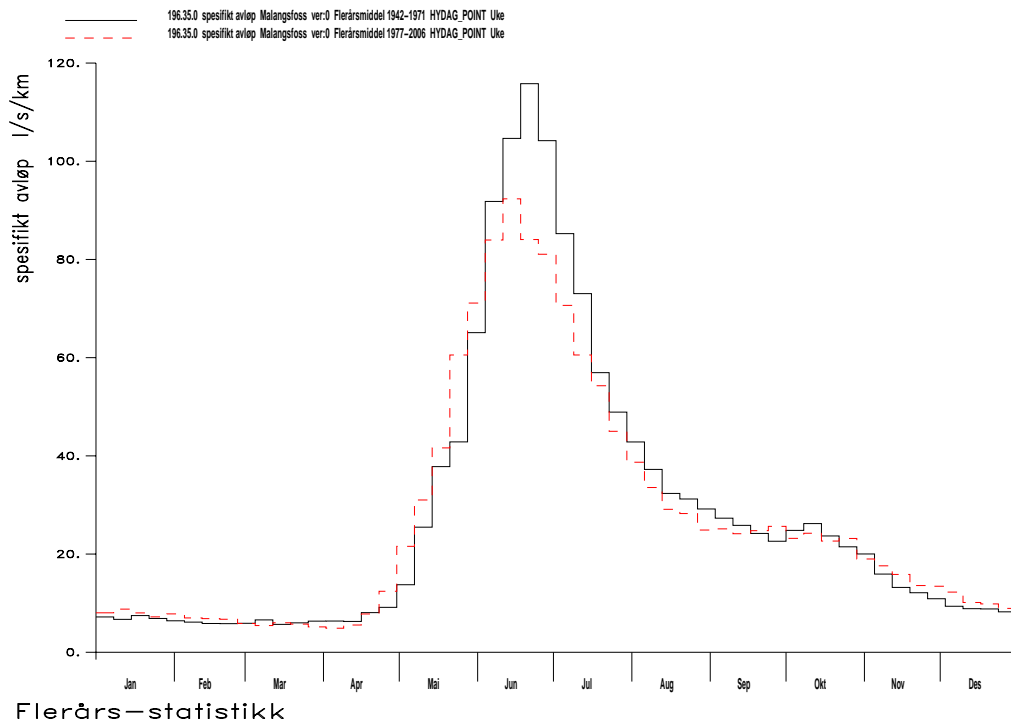
I nedbørfeltet til Malangsfoss ble Dividalen kraftverk satt i drift i 1972. Det utnytter vann fra magasinet Devdisvatn med et volum på 136 mill m³. Det er 253 km² som drenerer til magasinet, og midlere årstilsig er 160 mill m³. Videre er to felt i Divielva overført siden 1960 til Altevatnet i Barduelva. Fraført areal er 47 km². Øverst i Måselvassdraget ligger innsjøen Råstajávri. Denne har avløp både mot Måselva og Lainioälven i Sverige. Det er anslått at 55 – 60 prosent av årsavløpet til innsjøen, som har et nedbørfelt på 282 km², går til Norge (Pettersson, 2004).

Figur 24 viser midlere vannføring i l/s km² for Malangsfoss for periodene 1942 – 1971 (svart) og 1977 – 2006 (rød). Det er en antydning til at vinteravløpet har økt og vårfloppen redusert i den siste perioden. Dette har sannsynligvis sammenheng med tapping og lagring av vann i magasinet Devdisvatn.

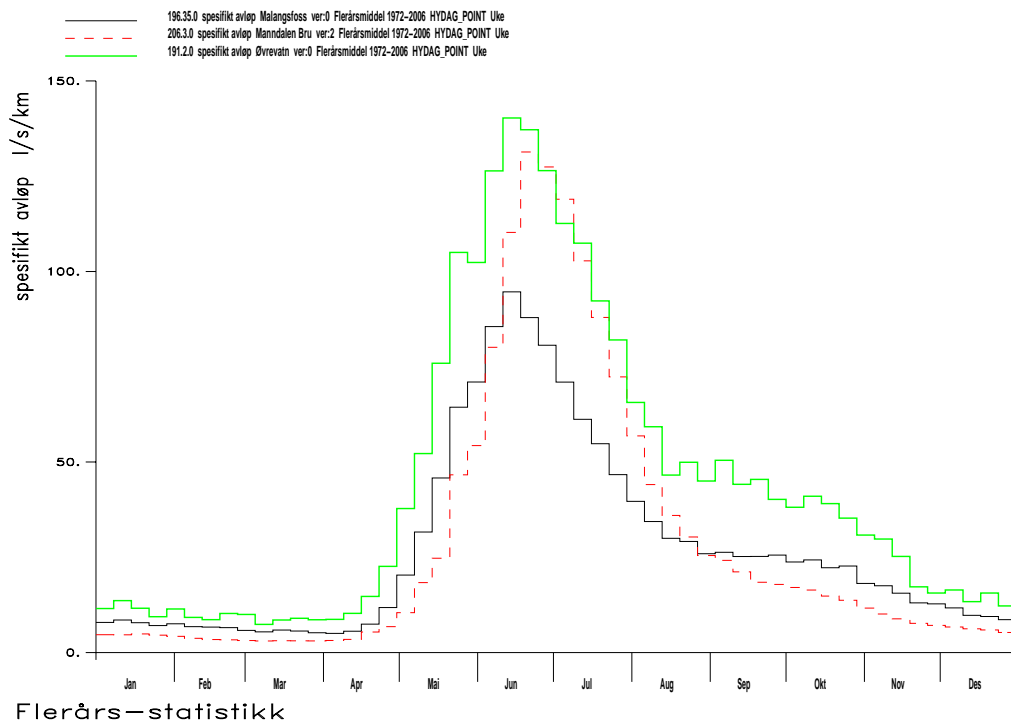
Volumet over året er mindre i den siste perioden. Det skyldes dels fraføring av vann til Barduelva fra 1960. Videre ser en at vannføringen på våren har økt fra den tidligere til den siste perioden. Det er sannsynligvis forårsaket av klimatiske forhold.

I figur 25 er vannføringene ved Malangsfoss (svart), Øvrevatn (grønn) og Manndalen bru (rød) er sammenlignet for perioden 1972 til 2006. Figuren viser at årsfordelingen er omtrent den samme for Malangsfoss og Øvrevatn. En korrelasjonsanalyse på døgn-data mellom Malangsfoss og disse to stasjonene, gir en korrelasjon på 0,92 mot Øvrevatn og 0,86 mot Manndalen bru.

Ved å benytte Øvrevatn i stedet for Malangsfoss, vil omkring 10-15 prosent av årsvolumet flyttes fra perioden oktober – mars til april – september. Dette harmonerer godt med størrelsen av magasinet Devdisvatn i forhold til det totale årstilsiget for Malangsfoss. Ut fra dette anbefales at Øvrevatn erstatter Malangsfoss i vårt utvalg av tilsigsserier. Øvrevatn vil da representere totalt 1829 GWh.



Figur 24. Spesifikk avrenning i l/s km² for Malangsfoss for periodene 1942-1971 (svart) og 1977 – 2006 (rød) som er henholdsvis før og etter regulering.



Figur 25. Spesifikk avrenning i l/s km² for Malangsfoss (svart), Manndalen bru (rød) og Øvrevatn (grønn) for perioden 1972-2006.

3.1.4 Moduler i Samkjøringsmodellen som foreslås finere inndelt

Det er flere delfelt som strekker seg over så store geografiske områder at det er vanskelig å finne en hydrologisk stasjon som representerer hele delfeltet. Delfeltene korresponderer med moduler gitt i NVEs Samkjøringsmodell. Navn på de ulike modulene/ delfeltene er hentet fra navnettingen i denne modellen.

For i alt 25 moduler er det foreslått å benytte to eller tre representative stasjoner. En oversikt over modulene er gitt i tabell 5, og på de neste sidene er det en nærmere omtale av disse og hvilke representative stasjoner som er valgt. Som et eksempel er det for en av modulene, Åna-Sira, gitt en mer inngående beskrivelse av hvordan vektingen mellom stasjonene er gjort. Tilsiget fra disse modulene representerer drøyt 14 TWh.

Tabell 5. Delfelt i Samkjøringsmodellen som foreslås representert med to eller flere representative hydrologisk stasjoner. Modulnummer og modulnavn henviser til notasjon benyttet i Samkjøringsmodellen. Sum lokaltilsig (mill m³/år og GWh/ år) er i henhold til verdier gitt av EMR høsten 2007.

Modulnr.	Modulnavn	Sum lokaltilsig (mill m ³ /år)	Sum lokaltilsig (GWh/ år)	Antall repr. stasjoner
418	SOLBERGFOSS	1265	273	2
507	MJØSA	1515	389	3
529	HARPEFOSSEN	2337	1066	2
541	EIDEFOSS	2074	1022	3
557	Ø TESSA	207	329	2
563	BYGD+VINSTER	573	1339	2
4328	HENSFOSS	813	254	2
4350	TISLEIFJORD	448	724	2
4367	HEMSIL-II	317	342	2
4391	HAUGFOSS	377	39	2
7808	SKOTFOSS	684	23	2
7836	FRØYSTUL	1573	3350	2
7844	OMNESFOSSEN	56	2	2
7882	KJELA	175	353	2
13201	ÅNA-SIRA	1594	183	2
22301	SY-SIMA	160	345	2
22302	SYSENVATN	519	1118	2
22501	L-SIMAL	249	670	2
23301	BJØLVO	60	127	2
29321	AURLAND 2L	401	954	2
30701	SKAGEN	283	653	2
31203	VEITASTROND	895	298	2
34602	STAKALDEFOSS	929	126	2
36902	TRYSILFOS-BR	1033	104	2
40201	TUSSA	90	136	2

Solbergfoss, Glommavassdraget

Lokaltilsiget til Solbergfoss kraftverk er 1265 mill m³/år. 2.279 Kråkfoss ligger i Leira og representerer Leira og Nitelva, dvs ca. 70 prosent av lokaltilsiget. 3.22 Høgfoss representerer resten (30 prosent).

Mjøsa, Glommavassdraget

Feltet til 2.28 Aulestad ligger i lokalfeltet til Mjøsa. Deler av Aulestads felt utnyttes imidlertid i Raua og Roppa kraftverk (se kapittel 3.13). Totalt er midlere årsavløp for Aulestad 451 mill m³/år. Av dette nyttes 45 mill m³ i oppstrøms kraftverk, slik at det uregulerte tilsiget blir 406 mill m³. Det tilsvarer snaut 30 prosent av lokaltilsiget til Mjøsa som er på totalt 1515 mill m³.

Aulestad er tidligere i rapporten foreslått erstattet med 12.70 Etna som representativ stasjon. Ut fra dette antas Etna å representere omkring 30 prosent av lokaltilsiget til Mjøsa.

For den delen av lokalfeltet som ligger på østsiden av Mjøsa antas 2.323 Fura å være representativ. Det utgjør ca. 50 prosent av lokaltilsiget. Mens 2.634 Lena representerer feltet på vestsida av Mjøsa, ca. 20 prosent.

Harpefossen, Glommavassdraget

Lokaltilsiget til Harpefossen kraftverk er 2337 mill m³/år. Av dette bidrar brefeltene i Sjøa med ca. 487 mill m³/år. Det utgjør 21 prosent av tilsiget. Dette representeres av brefeltet 2.268 Akslen. De resterende 79 prosent representeres av 2.614 Rosten som for øvrig ligger i lokalfeltet til Harpefossen kraftverk.

Eidefoss, Glommavassdraget

Lokaltilsiget til Eidefoss kraftverk er 2074 mill m³. Hele feltene til 2.268 Akslen og 2.291 Tora inngår i lokalfeltet til Eidefoss kraftverk med henholdsvis 770 og 357 mill m³/år, totalt 1127 mill m³/år.

Det resterende tilsiget representeres på følgende måte:

Delfelt	Stasjon		
Finna, brefritt:	2.614 Rosten	297	mill m ³ / år
Åstre, brefelt:	2.291 Tora	411	”
Tundra, brefelt:	2.268 Akslen	137	”
Resten, brefritt:	2.614 Rosten	101	”

Det gir følgende fordeling mellom de representative stasjonene, Akslen 44 prosent (907 mill m³/år), Tora 37 prosent (768 mill m³/ år) og Rosten 19 prosent (398 mill m³/ år).

Øvre Tessa, Glommavassdraget

Lokaltilsiget til Øvre Tessa er 207 mill m³. Det består av lokaltilsiget til Tessevatn og overført vann fra Veo. Det er flere breer i Veos nedbørfelt, og brefeltet 2.291 Tora antas å være representativt for dette. Veo-overføringen utgjør 51 prosent av lokaltilsiget til Øvre Tessa. Avrenningen fra lokalfeltet til Tessevatn er vesentlig mindre brepåvirket, og tilsiget herifra (49 prosent) representeres av det brefrie feltet 2.32 Atnasjø.

Bygdin/Vinsteren, Glommavassdraget

Tilsiget til magasinene Bygdin/Vinsteren utnyttes i Øvre Vinstra kraftverk. Tilsiget til Bygdin er 401 mill m³/år og til Vinsteren 172 mill m³/år, totalt 573 mill m³/år. I lokalfeltet til Bygdin er det flere mindre breer, mens lokalfeltet til Vinsteren er brefritt.

Lokaltilsiget til Bygdin representeres dels av brefeltet 2.268 Akslen (50 prosent) og dels av det brefrie feltet 2.614 Rosten (50 prosent). Lokaltilsiget til Vinsteren representeres av 2.614 Rosten. Det gir i sum for Bygdin/ Vinsteren en fordeling av tilsiget med 35 prosent på 2.268 Akslen og 65 prosent på 2.614 Rosten.

Hensfoss, Drammensvassdraget

Lokaltilsiget til Hensfoss er 813 mill m³. En stor andel av tilsiget renner til magasinet Sperillen. For den nordvestlige delen av feltet som ligger relativt høyt benyttes 12.171 Hølervatn (60 prosent). Denne stasjonen har en median høyde på ca. 900 moh. Feltene lenger sør, som ligger lavere, representeres av 2.279 Kråkfoss (40 prosent) med en medianhøyde på 440 moh.

Tisleifjord, Drammensvassdraget

Totalt er tilsiget til modulen Tisleifjord 448 mill m³/år. I denne modulen inngår magasinene Flyvatn, Helin, Storevatnet og Tisleifjord som alle utnyttes i Åbjøra kraftverk.

For feltet til Helin (42 mill m³/år), den vestlige delen av feltet til Flyvatn (174 mill m³/år) og en liten andel av feltet til Storevatnet benyttes 12.215 Storeskar som representativ stasjon. Median høyde for Storeskar er omkring 1350 moh.

Lokalfeltet til store deler av Storevatnet og magasinet Tisleifjord ligger lavere enn feltene lenger nord. Her benyttes 12.171 Hølervatn med en medianhøyde på ca. 900 moh. som representativ stasjon. I sum for denne modulen representeres 50 prosent av tilsiget av Storeskar og 50 prosent av Hølervatn.

Hemsil II, Drammensvassdraget

Lokaltilsiget til Hemsil II er totalt på 317 mill m³/år. Målestasjonen 12.215 Storeskar ligger i nedbørfeltet. Årsavløpet ved Storeskar er 114 mill m³. Det antas at Storeskar, som har median høyde på ca. 1350 moh. representerer alle de høyestliggende delene av

feltet i vest/ nordvest, totalt ca. 50 prosent. De resterende 50 prosent representeres av 12.171 Hølervatn som har en medianhøyde på ca. 900 moh.

Haugfoss, Drammensvassdraget

Tilsiget til modulen Haugfoss 377 mill m³/år. Modulen består av lokaltilsiget til Soneren (324 mill m³/år) og lokalfeltet nedstrøms Soneren før inntaket til kraftverket (53 mill m³/år). Målestasjonen 12.178 Eggedal ligger oppstrøms Soneren. Årsavløpet ved Eggedal er 202 mill m³, eller nær 54 prosent av totaltilsiget til Haugfoss. Det antas at Eggedal, som har en medianhøyde på ca. 880 moh. representerer omkring 65 prosent av totalfeltet. De lavestliggende områdene omkring og sør for Soneren representeres av 12.193 Fiskum som har en median høyde på ca. 260 moh. Fiskum representerer da 35 prosent av totaltilsiget til Haugfoss.

Skotfoss, Skiensvassdraget

Totalt tilsig til modulen Skotfoss er 684 mill m³/år. Området består i hovedsak av lokalfeltene til Norsjø og Heddalsvatn. Målestasjonen 16.193 Hørte ligger i nedbørfeltet til Skotfoss. Årsavløpet ved Hørte er 76 mill m³, eller 11 prosent av tilsiget til Skotfoss. Median høyde for Hørte er omkring 500 moh., store deler av nedbørfeltet til Skotfoss ligger imidlertid relativt lavt. Det antas derfor at Hørte representerer ca. 30 prosent av totaltilsiget. De resterende 70 prosent representeres av 6.10 Gryta som har en medianhøyde på ca. 300 moh.

Frøystul, Skiensvassdraget

Sum tilsig til modulen Frøystul er 1573 mill m³/år. Dette er tilsiget til magasinet Møsvatn. Det antas at 16.66 Grosettjern, som har en median høyde på ca. 1000 moh., representerer de østligste delene av nedbørfeltet. Den vestlige delen av feltet er både mer nedbørrik og ligger noe høyere. Her antas 50.13 Bjoreio å være mer representativ. Median høyde for Bjoreio er omkring 1250 moh.

For modulen Frøystul antas en fordeling med 20 prosent på Grosettjern og 80 prosent på Bjoreio.

Kjela, Skiensvassdraget

Sum tilsig til modulen Kjela er 175 mill m³/år. Dette omfatter tilsiget til magasinene Bordalsvatn med 138 mill m³/år og Førsvatn med 37 mill m³/år. Nedbørfeltet til Bordalsvatn ligger høyt og langt vest i Skiensvassdraget. Som representativ stasjon benyttes 50.1 Hølen med en median høyde på nesten 1300 moh. Feltet til Førsvatn ligger noe lavere og lenger sørøst enn feltet til Bordalsvatn. For dette feltet benyttes 21.47 Lislefjødd som representativ stasjon. Lislefjødd har en median høyde på drøyt 1000 moh. For modulen Kjela får en da en fordeling med 79 prosent på Hølen og 21 prosent på Lislefjødd.

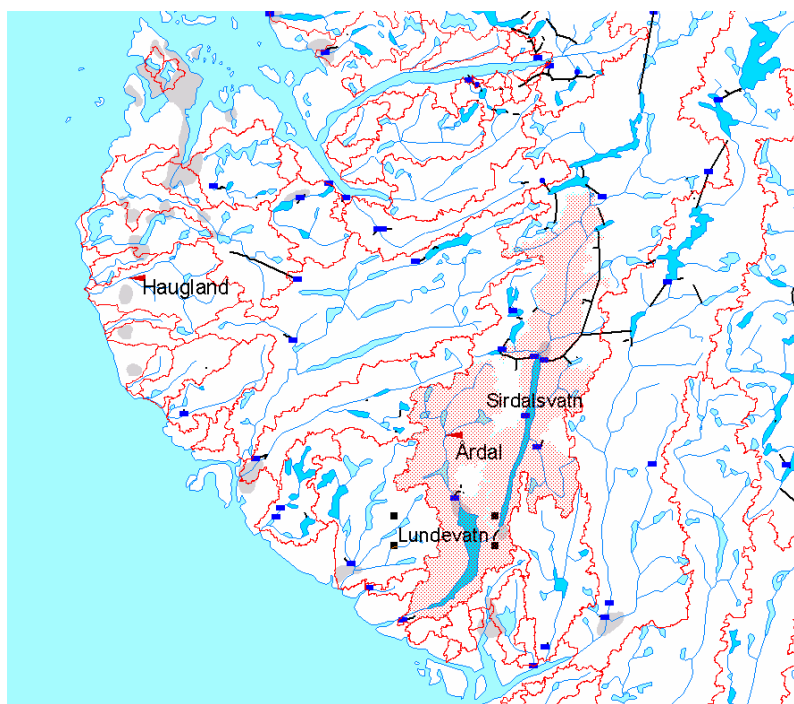
Åna-Sira

Sum tilsig til modulen Åna-Sira er 1594 mill m³/år. Det omfatter tilsiget til magasinene Sirdalsvatn med 826 mill m³/år og Lundevatn med 679 mill m³/år. HRV i Sirdalsvatn og Lundevatn er henholdsvis 49,5 og 48,5 moh.

Lokalfeltene til Lundevatn og Sirdalsvatn strekker seg til ca. 750 og 900 moh. Avstanden til kysten varierer fra noen få kilometer i sør til ca. 70 km i de nordligste delene av Sirdalsvatns lokalfelt. Årsavrenningen varierer fra ca. 40 l/s km² i de lavestliggende områdene til opp mot 70 l/s km² i heiene omkring de to magasinene.

For modulen Åna-Sira foreslås det å benytte to uregulerte avløpsstasjoner til å representere tilsiget. Den ene stasjonen, 26.20 Årdal ligger omkring 30 km fra kysten i lokalfeltet til Lundevatn (se kart nedenfor). Den andre stasjonen, 28.7 Haugland er lokalisert nærmere kysten lenger nordvest. Nedbørfeltet til Årdal strekker seg fra omkring 100 til 750 moh., med en medianhøyde på ca. 480 moh., mens nedbørfeltet til Haugland strekker seg fra omkring 20 til 420 moh., med en medianhøyde på ca. 180 moh.

Årdal antas å representere godt lokaltilsiget til store deler av Sirdalsvatn, samt de øvre delene av lokalfeltet til Lundevatn. Mens Haugland antas å være mer representativ for de lavestliggende delene i de to lokalfeltene. For modulen Åna-Sira er det antatt at 55 prosent av tilsiget representeres av Årdal og 45 prosent av Haugland.



Figur 26. Kartet viser lokalfeltene til Lundevatn og Sirdalsvatn, som tilsvarer modulen Åna-Sira i Samkjøringsmodellen, sammen med målestasjonene Årdal og Haugland.

Sysenvatn

Sum tilsig til Sysenvatn er 519 mill m³/år. Det omfatter lokaltilsiget til Sysenvatn, samt overført vann fra Bjoreio og Tinnhølen. De overførte feltene er brefrie, mens de sørøstlige delene av Hardangerjøkulen ligger i lokalfeltet til Sysenvatn. Målestasjonen 50.13 Bjoreio ligger rett oppstrøms inntaket i Bjoreio. Det antas at 50.13 Bjoreio representerer 90 prosent av tilsiget til modulen Sysenvatn, mens 76.5 Nigardsbrevatn representerer de resterende 10 prosent.

Sy-Sima

Sum tilsig til modulen Sy-Sima er 160 mill m³/år. Det omfatter tilsiget til magasinet Rembesdalsvatn inklusive diverse bekkeinntak. Hardangerjøkulen har avrenning både mot Rembesdalsvatn og flere av bekkeinntakene. Som representative stasjoner benyttes 76.5 Nigardsbrevatn og 50.13 Bjoreio, begge med en vekt på 50 prosent. Bjoreio er et nærliggende brefritt felt, mens Nigardsbrevatn, som ligger ved en arm av Jostedalsbreen, har en breandel på 75 prosent.

L-Simal

Sum tilsig til modulen L-Simal er 249 mill m³/ år. Det omfatter tilsiget til Langvatnet og overført vannmengde fra Holmavatn, Demmevatn og Austdøla. Det er noe bre i flere av delfeltene. Som representative stasjoner benyttes 50.1 Hølen og 76.5 Nigardsbrevatn, med en fordeling på henholdsvis 60 og 40 prosent.

Bjølvo

Sum tilsig til modulen Bjølvo er 199 mill m³/ år. Det er i hovedsak tilsig til magasinet Bjølsegrøvatn, som ligger på nordsiden av Hardangerfjorden. Magasinet ligger ca. 880 moh., og nedbørfeltet strekker seg opp i drøyt 1300 moh. Som representative stasjoner benyttes 62.5 Bulken og 62.10 Myrkdalsvatn med en fordeling på henholdsvis 60 og 40 prosent. Begge disse stasjonene ligger i Vossovassdraget, som er nabofelt til Bjølvo i nord. Median høyde for Bulken er ca. 850 moh. og for Myrkdalsvatn snaut 1000 moh.

Aurland 2L

Sum tilsig til modulen Aurland 2L er 401 mill m³/ år. Det omfatter tilsiget til blant annet Veslebotnvatn og inntak fra flere av sideelvene i Aurlandsdalen. Inntakene ligger alle høyere enn 1000 moh. Det er noe bre i flere av delfeltene. Som representative stasjoner benyttes 72.5 Brekke bru (80 prosent) som ligger i nabovassdraget Flåmselvi og 78.8 Bøyumselv (20 prosent) på nordsiden av Sognefjorden. Brekke bru har en breandel på 3 prosent, mens Bøyumselv har en breandel på 40 prosent.

Skagen

Sum tilsig til modulen Skagen er 283 mill m³/år. Det omfatter tilsiget til Skålavatn og en rekke inntak som alle ligger høyere enn 1000 moh. Det er flere mindre breer som drenerer til disse delfeltene. Det er anslått at de ulike inntakene har en breandel som varierer fra

null og opp til ca. 20 prosent. Som representative stasjoner er 72.5 Brekke bru (40 prosent), 73.27 Sula (40 prosent) og 78.3 Bøyumselv (20 prosent) benyttet. Alle disse stasjonene har en midlere høyde på mellom 1200 og 1300 moh. Sula, som ligger i Lærdalssvassdraget, har en breandel på under en prosent og er dermed noe mindre brepåvirket enn de to øvrige (se Aurland 2L).

Veitastrond

Sum tilsig til modulen Veitastrond er 895 mill m³/år. Dette er i sin helhet tilsiget til magasinet Veitastrondsvatn. Flere av de sørlige brearmene til Jostedalsbreen, som for eksempel Austerdalsbreen, drenerer hit. Det er også andre mindre breer i området med avrenning til Veitastrondsvatn. Som representative stasjoner benyttes 78.8 Bøyumselv (70 prosent) og 77.3 Sogndalsvatn (30 prosent). Feltene har median høyde på omkring 1240 og 1000 m. o.h. Begge disse stasjonene er nabofelt til Veitastrondsvatn. Bøyumselv, som har en breandel på 40 prosent, får tilsig fra blant annet Bøyabreen, en annen sørlig brearm av Jostedalsbreen. Feltet til Sogndalsvatn, som ligger rett vest for Veitastrondsvatn, har en breandel på 6 prosent.

Stakaldefoss

Sum tilsig til modulen Stakaldefoss er 929 mill m³/år. Det er tilsiget til magasinet Jølster-
vatn og lokalfeltet mellom Jølstervatn og inntaket til kraftverket. Feltene i vest ligger i hovedsak lavere enn 900 moh. I øst er det imidlertid høyere. Her finner en og flere breer, blant annet den sørøstligste delene av Jostedalsbreen. Som representative stasjoner er 84.11 Hovefoss (65 prosent) og 87.3 Teita bru (35 prosent) benyttet. For Hovefoss er median høyde drøyt 600 moh. og breandelen er på mindre enn 0,5 prosent. For Teita bru er median høyde 1050 moh. og breandelen er 20 prosent.

Trysilfoss-br

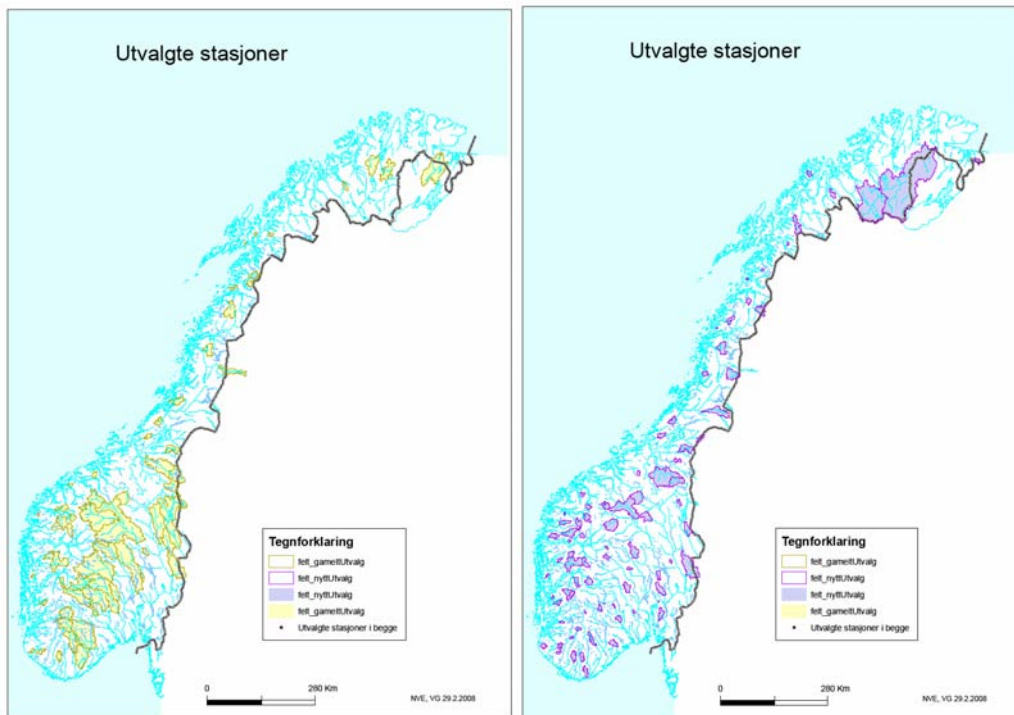
Sum tilsig til modulen Trysilfoss-br er 1033 mill m³/år. Det er lokaltilsiget til magasinet Breimsvatn. Øst og sør i feltet ligger Myklebustbreen og deler av Jostedalbreen, her er det en del arealer over 1500 moh. Lenger vest, i områdene omkring Breimsvatn, ligger nedbørfeltet stort sett lavere enn 1200 moh., men også her er det enkelte mindre breer. Som representative stasjoner er 87.3 Teita bru (70 prosent) og 98.4 Øye (30 prosent) valgt. Teita bru ligger i en av tilløpselvene til Breimsvatn, og nedbørfeltet har en medianhøyde på 1050 moh. og en breandel på 20 prosent. Det ligger to mindre kraftverk uten magasin oppstrøms Teita bru. De antas å ikke ha noen innvirkning på vannføringen ved målestasjonen. Øye, som ligger i Bygdaelva snaut 50 km nordøst for Breimsvatnet, har en medianhøyde på ca. 1000 moh. og en breandel på 4 prosent.

Tussa

Sum tilsig til modulen Tussa er 90 mill m³/år. Det er i hovedsak lokaltilsiget til magasinet Tussevatn. Det ligger flere mindre breer i dette feltet. Som representative stasjoner er 87.3 Teita bru (50 prosent) og 98.4 Øye (50 prosent) benyttet. De har en breandel på henholdsvis 20 og 4 prosent.

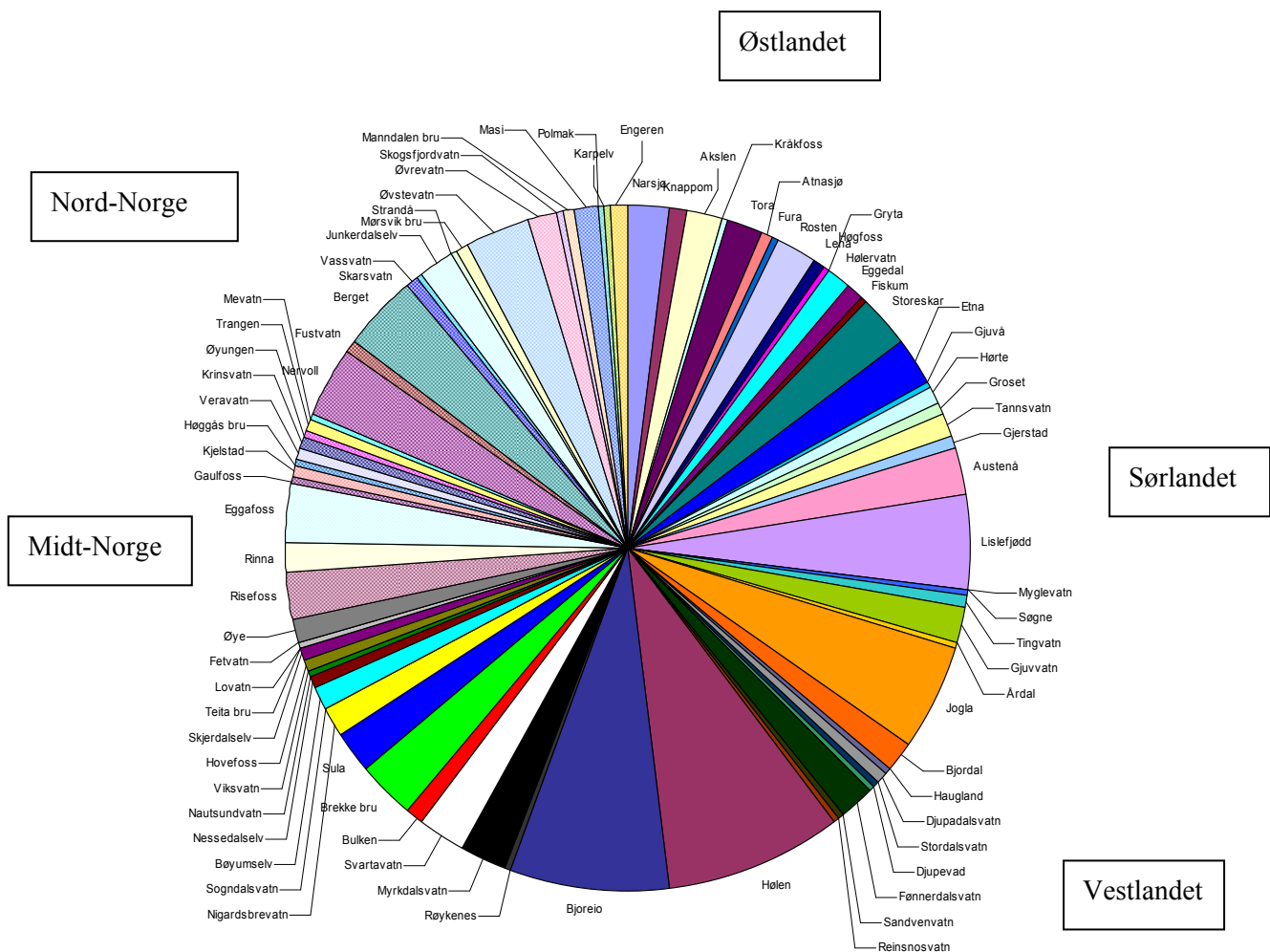
3.1.5 Forslag utvalg nye tilsigsserier

Etter denne gjennomgangen står det igjen 84 serier som skal representere tilsiget til det norske kraftsystemet. Kartene under viser nedbørfeltene til både det tidligere utvalget (venstre) og vårt forslag til utvalg (høyre). Noen nedbørfelt går igjen i begge kartene, men en ser at spesielt i Sør-Norge har det kommet til langt flere små nedbørfelt. Dette skyldes både ønske om å benytte data fra uregulerte vassdrag og å dekke variabiliteten i avrenning mellom de ulike delfeltene i kraftsystemet på en best mulig måte.



Figur 27. Kartet til venstre viser nedbørfeltene til de 63 tilsigsseriene som har vært benyttet til Samkjøringsmodellen frem til 2007, mens kartet til høyre viser nedbørfeltene til de 84 tilsigsseriene som foreslås benyttet fra og med 2008.

I tabell 6 er det angitt hvor stort tilsig i GWh/år hver enkelt serie i det foreslåtte utvalget representerer. Videre er det angitt når de ulike observasjonene startet, og om flomvarslinga i NVE tidligere hadde etablert en hydrologisk prognosemodell (HBV-modell) for den aktuelle stasjonen. Figur 28 illustrerer hvor stor andel av det totale tilsiget den enkelte serie representerer.



Figur 28. Andel av tilsiget til det norske vannkraftsystemet som hver enkelt av de 84 foreslåtte seriene representerer.

Noen serier har komplette observasjoner tilbake til før 1961, mens enkelte av seriene har data kun noen få år tilbake i tid eller har observasjonsbrudd. Disse må forlenges/ kompletteres slik at alle seriene har komplette data tilbake til 1961. Dette arbeidet vil bli dokumentert i en egen rapport.

For 60 av de 84 stasjonene har NVE hatt HBV-modeller i operativ drift. For de resterende 24 stasjonene er HBV-modeller etablert som en del av arbeidet H utfører for EM i tilknytning til ”Verktøyprosjektet”. Dette arbeidet vil også bli beskrevet i en egen rapport.

Tabell 6. Forslag til utvalg av tilsigsserier for bruk i Samkjøringsmodellen. HBV-modell OK, betyr at flomvarslingsingen hadde en operativ prognosemodell for stasjonen før "Verktøyprosjektet" startet. Sum tilsig i GWh/år er beregnet fra energiekvivalenter og tilsigsvolum gitt av EMR høsten 2007.

Gml-ID	Stasjonsnr	Navn	Obs.start	HBV-mod.	Sum tilsig (GWh/år)	Andel
887	2.11	Narsjø	1971/ 1930	OK	2359	1.8 %
410	2.142	Knappom	1916	OK	1327	1.0 %
1364	2.268	Akslen	1961/1934	OK	2125	1.6 %
1572	2.279	Kråkfoss	1966	OK	484	0.4 %
1605	2.291	Tora	1966	OK	2000	1.5 %
401	2.32	Atnasjø	1984/1916	OK	620	0.5 %
1812	2.323	Fura	1970	OK	467	0.4 %
411	2.614	Rosten	1945/1917	OK	2596	2.0 %
2935	2.634	Lena	1991	OK	470	0.4 %
2158	3.22	Høgfoss	1976	OK	384	0.3 %
1687	6.10	Gryta	1967	OK	118	0.1 %
1736	12.171	Hølervatn	1968	OK	1531	1.2 %
1883	12.178	Eggedal	1972	OK	1030	0.8 %
2152	12.193	Fiskum	1976	OK	159	0.1 %
2723	12.215	Storeskar	1987		3530	2.7 %
437	12.70	Etna	1919	OK	2795	2.2 %
2301	16.132	Gjuvå	1981		354	0.3 %
2155	16.193	Hørte	1977/1961	OK	1020	0.8 %
1128	16.66	Groset	1949	OK	879	0.7 %
1206	16.75	Tannsvatn	1955		1392	1.1 %
2304	18.10	Gjerstad	1980	OK	522	0.4 %
530	20.2	Austenå	1924	OK	2963	2.3 %
1958	21.47	Lislefjødd	1972		5787	4.5 %
1150	22.16	Myglevatn	1951		129	0.1 %
2024	22.22	Søgne	1973	OK	289	0.2 %
556	24.9	Tingvatn	1994/1922		797	0.6 %
1804	25.24	Gjuvvatn	1971		2079	1.6 %
1802	26.20	Årdal	1970	OK	323	0.2 %
1950	26.26	Jogla	1973	OK	6427	5.0 %
2629	27.16	Bjordal	1984		1971	1.5 %
574	28.7	Haugland	1918	OK	182	0.1 %
2883	35.16	Djupadalsvatn	1990		686	0.5 %
586	41.1	Stordalsvatn	1912	OK	412	0.3 %
1427	42.2	Djupevad	1963		535	0.4 %
2307	46.9	Fønnerdalsvatn	1980		1901	1.5 %
591	48.1	Sandvenvatn	1908		431	0.3 %
1529	48.5	Reinsnosvatn	1917		476	0.4 %
592	50.1	Hølen	1923	OK	10562	8.2 %
2478	50.13	Bjoreio	1982		9720	7.5 %
925	55.4	Røykenes	1934	OK	126	0.1 %
1420	62.10	Myrkdalsvatn	1964		2981	2.3 %
2662	62.18	Svartavatn	1987		3006	2.3 %
598	62.5	Bulken	1892	OK	1111	0.9 %
606	72.5	Brekke bru	1939		3864	3.0 %

Gml-ID	Stasjonsnr	Navn	Obs.start	HBV-mod.	Sum tilsig (GWh/ år)	Andel i %
1647	73.27	Sula	1967		2303	1.8 %
1408	76.5	Nigardsbrevatn	1962	OK	1910	1.5 %
1389	77.3	Sogndalsvatn	1962	OK	107	0.1 %
1556	78.8	Bøyumselv	1982/1965	OK	1418	1.1 %
2549	79.3	Nessedalselv	1983		515	0.4 %
614	82.4	Nautsundvatn	1983/1908	OK	275	0.2 %
615	83.2	Viksvatn	1902	OK	222	0.2 %
1438	84.11	Hovefoss	1963	OK	523	0.4 %
2473	86.12	Skjerdalselv	1982		672	0.5 %
2118	87.3	Teita bru	1970	OK	312	0.2 %
622	88.4	Lovatn	1900		129	0.1 %
1107	97.1	Fetvatn	1946	OK	152	0.1 %
630	98.4	Øye	1990/1916	OK	1464	1.1 %
956	109.9	Risefoss	1935		2886	2.2 %
1755	112.8	Rinna	1969		1638	1.3 %
1055	122.11	Eggafoss	1941	OK	3720	2.9 %
985	122.9	Gaulfoss	1958	OK	214	0.2 %
2204	123.31	Kjelstad	1939	OK	817	0.6 %
666	124.2	Høggås bru	1912	OK	444	0.3 %
1617	127.11	Veravatn	1966	OK	653	0.5 %
1668	133.7	Krinsvatn	1969/1915	OK	713	0.6 %
685	138.1	Øyungen	1916	OK	390	0.3 %
2352	139.35	Trangen	1978/1934	OK	792	0.6 %
1982	148.2	Mevatn	1973	OK	274	0.2 %
1730	151.15	Nervoll	1968	OK	4295	3.3 %
705	152.4	Fustvatn	1970/1908	OK	760	0.6 %
1133	156.10	Berget	1950	OK	4481	3.5 %
714	157.3	Vassvatn	1916	OK	876	0.7 %
720	162.3	Skarsvatn	1984/1916	OK	363	0.3 %
990	163.5	Junkerdalselv	1937	OK	2122	1.6 %
726	165.6	Strandå	1916	OK	242	0.2 %
2651	168.2	Mørsvik bru	1985		974	0.8 %
742	174.3	Øvstevatn	1924	OK	3785	2.9 %
2739	191.2	Øvrevatn	1987/1913	OK	1829	1.4 %
2807	200.4	Skogsfjordvatn	1988/1957	OK	342	0.3 %
1828	206.3	Manndalen bru	1971	OK	896	0.7 %
1596	212.10	Masi	1966	OK	1115	0.9 %
2960	234.18	Polmak	1991/1911	OK	428	0.3 %
2614	247.3	Karpelv	1984/1927	OK	303	0.2 %
2555	311.460	Engeren	1983/1911	OK	1240	1.0 %
				Sum tilsig *)	129514	100 %

*) Sum tilsig er her nesten 130 TWh. Dette er beregnet totaltilsig til Samkjøringsmodellen. Det vil si at for eksempel minstevannføring og flomtap er inkludert.

Referanser

Astrup, Marit. Avløpsnormaler, normalperioden 1961-90. NVE-rapport 2-2001.

Lona, Lorenzo. Dam Grøndalsvatn, flomberegninger. Statkraft Grøner – 2002.

Pettersson, Lars-Evan. Aktive vannføringsstasjoner i Norge. NVE-dok 16-2004.

Pettersson, Lars-Evan. Flomberegninger for Etna/ Dokka. NVE-dok 15-2007.

Sirdalskraft AS. Knaben kraft as. Utkast til søknad om konsesjon for Stølen kraftverk. 2007.

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

Utgitt i Rapportserien i 2008

- Nr. 1 Tor Arnt Johnsen (red.): Kvartalsrapport for kraftmarkedet, 4. kvartal 2007 (77 s.)
- Nr. 2 Panagiotis Dimakis: Kartlegging av grunnvannsressurser 1. Base Flow Index (107 s.)
- Nr. 3 Halvor Kr. Halvorsen (red.): NVEs tilsynsrapport for 2007
- Nr. 4 Nils Henrik Johnson (red.): Kamuflasjetiltak på kraftledninger (104 s.)
- Nr. 5 Knut E. Norén, Ivar K. Elstad, Norconsult: Forbislipping ved små vannkraftverk (17 s.)
- Nr. 6 Ivar K. Elstad, Knut E. Norén, Norconsult: Minstevannføring ved små vannkraftverk (22 s.)
- Nr. 7 Erik Holmqvist, Inger Karin Engen: Utvalg av tilsigsserier til Samkjøringsmodellen (51 s.)