

BKK Produksjon AS

Overføring av Vossadalsvatnet i Øystesevassdraget til Svartavatnet i Samnangervassdraget



Konsekvensutredning hydrologi

BKK PRODUKSJON AS 21.12.2011

Rapportnavn:

Overføring av Vossadalsvatnet i Øystesevassdraget til Svartavatnet i Samnangervassdraget

Konsekvensutredning hydrologi

Kunde:

BKK Produksjon AS

Dokument-ID:

11077214

Utarbeidet av:

Louise Andersen og Torbjørn Kirkhorn

Godkjent av:

Arne Andreas Riisnes

Dato:

21.12.2011

Versjon:

2

Fordeling:

Prosjekt nr:

Gradering:

Sammendrag

Det er gjennomført konsekvensutredning for overflatehydrologien i Øystesevassdraget som følge av planene om å overføre Vossadalsvatnet i Øystesevassdraget til Svartavatnet i Samnangervassdraget der vatnet kan nyttes til regulert kraftproduksjon i BKK Produksjon AS sine eksisterende kraftverk. Det vil bli bygget en overføringstunnel. Vossadalsvatnet får ingen regulering men det vil bli bygget en dam i utløpet av vatnet. Vannstanden i Vossadalsvatnet vil forbli uendret etter overføringen.

Det er i denne rapporten sett på virkninger i vannføringsforholdene ved referansepunkter på den berørte elvestrekningen fra Vossadalsvatnet ned til Hardangerfjorden og i Søyagjelet.

Produksjonssimuleringene viser at produksjonen øker med 37,7 GWh ved å nytte vatnet i eksisterende Frøland kraftverk og 54,1 GWh ved bygging av nytt Aldal kraftverk / Frøland småkraftverk, som er konsesjonssøkt den 9. desember 2010.

På strekningen nedstrøms Vossadalsvatnet vil vannføringen bli redusert som følge av overføringen. Ved innløpet til Fitjadalsvatnet vil vannføringen gjennomsnittlig reduseres med ca. 35 %, ved Ørredalsfossen med ca. 30 % og ved Øysteseelva sitt utløp i Hardangerfjorden vil vannføringen gjennomsnittlig bli redusert med ca. 25 %.

Arne Andreas Riisnes

Louise Andersen og Torbjørn Kirkhorn

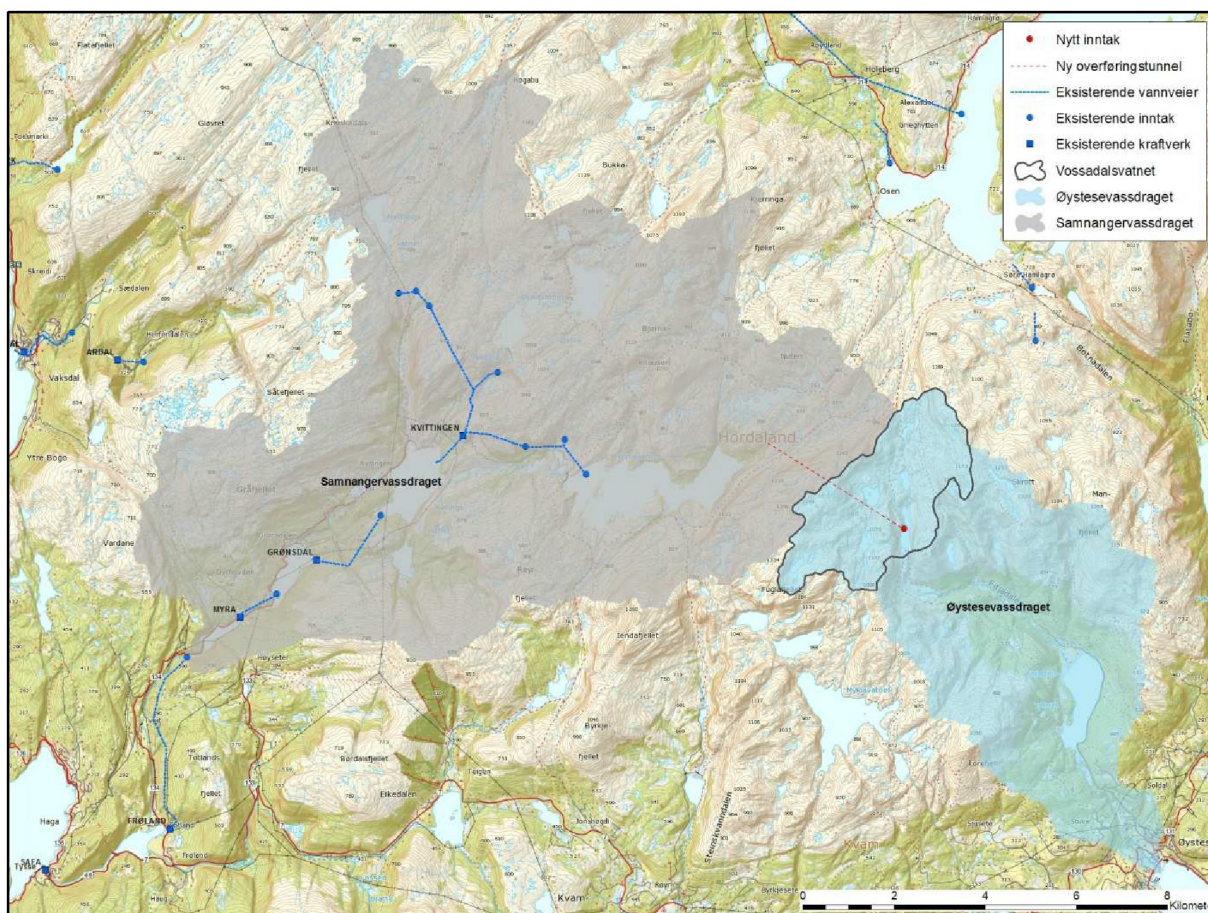
INNHold

1	INNLEDNING	1
1.1	Konsekvensutredningsprogram.....	1
1.2	Øystesevassdraget.....	2
1.3	Eksisterende kraftverk og reguleringer.....	2
1.4	Utbyggingsplan for overføring av Vossadalsvatnet.....	3
2	METODIKK	3
2.1	Produksjonssimulering i VANSIMTAP.....	3
2.2	Hydrologiske data.....	4
2.2.1	Feltkarakteristikk.....	5
2.2.2	Hydrometrisk målestasjon.....	7
2.2.3	Valg av referanseserie.....	7
2.3	Referansepunkt for vannføring.....	8
2.4	Karakteristiske vannføringer.....	8
2.4.1	Lavvannføring.....	8
2.4.2	Flom.....	9
3	PRODUKSJONSSIMULERINGER	10
3.1	Forutsetninger.....	10
3.2	Resultat.....	10
4	VIRKNINGER AV TILTAKET	12
4.1	Restvannføringer.....	12
4.1.1	Vossadalselva/Øysteseelva nedstrøms Vossadalsvatnet.....	13
4.1.2	Vurdering av vannføring etter utbygging ifht. snøsmelting.....	13
4.2	Kapasiteten til overføringstunnelen / Vannføringsforholdene i Søyagjelet.....	13
4.3	Andre prosjekter / Øystese kraftverk.....	13
4.4	Svartavatnet i Samnangervassdraget.....	13
4.5	Flomforhold.....	14
4.6	Oppfølgende undersøkelser.....	14
5	REFERANSER	15
6	VEDLEGG	16

1 INNLEDNING

I denne rapporten blir konsekvensene for overflatehydrologi ved overføring av Vossadalsvatnet i Øystesevassdraget til Svartavatnet i Samnangervassdraget vurdert. Nedbørfeltet til Vossadalsvatnet er en del av Øystesevassdraget og ligger sentralt i Kvam herad i Hardanger. Øystesevassdraget har utløp til Hardangerfjorden ved tettstedet Øystese, se figur 1.

Omfanget av den hydrologiske konsekvensutredningen er bestemt av konsekvensutredningsprogrammet (KU-programmet) som er fastsett av NVE (jf. avsnitt 1.1) [3]. Denne rapporten danner grunnlag for en rekke av de andre temaene som skal gjennomføres i konsekvensutredningsprosessen.



Figur 1 Oversiktskart som viser Vossadalsvatnet i Øystesevassdraget og plassering ifht. Svartavatnet i Samnangervassdraget.

1.1 Konsekvensutredningsprogram

Nedenfor vises et utdrag av konsekvensutredningsprogrammet fastsatt av NVE den 11. mai. 2011 [3].

Hydrologi

De hydrologiske temaene som omtales nedenfor skal ligge til grunn for de øvrige fagutredningene som skal gjennomføres som et ledd i konsekvensutredningsprosessen.

Overflatehydrologi (grunnlagsdata, vannførings- og vannstandsendringer, restvannføringer)

Grunnlagsdata vannførings- og vannstandsendringer restvannføringer flomforhold m.m. skal utredes og presenteres i samsvar med NVEs veileder 3/2010 "Konsesjonshandsaminga av vasskraftsaker", så langt det er relevant, jf. veilederens del IV, punkt 3.7.

Vannføringen før og etter utbygging skal fremstilles på kurveform for "reelle år" ("vått", "middels" og "tørt") på relevante punkter for alle alternativene. Vannføringen må framstilles både for Vossadalselva og for Øysteseelva samt for elva i Søyagjelet og Svartavatnmagasinet. Det skal angis hvor mange dager i året tilsiget til Vossadalsvatnet er større enn største slukeevne for overføringstunnelen for de samme årene.

Det skal redegjøres for alminnelig lavvannføring og 5-persentil verdien for sommer (1/5-30/9) og vinter (1/10-30/4) ved utløpet av Vossadalsvatnet som grunnlag for å kunne bestemme minstevannføring.

Planlagt vannføring gjennom overføringstunnelen beskrives.

Minstevannføring

Vurderingene bak eventuelle forslag til minstevannføring skal fremgå av KU. Det skal også begrunnes dersom det ikke foreslås å slippe minstevannføring

Forslag til minstevannføring skal tas inn i alle relevante hydrologiske beregninger og kurver og legges til grunn for vurderingene av konsekvenser for de øvrige fagtemaene. Dette gjelder også beregningene i forbindelse med produksjon og prosjektets økonomi som inngår i prosjektbeskrivelsen. Samtidig skal det gå fram av beregningene hva minstevannføringen ville ha gitt dersom vannet hadde vært nytt til produksjon.

Det skal tas bilder av de ulike berørte elvestrekningene på ulike tallfestede vannføringer. Reduksjonen i vannføringen i Ørredalsfossen som følge av tiltaket må visualiseres ved ulike vannføringsnivåer.

Driftsvannføring

Det skal gis en beskrivelse av forventede hydrologiske konsekvenser (vannføringsforhold med mer) ut fra det planlagte driftsopplegget (tappestrategi, ev. effektkjøring).

Flommer

Flomforholdene skal vurderes basert på beregnede og/eller observerte flommer og det skal gis en vurdering av om skadeflommer øker eller minker i forhold til dagens situasjon. Skadeflomvurderingene kan knyttes opp mot en flom med gjentaksintervall på 10 år (Q10) dersom det reelle nivået for skadeflom i vassdraget er ukjent. Flomvurderingene skal også inneholde en beregning av middelflommen

1.2 Øystesevassdraget

Vossadalsvatnet (707 moh) er en del av Øystesevassdraget (vassdragsnummer 052.6C). Øystesevassdraget er i dag uregulert og nedbørfeltet er totalt 44,2 km². Vassdraget har utløp i Hardangerfjorden ved Øystese. Fra Vossadalsvatnet renner Vossadalselva nedover Vossadalen og ut i Fitjadalsvatnet (266 moh). Fra Fitjadalsvatnet renner Øysteseelva (som elva heter nedstrøms Fitjadalsvatnet) nedover dalføret og munner ut i Hardangerfjorden. Nedbørfeltet til Vossadalsvatnet er 10 km² og utgjør ca. 25 % av Øystesevassdraget, og tilsiget til Vossadalsvatnet utgjør ca. 30 % av det totale tilsiget i vassdraget.

1.3 Eksisterende kraftverk og reguleringer

Øystesevassdraget har per i dag ingen vassdragsreguleringer eller kraftproduksjon. Øystese kraft AS har planer om å utnytte den nedre delen av vassdraget til kraftproduksjon [4]. Vossadalsvatnet vil bli overført til Samnangervassdraget som i dag nyttes til kraftproduksjon, jf. figur 1. Utbyggingen i Samnangervassdraget består i dag av 5 kraftverk og en rekke reguleringsmagasiner og overføringer, jf. tabell 1 og tabell 2. BKK har høsten 2010 søkt konsesjon for bygging av Aldal kraftverk, som vil erstatte dagens Frøland kraftverk og ha inntaksmagasin i Grønsdalsvatnet [5].

Tabell 1 Eksisterende kraftverk i Samnangervassdraget.

Kraftverk	Fallhøyde [m]	Slukeevne [m ³ /s]	Installert effekt [MW]	Midlere årsproduksjon [GWh]	Drift satt
Kvittingen kraftverk	251	20	42	160	1984
Grønsdal kraftverk	165	22	36	141	1948
Myra kraftverk	20	20	3,7	13	1988
Frøland kraftverk	151	20	21	138	1912 / 1962
Tysse kraftverk ¹	20	12	-	19	2006

¹Tysse kraftverk er eiet av Safa Eiendom AS og har desember 2007 fått tillatelse til å øke slukeevnen til 18 m³/s i perioder av året. Tiltaket er ikke gjennomført per desember 2011.

Tabell 2 Eksisterende reguleringer i Samnangervassdraget.

Magasin	HRV [moh]	LRV [moh]	Volum [mill. m ³]
Øvre Dukevatn	823,2	804,5	9,5
Nedre Dukevatn	799,2	778,4	5,0
Svartavatn	625,9	580,9	77,7
Kvittingsvatn	368,4	334,1	35,0
Grønsdalsvatn	198,0	188,0	6,5
Fiskevatn	178,3	172,7	0,3

1.4 Utbyggingsplan for overføring av Vossadalsvatnet

Med overføring av Vossadalsvatnet til Svartavatnet i Samnangervassdraget vil vannet kunne nyttes til regulert kraftproduksjon i BKK Produksjon AS sine eksisterende kraftverk i Samnangervassdraget. BKK har planer om å rehabilitere/bygge om Frøland kraftverk eller bygge nytt Aldal kraftverk (som vil kunne nytte vatnet helt ned til Samnangerfjorden) [5].

Overføringen av Vossadalsvatnet til Svartavatnet vil skje gjennom en ca. 3500 m lang tunnel med dykket inntak. Overføringstunnelen vil få en kapasitet på ~14 m³/s (som tilsvarer 10 ganger middelvannføring) og unntatt forbitapping av minstevannføring og i enkelte flomsituasjoner vil alt tilsiget til Vossadalsvatnet overføres til Svartavatnet. Overføringstunnelen vil kunne stenges i flomsituasjoner. Vossadalsvatnet får ingen regulering, men det vil bli bygget en liten dam i utløpet av vatnet. Vossadalsvatnet vil beholde sin naturlige vannstandsvariasjon idet vannstanden vil bli styrt av utformingen på tunnelutløpet i Søyagjelet. Det overførte vatnet vil bli magasinert i Svartavatnet. For mer detaljert omtale av tiltaket vises til konsesjonssøknaden for Overføring av Vossadalsvatnet i Øystesevassdraget til Svartavatnet i Samnangervassdraget [6].

2 METODIKK

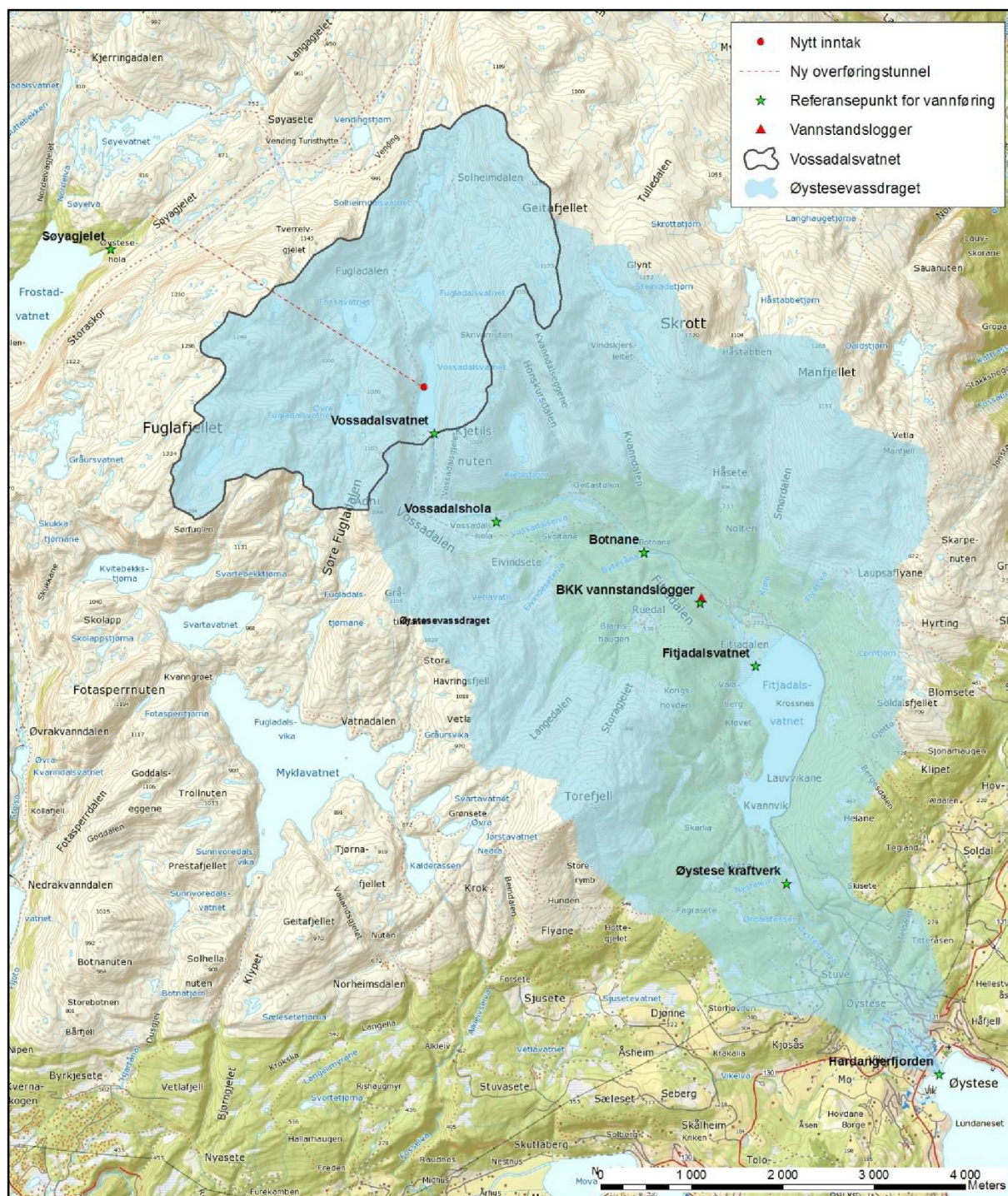
2.1 Produksjonssimulering i VANSIMTAP

Produksjonssimuleringer er gjennomført i programmet VANSIMTAP, som er utviklet av Sintef Energiforskning. Programmet er et modulbasert simuleringsverktøy for optimalisering av energiproduksjon i forhold til verdi av magasinering av vatn (vannverdi-simulering). Som input til programmet inngår fysiske parametre for vassdraget samt effektkurver for kraftverk, fallhøyder, magasinkurver mv. Kjente restriksjoner og forslag til manøvreringsreglement inngår også i modellen. For å representere tilsiget til de enkelte modulene i modellen er det nyttet historiske dataserier for uregulerte vassdrag. Ved valg av dataserier er det tatt omsyn til at dataseriene skal ha mest mulig sammenfallende feltegenskaper som de nedbørfelter som modulen representerer. Fordelen med modellen er at den er markedsbasert og tar hensyn til eventuelle faste kontrakter på kjøp/salg av elektrisk kraft. Ulempen med modellen er at den simulerer med ukes verdier, og dette medfører at flom og lavvannsperioder ikke nødvendigvis blir modellert godt nok. En modell tilsvarende

modellene som er nyttet i dette prosjektet blir også nyttet til langsiktig produksjonsplanlegging i BKK. Modellen viser seg å simulere faktisk oppnådd produksjon i kraftverkene ganske godt. Det kan derfor forventes at simuleringene i VANSIMTAP gir et godt estimat på produksjon ved forskjellige situasjoner. Simuleringsresultatene for de enkelte modulene som inngår i Samnangervassdraget er analysert i regneark. Det er sett på produksjonsresultat, vannføring gjennom modulene, flomtap/forbitapping (som er summert i samme resultatfil) og magasin vannstander.

2.2 Hydrologiske data

For å kunne vurdere vannføringen i Vossadalselva/Øysteseelva er feltkarakteristikk for Øystesevassdraget sammenlignet med utvalgte dataserier for vannføring. Videre har BKK etablert en hydrometrisk målestasjon (målestasjon for måling av vannføring) i Vossadalselva.

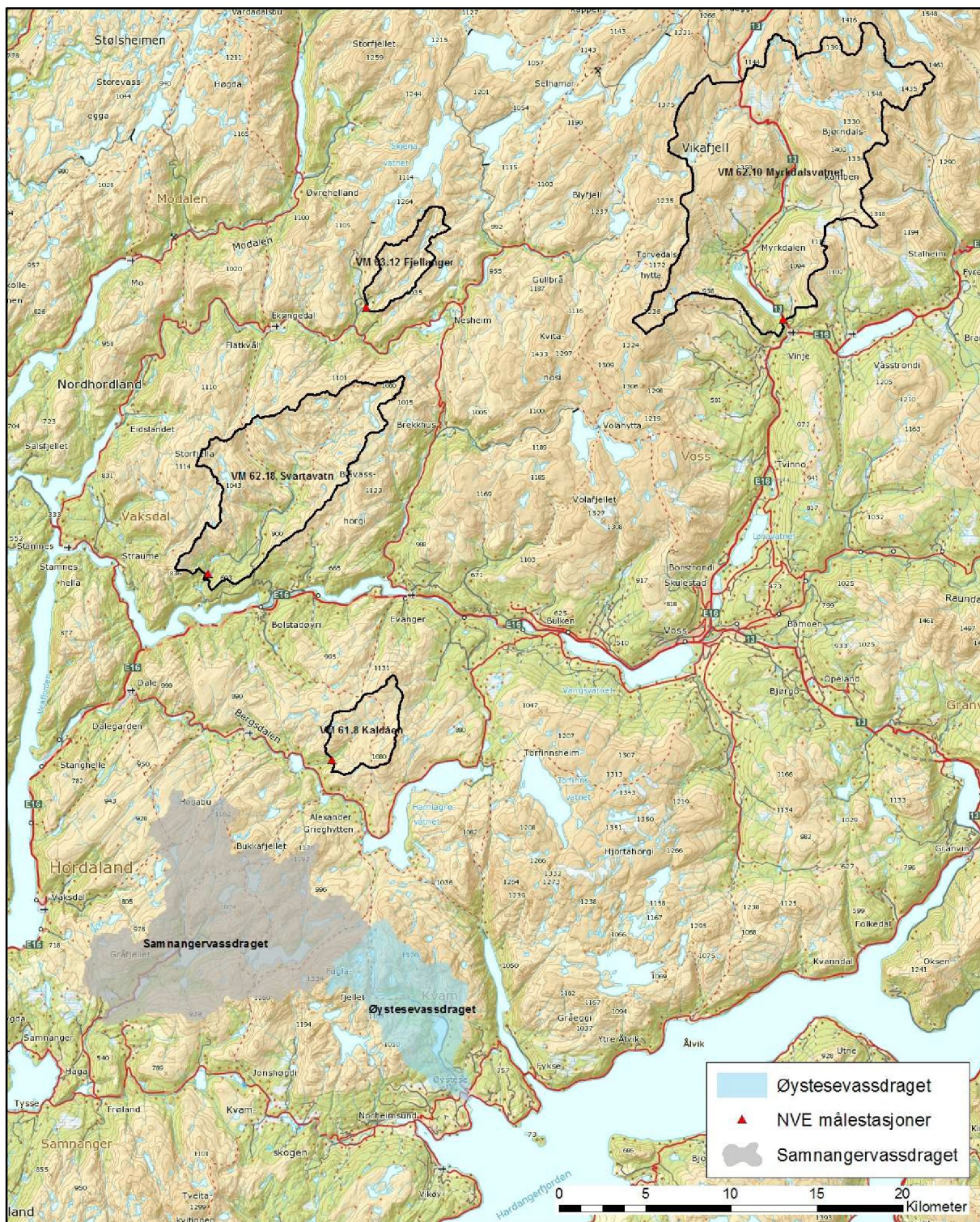


Figur 2 Øystesevassdraget med avgrensning av feltet til Vossadalsvatnet som BKK ønsker å overføre til Svartavatnet i Samnangervassdraget. Referansepunkter for vannføring er vist samt plasseringen til den hydrometriske målestasjonen BKK har etablert i 2010.

2.2.1 Feltegenskaper

For å beskrive tilsigsvariasjonene i Øystesevassdraget er det brukt historiske dataserier for uregulerte vassdrag som har sammenfallende feltegenskaper med det modellerte nedbørfellett. Karakteristiske feltparametre for Øystesevassdraget, feltet til Vossadalsvatnet og feltet til Fitjadalsvatnet (innløpet) er vist i tabell 3. Referansestasjonene 62.18 Svartavatn i Øvstedalselvi/Tysseelvi, 61.8 Kaldåen i Bergsdalsvassdraget, 63.12 Fjellanger i Eksingevassdraget og 62.10 Myrkdalsvatn i Vossodalsvassdraget er vurdert til å representere vannføringsvariasjonen i Vossadalselva/Øysteseelva, jf. figur 3. Feltegenskaper for disse stasjonene er listet i tabell 4.

Hypsografisk kurve for utvalgte delfelter i Øystesevassdraget er vist i vedlegg 3 og sammenlignet med hypsografiske kurver for referansestasjonene.



Figur 3 Øystesevassdragets geografiske plassering i forhold til plasseringen til vannmerkene 61.8 Kaldåen, 62.10 Myrkdalsvatn, 62.18 Svartavatn og 63.12 Fjellanger.

Tabell 3 Karakteristiske feltparametre for uregulerte felter. Parametrene er bestemt i ArcView ved hjelp av digitalt N50 kart og NVEs avrenningskart for Norge perioden 1961-1990.

Feltparameter / Nedbørfelt	Feltet til Vossadalsvatnet	Feltet til Fitjadalsvatnet	Øystesevassdraget
Feltareal [km ²]	10,0	29,8	44,2
Tilsig [mill. m ³ /år]	44,6	113,8	150,6
Middelvannføring [m ³ /s]	1,4	3,6	4,8
Spesifikk avrenning [l/s km ²]	141,4	121,1	108,0
Snaufjell [%]	> 90	> 75	> 60
Sjøprosent [%]	6,3	3,4	5,0
Effektiv sjøprosent [%]	2,8	0,3	2,4
Breandel [%]	0,0	0,0	0,0
H _{min} [moh]	707	266	0
H ₅₀ [moh]	975	885	775
H _{maks} [moh]	1320	1320	1320
Feltakse [km]	3,6	7,1	11,8

Tabell 4 Felldata for nyttet referanseserier for uregulert vannføring. Dataene er hentet fra HYSOPP i NVEs databasesystem Hydra II.

Feltparameter / Stasjon		VM 61.8 Kaldåen	VM 62.10 Myrkdalsvatn	VM 62.18 Svartavatn	VM 63.12 Fjellanger
Observasjonsperiode		1988 - dd	1964 - dd	1987 - dd	1994 - dd
Feltareal [km ²]		15,9	159,0	72,3	12,8
Spesifikk avrenning ¹ [l/s km ²]	Avrenningskart 1961-1990	100,7	76,1	112,4	95,4
	Observervert	100,5	75,5	110,9	93,9
Snaufjell [%]		93	73	65	86
Sjøprosent [%]		2,1	3,8	3,1	4,6
Effektiv sjøprosent [%]		0,1	1,2	0,3	-
Breandel [%]		0,0	0,0	0,0	0,0
H _{min} [moh]		579	229	219	401
H ₅₀ [moh]		884	976	754	913
H _{maks} [moh]		1128	1429	1109	1206

¹Spesifikk avrenning er bestemt ved hjelp av henholdsvis NVEs avrenningskart for Norge perioden 1961-1990 og observerte data for den tiden målestasjonene har vært i drift. Det ses at avrenningskartet gir marginalt høyere verdier enn observerte data.

2.2.2 Hydrometrisk målestasjon

BKK etablerte den 8. juli 2010 en hydrometrisk målestasjon i Vossadalselva ca. 1000 m oppstrøms innløpet til Fitjadalsvatnet. Formålet med målestasjonen er å kunne dokumentere vannføringer i elva og kontrollere korrelasjon mellom Vossadalselva og utvalgte dataserier for vannføring som skal anvendes ved vurdering av vannføringen i Vossadalselva / Øysteseelva før og etter overføring av Vossadalsvatnet. Plasseringen av målestasjonen fremgår av kartutsnittet på figur 2. Målestasjonen og analyse av data er detaljert beskrevet i et eget notat, jf. vedlegg 2.

Foreløpig analyse av om lag et år med observasjonsdata fra målestasjonen viser i perioder god korrelasjon til vannmerke 62.18 Svartavatn i Øvstedalselvi / Tysseelvi. Loggingen av vannstand bør fortsette for å bekrefte denne korrelasjonen, jf. vedlegg 2.

2.2.3 Valg av referanseserie

Inntil det foreligger tilstrekkelig med data fra BKKs vannstandslogger i Vossadalselva er vannmerke 62.18 Svartavatn på grunnlag av mest mulig sammenfallende feltkarakteristika og sammenligning av

data vurdert å være beste dataserie til å representere vannføringen i Vossadalselva / Øysteseelva (jf. vedlegg 2). Feltet til Øystesevassdraget er noe mindre enn feltet til 62.18 Svartavatnet men en høyere effektiv sjøprosent vil ha en tilsvarende dempende effekt på avrenningen. Videre er de hypsografiske kurver og spesifikk avrenning for feltene ganske lik (jf. vedlegg 3).

2.3 Referansepunkter for vannføring

I henhold til konsekvensutredningsprogrammet skal vannføringsforholdene før og etter utbygging vises for relevante punkter i vassdraget. Referansepunktene for vannføring som utredes er vist på figur 2 og listet i tabell 5.

Tabell 5 Referansepunkter for vannføring i Vossadalselva/Øysteseelva og Søyagjelet. Parametrene er for dagens situasjon uten overføring.

Referansepunkt	Areal [km ²]	Tilslig [mill. m ³ /år]	Middelvannføring [m ³ /s]	Høyde [moh]
Ved utløp av Vossadalsvatnet	10,0	44,6	1,41	707
Ved Vossadalshola	11,9	52,1	1,65	535
Ved Botnane	21,7	86,6	2,75	345
Ved plassering av BKKs vannstandslogger	24,4	94,9	3,01	310
Ved innløp i Fitjadalsvatnet	29,8	113,8	3,61	266
Ved planlagt inntak til Øystese kraftverk ¹	40,3	143,4	4,55	254
Ved utløp i Hardangerfjorden	44,2	150,6	4,78	0
Søyagjelet ved innløp Svartavatnet	2,2	10,3	0,33	625

¹Rett oppstrøms Ørredalsfossen.

2.4 Karakteristiske vannføringer

2.4.1 Lavvannføring

Karakteristiske lavvannføringer er beregnet ved hjelp av dataprogrammet LAVVANN i NVEs databasesystem Hydra II [10] og skalering av dataserier, se tabell 6. Som det fremgår av tabellen er det betydelig forskjell på alminnelig lavvannføring bestemt med de ulike metodene. Programmet LAVVANN estimerer alminnelig lavvannføring på grunnlag av feltkarakteristika og feltets geografiske plassering innen hydrologiske regioner. Resultatene fra LAVVANN bør vurderes sammen med observasjoner fra felt med sammenfallende egenskaper på grunn av usikkerheter i modellen [10]. Størrelsene på lavvannføringene vil kunne vurderes når det foreligger tilstrekkelig med data fra vannstandsloggeren i Vossadalselva, men inntil vil det i vurderingene benyttes lavvannføringer beregnet ved hjelp av referanseserien 62.18 Svartavatn.

Tabell 6 Karakteristiske lavvannføringer ved referansepunktene (jf. tabell 5) beregnet ved hjelp av LAVVANN og skalering av referanseserier. Beregningene er gjort på grunnlag av dagens situasjon uten overføring Vossadalsvatnet.

Referanse punkt	Beregnet vha. LAVVANN		Beregnet vha. referanseserie		
	Midlere 7-døgns lavvannføring [l/s] Sommer / Vinter	Alm. lavvannføring [l/s]	5-persentil [l/s] Sommer / Vinter	Alm. lavvannføring [l/s]	Referanse serie
Ved utløp av Vossadalsvatnet	240 / 149	131	148 / 34	49	Kaldåen
			115 / 41	53	Svartavatn
			147 / 86	97	Fjellanger
Vossadalshola	-	-	134 / 48	62	Svartavatn
Botnane	-	-	223 / 80	103	Svartavatn
Ved vannstandslogger	-	-	244 / 87	113	Svartavatn
Ved innløp i Fitjadalsvatnet	898 / 407	358	293 / 105	135	Svartavatn
Ved inntak til Øystese kraftverk	-	-	369 / 132	170	Svartavatn
Ved utløp i Hardangerfjorden	1315 / 598	526	387 / 139	179	Svartavatn
Søyagjelet	-	-	27 / 9	12	Svartavatn

2.4.2 Flom

Det er gjort flomfrekvensanalyse av utvalgte dataserier ved hjelp av dataprogrammet EKSTREM i NVEs databasesystem Hydra II [11]. Øystesevassdraget ligger i regionen der høstflom er dominerende, og det er derfor sett på flomfrekvens av høstflommer [12]. Resultatet av analysen er vist i tabell 7.

Tabell 7 Flomfrekvensanalyse av høstflommer for utvalgte dataserier for uregulerte vassdrag. Flomfrekvensanalyse er gjennomført i dataprogrammet EKSTREM i NVEs databasesystem Hydra II.

Årstid	Dataserie	Q_M [l/s·km ²]	Q_{10} / Q_M
Høstflom	VM 61.8 Kaldåen	764	1,585
	VM 62.18 Svartavatn	976	1,562
	VM 63.12 Fjellanger	744	1,559
	Gjennomsnitt	828	1,569

Basert på resultat av flomfrekvensanalysen (jf. tabell 7) kan det forventes at middelflom ved utløpet av Vossadalsvatnet vil være ca. 8 m³/s. Skadeflom (Q_{10}) er forventet å være i størrelsesorden 12-13 m³/s. NVE har utført flomberegning for strekningen den siste kilometeren i Øysteseelva ned til utløpet i Hardangerfjorden. Flomberegningen er basert på regionale flomformler og frekvensanalyser av observerte flommer ved målestasjoner i nærliggende vassdrag [13]. En oppsummering av resultatet av flomberegningen er vist i tabell 8.

Tabell 8 Flomverdier for Øysteseelva ved utløpet i Hardangerfjorden. Forholdet Q_{10}/Q_M er estimert til 1,44. (Kilde: NVE)

Øysteseelva	Q_M [l/s·km ²]	Q_M [m ³ /s]	Q_{10} [m ³ /s]	Q_{100} [m ³ /s]	Q_{500} [m ³ /s]
Døgnmiddelvannføring [m ³ /s]	1000	45	64	91	111
Kulminasjonsvannføring [m ³ /s]	1460	65	93	133	161

3 PRODUKSJONSSIMULERINGER

3.1 Forutsetninger

Overføringen til Samnangervassdraget er simulert i VANSIMTAP. Det refereres til "Konsekvensutgreiing hydrologi – Utbygging i Samnangervassdraget og Aldalselva" for detaljert beskrivelse av forutsetningene for simuleringene av kraftverksmodulene i Samnangervassdraget [14]. Tilsiget til Vossadalsvatnet er lagt til det uregulerte tilsiget til Svartavatnet modulen. Ved simuleringene er det ikke tatt hensyn til eventuell flom og slipp av minstevannføring fra Vossadalsvatnet. Det er planlagt å slippe minstevannføring fra Vossadalsvatnet på 115 l/s om sommeren (1. mai – 30. september) og 40 l/s om vinteren (1. oktober – 30. april) som tilsvarer 5-persentilen. Tapt produksjon som følge av slipp av minstevannføring er estimert ved hjelp av energiekvivalenten (jf. tabell 10).

3.2 Resultat

Resultatet av produksjonssimuleringene i VANSIMTAP fremgår av tabell 9. I tillegg til simuleringsresultatet for overføring av Vossadalsvatnet med eksisterende kraftverk i Samnangervassdraget er resultatet for overføring til det konsesjonssøkte alternativet Aldal kraftverk / Frøland småkraftverk vist.

Overføring av Vossadalsvatnet vil med BKK sine eksisterende kraftverk i Samnanger-vassdraget kunne gi en økt produksjon på inntil 40,9 GWh. Mens utbygging av konsesjonssøkte Aldal kraftverk og Frøland småkraftverk vil kunne gi en økt produksjon på inntil 57,4 GWh (produksjonsestimatene er uten slipp av minstevannføring).

Tabell 9 Resultat av produksjonssimulering i VANSIMTAP. I simuleringene er det ikke tatt hensyn til eventuell flom og slipp av minstevannføring fra Vossadalsvatnet.

Prosjekt		Dagens situasjon		Konsesjonssøkt Aldal kraftverk & Frøland småkraft	
		Uten overføring	Med overføring	Uten overføring	Med overføring
Tekniske data	Slukeevne Frøland / Aldal [m ³ /s]	16,0	16,0	35,0	35,0
	Effekt Frøland / Aldal [MW]	19,5	19,5	60,5	60,5
	Slukeevne Frøland småkraftverk [m ³ /s]	-	-	3,0	3,0
	Effekt Frøland småkraftverk [MW]	-	-	4,1	4,1
Produksjon	Kvittingen [GWh]	167,4	188,2	166,7	189,7
	Grønsdal [GWh]	154,4	168,3	156,6	171,8
	Myra / Aldal [GWh]	14,1	15,2	226,4	245,6
	Frøland / Frøland småkraftverk [GWh]	133,7	138,7	11,5	11,6
	Tysse kraftverk ¹ [GWh]	23,9	24,1	13,9	13,9
	Sum ² [GWh]	493,7	534,5	575,2	632,6
	Endring³ [GWh]	-	40,9	81,6	139,0
	Brukstid Frøland / Aldal [timer]	6869	7113	3742	4060
Brukstid Frøland småkraftverk [timer]	-	-	2812	2831	
Flom og forbitapping	Svartavatnet [mill. m ³ /år]	7,7	16,6	5,1	10,0
	Kvittingsvatn [mill. m ³ /år]	17,5	30,2	12,2	19,7
	Grønsdalsvatn [mill. m ³ /år]	21,9	36,1	6,7	11,3
	Fiskevatn [mill. m ³ /år]	66,6	95,6	11,2	15,6
	Tysse [mill. m ³ /år]	396,3	436,9	157,8	162,3

¹Tysse kraftverk er simulert etter gjeldende vilkår (Kilde: Konsekvensutgreiing hydrologi – Utbygging i Samnangervassdraget og Aldalselva).

²Summen utgjør den samlet produksjon for alle kraftverkene i Samnangervassdraget.

³Endring i produksjon er i forhold til dagens situasjon med produksjon i kraftverkene i Samnangervassdraget.

Ved simulering i VANSIMTAP er det ikke mulig å legge inn slipp av minstevannføring fra Vossadalsvatnet på sommeren, da VANSIMTAP ikke klare å distribuere tilsiget etter ønske om å slippe en minstevannføring til en bestemt tid, jf. avsnitt 2.1. Eventuell slipp av minstevannføring kan ved hjelp av energiekvivalenten for kraftverkene omregnes til et tap i produksjon. Slipp av minstevannføring fra Vossadalsvatnet på 115 l/s for perioden 1. mai til 30. september og på 40 l/s for perioden 1. oktober til 30. april tilsvarende 5-persentilen (jf. tabell 6) utgjør et volum på 2,25 mill. m³ (henholdsvis 1,52 mill. m³ og 0,73 mill. m³ på sommeren og vinteren). Tap i produksjon som følge av krav til minstevannføring fremgår av tabell 10. Med dagens situasjon vil produksjonsøkningen som følge av overføringen bli redusert fra 40,9 GWh til 37,7 GWh ved slipp av minstevannføring.

Tabell 10 Tapt produksjon som følge av slipp av minstevannføring fra Vossadalsvatnet.

	Dagens situasjon	Konsesjonssøkt Aldal kraftverk & Frøland småkraft
Summert energiekvivalent [kWh/m ³]	1,42	1,48
Tapt produksjon ¹ [GWh]	3,20	3,33
Produksjonsendring² [GWh]	37,7	54,1

¹Tapt produksjon i forhold til produksjonsøkningen i tabell 9. (Eksempel: 1,42 kWh/m³ x 1,52 mill. m³ = 2,16 GWh).

²Produksjonsøkning ved overføring av Vossadalsvatnet til Svartavatnet med slipp av minstevannføring fra Vossadalsvatnet på sommeren.

4 VIRKNINGER AV TILTAKET

4.1 Restvannføringer

Restvannføringer, det vil si andelen av årlig tilsig som er tilbake etter utbygging, er estimert ved referansepunktene listet i tabell 5. Restvannføringene er vist i tabell 11 for et tørt, middels og vått år samt gjennomsnittet og vurdert med de kravene til slipp av minstevannføring fra Vossadalsvatnet som beskrevet i avsnitt 3.1. Restvannføringen er vurdert i forhold til dagens situasjon uten overføring. Etter utbygging vil det bli sporadiske overløp over terskelen i utløpet av Vossadalsvatnet, enten når vannføringen er større enn kapasiteten til overføringstunnelen til Svartavatnet eller når vannstanden i Svartavatnet er over HRV.

Tabell 11 Gjennomsnittlig vannføring ved referansepunktene i Vossadalselva, Øysteseelva og Søyagjelet før og etter utbygging med slipp av minstevannføring fra Vossadalsvatnet på 115 l/s perioden 1. mai – 30. september og 40 l/s perioden 1. oktober – 30. april som tilsvarer 5-persentilen (jf. tabell 6). Videre er prosentandelen av tilsiget som er tilbake etter overføring gitt.

Vannføring		Gjennomsnitt			Tørt år			Middels år			Vått år		
		Ar	Sommer	Vinter	Ar	Sommer	Vinter	Ar	Sommer	Vinter	Ar	Sommer	Vinter
Referansepunkt	Før [m ³ /s]	1,41	1,76	1,16	0,83	0,76	0,87	1,40	1,78	1,12	2,00	2,48	1,65
	Etter [m ³ /s]	0,05	0,12	0,04	0,07	0,12	0,04	0,07	0,12	0,04	0,07	0,12	0,04
	Rest	5 %	7 %	3 %	9 %	15 %	5 %	5 %	6 %	4 %	4 %	5 %	2 %
Vossadalshola	Før [m ³ /s]	1,65	2,06	1,36	0,96	0,88	1,02	1,63	2,08	1,31	2,33	2,89	1,93
	Etter [m ³ /s]	0,31	0,41	0,24	0,21	0,24	0,19	0,31	0,41	0,23	0,41	0,53	0,32
	Rest	19 %	20 %	17 %	22 %	27 %	18 %	19 %	20 %	17 %	17 %	18 %	16 %
Botnane	Før [m ³ /s]	2,75	3,42	2,26	1,60	1,47	1,70	2,71	3,45	2,17	3,87	4,81	3,20
	Etter [m ³ /s]	1,40	1,78	1,13	0,85	0,83	0,86	1,39	1,79	1,09	1,95	2,45	1,59
	Rest	51 %	52 %	50 %	53 %	56 %	51 %	51 %	52 %	50 %	50 %	51 %	50 %
Ved vannstandslogger	Før [m ³ /s]	3,01	3,75	2,47	1,76	1,61	1,86	2,97	3,79	2,38	4,25	5,27	3,51
	Etter [m ³ /s]	1,67	2,10	1,35	1,00	0,97	1,03	1,65	2,12	1,30	2,32	2,91	1,90
	Rest	55 %	56 %	55 %	57 %	60 %	55 %	55 %	56 %	55 %	55 %	55 %	54 %
Ved innløp til Fijjadalsvatnet	Før [m ³ /s]	3,61	4,50	2,96	2,11	1,93	2,23	3,56	4,54	2,86	5,09	6,32	4,21
	Etter [m ³ /s]	2,27	2,85	1,84	1,35	1,29	1,40	2,24	2,88	1,78	3,17	3,96	2,60
	Rest	63 %	63 %	62 %	64 %	67 %	63 %	63 %	63 %	62 %	62 %	63 %	62 %
Ved planlagt inntak til Øystese kraftverk (rett oppstrøms Ørredalsfossen)	Før [m ³ /s]	4,55	5,67	3,74	2,65	2,43	2,81	4,49	5,72	3,60	6,42	7,96	5,30
	Etter [m ³ /s]	3,20	4,02	2,61	1,90	1,79	1,98	3,16	4,06	2,52	4,49	5,60	3,69
	Rest	70 %	71 %	70 %	72 %	74 %	70 %	70 %	71 %	70 %	70 %	70 %	70 %

Ved utløp i Hardanger-fjorden	Før [m ³ /s]	4,78	5,96	3,92	2,79	2,56	2,95	4,71	6,01	3,78	6,74	8,36	5,57
	Etter [m ³ /s]	3,43	4,31	2,80	2,03	1,91	2,12	3,39	4,34	2,70	4,81	6,00	3,96
	Rest	72 %	72 %	71 %	73 %	75 %	72 %	72 %	72 %	71 %	71 %	72 %	71 %
Søyagjelet	Før [m ³ /s]	0,33	0,41	0,27	0,19	0,17	0,20	0,32	0,41	0,26	0,46	0,57	0,38
	Etter [m ³ /s]	1,74	2,17	1,43	1,02	0,93	1,08	1,72	2,19	1,38	2,46	3,05	2,03
	Økning	533 %	533 %	533 %	533 %	533 %	533 %	533 %	533 %	533 %	533 %	533 %	533 %

4.1.1 Vossadalselva/Øysteseelva

På strekningen nedstrøms Vossadalsvatnet vil vannføringen bli redusert som følge av utbyggingen (jf. tabell 9). Vannføringen i Vossadalselva / Øysteseelva før og etter utbygging er illustrert ved referansepunktene, jf. vedlegg 5.

Ved Ørredalsfossen vil vannføringen gjennomsnittlig reduseres med 25-30 %. Simulert vannføring i Ørredalsfossen før og etter utbygging for ulike situasjoner er visualisert i vedlegg 9.

Slipp av minstevannføring har størst betydning for elvestrekningen oppstrøms Fitjadalsvatnet, mens bidraget fra minstevannføring vil være mindre vesentlig for vannføringen lengre nedstrøms i vassdraget. I perioder med overløp over dammen i Svartavatnet vil overføringstunnelen bli stengt og avrenningen fra Vossadalsvatnet vil skje i Øystesevassdraget.

4.1.2 Vurdering av vannføring etter utbygging i forhold til snøsmelting

Det er gjort vurdering av konsekvensene ved å overføre tilsiget til den øverste delen av Øystesevassdraget i forhold til bidraget fra snøsmelting til vannføringen i Vossadalselva / Øysteseelva. Vurderingen er gjort ved å se på fordelingen av snø og snødybder i feltet (<http://senorge.no/>). Videre er hypsografiske kurver for Øystesevassdraget og referansestasjonene (jf. vedlegg 3) sammenlignet og spesifikk avrenning for 61.8 Kaldåen, 62.18 Svartavatn og 63.12 Fjellanger er sidestilt (jf. vedlegg 4), og vil kunne gi informasjon om variasjoner i vannføring som følge av snøsmelting / høydefordeling i feltet.

Informasjonen fra <http://senorge.no/> viser at akkumulasjon av snø er ganske lik på høyfjellet men med marginalt større akkumulasjon på Fuglefjellet (den nordvestlige del av vassdraget og en del av feltet til Vossadalsvatnet). Videre ses det at hyppigheten for å få snøsmelting i juni, juli og august er større fra Fuglefjellet enn fra den øvrige delen. Hypsografiske kurver for Øystesevassdraget og restfeltet viser lik fordeling med en liten forskyvning, og for begge situasjoner ses høydefordelingen å være sammenfallende med den hypsografiske kurve for 62.18 Svartavatn.

På bakgrunn av dette vurderes ikke vannføringen før og etter overføring av Vossadalsvatnet å bli mer forskjellig enn den variasjon som ses mellom år.

4.2 Kapasiteten til overføringstunnelen / Vannføringsforholdene i Søyagjelet

Alt tilsig til Vossadalsvatnet vil i utgangspunktet bli overført til Svartavatnet. Med den foreslåtte kapasiteten til overføringstunnelen (jf. avsnitt 1.4) kan det forventes at alt tilsiget til Vossadalsvatnet vil overføres til Søyagjelet / Svartavatnet unntatt noen få situasjoner med flom og overløp over dammen i Svartavatnet.

Vannføringen i Søyagjelet vil øke betydelig (ca. 5 dobles) på strekningen fra tunnelutløpet og ned til Svartavatnet (ca. 800 m) som følge av overføring fra Vossadalsvatnet (jf. vedlegg 5h).

4.3 Andre prosjekter / Øystese kraftverk

Overføringen til Svartavatnet vil få betydning for det planlagte Øystese kraftverk som vil utnytte fallet i Øysteseelva mellom kote 260 og 35/30 [4]. Tilsiget til Øystese kraftverk vil bli redusert med ca. 30 % og som følge av dette forventes produksjonen i Øystese kraftverk å reduseres med ca. 30 %.

4.4 Svartavatnet i Samnangervassdraget

Overføringen av vann fra Vossadalsvatnet vil medføre at magasinutfyllingen av Svartavatnet vil endres litt. Det er i vedlegg 6 vist magasinkurver for Svartavatnet henholdsvis med og uten overføring av

Vossadalsvatnet for dagens situasjon med BKKs eksisterende kraftverk i Samnangervassdraget og for utbygging av konsesjonssøkte Aldal kraftverk og Frøland småkraftverk. Magasincurvene viser at magasinfyllingen ikke vil endres vesentlig som følge av overføringen. Men ved bygging av Aldal kraftverk vil magasinfyllingen endres noe i forhold til dagens situasjon [14].

4.5 Flomforhold

Øystesevassdraget ligger i et område der store flommer som oftest forekommer på høsten. Flomepisodene er vanligvis forårsaket av intens nedbør og kan være kombinert med snøsmelting, da en del av feltet ligger høyt [13]. I situasjoner der Svartavatnmagasinet har kapasitet til å motta flomvann fra Øystesevassdraget, vil flommene i Øystesevassdraget reduseres tilsvarende overføringskapasiteten til overføringen. Det er vurdert at tiltaket vil endre på flomforholdene (flomfrekvensen og flomstørrelsene) marginalt i flomsituasjoner der overføringen er operativ.

Overføringen vil ikke endre flomforholdene i Øystesevassdraget i perioder der det samtidig er overløp fra Svartavatnet. Ved overløp i Svartavatnet vil overføringen stenges for å søke å unngå skadevirkninger i Samnangervassdraget. I de mest ekstreme flomsituasjonene er det rimelig å anta at Svartavatnmagasinet er fullt og at overføringen stenges. I ekstreme flomsituasjoner vil overføringen således ikke påvirke flomforholdene i Øystesevassdraget.

4.6 Oppfølgende undersøkelser

Driften av den hydrometriske målestasjonen bør fortsette.

5 REFERANSER

- [1] Konesjonshandsaming av vasskraftsaker – Rettleiar for utarbeiding av meldingar, konsekvensutgreiingar og søknader. NVE rettleiar nr. 3/2010.
- [2] Overføring av Vossadalsvatnet i Øystesevassdraget til Svartavatnet i Samnangervassdraget – Melding med framlegg til utgreiingsprogram. BKK 2010.
- [3] Fastsatt konsekvensutredningsprogram for Overføring av Vossadalsvatnet i Øystesevassdraget til Svartavatnet i Samnangervassdraget. NVE 2011.
- [4] Forhåndsmelding for Øystese kraftverk, Kvam herad. Øystese Kraft AS 2010.
- [5] Utbygging i Samnangervassdraget og Aldalselva. Konesjonssøknad med konsekvensutgreiing. BKK 2010.
- [6] Overføring av Vossadalsvatnet i Øystesevassdraget til Svartavatnet i Samnangervassdraget – Konesjonssøknad. BKK 2011.
- [7] NVEs avrenningskart for Norge perioden 1961-1990.
- [8] NVEs databasesystem Hydra II.
- [9] <http://senorge.no/>
- [10] Lavvannføring – estimering og konesjonsgrunnlag. Miljøbasert vannføring, NVE rapport 2002.
- [11] Flaumfrekvensanalyse for utvalde serier på Vestlandet. BKK 2008 (intern rapport).
- [12] Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. NVE 1978.
- [13] Flomberegning for Øysteseelvi. NVE 2009.
- [14] Konsekvensutgreiing hydrologi – Utbygging i Samnangervassdraget og Aldalselv. BKK 2010.

6 VEDLEGG

Vedlegg 1 Oversiktskart Samnangervassdraget og Øystesevassdraget

Vedlegg 2 Notat: Hydrometrisk målestasjon i Vossadalselva – Analyse av hydrometriske data

Vedlegg 3 Hypsografiske kurver

Vedlegg 4 Spesifikk avrenning for referansestasjonene

Vedlegg 5 Vannføring ved referansepunkter før og etter utbygging

- a. Vossadalselva ved utløp fra Vossadalsvatnet
- b. Vossadalselva ved Vossadalshola
- c. Vossadalselva ved Botnane
- d. Vossadalselva ved BKKs vannstandslogger
- e. Vossadalselva ved innløp til Fitjadalsvatnet
- f. Øysteseelva ved planlagt inntak til Øystese kraftverk
- g. Øysteseelva ved utløp i Hardangerfjorden
- h. Søygjelet

Vedlegg 6 Magasinkurver for Svartavatnet

Vedlegg 7 Karakteristiske vannføringsdata for referanseseriene

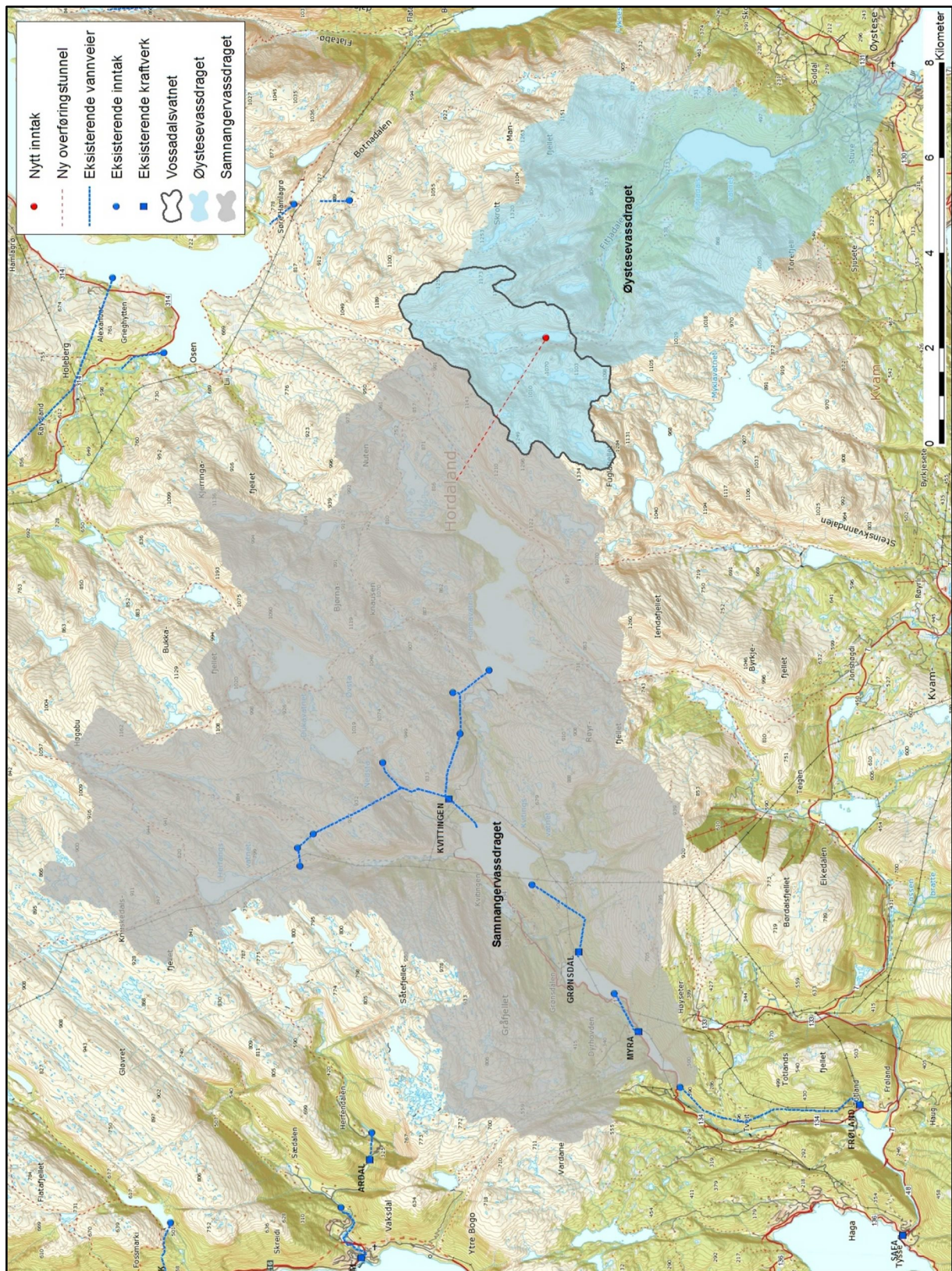
- a. VM 61.8 Kaldåen
- b. VM 62.10 Myrkdalsvatn
- c. VM 62.18 Svartavatn
- d. VM 63.12 Fjellanger

Vedlegg 8 Bilder ved ulike vannføringer

- a. Foto ved ulike vannføringer i Vossadalselva ved utløpet av Vossadalsvatnet
- b. Foto ved ulike vannføringer i Vossadalselva ved Vossadalshola
- c. Foto ved ulike vannføringer i Vossadalselva ved målestasjonen
- d. Foto ved ulike vannføringer i Vossadalselva ved innløpet til Fitjadalsvatnet
- e. Foto ved ulike vannføringer ved Ørredalsfossen
- f. Foto ved ulike vannføringer i Øysteseelva ved utløpet i Hardangerfjorden

Vedlegg 9 Fotovisualisering av Ørredalsfossen

Vedlegg 1 Oversiktskart Samnangervassdraget og Øystesevassdraget



Vedlegg 2 **Notat: Hydrometrisk målestasjon i Vossadalselva – Analyse av hydrometriske data**



NOTAT

Skrevet av: Louise Andersen

Dato: 03.10.2011

Seksjon/avd.: Prosjekt / Energitekn. - Plan

Dok. ID: 11127821

Fordeles til: Arne Andreas Riisnes

Dette notatet omtaler etablering av den hydrometriske målestasjonen i Vossadalselva i Kvam kommune samt analyse av de dataene som foreligger per august 2011.

INNLEDNING

I forbindelse med prosjektet «Overføring av Vossadalsvatnet i Øystesevassdraget til Svartavatnet i Samnangervassdraget» etablerte BKK Produksjon AS den 8. juli 2010 en hydrometrisk målestasjon i Vossadalselva ca. 1000 m oppstrøms innløpet til Fitjadalsvatnet. Formålet med målestasjonen er å kunne dokumentere vannføringsforholdene i Vossdalselva og kontrollere korrelasjonen mellom Vossadalselva og utvalgte dataserier som skal anvendes til vurdering av vannføringsforholdene i Vossadalselva / Øysteseelva før og etter utbygging.

HYDROMETRISK MÅLESTASJON / METODIKK

Ved målestasjonen foregår det ved hjelp av en trykksensor og en datalogger en kontinuerlig registrering av vannstand og temperatur hver time. Videre er det ved ulike vannstander gjort målinger av vannføring slik det er etablert en foreløpig relasjon mellom vannstand og vannføring ved målestasjonen. Korrelasjonen mellom vannstand og vannføring benyttes herpå til å beregne vannføring på grunnlag av observerte vannstandsdata.

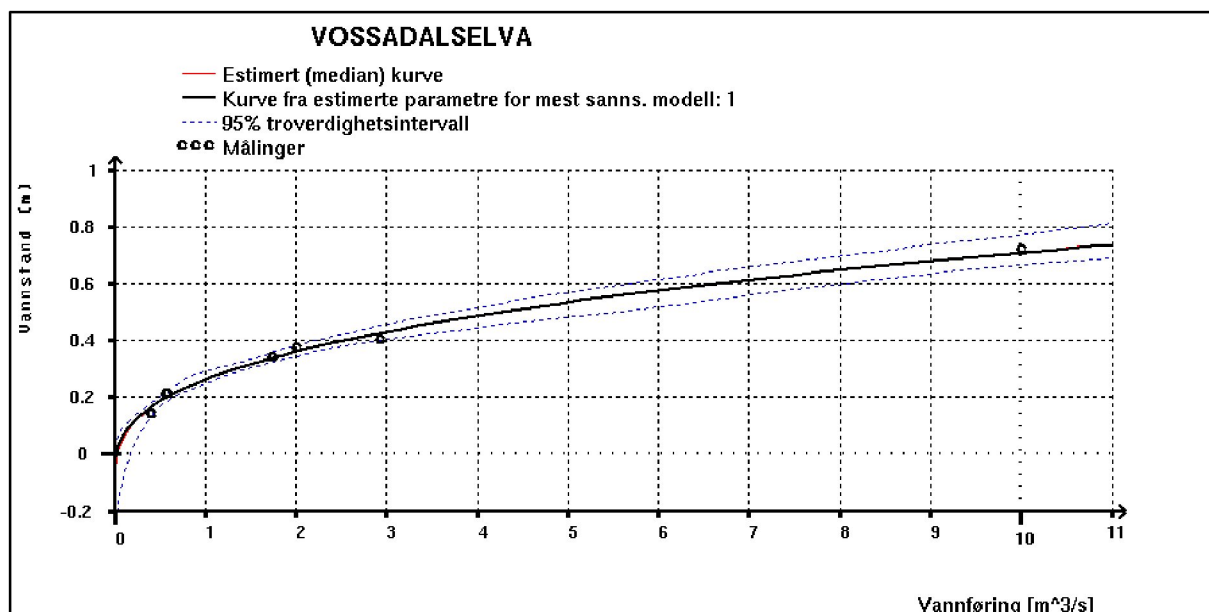
HYDROMETRISKE DATA

Status for målestasjonen (august 2011) er at det foreligger litt mer enn et år med vannstands- og temperaturdata. Videre er det ved ulike vannstander tatt 7 vannføringsmålinger.

Et problem med sensoren er årsak til at dataene fra perioden 20. august til 9. november 2010 ikke kan anvendes til analyse. Ved befaring den 20. august 2010 ble det oppdaget at sensoren som opprinnelig ble festet til bunnen i elva ikke var festet ordentlig.

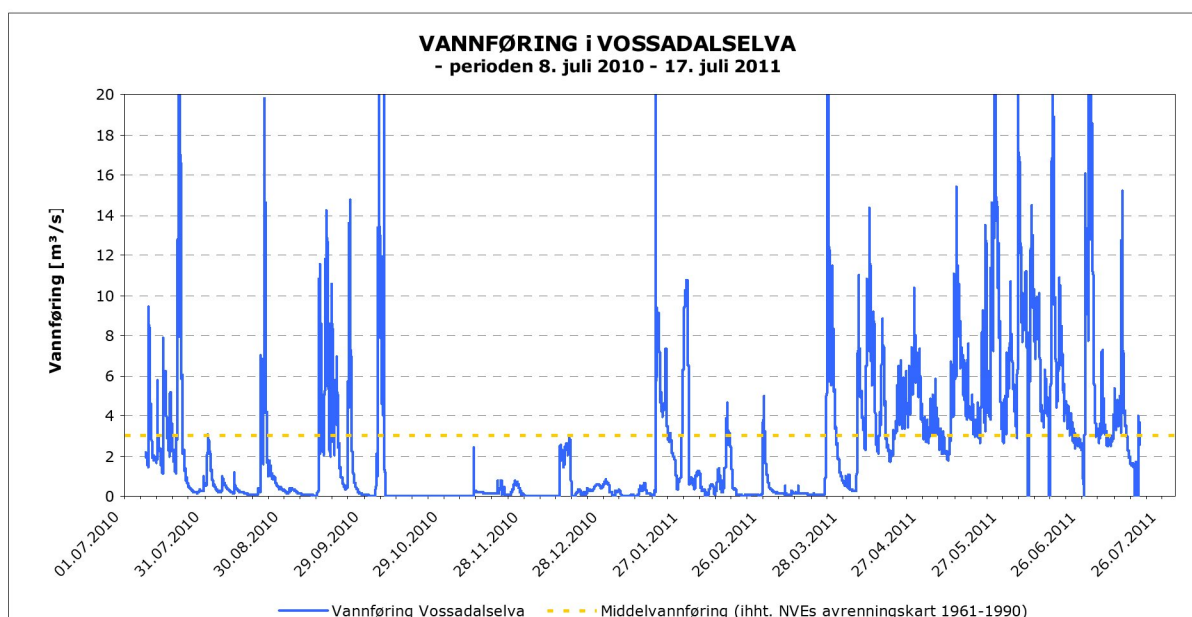
Vannføringsmålingene er for sammenhengende vannstander vist på figur 1 og på dette grunnlaget er det ved bayesiansk statistikk generert en vannføringskurve og dermed en foreløpig relasjon mellom registrert vannstand og vannføring.

Usikkerheten på vannføringsmålingene er kvalitetsvektet ved generering av vannføringskurven. De fleste målingene er tatt på vannføringer opptil $\sim 3,0$ m³/s som tilsvarer middelvannføringen (estimert ved hjelp av referanseserien VM 62.18 Svartavatn). Den høyeste vannføring som er målt er ~ 10 m³/s og ble målt den 16. september 2010. Med de på nåværende tidspunkt tilgjengelige data vurderes vannstand-vannføringsrelasjonen å være godt bestemt opp til vannføringer svarende til middelvannføringen, mens det for høyere vannføringer er større usikkerhet forbundet med relasjonen og dermed med beregningen av vannføring.



Figur 1 Foreløpig vannføringskurve for den hydrometriske målestasjonen i Vossadalselva. Kurven er generert ved bayesiansk kurvetilpasning ved hjelp av verktøy i NVEs datasystem Hydra II.

Basert på den foreløpige vannstand-vannførings relasjonen (jf. figur 1) og vannstandsdataene er vannføringen i Vossadalselva beregnet. Dataserien for vannføring er vist på figur 2.



Figur 2 Vannføring i Vossadalselva (ved målestasjonen) i perioden 8. juli 2010 til 17. juli 2011. Vannføringen er beregnet på grunnlag av gjeldende vannstand-vannførings relasjon (jf. figur 1). Perioden oktober-desember 2010 var en veldig kald og tørr periode.

REFERANSEDATA – SAMMENLIGNING OG LOKAL VARIASJON

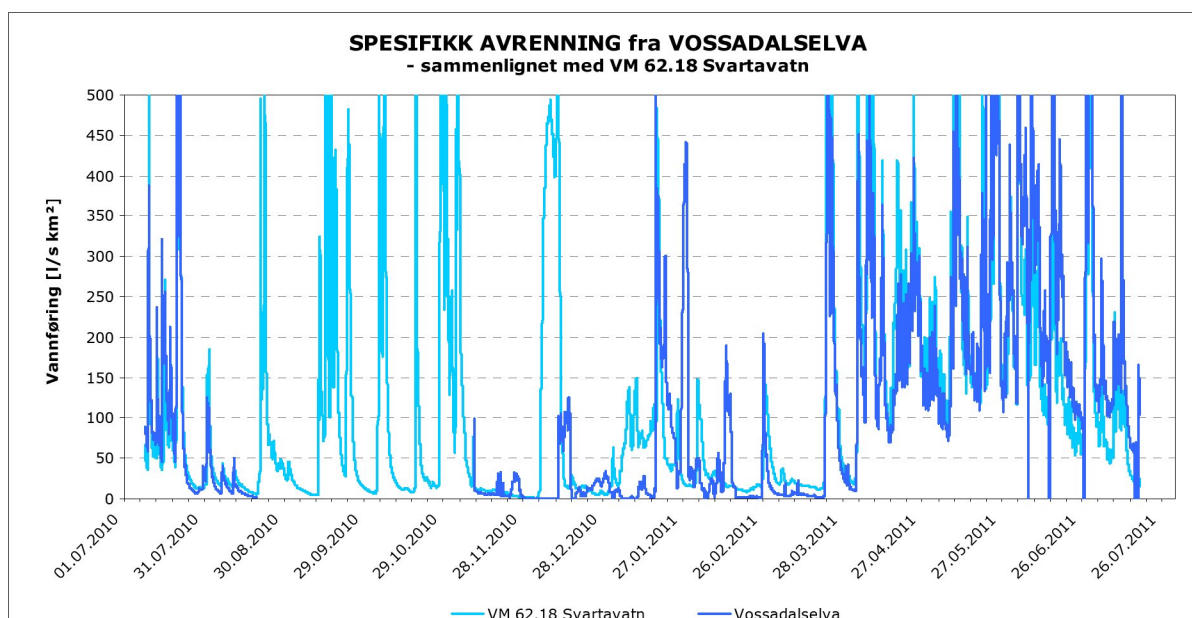
Det er nå tilstrekkelig grunnlag til å gjøre en foreløpig analyse av dataene og sammenholde de med aktuelle referanseserier. Basert på mest mulig sammenfallende feltkarakteristika og geografisk nærhet er det valgt å sammenligne vannføringen i Vossadalselva med VM 61.8 Kaldåen i Bergsdalsvassdraget, VM 62.18 Svartavatn i Øvstedalselvi / Tysseelvi og VM 63.12 Fjellanger i Eksingedalsvassdraget. Karakteristiske feltparametre for Vossadalselva og nevnte referansestasjoner går frem av tabell 1.

Tabell 1 Felldata for Vossadalselva (ved målestasjon) og nyttede referansestasjoner. Parametrene for Vossadalselva er bestemt vha. digitalt N50 kart og NVEs avrenningskart for Norge for perioden 1961-1990. Dataene for referansestasjonene er hentet i HYSOPP i NVEs databasesystem Hydra II.

Feltparameter / Stasjon	Vossadalselva (målestasjon)	VM 61.8 Kaldåen	VM 62.18 Svartavatn	VM 63.12 Fjellanger
Feltareal [km ²]	24,4	15,9	72,3	12,8
Tilsig [mill. m ³ /år]	94,9	-	-	-
Middelvannføring [m ³ /s]	3,0	-	-	-
Spesifikk avrenning [l/s km ²] ¹	123,3	100,7 (100,5)	112,4 (110,9)	95,4 (93,9)
Snaufjell [%]	> 75	93	65	86
Sjøprosent [%]	3,4	2,1	3,1	4,6
Effektiv sjøprosent [%]	0,3	0,1	0,3	-
Breandel [%]	0,0	0,0	0,0	0,0
H _{min} [moh]	266	579	219	401
H ₅₀ [moh]	885	884	754	913
H _{maks} [moh]	1320	1128	1109	1206
Observasjonsperiode	2010 - dd	1988 - dd	1987 - dd	1994 - dd

¹Spesifikk avrenning er bestemt henholdsvis vha. NVEs avrenningskart for Norge perioden 1961-1990 og vha. observerte data for den tiden målestasjonene har vært i drift (tallene i parentes). Det ses at avrenningskartet gir litt høyere verdier enn observerte data.

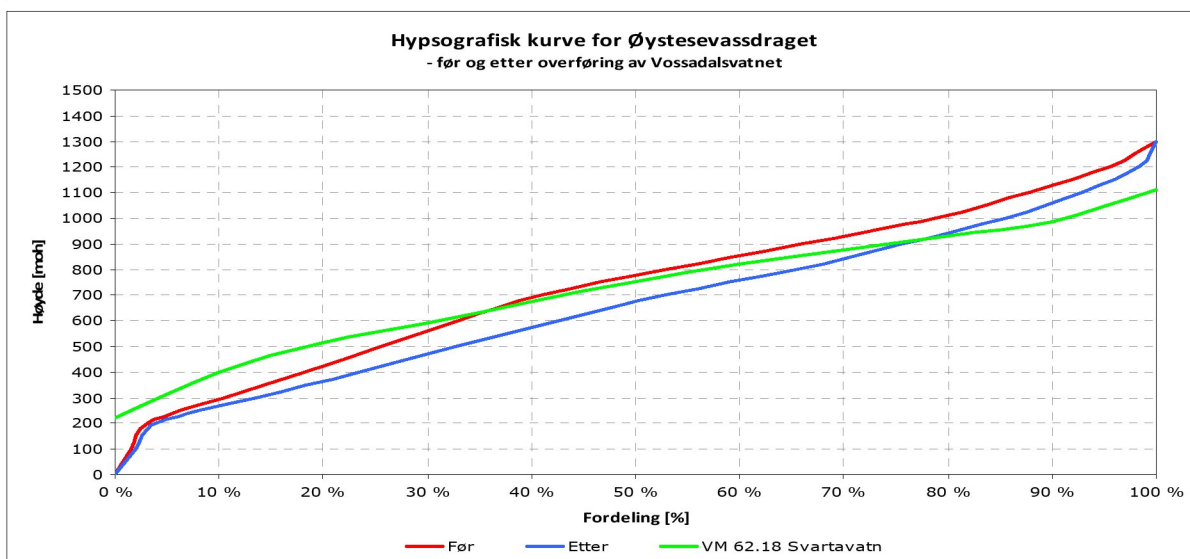
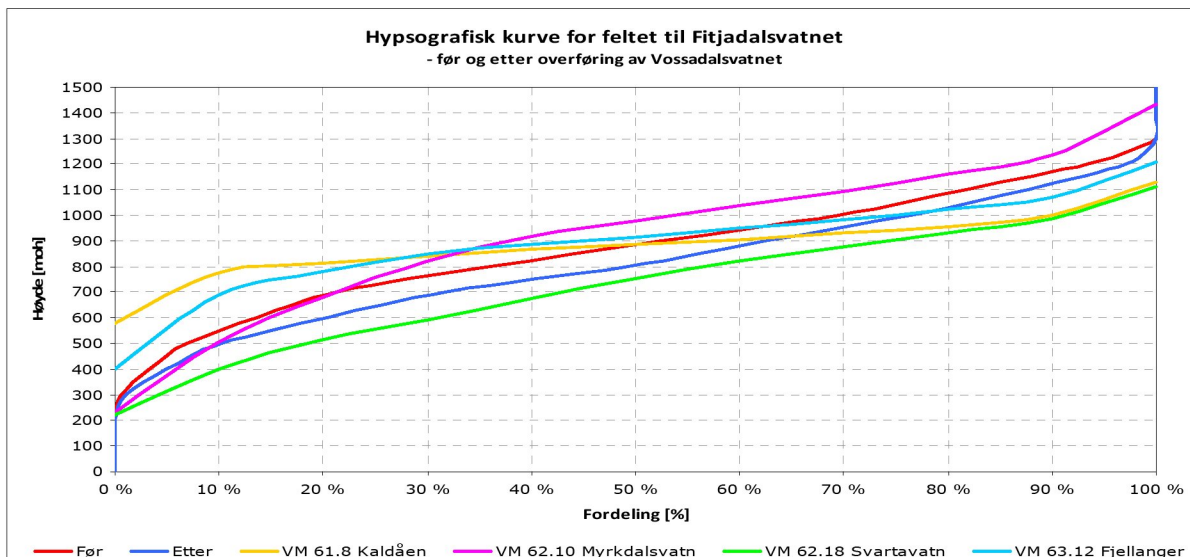
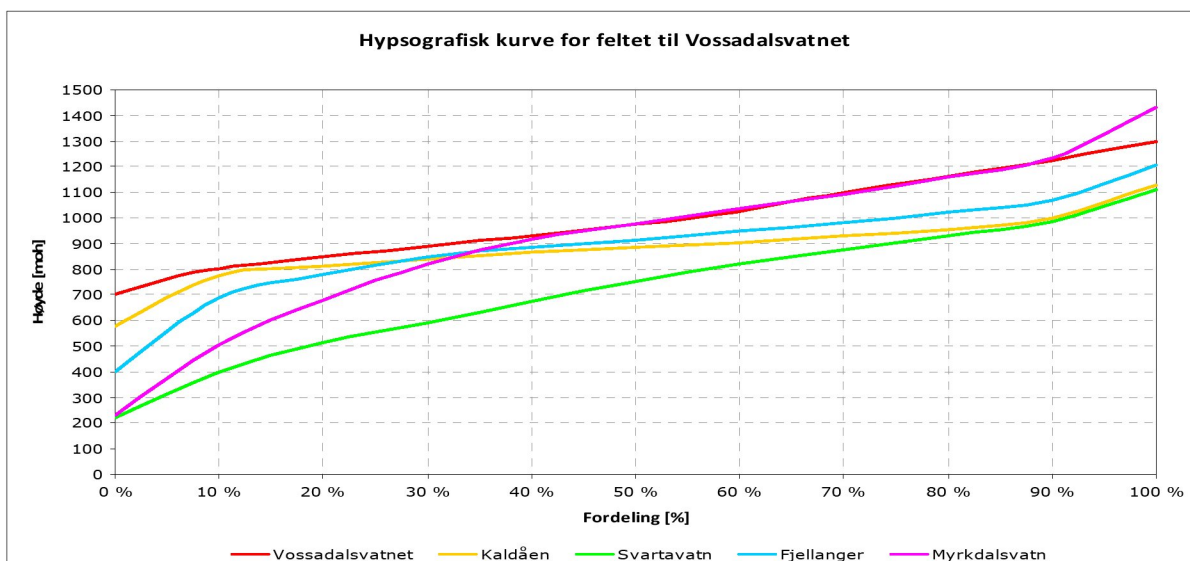
Sammenligning av data for spesifikk avrenning er vist på figur 3 (for VM 62.18 Svartavatn). Det er ikke mulig å sammenligne med VM 61.8 Kaldåen og VM 63.12 Fjellanger da det foreligger ganske få og/eller ukontrollerte data for den aktuelle perioden. Figur 3 viser at det i perioder er god korrelasjon til vannmerke 62.18 Svartavatn i. Men problemer med sensoren i Vossadalselva (jf. avsnittet om hydrometriske data) gjør at loggingen av vannstand bør fortsette for å bekrefte denne korrelasjonen



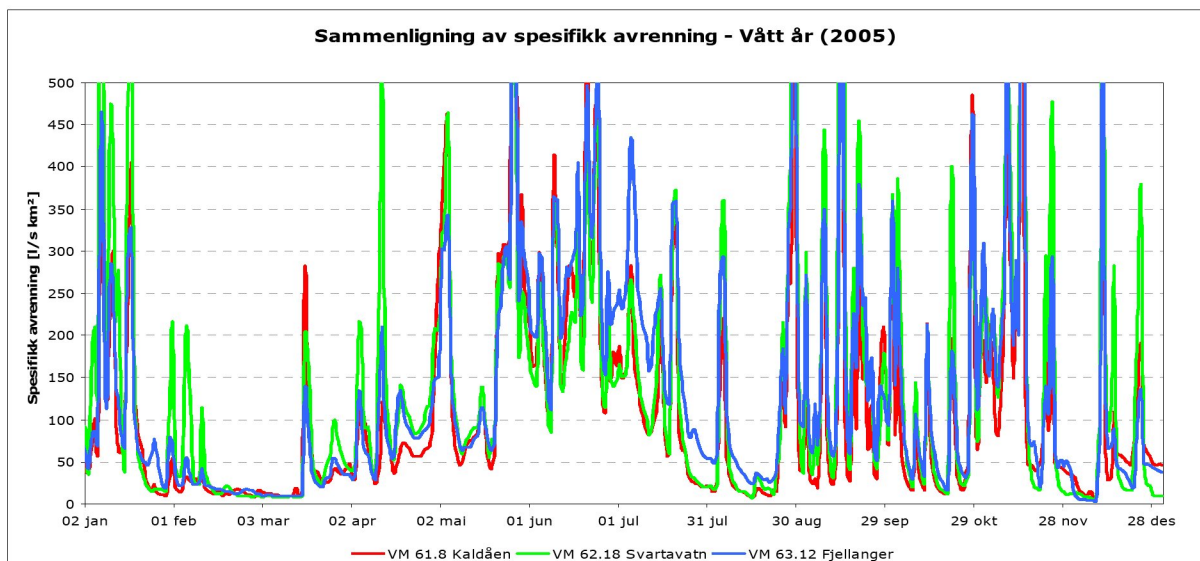
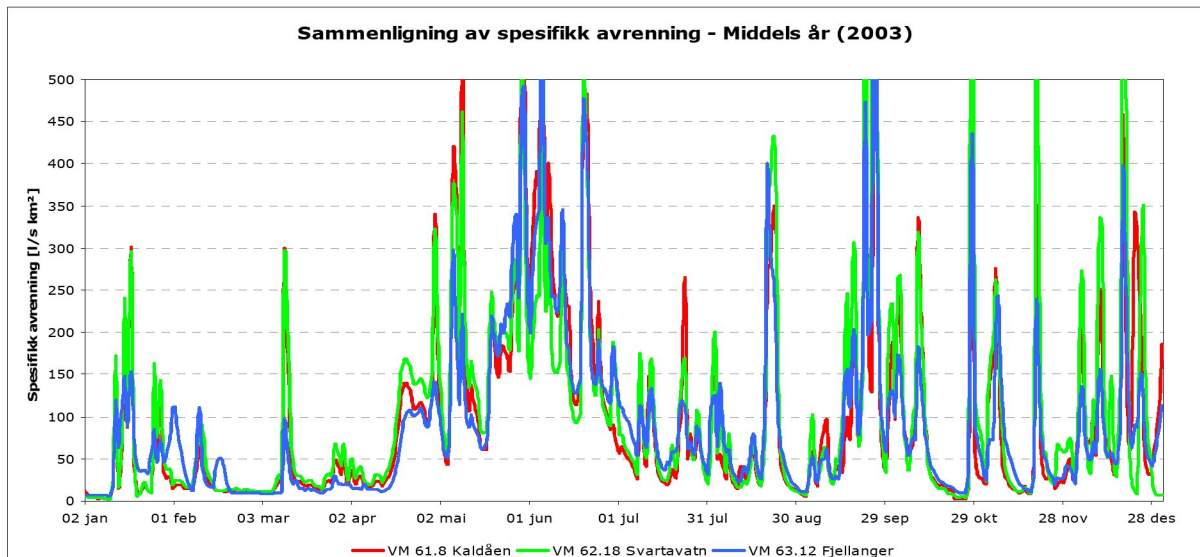
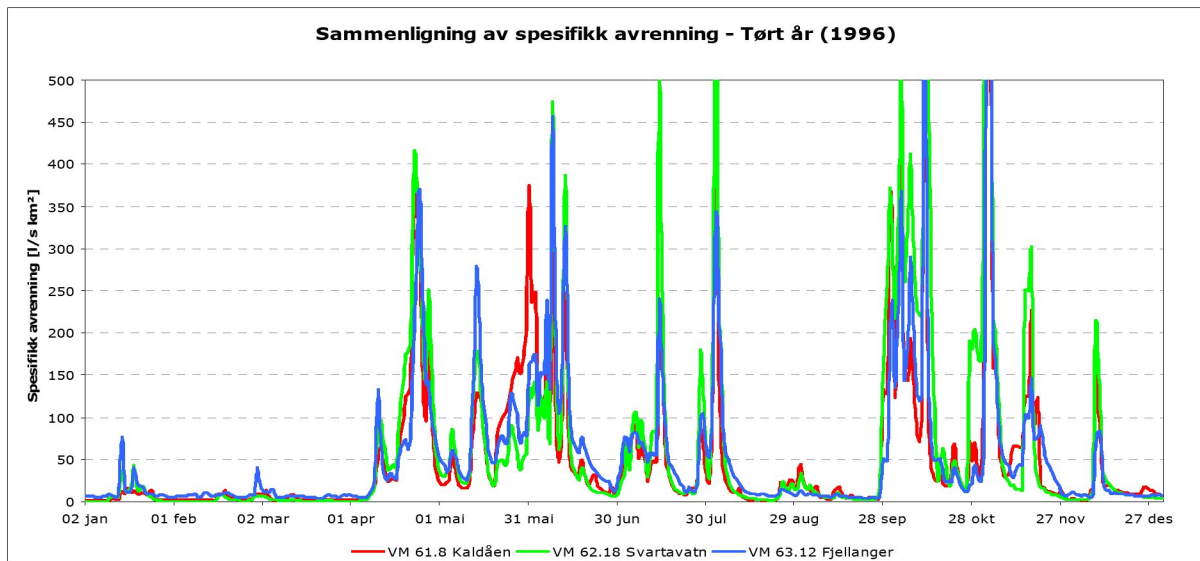
Figur 3 Spesifikk avrenning i Vossadalselva (ved målestasjonen) for perioden 8. juli 2010 til 17. juli 2011. Dataserien er sammenlignet med 62.18 Svartavatn. Referansedataene er delvis ukontrollerte, gjelder perioden 8. mars – 17. juli 2011.

Vedlegg 3 Hypsografiske kurver

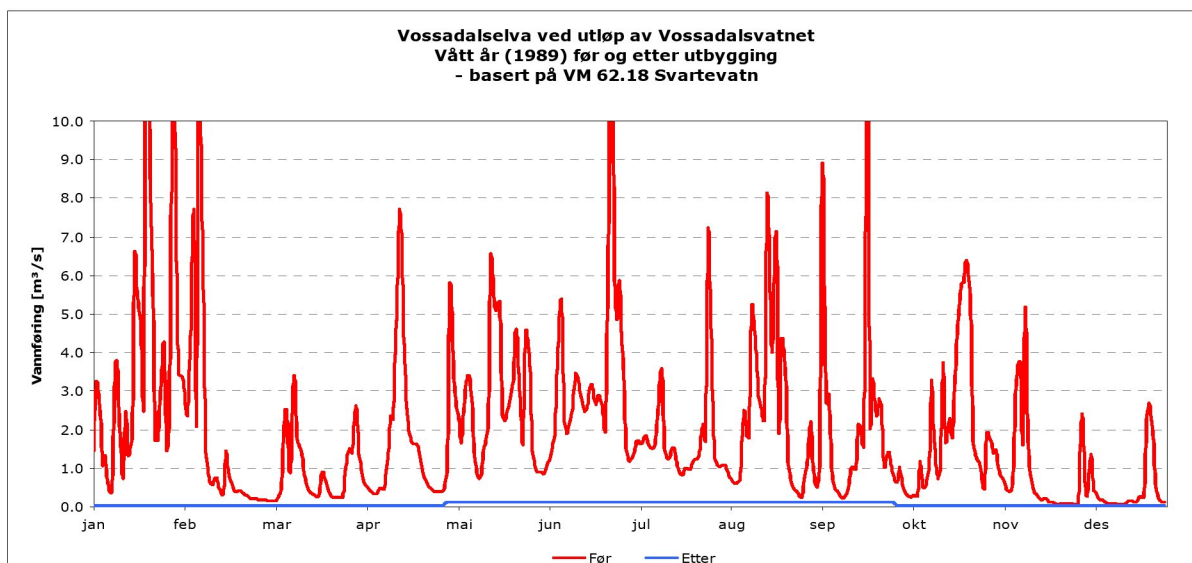
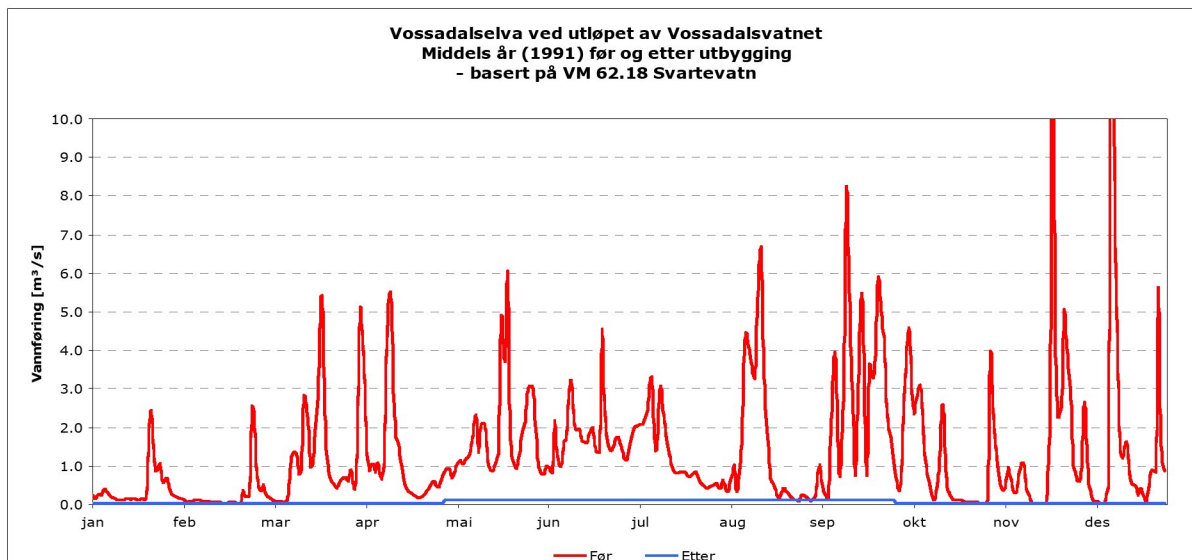
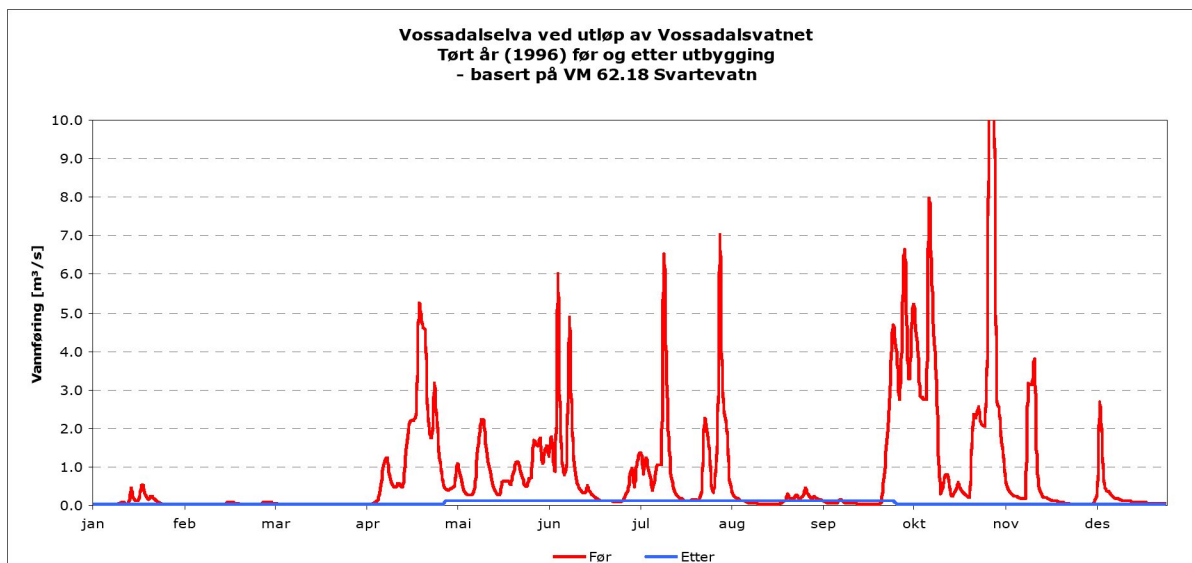
De hypsografiske kurver for de ulike nedbørfelter i Øystesevassdraget er sammenlignet med hypsografiske kurver for referansestasjonene.

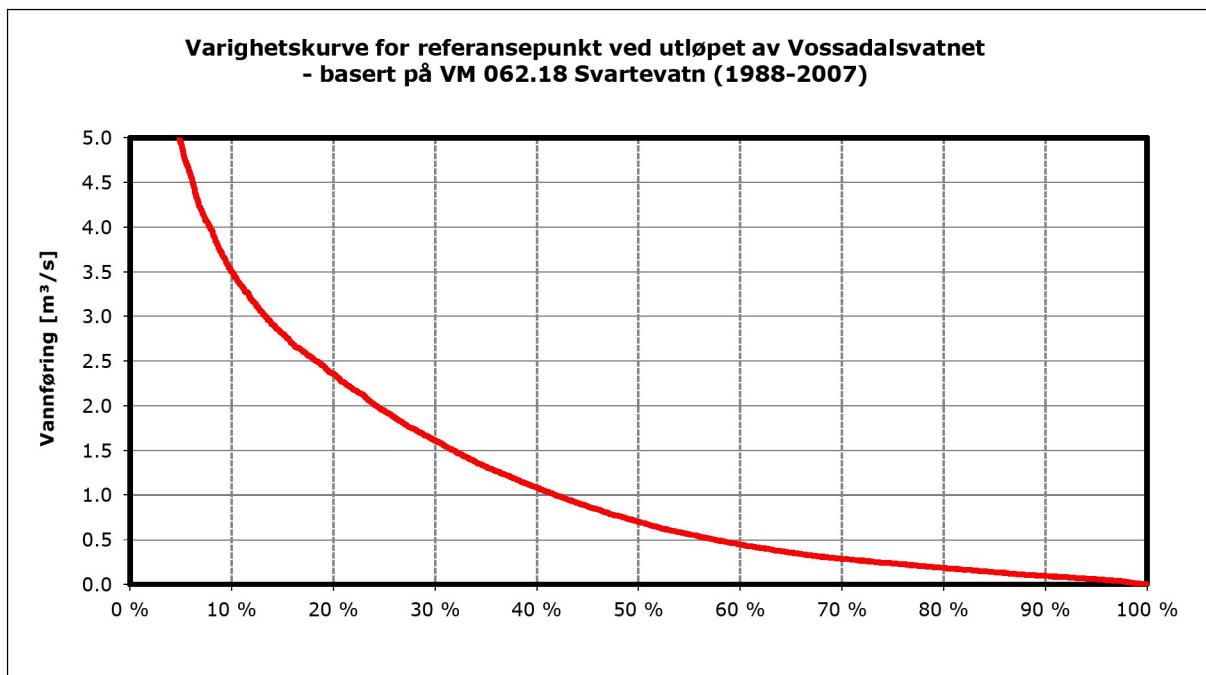


Vedlegg 4 Spesifikk avrenning for referansestasjonene

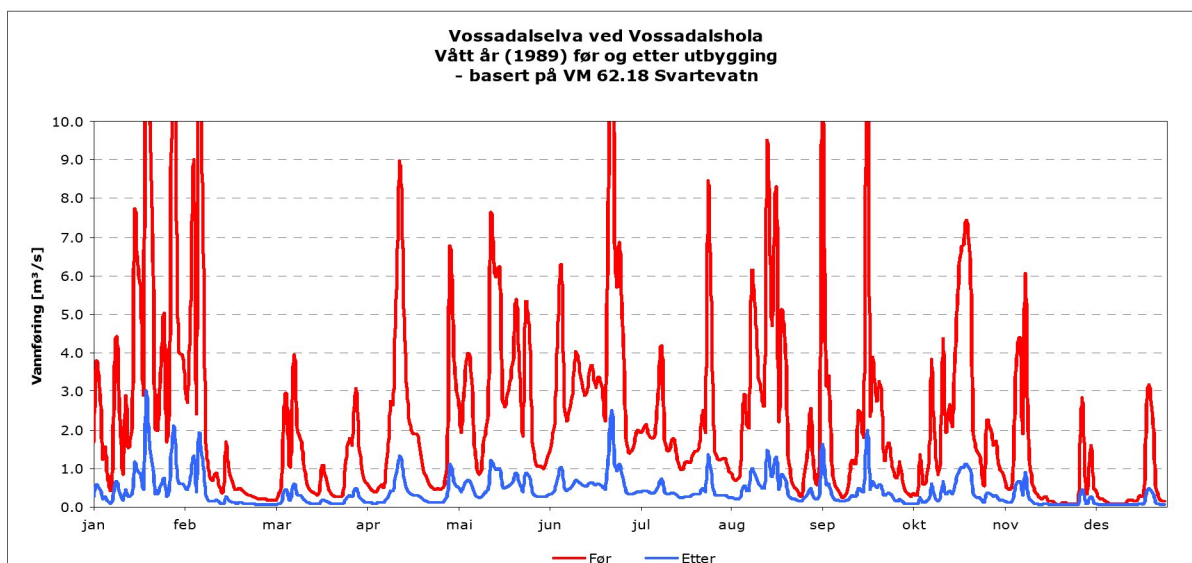
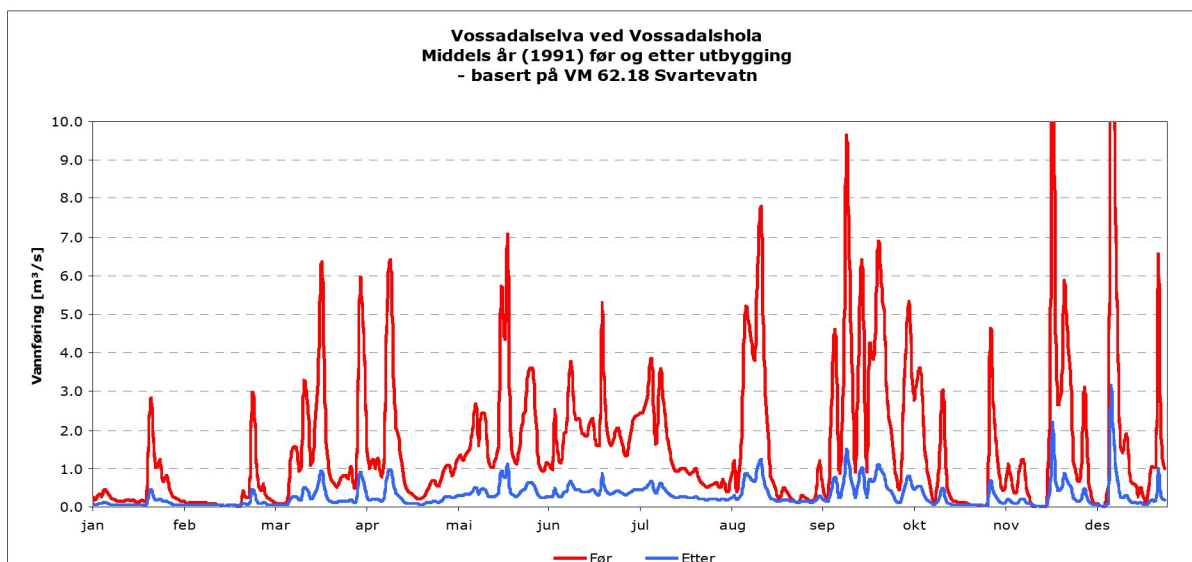
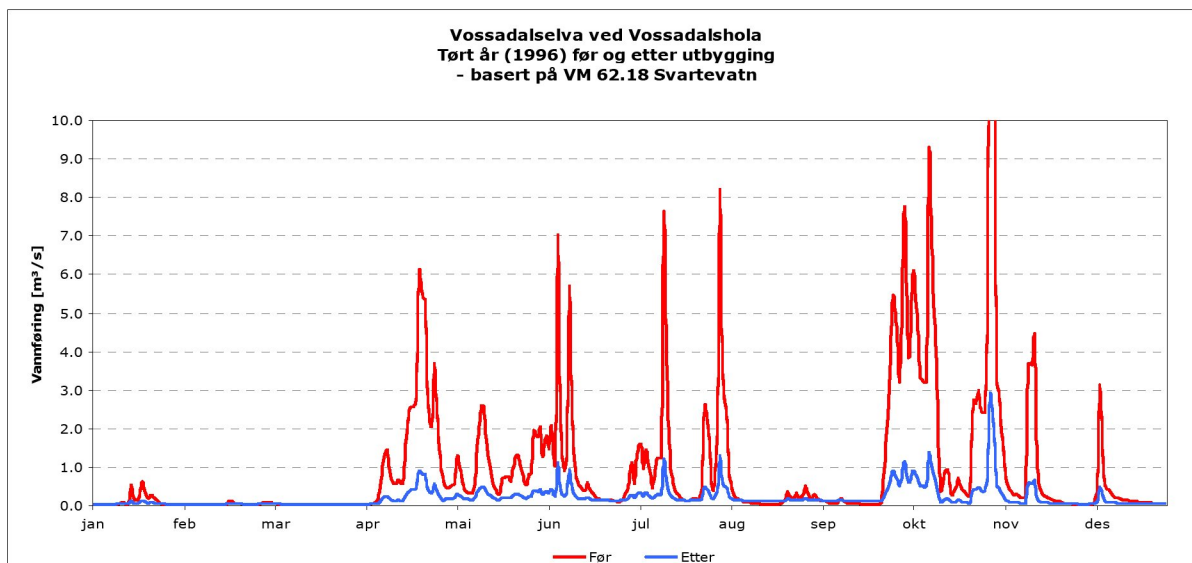


Vedlegg 5a Vannføring i Vossadalselva ved utløpet av Vossadalsvatnet før og etter utbygging

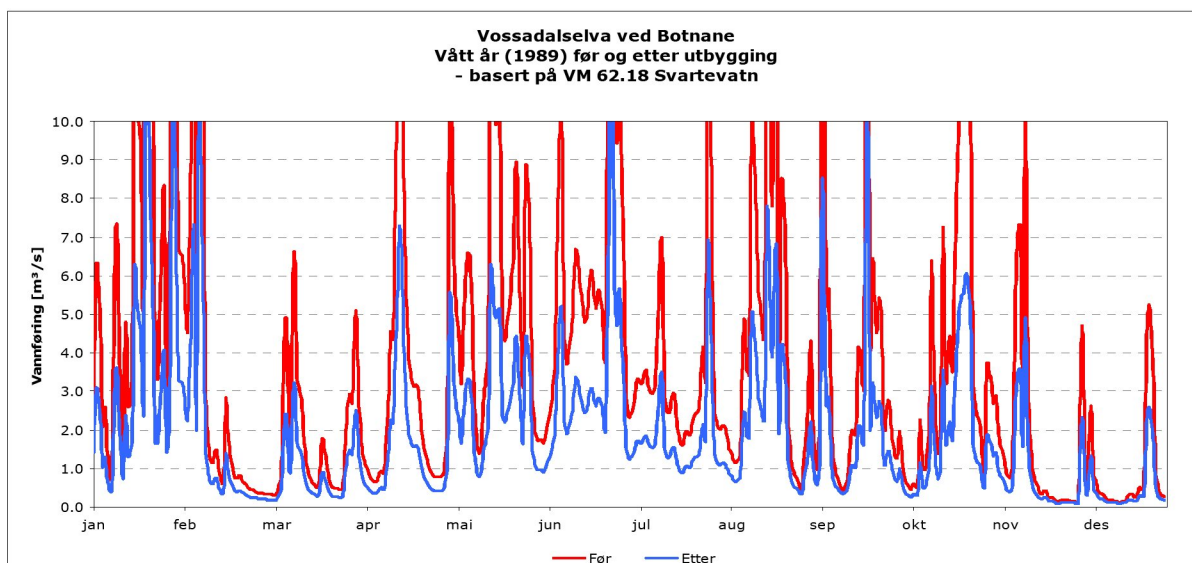
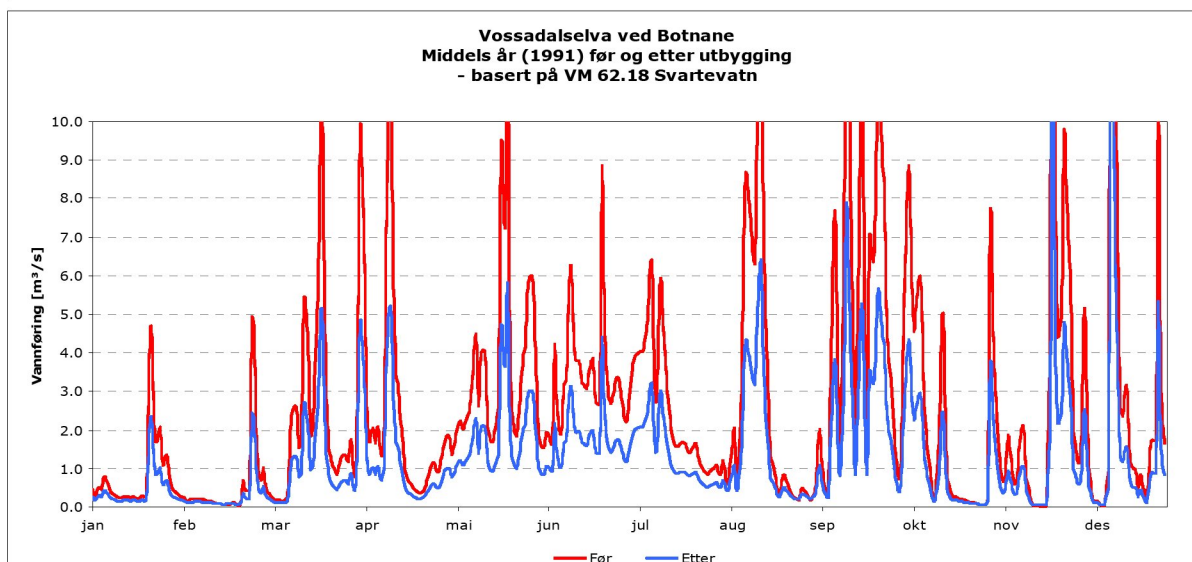
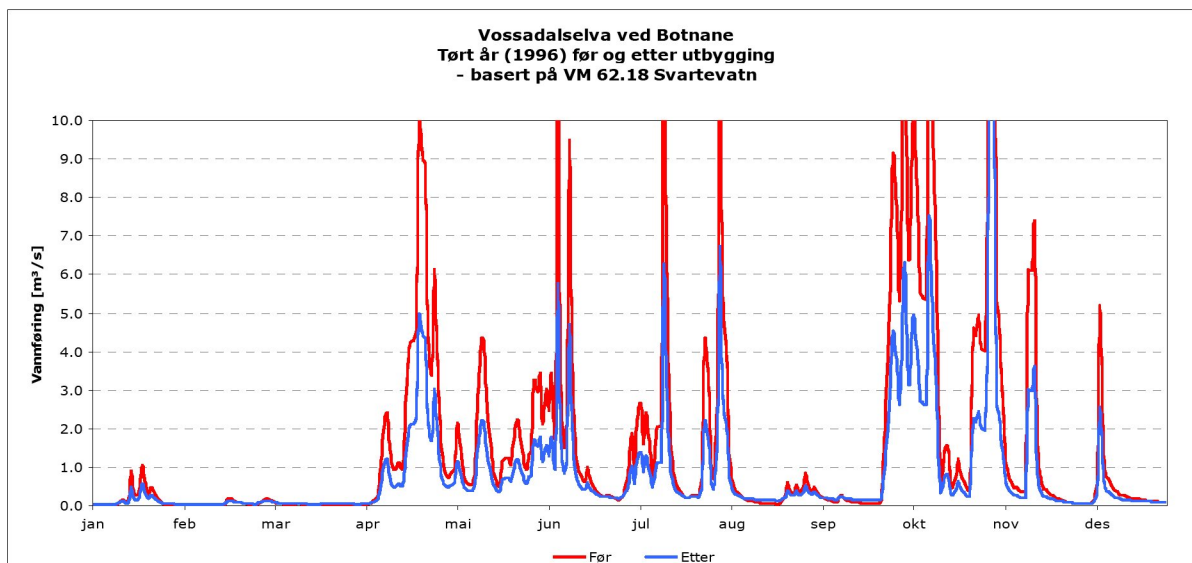




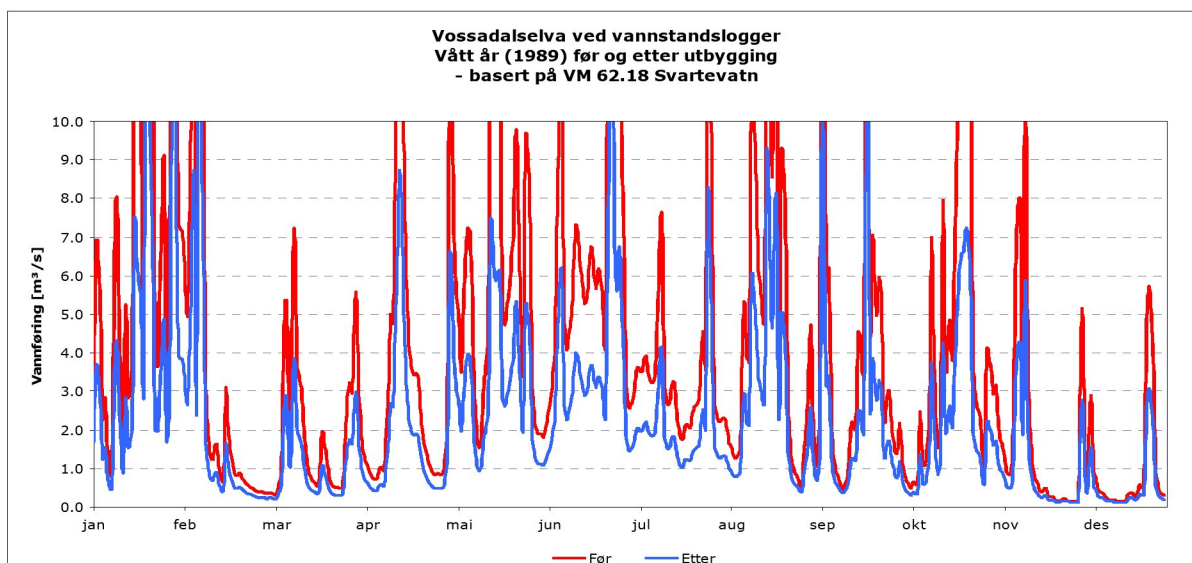
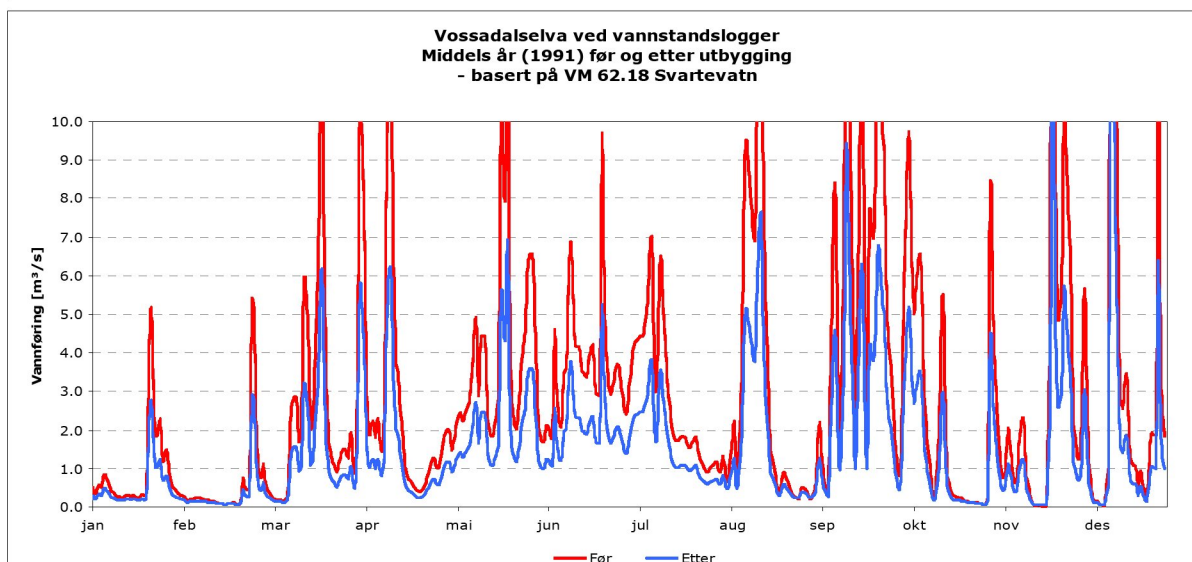
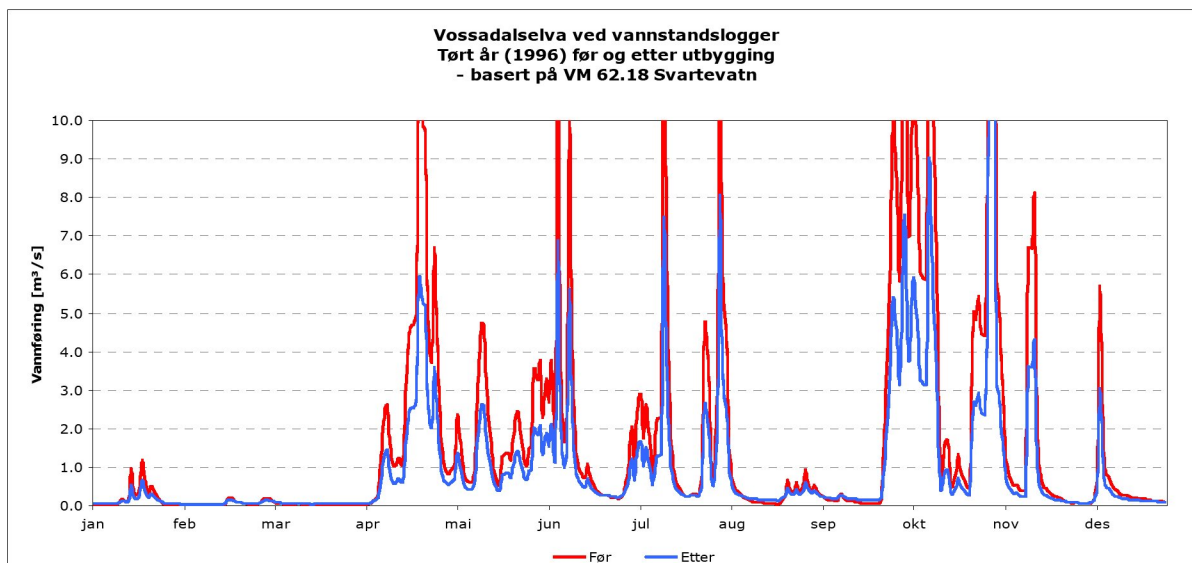
Vedlegg 5b Vannføring i Vossadalselva ved Vossadalshola før og etter utbygging



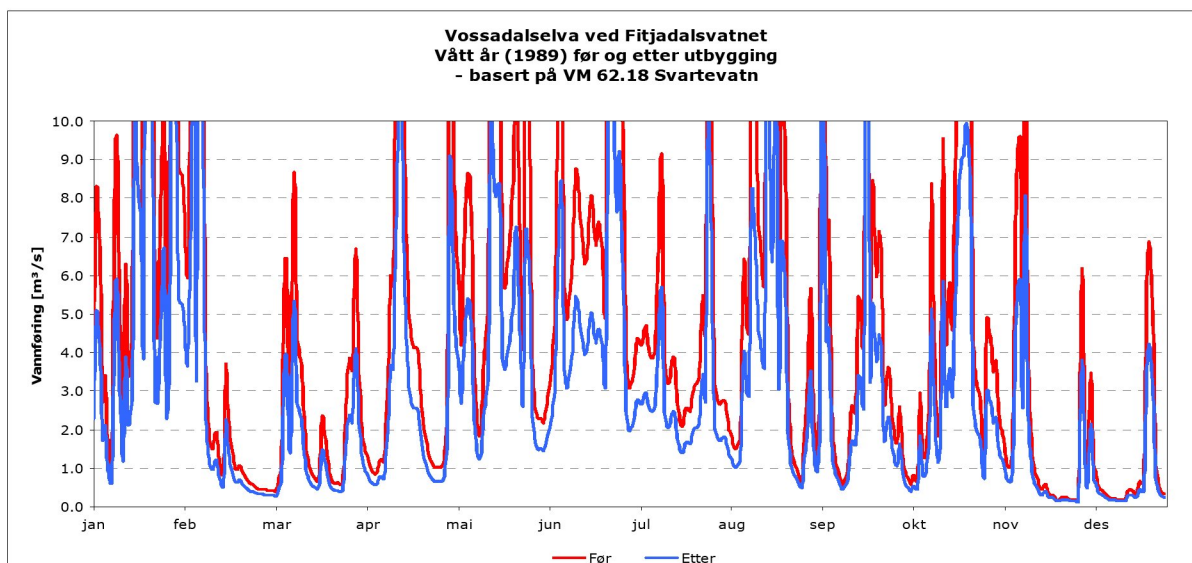
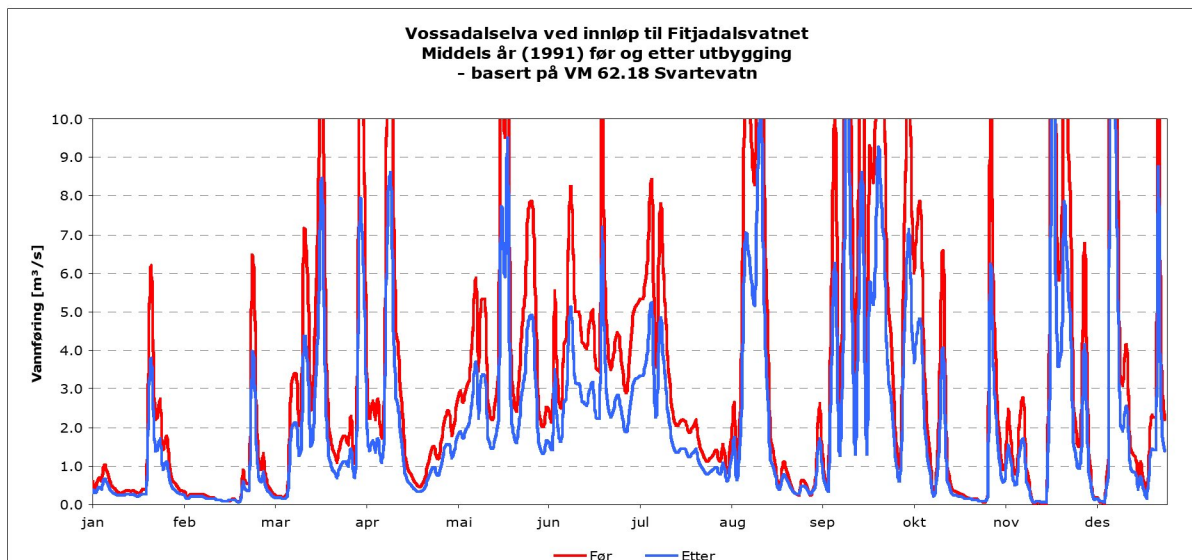
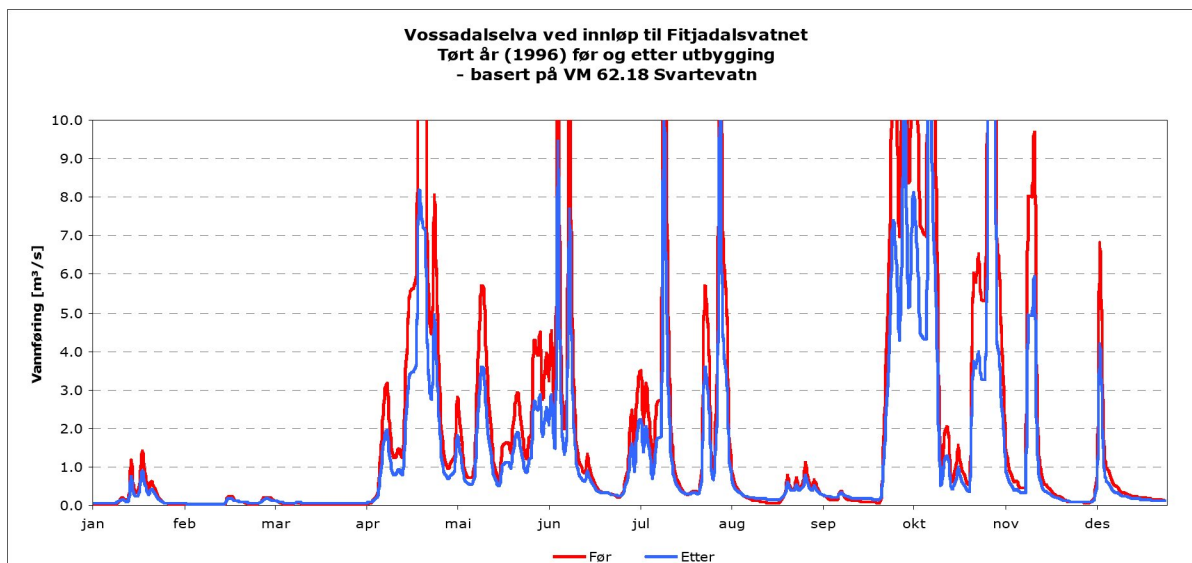
Vedlegg 5c Vannføring i Vossadalselva ved Botnane før og etter utbygging



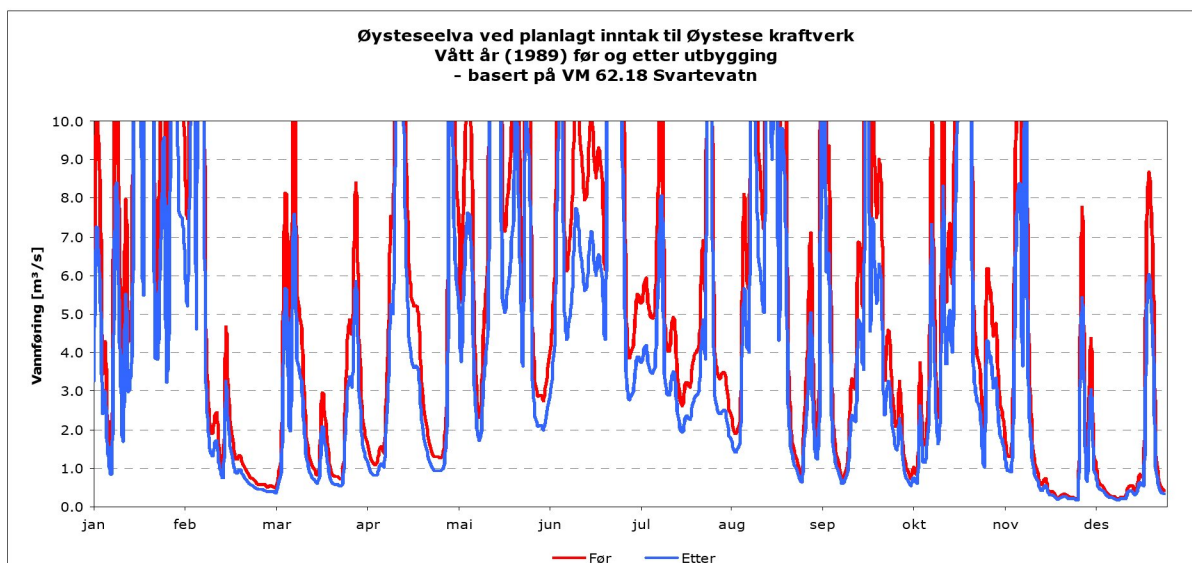
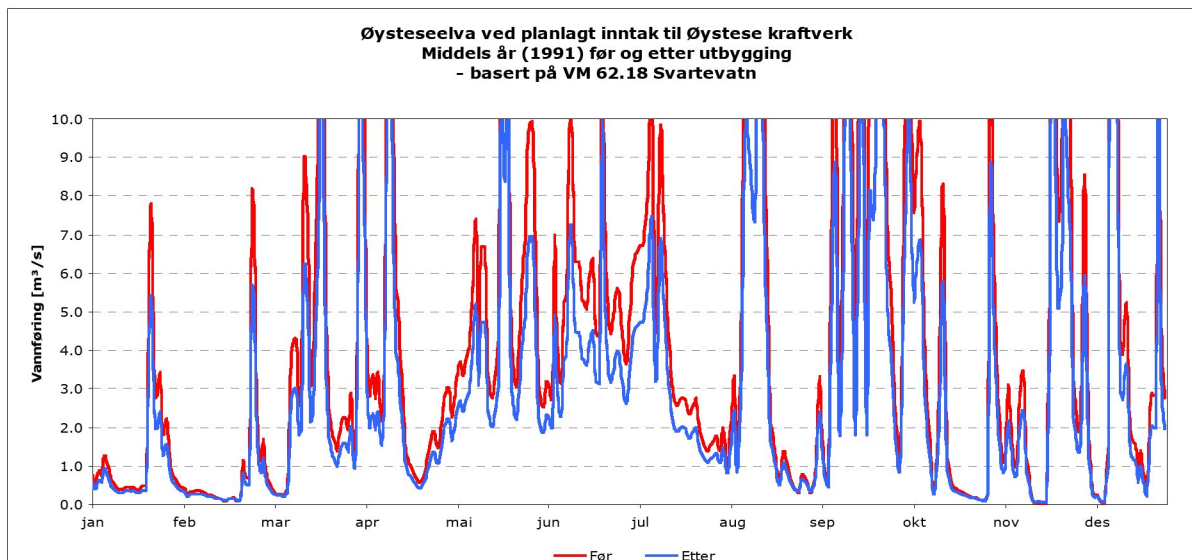
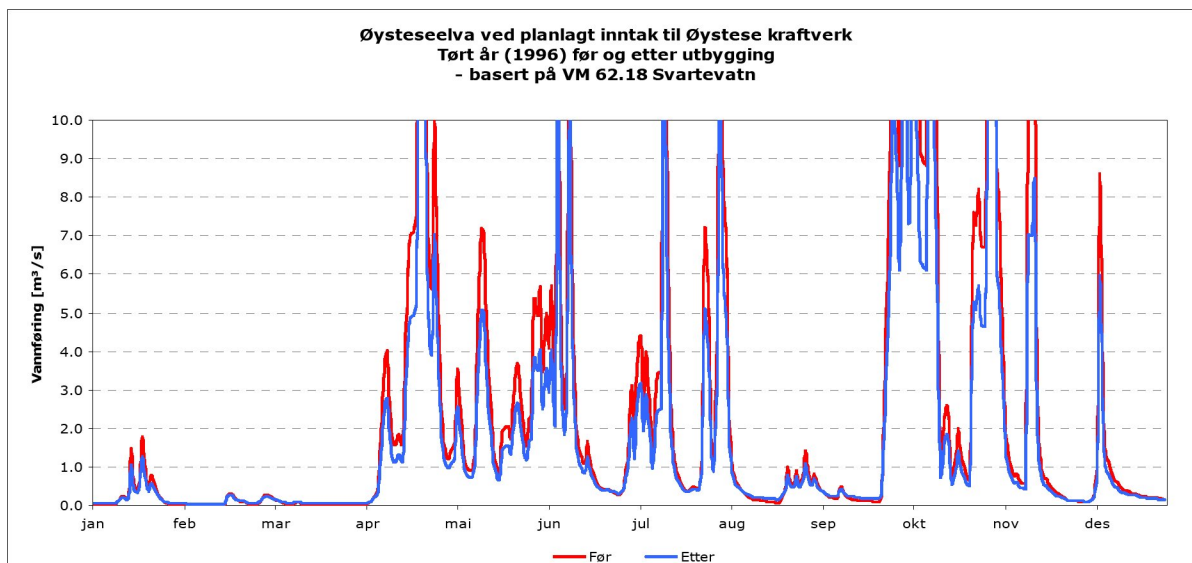
Vedlegg 5d Vannføring i Vossadalselva ved BKKs vannstandslogger før og etter utbygging



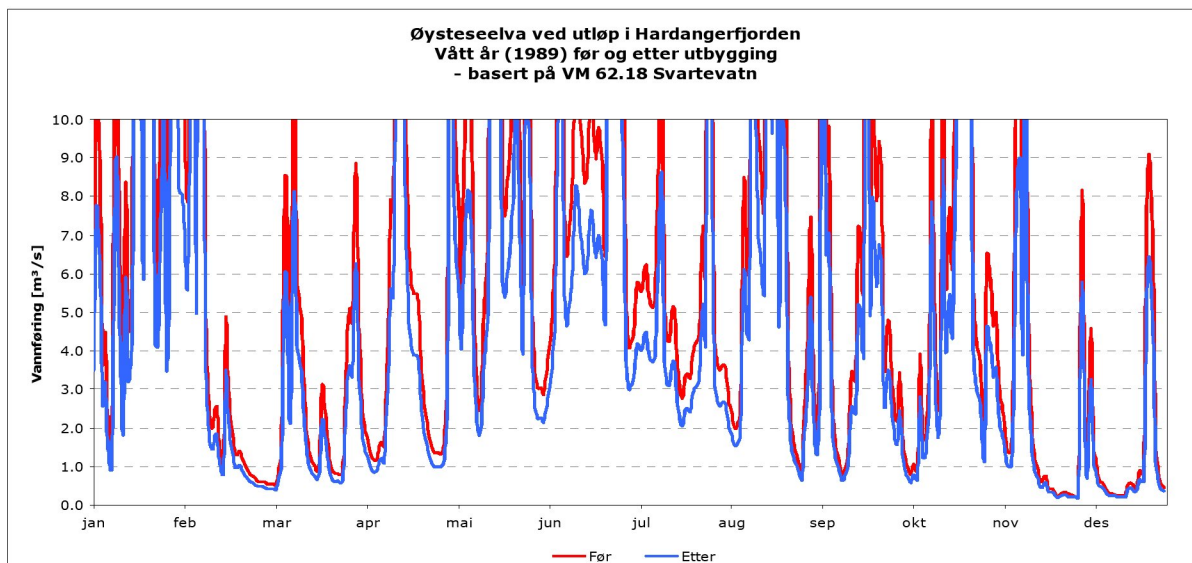
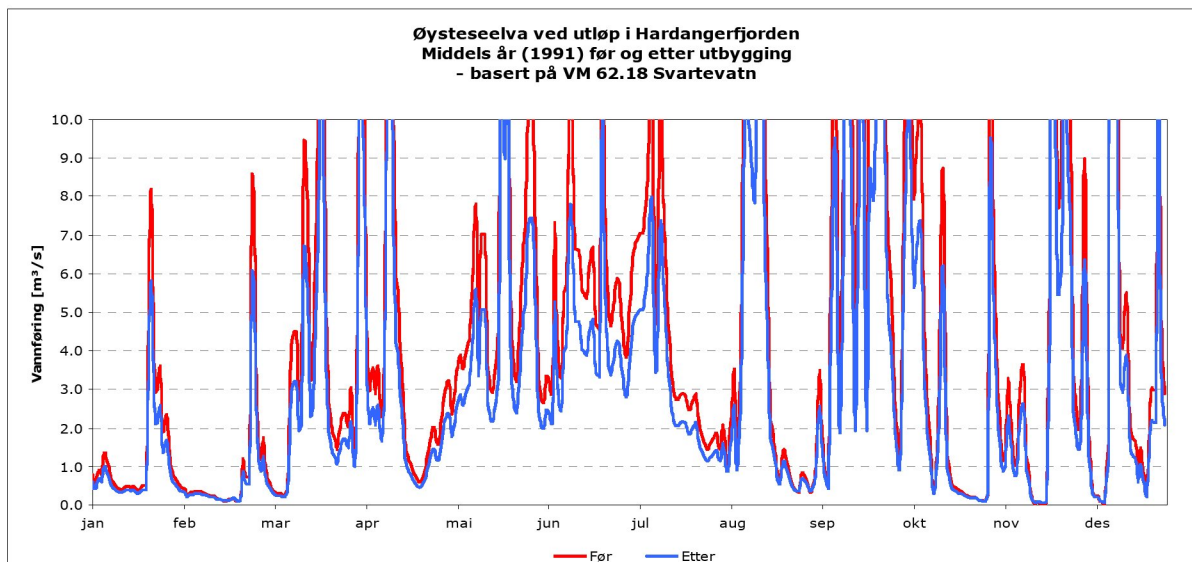
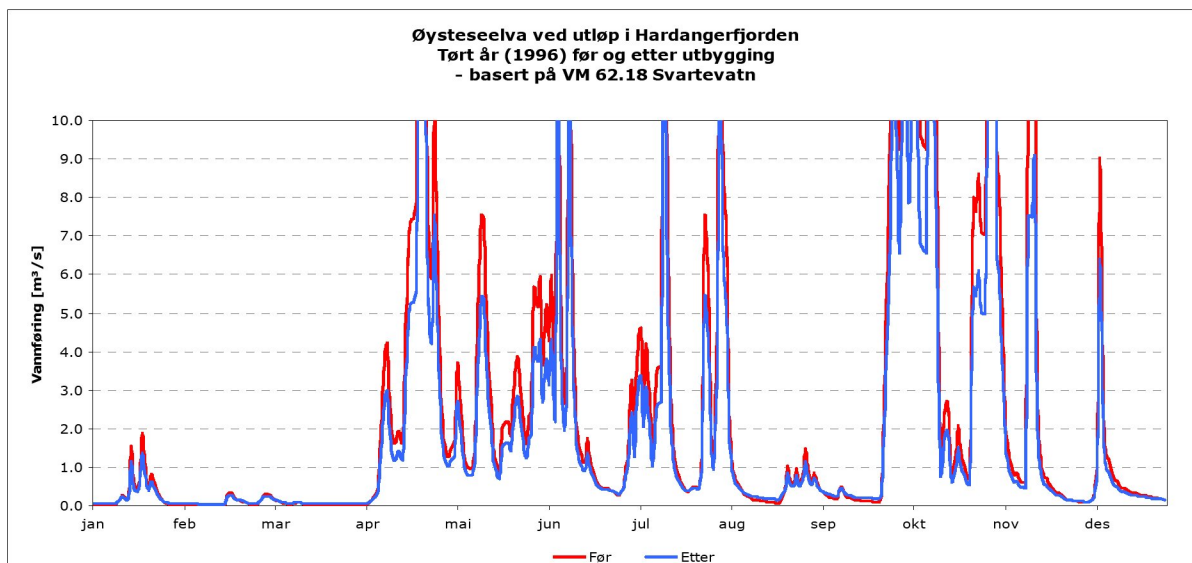
Vedlegg 5e Vannføring i Vossadalselva ved innløpet til Fitjadalsvatnet før og etter utbygging



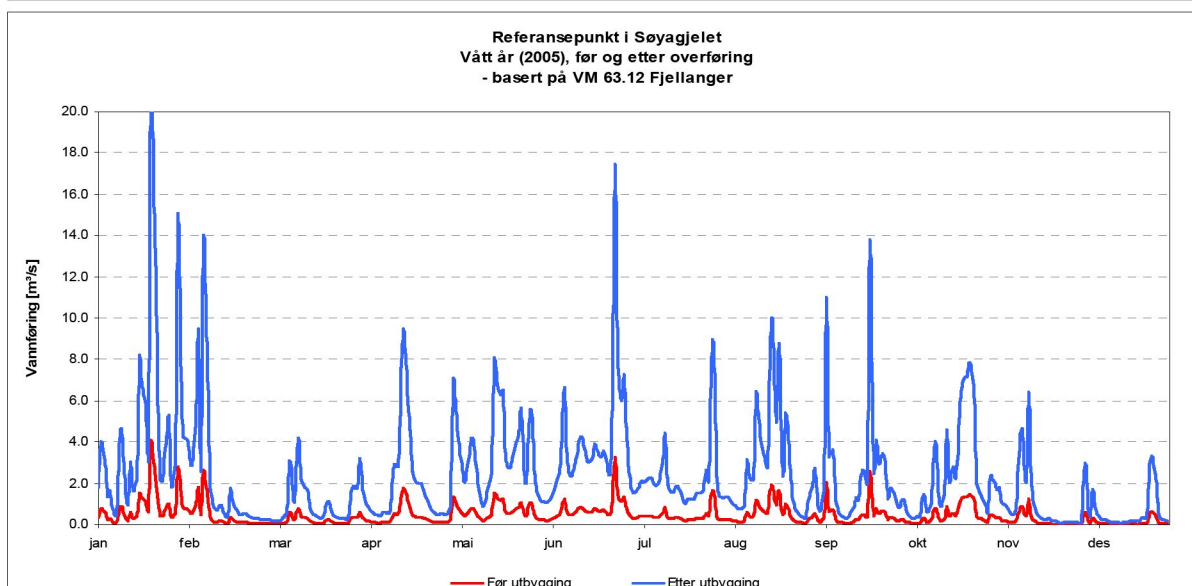
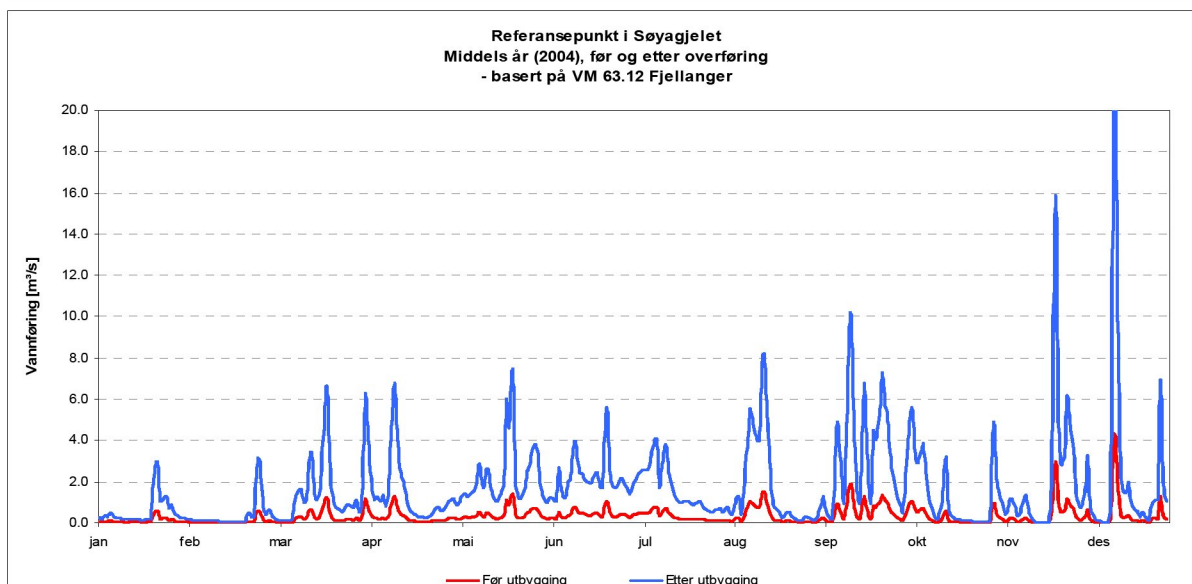
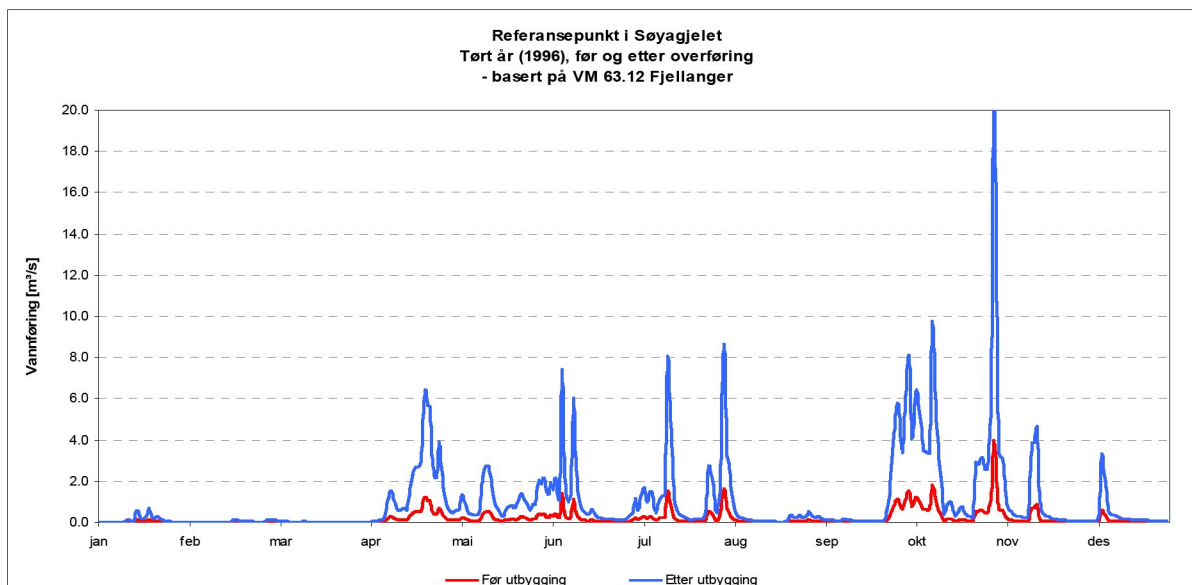
Vedlegg 5f Vannføring i Øysteseelva ved planlagt inntak til Øystese kraftverk før og etter utbygging



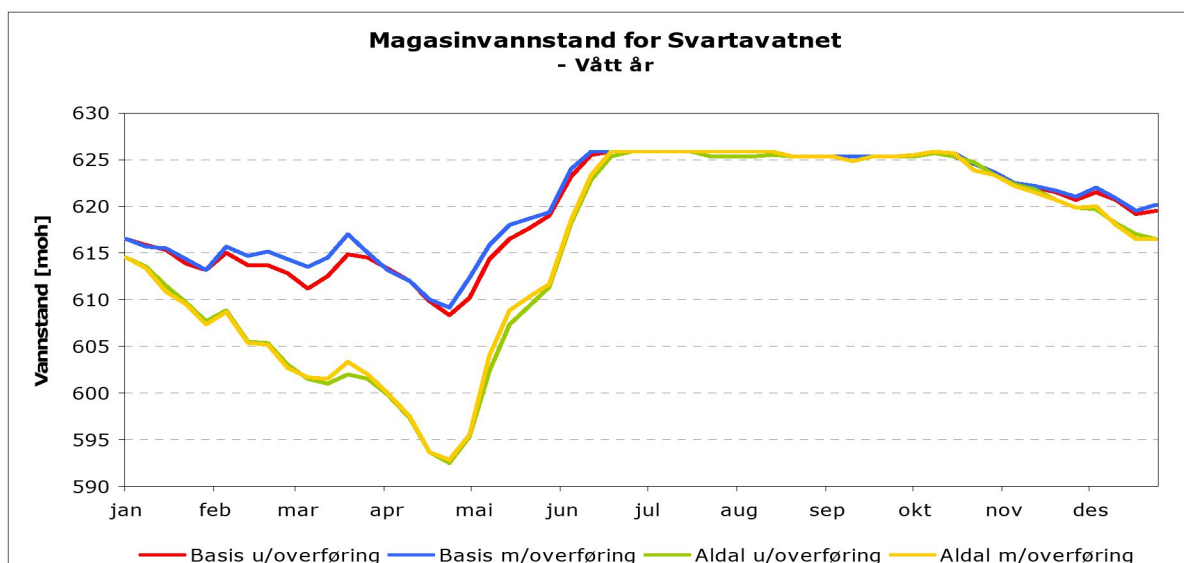
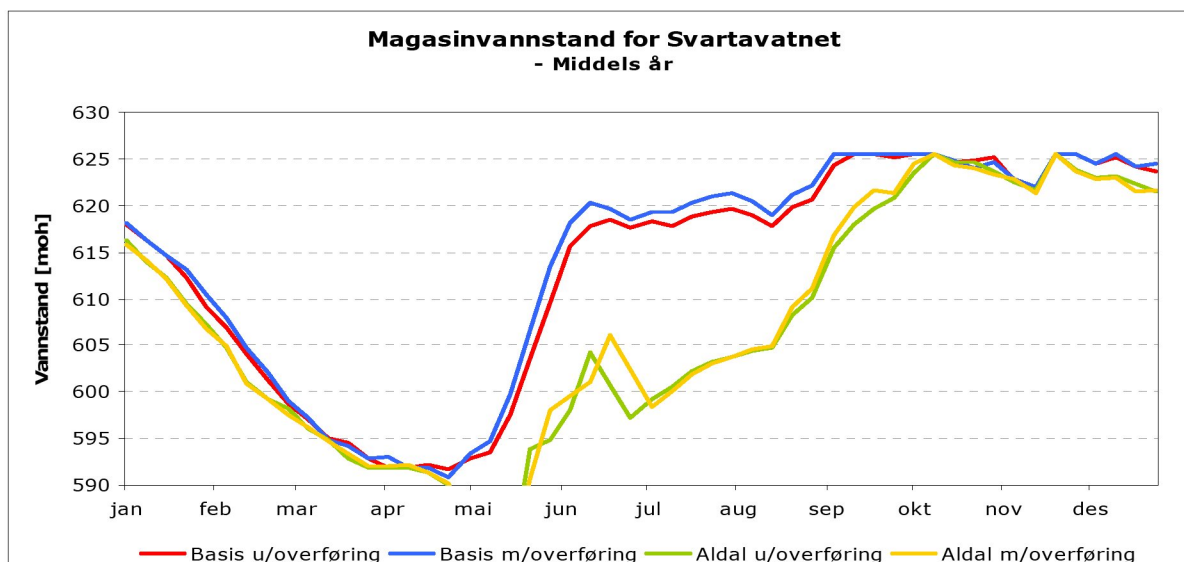
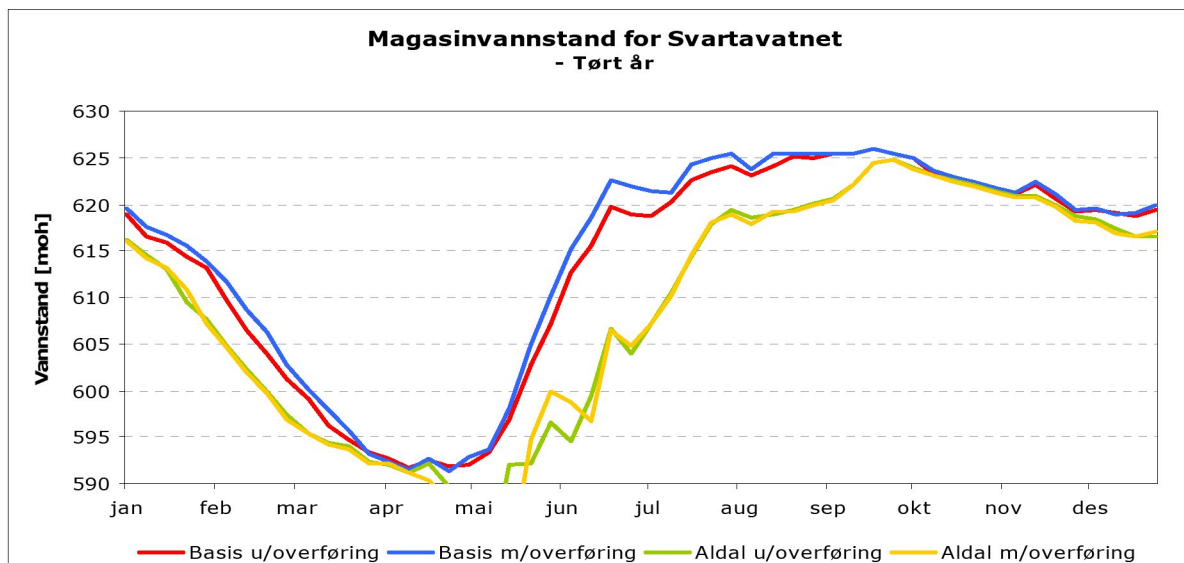
Vedlegg 5g Vannføring i Øysteseelva ved utløpet i Hardangerfjorden før og etter utbygging



Vedlegg 5h Vannføringsforholdene i Søyagjelet – før og etter utbygging



Vedlegg 6 Magasinkurver for Svartavatnet. Basis er dagens situasjon med Frøland kraftverk. Magasinkurvene vises med og uten overføring av Vossadalsvatnet.



Vedlegg 7 Karakteristiske vannføringer for utvalgte referanseserier

Dataene for karakteristiske vannføringer er hentet fra Etabell og varighetskurvene er generert i programmet VARKURV i NVE sitt datasystem Hydra II.

Vedlegg 7a VM 61.8 Kaldåen

Hydrologisk avdeling

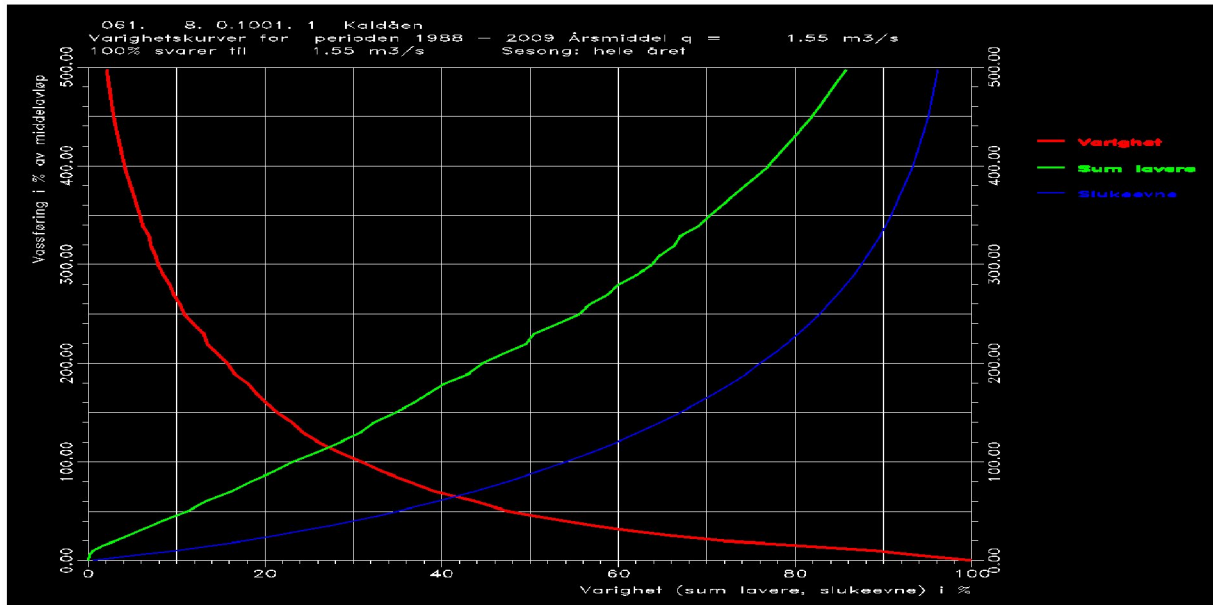
Dato: 4. 4-3911

61. 8. 0.1001. 1 Kaldåen
 Naturlig nedbørfelt : 15.530 km²
 Tabell E. - Karakteristiske vannføringsdata
 Vassdragområde :061.BA Datakilde: HYDAG

Hydrologisk år	Årlig avløp		Vassføring i m ³ /sek		
	mill. m ³	l/sek. pr.km ²	Største	Minste	
1/9-31/8				i 350 dager	i året
1985 - 1986	-	-	-	-	-
1986 - 1987	-	-	-	-	-
1987 - 1988	43.0	87.8	9.310	0.054	0.035
1988 - 1989	83.3	170.2	24.399	0.307	0.209
1989 - 1990	66.3	135.3	16.080	0.133	0.035
10-års middel	-	-	-	-	-
1990 - 1991	46.1	94.2	13.412	0.133	0.019
1991 - 1992	68.1	139.0	17.820	0.255	0.031
1992 - 1993	59.9	122.2	14.978	0.169	0.008
1993 - 1994	41.7	85.2	11.540	0.013	0.013
1994 - 1995	66.2	135.2	19.493	0.223	0.102
1995 - 1996	32.1	65.4	13.301	0.026	0.025
1996 - 1997	49.0	100.0	22.529	0.042	0.030
1997 - 1998	40.7	83.0	8.846	0.121	0.042
1998 - 1999	43.5	88.8	20.640	0.064	0.028
1999 - 2000	53.7	109.6	13.892	0.230	0.145
10-års middel	50.1	102.3	15.645	0.128	0.044
2000 - 2001	30.3	61.9	7.194	0.063	0.035
2001 - 2002	43.5	88.8	10.772	0.061	0.026
2002 - 2003	36.6	74.7	9.346	0.135	0.031
2003 - 2004	42.2	86.2	13.519	0.098	0.026
2004 - 2005	52.9	107.9	11.672	0.154	0.098
2005 - 2006	35.9	73.3	18.588	0.019	0.011
2006 - 2007	52.0	106.1	10.294	0.147	0.028
2007 - 2008	47.3	96.7	17.133	0.174	0.050
2008 - 2009	47.4	96.7	13.165	0.192	0.099
2009 - 2010	-	-	-	-	-
10-års middel	-	-	-	-	-
Middel For 22 År	49.2	100.4	14.451	0.128	0.051

Absolutt minste vannføring : 0.008 m³/s
 Median lavvannføring i 350 dager : 0.133 m³/s
 Alminnelig lavvannføring : 0.064 m³/s

Med alminnelig lavvannsføring menes vannføringen som er laveste verdi av de årlige minstevannføringene i 350 døgn etter at den laveste tredjedelen er fjernet.



Figur 4 Værlighetskurve for VM 61.8 Kaldåen perioden 1988-2009. Middelvannføring er 1,55 m³/s.

Vedlegg 7b VM 62.10 Myrkdalsvatn

Hydrologisk avdeling

Dato: 4.11-3911

62. 10. 0.1001. 0 Myrkdalsvatn
Naturlig nedbørfelt : 157.000 km²
Tabell E. - Karakteristiske vannføringsdata
Vassdragområde :062.H3

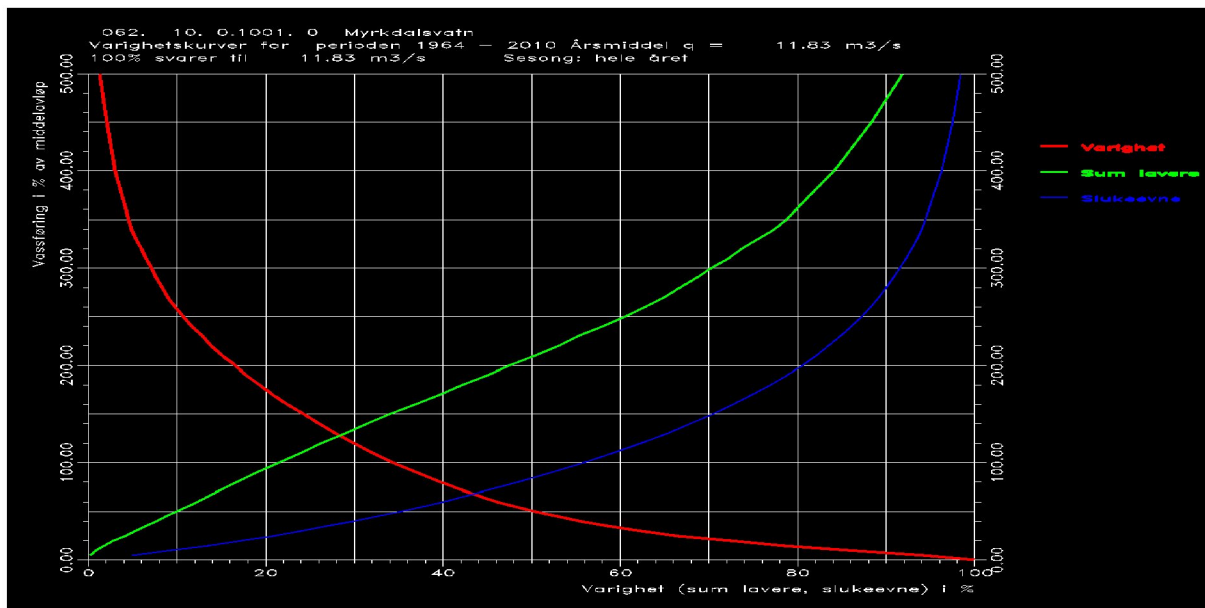
Datakilde: HYDAG

Hydrologisk år 1/9-31/8	Årlig avløp		Vassføring i m ³ /sek		
	mill. m ³	l/sek. pr.km ²	Største	Minste	
				i 350 dager	i året
1964 - 1965	308.2	62.2	60.574	0.972	0.566
1965 - 1966	265.3	53.6	59.435	0.332	0.263
1966 - 1967	477.2	96.4	105.033	1.172	0.972
1967 - 1968	478.3	96.6	101.083	0.753	0.637
1968 - 1969	246.6	49.8	48.747	0.357	0.308
1969 - 1970	299.0	60.4	86.187	0.501	0.440
10-års middel	-	-	-	-	-
1970 - 1971	359.7	72.6	122.625	0.991	0.856
1971 - 1972	410.3	82.9	189.839	0.347	0.299
1972 - 1973	405.6	81.9	99.035	1.777	0.991
1973 - 1974	341.0	68.9	78.335	1.087	0.900
1974 - 1975	397.3	80.3	82.622	0.814	0.694
1975 - 1976	463.3	93.6	100.423	0.900	0.773
1976 - 1977	192.2	38.8	44.281	0.457	0.428
1977 - 1978	301.7	60.9	92.925	0.519	0.322
1978 - 1979	401.2	81.0	86.403	0.234	0.214
1979 - 1980	286.9	57.9	77.733	0.276	0.254
10-års middel	355.9	71.9	97.422	0.740	0.573
1980 - 1981	432.9	87.4	106.812	0.991	0.856
1981 - 1982	312.1	63.0	77.733	0.733	0.586
1982 - 1983	466.6	94.3	106.812	1.241	0.856
1983 - 1984	403.4	81.5	101.122	0.900	0.586
1984 - 1985	317.6	64.1	103.944	0.621	0.488
1985 - 1986	343.9	69.5	88.978	0.347	0.299
1986 - 1987	460.3	93.0	116.451	0.373	0.000
1987 - 1988	441.7	89.2	67.081	1.682	1.000
1988 - 1989	604.0	122.0	105.431	3.840	1.261
1989 - 1990	582.0	117.5	66.129	1.000	0.757
10-års middel	436.4	88.2	94.049	1.173	0.669
1990 - 1991	393.7	79.5	48.658	1.129	0.757
1991 - 1992	440.8	89.0	67.081	1.830	1.129
1992 - 1993	363.9	73.5	64.710	1.129	0.335
1993 - 1994	315.6	63.7	67.965	0.431	0.094
1994 - 1995	357.0	72.1	55.825	1.670	1.398
1995 - 1996	260.0	52.5	106.329	0.165	0.094
1996 - 1997	352.2	71.1	72.945	0.598	0.431
1997 - 1998	409.0	82.6	50.185	1.597	0.643
1998 - 1999	424.1	85.7	59.817	1.340	0.536
1999 - 2000	491.7	99.3	77.096	3.699	3.126
10-års middel	380.8	76.9	67.061	1.359	0.854
2000 - 2001	294.2	59.4	61.832	0.486	0.354
2001 - 2002	336.2	67.9	70.860	0.703	0.272
2002 - 2003	240.0	48.5	61.882	0.362	0.257
2003 - 2004	303.8	61.4	73.346	0.866	0.577
2004 - 2005	419.0	84.6	69.650	1.134	1.011
2005 - 2006	314.2	63.5	107.321	0.727	0.662
2006 - 2007	480.2	97.0	60.480	1.670	1.363
2007 - 2008	395.1	79.8	67.867	1.510	0.636
2008 - 2009	329.1	66.5	60.523	1.553	1.298
2009 - 2010	268.3	54.2	67.616	0.336	0.320

10-års middel	338.0	68.3	70.138	0.935	0.675
Middel For 46 År i	373.6	75.5	81.473	1.003	0.672

Absolutt minste vannføring : 0.000 m³/s
 Median lavvannføring i 350 dager : 0.866 m³/s
 Alminnelig lavvannføring : 0.598 m³/s

Med alminnelig lavvannføring menes vannføringen som er laveste verdi av de årlige minstevannføringene i 350 døgn etter at den laveste tredjedelen er fjernet.



Figur 5 Varighetskurve for VM 62.10 Myrkdalsvatn perioden 1964-2010. Middelvannføring er 11,83 m³/s.

Vedlegg 7c VM 62.18 Svartavatn

Hydrologisk avdeling

Dato: 4. 4-3911

62. 18. 0.1001. 1 Svartavatn

Naturlig nedbørfelt : 71.900 km²

Tabell E. - Karakteristiske vannføringsdata

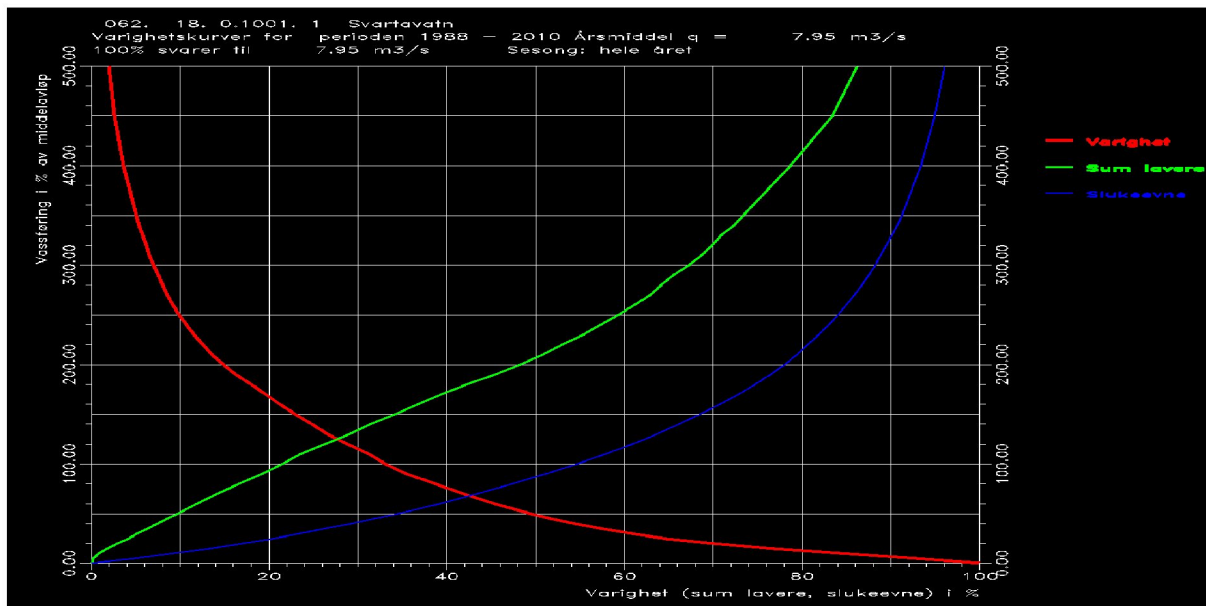
Vassdragområde :062.3Z

Datakilde: HYDAG

Hydrologisk år 1/9-31/8	Årlig avløp		Vassføring i m ³ /sek		
	mill. m ³	l/sek. pr.km ²	Største	Minste	
				i 350 dager	i året
1987 - 1988	181.0	79.8	40.543	0.277	0.156
1988 - 1989	372.4	164.2	101.475	0.856	0.448
1989 - 1990	340.1	150.0	92.991	0.561	0.335
10-års middel	-	-	-	-	-
1990 - 1991	235.1	103.7	73.060	0.239	0.063
1991 - 1992	293.8	129.6	102.809	0.216	0.033
1992 - 1993	303.0	133.6	103.163	0.374	0.001
1993 - 1994	214.1	94.4	32.708	0.269	0.146
1994 - 1995	224.6	99.0	39.645	0.617	0.308
1995 - 1996	164.2	72.4	74.178	0.023	0.007
1996 - 1997	252.0	111.2	94.972	0.201	0.146
1997 - 1998	259.2	114.3	75.609	0.445	0.000
1998 - 1999	203.8	89.9	70.000	0.550	0.300
1999 - 2000	306.7	135.2	74.127	0.978	0.718
10-års middel	245.7	108.3	74.027	0.391	0.172
2000 - 2001	192.8	85.0	63.092	0.399	0.222
2001 - 2002	257.1	113.4	54.977	0.444	0.157
2002 - 2003	177.7	78.4	36.827	0.351	0.184
2003 - 2004	217.0	95.7	91.082	0.388	0.119
2004 - 2005	310.1	136.8	85.532	0.601	0.280
2005 - 2006	214.8	94.7	125.912	0.109	0.046
2006 - 2007	334.9	147.7	60.263	0.957	0.616
2007 - 2008	276.4	121.9	62.865	0.902	0.463
2008 - 2009	260.3	114.8	87.228	0.699	0.537
2009 - 2010	193.6	85.4	84.467	0.151	0.120
10-års middel	243.5	107.4	75.225	0.500	0.274
Middel For 23 År i	251.5	110.9	75.110	0.461	0.235

Absolutt minste vannføring : 0.000 m³/s
Median lavvannføring i 350 dager : 0.399 m³/s
Alminnelig lavvannføring : 0.277 m³/s

Med alminnelig lavvannføring menes vannføringen som er laveste verdi av de årlige minstevannføringene i 350 døgn etter at den laveste tredjedelen er fjernet.



Figur 6 Varighetskurve for VM 62.18 Svartavatn perioden 1988-2010. Middelvannføring er 7,95 m³/s.

Vedlegg 7d VM 63.12 Fjellanger

Hydrologisk avdeling

Dato: 4. 4-3911

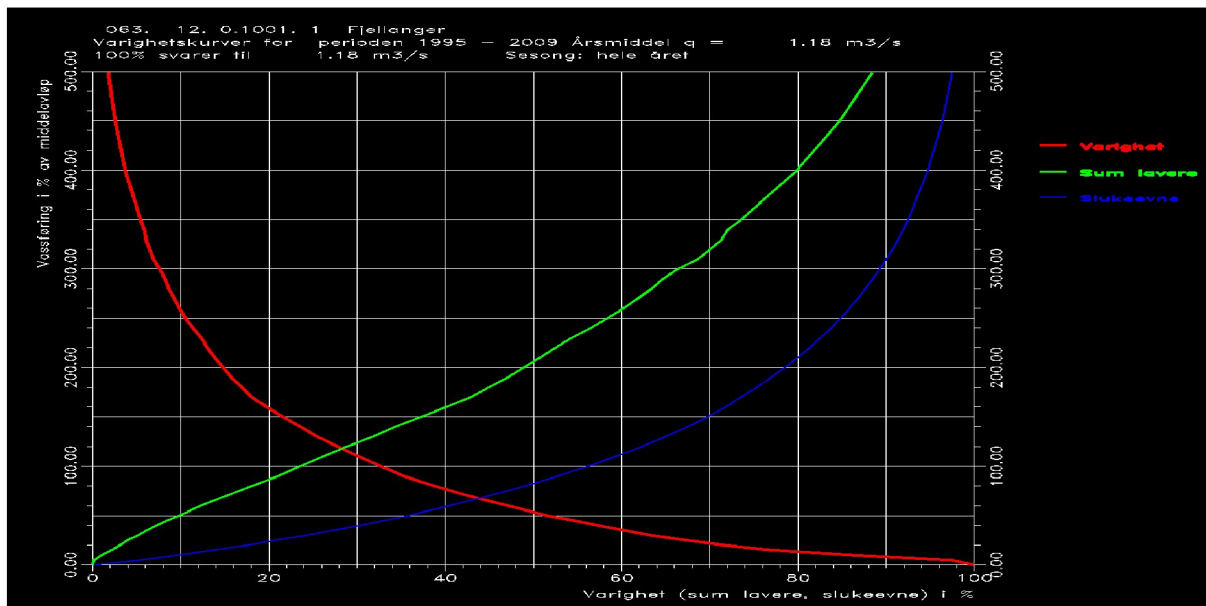
63. 12. 0.1001. 1 Fjellanger
Naturlig nedbørfelt : 12.600 km²
Tabell E. - Karakteristiske vannføringsdata
Vassdragområde :063.A8Z

Datakilde: HYDAG

Hydrologisk år 1/9-31/8	Årlig avløp		Vassføring i m ³ /sek		
	mill. m ³	l/sek. pr.km ²	Største	Minste	
				i 350 dager	i året
1994 - 1995	-	-	-	-	-
1995 - 1996	25.3	63.7	8.435	0.071	0.055
1996 - 1997	36.5	91.8	9.399	0.068	0.050
1997 - 1998	34.9	87.7	8.028	0.094	0.065
1998 - 1999	38.8	97.6	10.129	0.117	0.084
1999 - 2000	49.6	124.8	11.498	0.160	0.098
10-års middel	-	-	-	-	-
2000 - 2001	25.5	64.1	7.627	0.087	0.079
2001 - 2002	35.7	89.9	7.249	0.106	0.062
2002 - 2003	28.3	71.2	7.162	0.092	0.076
2003 - 2004	33.9	85.4	11.610	0.114	0.088
2004 - 2005	50.6	127.2	9.317	0.130	0.116
2005 - 2006	32.7	82.2	16.214	0.030	0.003
2006 - 2007	50.4	126.7	9.531	0.082	0.062
2007 - 2008	41.9	105.6	10.775	0.096	0.061
2008 - 2009	38.8	97.7	8.221	0.065	0.053
2009 - 2010	-	-	-	-	-
10-års middel	-	-	-	-	-
Middel For 14 År i	37.3	94.0	9.657	0.094	0.068

Absolutt minste vannføring : 0.003 m³/s
Median lavvannføring i 350 dager : 0.094 m³/s
Alminnelig lavvannføring : 0.087 m³/s

Med alminnelig lavvannføring menes vannføringen som er laveste verdi av de årlige minstevannføringene i 350 døgn etter at den laveste tredjedelen er fjernet.



Figur 7 Varighetskurve for VM 63.12 Fjellanger perioden 1995-2009. Middelvannføring er 1,18 m³/s.

Vedlegg 8a Foto ved ulike vannføringer ved utløpet av Vossadalsvatnet



Figur 8 Vossadalselva litt nedstrøms utløpet av Vossadalsvatnet den 18. juli 2011. Vannføringen er $\sim 1,40 \text{ m}^3/\text{s}$ (estimert på grunnlag av vannføringsmåling ved målestasjonen og forholdet mellom tilsig til Vossadalshola og målestasjonen).



Figur 9 Vossadalselva litt nedstrøms utløpet av Vossadalsvatnet den 17. august 2011. Vannføringen er estimert til $\sim 0,29 \text{ m}^3/\text{s}$ (basert på vannføringsmåling i utløpet av Vossadalsvatnet).

Vedlegg 8b Foto ved ulike vannføringer ved Vossadalshola



Figur 10 Vossadalselva ved Vossadalshola den 18. juli 2011. Vannføringen er estimert til $\sim 1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ (på grunnlag av vannføringsmåling ved målestasjonen og forholdet mellom tilsig til Vossadalshola og målestasjonen).

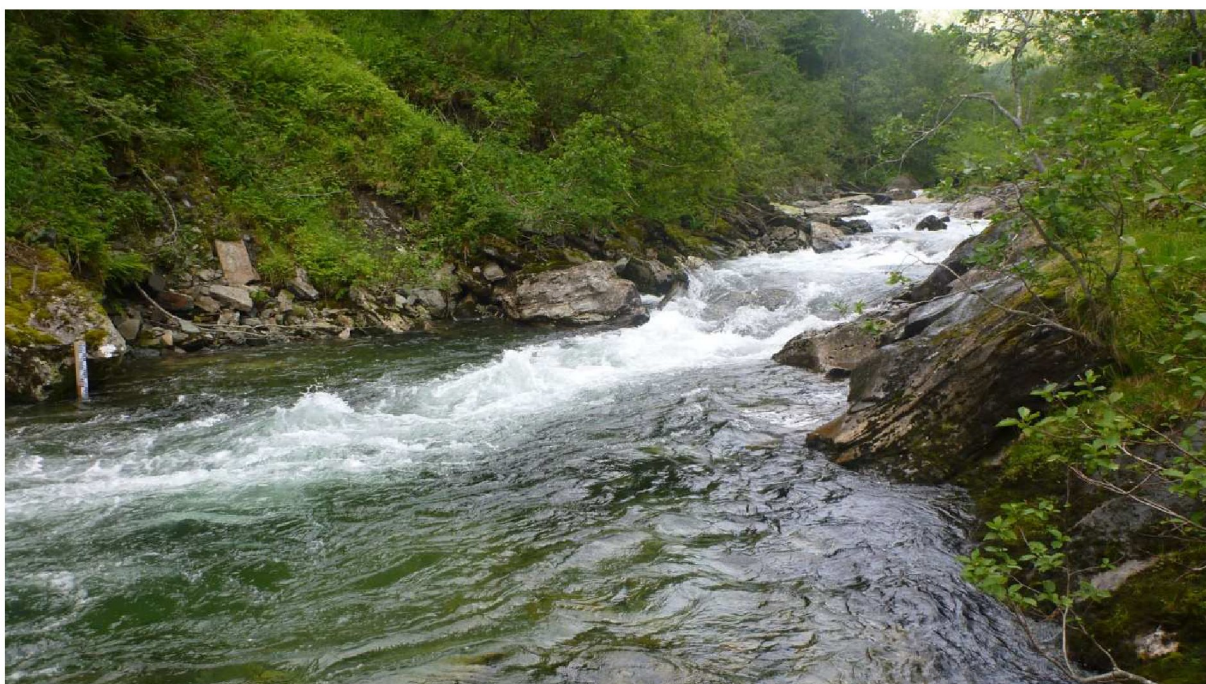


Figur 11 Vossadalselva ved Vossadalshola den 17. august 2011. Vannføringen er estimert til $\sim 0,39 \text{ m}^3/\text{s}$ (på grunnlag av vannføringsmåling ved målestasjonen og forholdet mellom tilsig til Vossadalshola og målestasjonen).

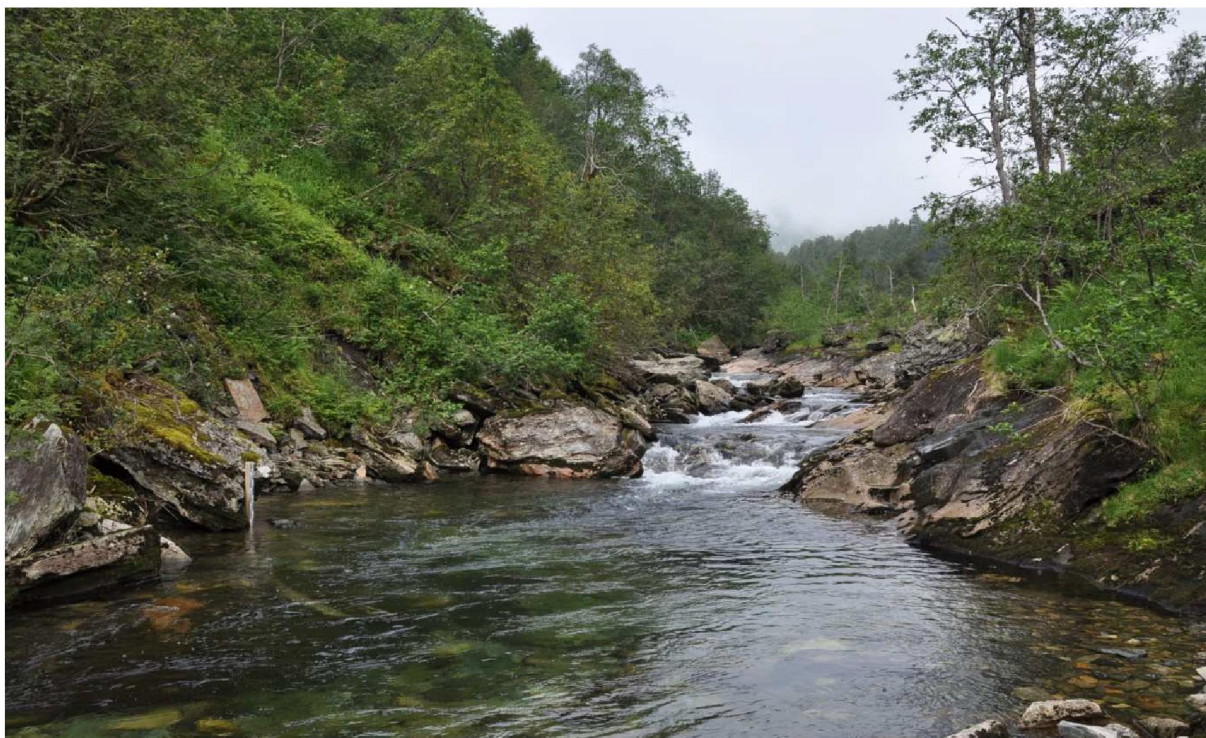
Vedlegg 8c Foto ved ulike vannføringer ved målestasjonen



Figur 12 Vossadalselva ved målestasjonen den 8. juli 2010. Vannføringen er $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ (basert på vannføringsmåling ved stasjonen).



Figur 13 Vossadalselva ved målestasjonen den 18. juli 2011. Vannføringen er $2,9 \text{ m}^3/\text{s}$ (basert på vannføringsmåling ved stasjonen).



Figur 14 Vossadalselva ved målestasjonen den 2. august 2011. Vannføringen er 0,6 m³/s (basert på vannføringsmåling ved stasjonen).

Vedlegg 8d Foto ved ulike vannføringer ved innløpet til Fitjadalsvatnet



Figur 15 Vossadalselva ved innløpet til Fitjadalsvatnet den 3. august 2011. Vannføringen er $\sim 0,70$ m^3/s (estimert på grunnlag av forholdet mellom tilsiget til målestasjonen og Fitjadalsvatnet).



Figur 16 Vossadalselva ved innløpet til Fitjadalsvatnet den 3. august 2011. Vannføringen er $\sim 0,70$ m^3/s (estimert på grunnlag av forholdet mellom tilsiget til målestasjonen og Fitjadalsvatnet).

Vedlegg 8e Foto ved ulike vannføringer ved Ørredalsfossen

Viser til egnet notat (vedlegg 9) med fotos som viser Ørredalsfossen under forskjellige vannføringer.



Figur 17 Ørredalsfossen den 3. august 2011. Vannføringen er $\sim 0,88 \text{ m}^3/\text{s}$ (estimert på grunnlag av forholdet mellom tilsig til målestasjonen / Hardangerfjorden og vannføringsmåling ved både målestasjonen og Hardangerfjorden).

Vedlegg 8f Foto ved ulike vannføringer i Øysteseelva ved utløpet i Hardangerfjorden



Figur 18 Øysteseelva ved Hardangerfjorden den 3. august 2011. Vannføringen er $\sim 0,92 \text{ m}^3/\text{s}$ målt nedstrøms broen. Begge bildene er tatt fra broen mellom Rv 7 og Fv 130, venstre bilde er tatt mot fjorden og høyre bilde er mot fjellet.

Vedlegg 9 Fotovisualisering av Ørredalsfossen



NOTAT

Skrevet av: Louise Andersen

Dato: 07.11.2011

Seksjon/avd.: Prosjekt / Energi - Vassdragsplanlegging

Dok. ID: 11138217

Fordeles til: Arne Andreas Riisnes

SAK: Fotovisualisering av Ørredalsfossen

I forbindelse med overføring av Vossadalsvatnet i Øystesevassdraget til Svartavatnet i Samnangervassdraget er Ørredalsfossen visualisert ved ulike vannføringer. Fotoene er relatert til simulerte vannføringer ved referansepunktet "planlagt inntak til Øystese kraftverk" før og etter overføring av Vossadalsvatnet, jf. tabell 11 i rapporten "Overføring av Vossadalsvatnet i Øystesevassdraget til Svartavatnet i Samnangervassdraget – Konsekvensutredning hydrologi" (utdrag av tabellen er vist nedenfor).

Utdrag av tabell 11 i rapporten "Overføring av Vossadalsvatnet i Øystesevassdraget til Svartavatnet i Samnangervassdraget – Konsekvensutredning hydrologi".

Vannføring		Gjennomsnitt			Tørt år			Middels år			Vått år		
		Ar	Sommer	Vinter	Ar	Sommer	Vinter	Ar	Sommer	Vinter	Ar	Sommer	Vinter
Referansepunkt	Før [m ³ /s]	4,55	5,67	3,74	2,65	2,43	2,81	4,49	5,72	3,60	6,42	7,96	5,30
	Etter [m ³ /s]	3,18	4,02	2,57	1,88	1,79	1,94	3,14	4,06	2,48	4,47	5,60	3,65
	Rest	70 %	71 %	69 %	71 %	74 %	69 %	70 %	71 %	69 %	70 %	70 %	69 %

Gjennomsnitt år / året – middelvannføring før og overføring utbygging



Foto 1 viser en vannføring på 4,41 m³/s (simulert 4,55 m³/s). Fotoet er tatt den 5. mai 2011 kl. 13:55.

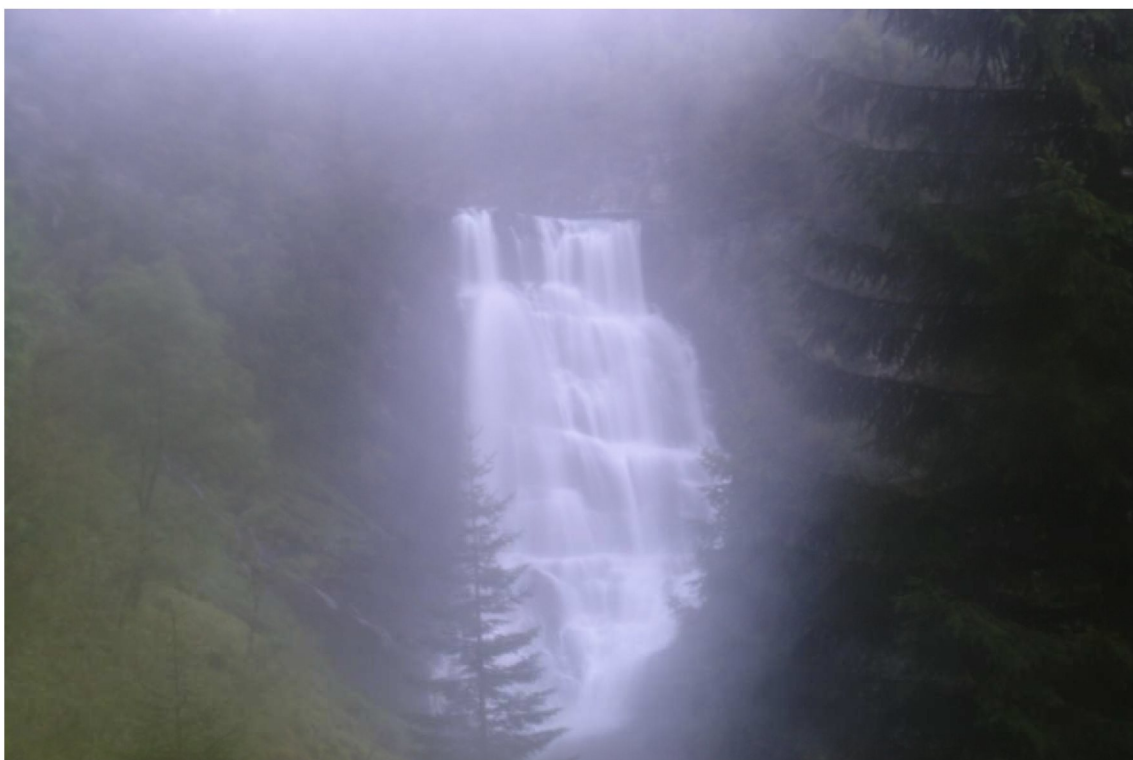


Foto 2 viser en vannføring på 3,28 m³/s (simulert 3,18 m³/s). Fotoet er tatt den 22. august 2011 kl. 04:41.

Gjennomsnitts år / sommer – middelvannføring før og etter overføring



Foto 3 viser en vannføring på 5,76 m³/s (simulert 5,67 m³/s). Fotoet er tatt den 17. mai 2011 kl. 13:55.



Foto 4 viser en vannføring på 3,92 m³/s (simulert 4,02 m³/s). Fotoet er tatt den 6. mai 2011 kl. 05:55.

Gjennomsnitts år / vinter – middelvannføring før og etter overføring



Foto 5 viser en vannføring på 3,71 m³/s (simulert 3,74 m³/s). Fotoet er tatt den 6. mai 2011 kl. 09:55.

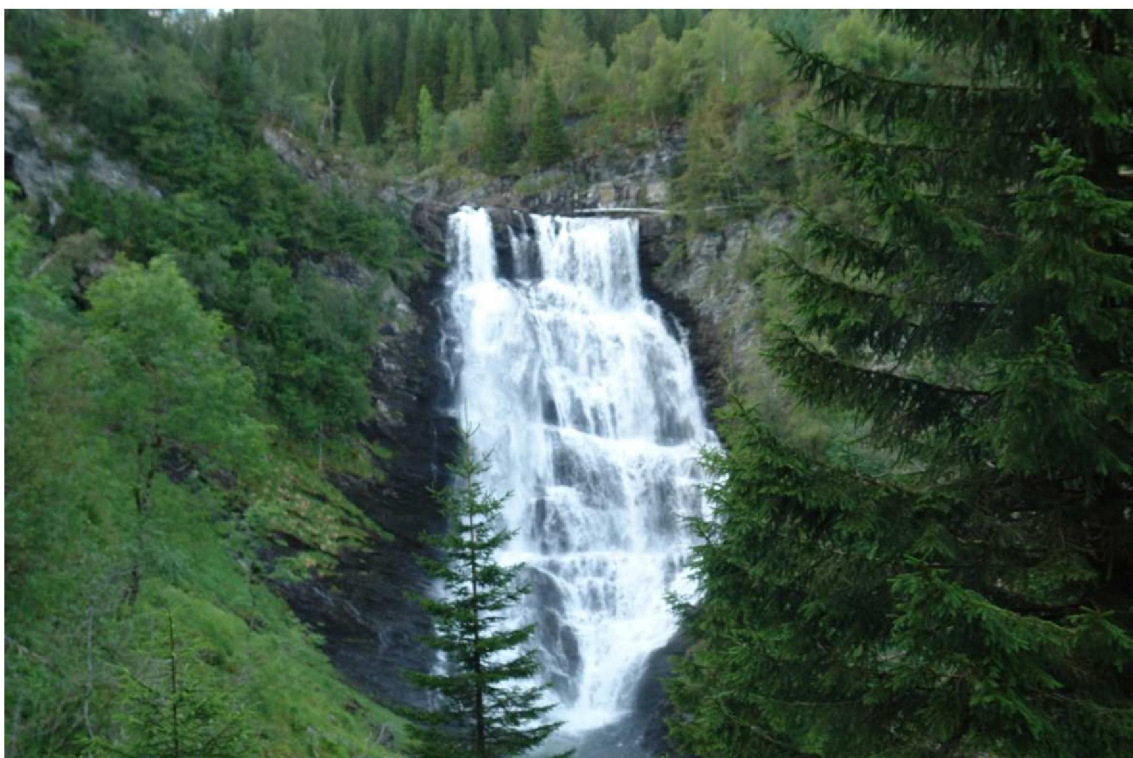


Foto 6 viser en vannføring på 2,58 m³/s (simulert 2,57 m³/s). Fotoet er tatt den 8. august 2011 kl. 16:41.

Tørt år / året – middelvannføring før og etter overføring



Foto 7 viser en vannføring på 2,68 m³/s (simulert 2,65 m³/s). Fotoet er tatt den 8. august 2011 kl. 12:41.

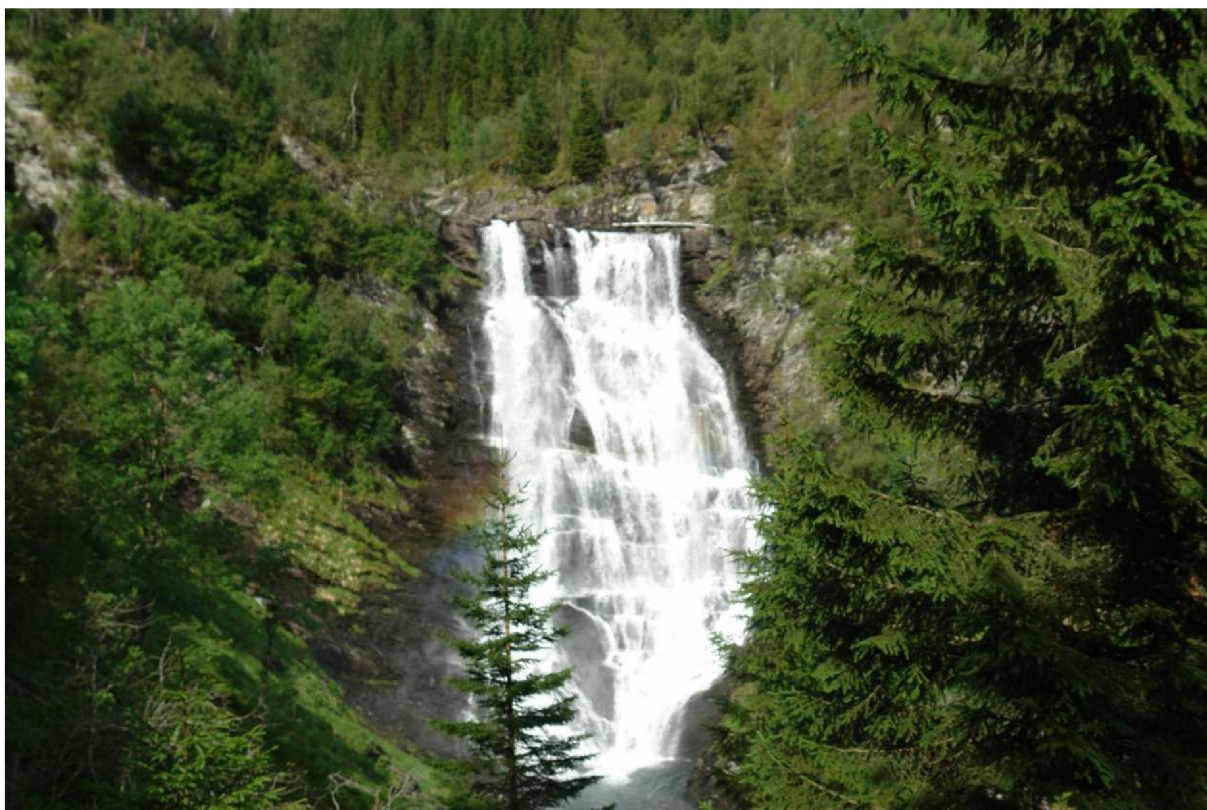


Foto 8 viser en vannføring på 1,93 m³/s (simulert 1,88 m³/s). Fotoet er tatt den 9. august 2011 kl. 12:41.

Tørt år / sommer – middelvannføring før og etter overføring

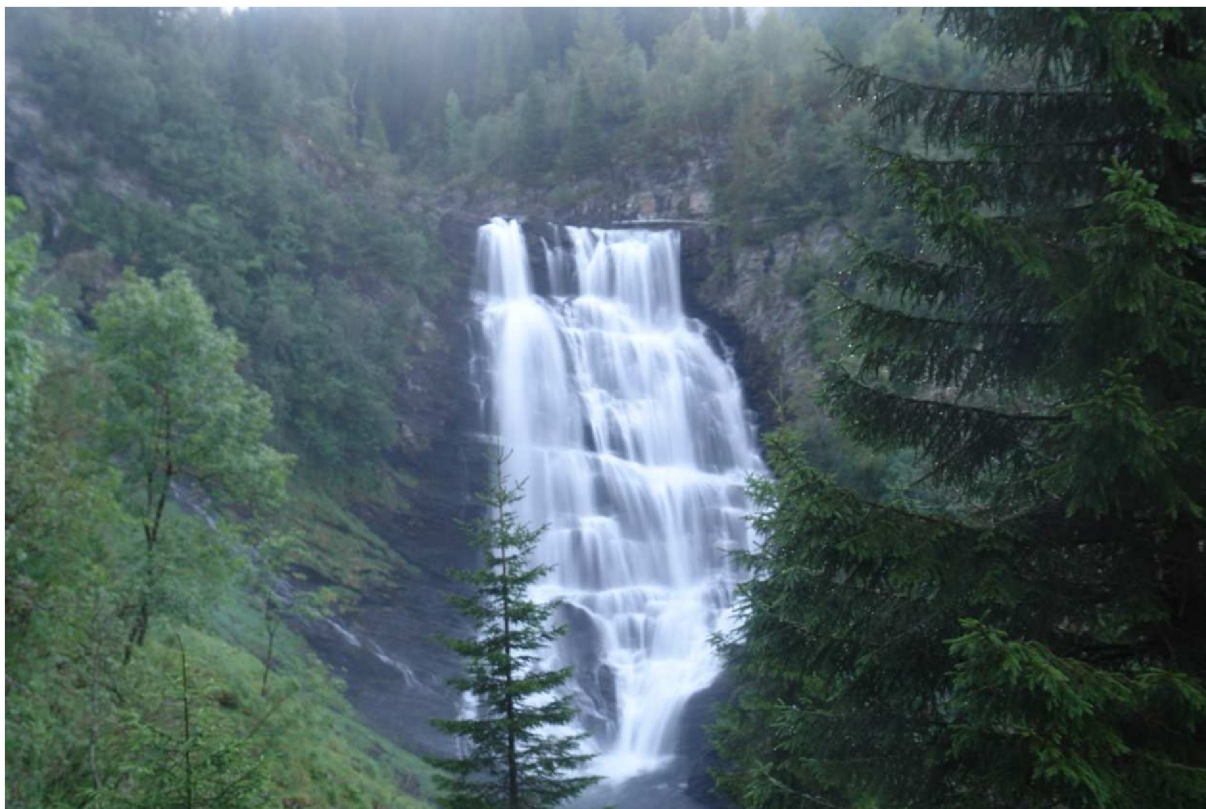


Foto 9 viser en vannføring på 2,41 m³/s (simulert 2,43 m³/s). Fotoet er tatt den 7. august 2011 kl. 20:41.

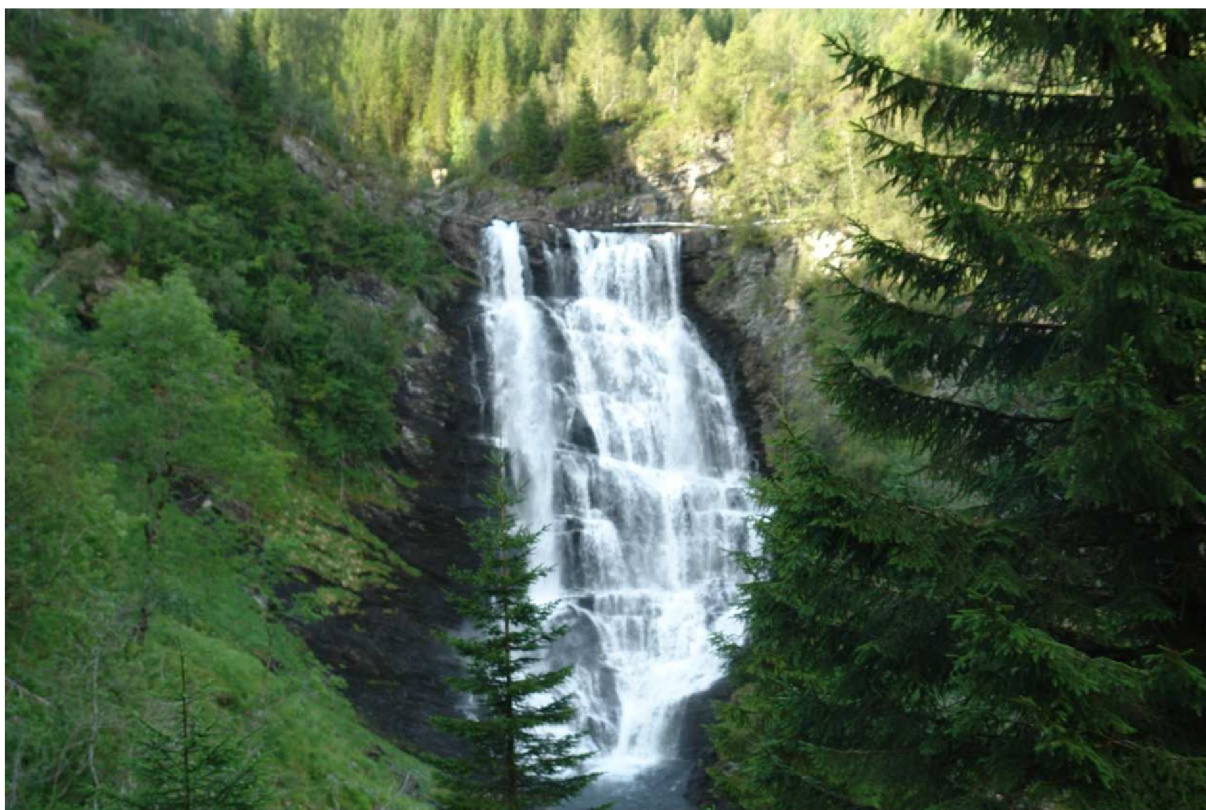


Foto 10 viser en vannføring på 1,77 m³/s (simulert 1,79 m³/s). Fotoet er tatt den 9. august 2011 kl. 16:41.

Tørt år / vinter – middelvannføring før og etter overføring

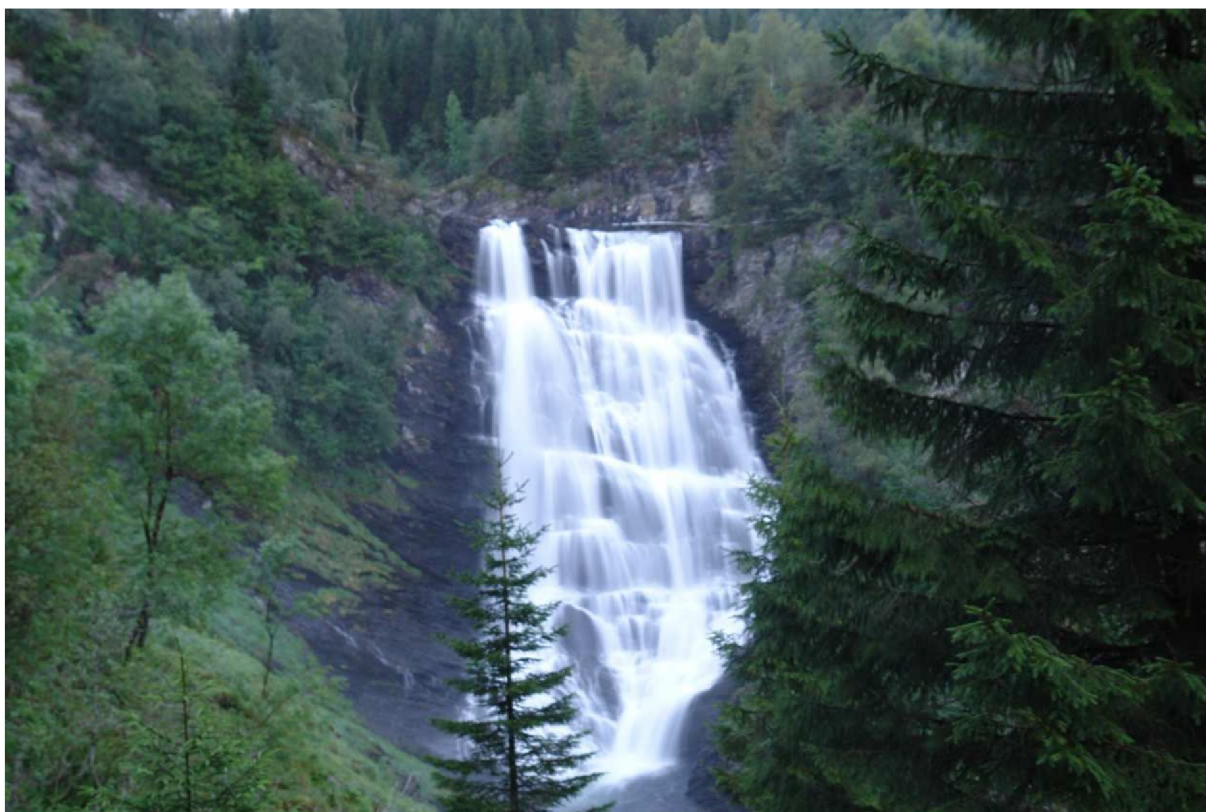


Foto 11 viser en vannføring på 2,79 m³/s (simulert 2,81 m³/s). Fotoet er tatt den 8. august 2011 kl. 04:41.

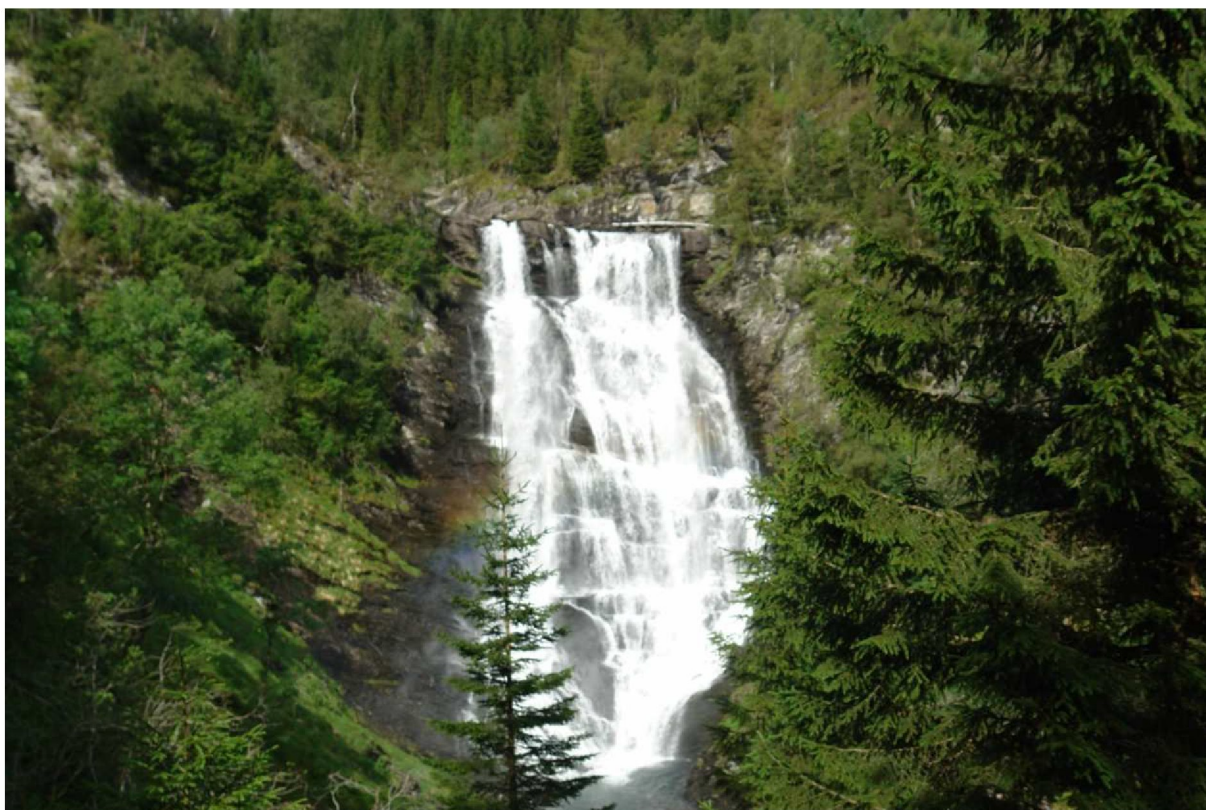


Foto 12 viser en vannføring på 1,93 m³/s (simulert 1,94 m³/s). Fotoet er tatt den 9. august 2011 kl. 12:41.

Middels år / året – middelvannføring før og etter overføring



Foto 13 viser en vannføring på 4,49 m³/s (simulert 4,49 m³/s). Fotoet er tatt den 7. mai 2011 kl. 13:55.

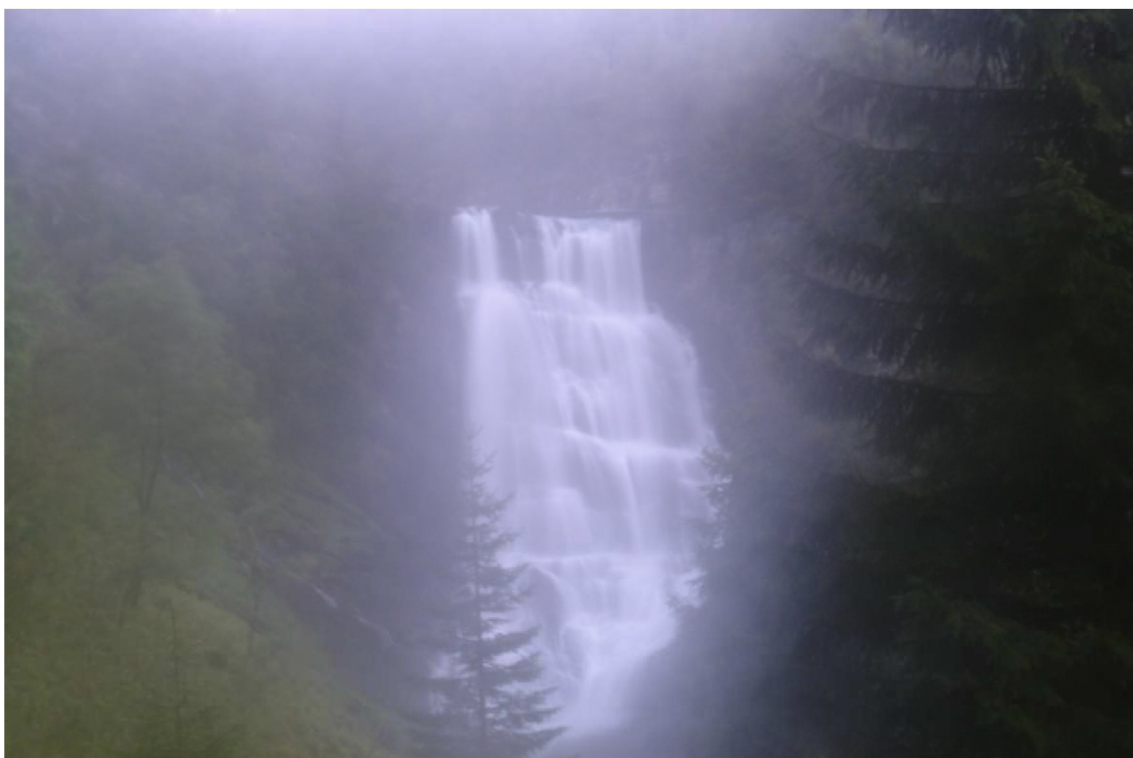


Foto 14 viser en vannføring på 3,28 m³/s (simulert 3,14 m³/s). Fotoet er tatt den 22. august 2011 kl. 04:41.

Middels år / sommer – middelvannføring før og etter overføring



Foto 15 viser en vannføring på 5,76 m³/s (simulert 5,72 m³/s). Fotoet er tatt den 17. mai 2011 kl. 13:55.



Foto 16 viser en vannføring på 3,92 m³/s (simulert 4,06 m³/s). Fotoet er tatt den 6. mai 2011 kl. 05:55.

Middels år / vinter – middelvannføring før og etter overføring



Foto 17 viser en vannføring på 3,62 m³/s (simulert 3,60 m³/s). Fotoet er tatt den 6. mai 2011 kl. 13:55.

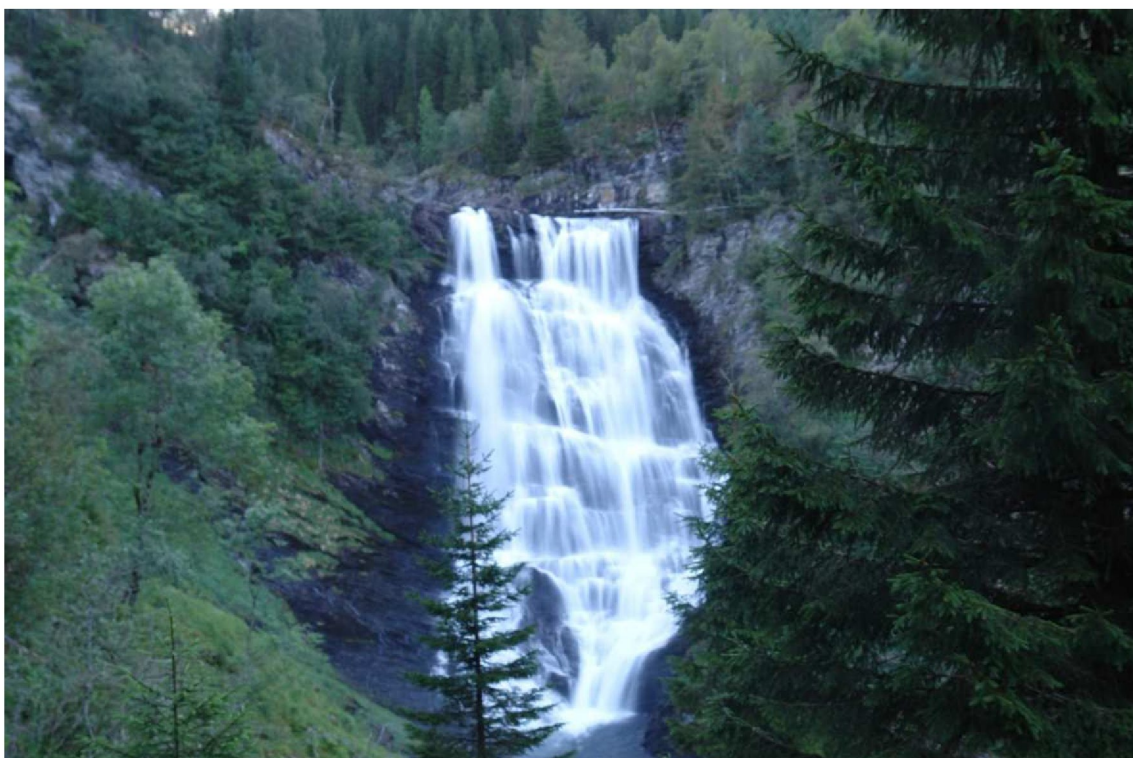


Foto 18 viser en vannføring på 2,46 m³/s (simulert 2,48 m³/s). Fotoet er tatt den 8. august 2011 kl. 20:41.

Vått år / året – middelvannføring før og etter overføring



Foto 19 viser en vannføring på 6,45 m³/s (simulert 6,42 m³/s). Fotoet er tatt den 16. mai 2011 kl. 21:55.



Foto 20 viser en vannføring på 4,49 m³/s (simulert 4,47 m³/s). Fotoet er tatt den 7. mai 2011 kl. 13:55.

Vått år / sommer – middelvannføring før og etter overføring



Foto 21 viser en vannføring på 8,04 m³/s (simulert 7,96 m³/s). Fotoet er tatt den 14. mai 2011 kl. 17:55.



Foto 22 viser en vannføring på 5,59 m³/s (simulert 5,60 m³/s). Fotoet er tatt den 13. juni 2011 kl. 09:54.

Vått år / vinter – middelvannføring før og etter overføring



Foto 23 viser en vannføring på 5,27 m³/s (simulert 5,30 m³/s). Fotoet er tatt den 3. mai 2011 kl. 13:55.



Foto 24 viser en vannføring på 3,62 m³/s (simulert 3,65 m³/s). Fotoet er tatt den 6. mai 2011 kl. 13:55.

Ørredalsfossen sett fra fjorden



Foto 25 Ørredalsfossen sett fra fjorden ved en vannføring på 0,75 m³/s.



Foto 26 Ørredalsfossen sett fra fjorden ved en vannføring på 0,75 m³/s.