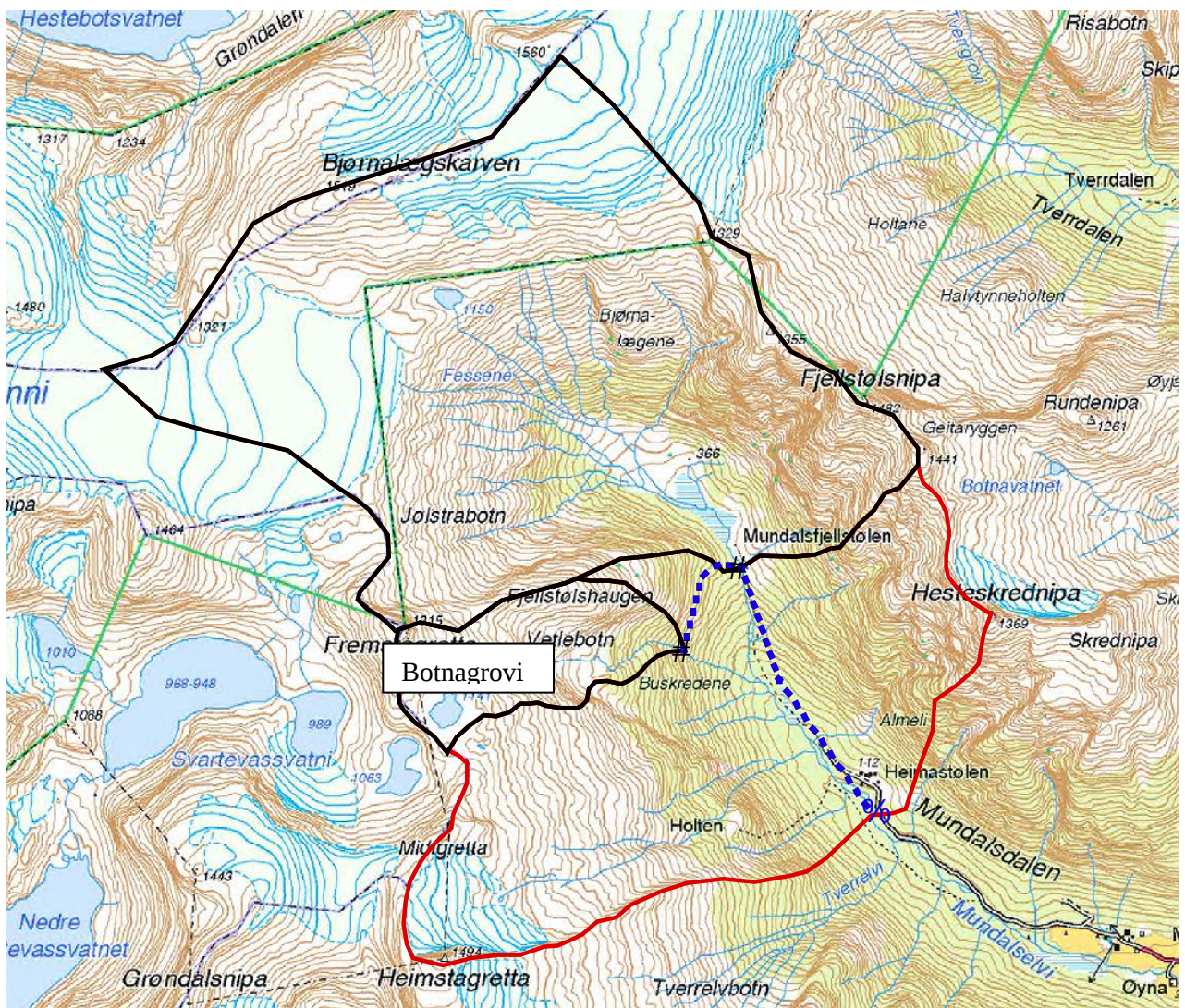


Skjema for dokumentasjon av hydrologiske forhold for små kraftverk med konsesjonsplikt

”Hensikten med dette skjema er å dokumentere grunnleggende hydrologiske forhold knyttet til bygging av små kraftverk. Skjema skal sikre at konsesjonssøknaden inneholde alle relevante opplysninger innen hydrologi slik at utbygger, høringsinstanser og myndigheter gjør sine vurderinger og uttalelser på et best mulig grunnlag. Korrekt informasjon er vesentlig i forhold til å vurdere tiltakets miljøeffekter slik at berørte brukergrupper kan imøtekommes på best mulig måte. ”

1 Overflatehydrologiske forhold

1.1 Beskrivelse av kraftverkets nedbørfelt og valg av sammenligningsstasjon



Figur 1. Kart som viser nedbørfeltet til kraftverkets inntakspunkt ved Mundalsfjellstøle. Det mindre nedbørfeltet for Botnagrovi sør for hovedfeltet og restfeltet vist med raud farge.

Mundalselvi (Fjærland) – Sogndal kommune – Sogn og Fjordane

1.1.1 Informasjon om kraftverkets nedbørfelt (sett kryss).

	Ja	Nei
Er det usikkerhet knyttet til feltgrensene? ¹		x
Er det i dag vannforsyningsanlegg eller andre reguleringer inklusive overføringer inn/ut av kraftverkets naturlige nedbørfelt? ²		x

1.1.2 Informasjon om et eventuelt reguleringsmagasin.

Magasinvolum (mill m ³)	ingen	
Normalvannstand (moh)		
Laveste og høyeste vannstand etter regulering (moh)		
Planlegges effektkjøring av magasinet?	Nei	

1.1.3 Informasjon om sammenligningsstasjonen som skal benyttes som grunnlag for hydrologiske- og produksjonsmessige beregninger i konsesjonssøknaden.

Stasjonsnummer og stasjonsnavn ³	Mundalselvi:	83.7 Grønengstølsvatn
	Botnagrovi:	70,8 Målset
Skaleringsfaktor ⁴	Mundalselvi:	0,141
	Botnagrovi:	0,174
Periode med data som er benyttet	1966 -	
Totalt antall år med data	42	
Er sammenligningsstasjonane uregulert? ⁵	Ja	

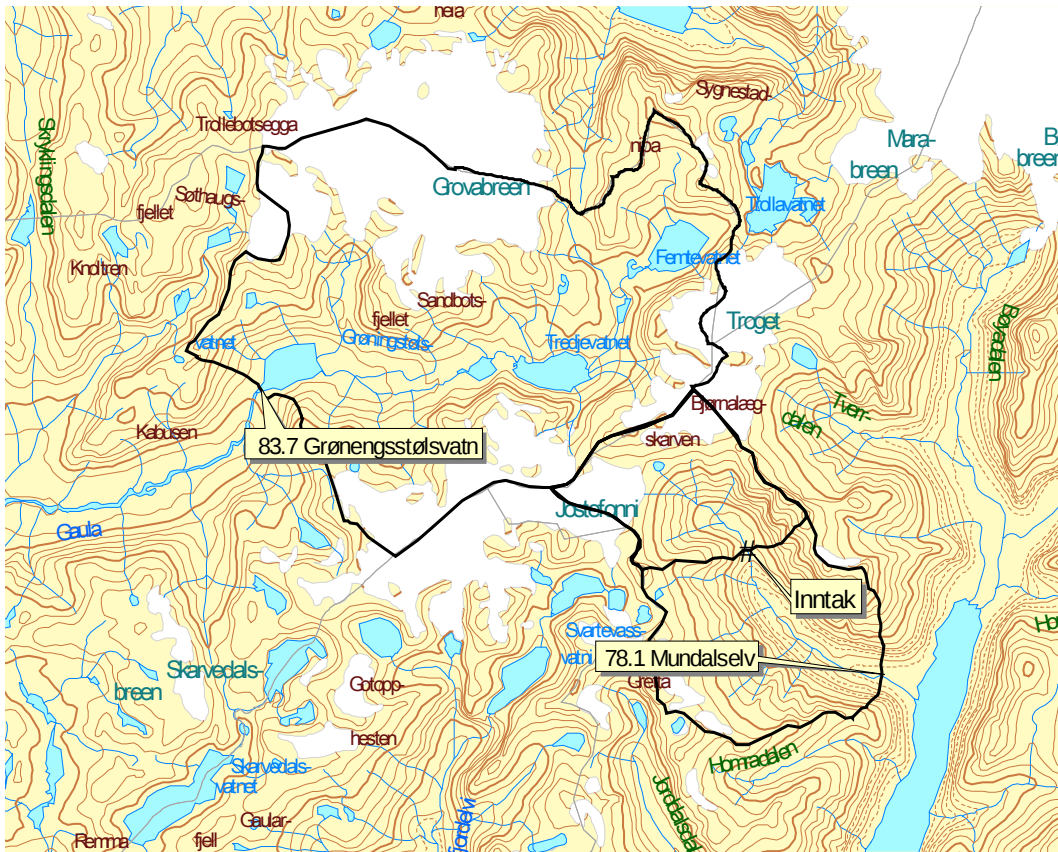
Mundalselvi (Fjærland) – Sogndal kommune – Sogn og Fjordane

1.1.4 Feltparametre for kraftverkets og sammenligningsstasjonens nedbørfelt.

	Kraftverkets nedbørfelt ovenfor inntak		Sammenligningsstasjonens nedbørfelt ⁶	
Areal (km ²)	Mundalselvi: 10,5 Botnagrovi: 1,2		64,4 7,6	
Høyeste og laveste kote (moh)*	350	1560	560	1636
Effektiv sjøprosent ^{7*}	0,0		2,1	
Breandel (%)*	25		30	
Snaujellandel (%) ^{8*}	55		59	
Hydrologisk regime ^{9*}	Flom: bre/regn Lavvann: Vinter		Flom: bre / regn Lavvann: Vinter	
Middelavrenning/ midlere årstilsig (1961-1990) fra avrenningskartet ¹⁰	Mundalselvi: 1,09 m ³ /s <u>Botnagrovi : 0,11 m³/s</u> Sum: 1,20 m ³ /s		7,66 m ³ /s	
	Mundalselvi: 104 l/s km ² <u>Botnagrovi: 90 l/s km²</u>		119 l/s km ²	
	Mundalselvi: 34,4 mill m ³ <u>Botnagrovi: 3,2 mill m³</u> Sum: 37,6 mill m ³		241,6 mill m ³	
Middelavrenning (1984 – 2006) for sammenligningsstasjonen beregnet i observasjonsperioden ¹¹	-----		7,70 m ³ /s	119,6 l/s/km ²
Kort begrunnelse for valg av sammenligningsstasjon	<p>Målestasjon 83.7 Grønengstølsvatn, målestasjon 78.1 Mundalselvi og målestasjon 70.8 Målset er vurderte.</p> <p>Datakvaliteten for 83.7 Grønengstølsvatn ansees som middels god, og lengden på serien er tilfredsstillende. På grunn av feltkarakteristikk og datakvalitet er denne vurdert å vere mest representativ og er difor vald for Mundalselvi.</p> <p>Datakvaliteten for 70.8 Målset ansees som god og nedbørfeltet eignar seg best til å beskrive forholdene i Botnagrovi.</p>			

* Data oppgitt for hovudvassdraget Mundalselvi.

Mundalselvi (Fjærland) – Sogndal kommune – Sogn og Fjordane



Figur 2. Kart med inntegnet nedbørfelt til kraftverket og til benyttet sammenligningsstasjon.

Kommentarer:**Beskrivelse av aktuelle målestasjoner**

Målestasjon 70.8 Målset ligger ca 50 km sør for Mundalselvi. Feltareal er i størrelsesorden som i Mundalselvi, avrenningen er litt mindre, ingen bre og høyre effektiv sjøprosent. Datakvaliteten ansees som god, men det mangler en lang periode med data på 1980-tallet. Feltet egner seg best til å beskrive forholdene i Botnagrovi, men har antatt større selvreguleringsevne enn kraftverksfeltet.

Målestasjon 78.1 Mundalselvi ligger sørøst for Mundalselvi. Feltareal er nesten det tredobbelte, men nedbørsfeltet til det planlagte inntaket ligger innenfor nedbørsfeltet til stasjonen 78.1 Mundalselvi. Avrenning er noe lavere, andel snaufjell er tilnærmet lik, mens høydeforholdene er forskjellige, da nedbørsfeltet til stasjonen 78.1 Mundalselvi har en minimumshøyde på 26 moh, sammenlignet med Mundalselvi. Maksimumshøyden er lik. Data består kun av målte vannstander og lengden på tidsserien er brukbar. Selvreguleringsevnen er antatt å være tilnærmet lik den som for nedbørsfeltet til inntaket.

Målestasjon 83.7 Grønengstølsvatn ligger nordvest for Mundalselvi. Feltareal er det seksdobbelte, avrenningen er litt høyere, andel snaufjell og høydeforhold er omtrent det samme sammenlignet med Mundalselvi. Datakvaliteten ansees som middels god, og lengden på serien er tilfredsstillende. Selvreguleringsevnen er lav, men litt større enn Mundalselvi pga større areal og effektiv sjøprosent.

Valg av representativ målestasjon og beregning av skaleringsfaktor

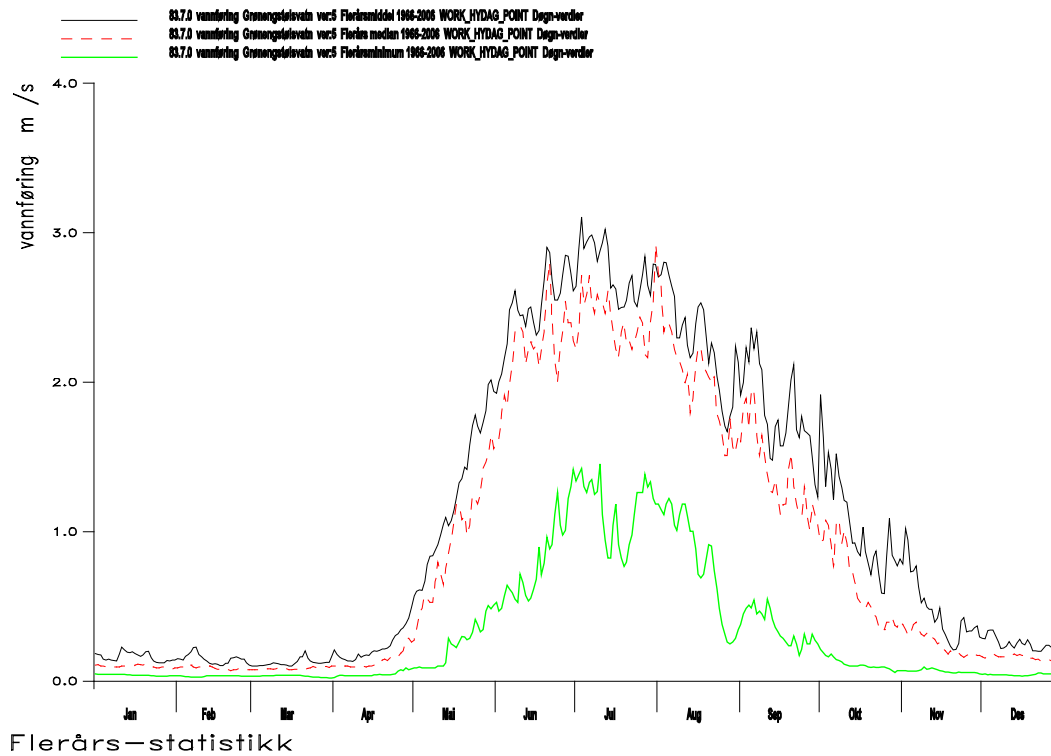
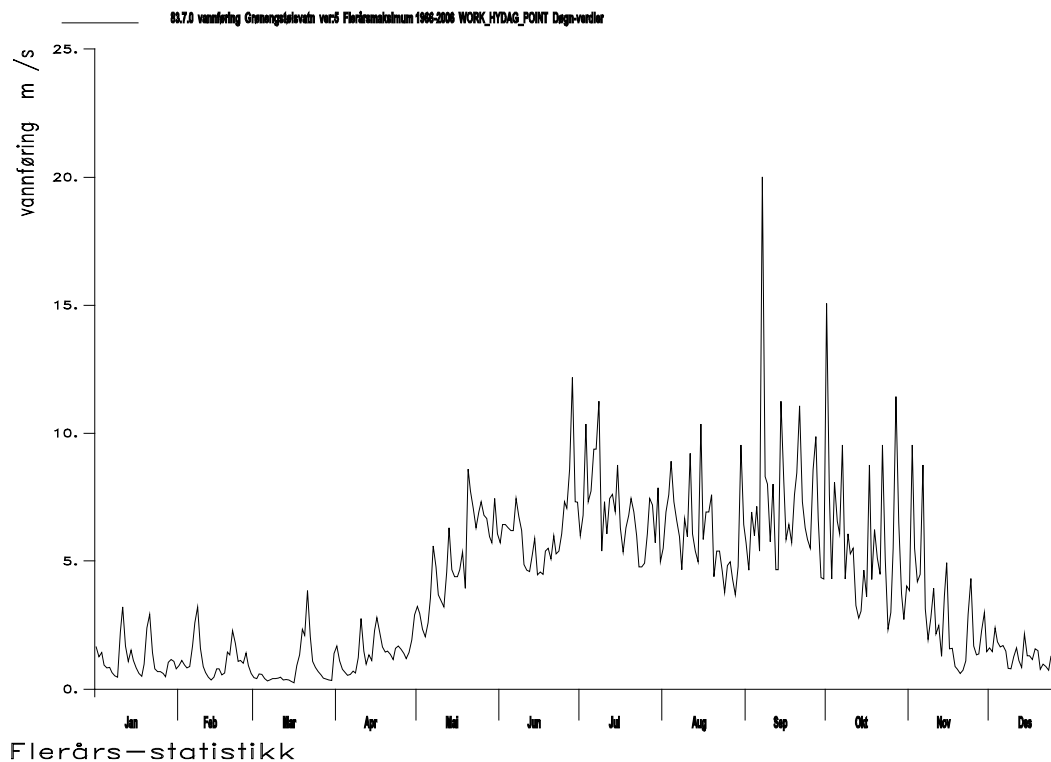
På bakgrunn av de ulike stasjonenes feltegenskaper og datakvalitet er det antatt at Grønengstølsvatn er mest representativ for forholdene i Mundalselvi, mens Målset er mest representativ for Botnagrovi. Disse stasjonene er derfor benyttet videre i analysen.

Data som er presentert er tilpasset Mundalselvi sitt nedbørfelt på 10,5 km² og Botnagrovi sitt nedbørfelt på 1,20 km² ved skalering med hensyn på feltareal og spesifikt normalavløp. Skaleringsfaktoren som er benyttet er:

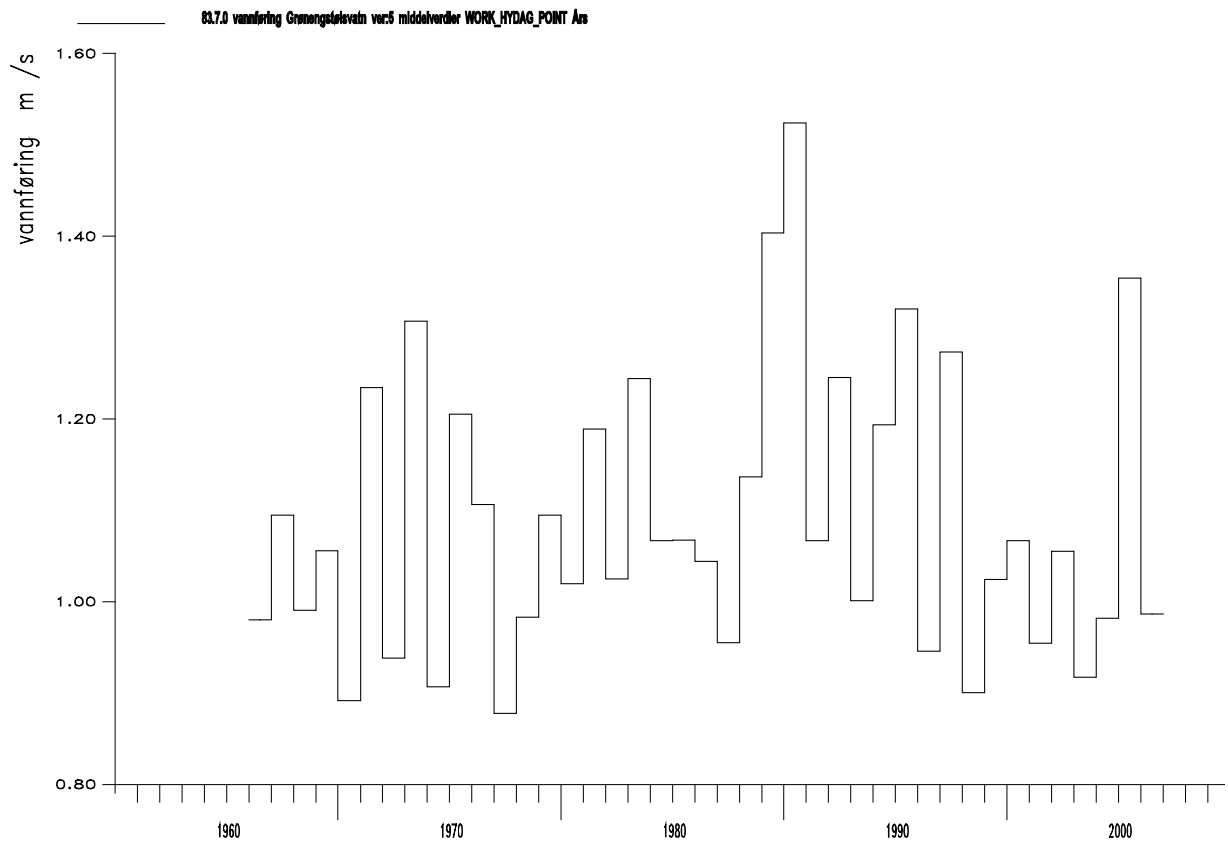
$$\text{Mundalselvi: } (104 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2/120,1 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2) \cdot (10,5 \text{ km}^2/64,6 \text{ km}^2) = \underline{0,141}$$

$$\text{Botnagrovi: } (90 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2/81,8 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2) \cdot (1,20 \text{ km}^2/7,57 \text{ km}^2) = \underline{0,174}$$

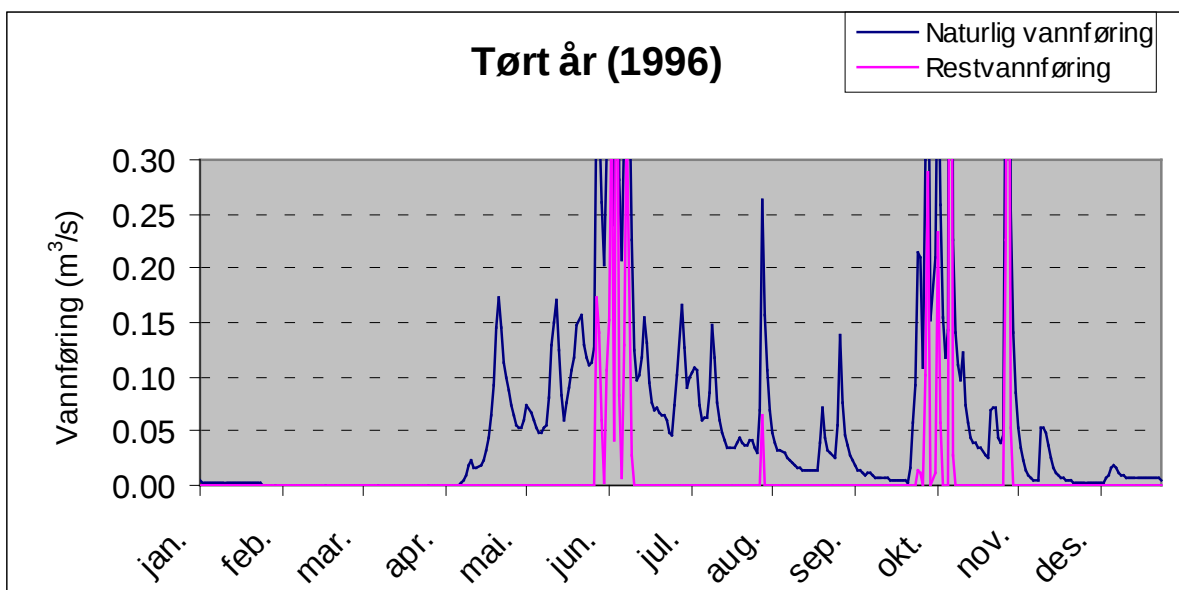
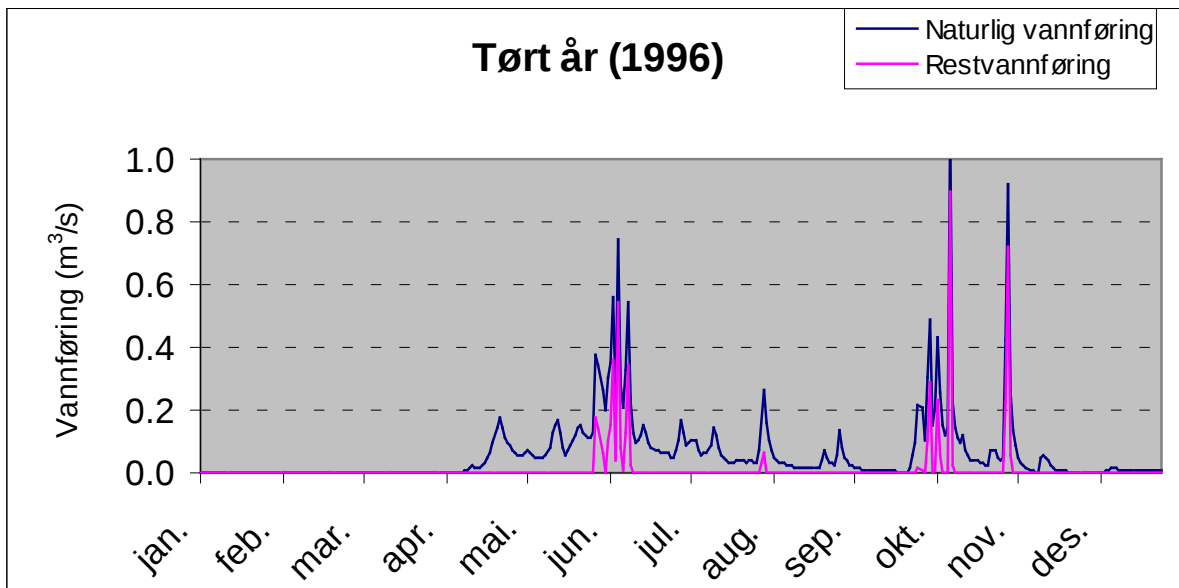
Mundalselvi (Fjærland) – Sogndal kommune – Sogn og Fjordane

1.2 Vannføringsvariasjoner før og etter utbygging¹²Figur 3. Plott som viser middel/median- og minimumsvannføringer (døgndata) i Mundalselvi¹³Figur 4. Plott som viser maksimumsvassføring i % av middelvassføring (døgndata) i Mundalselvi.¹⁴

Mundalselvi (Fjærland) – Sogndal kommune – Sogn og Fjordane

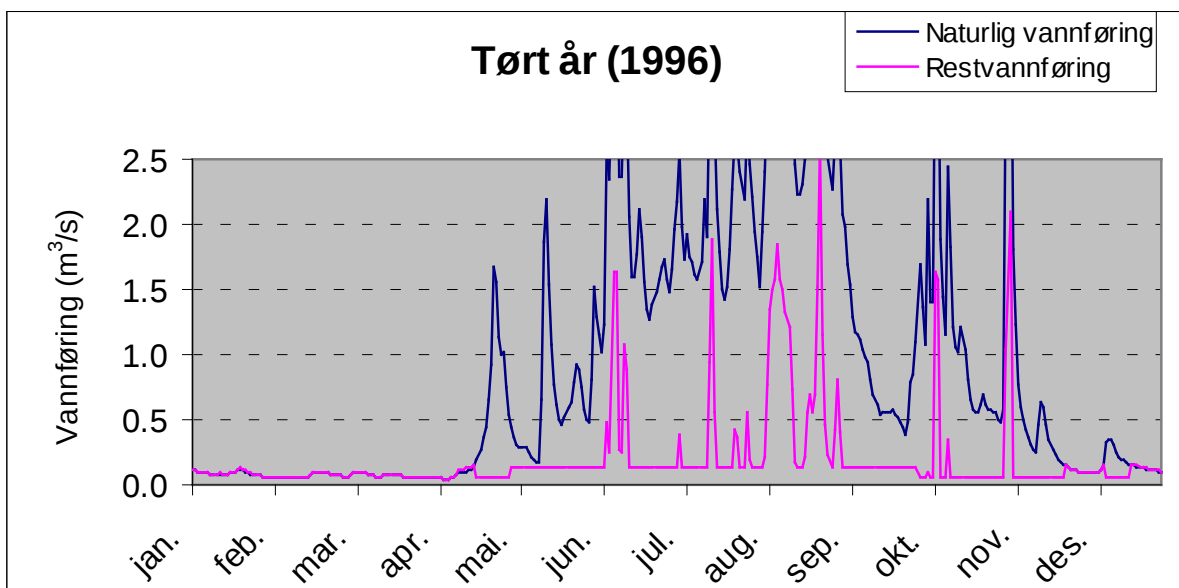
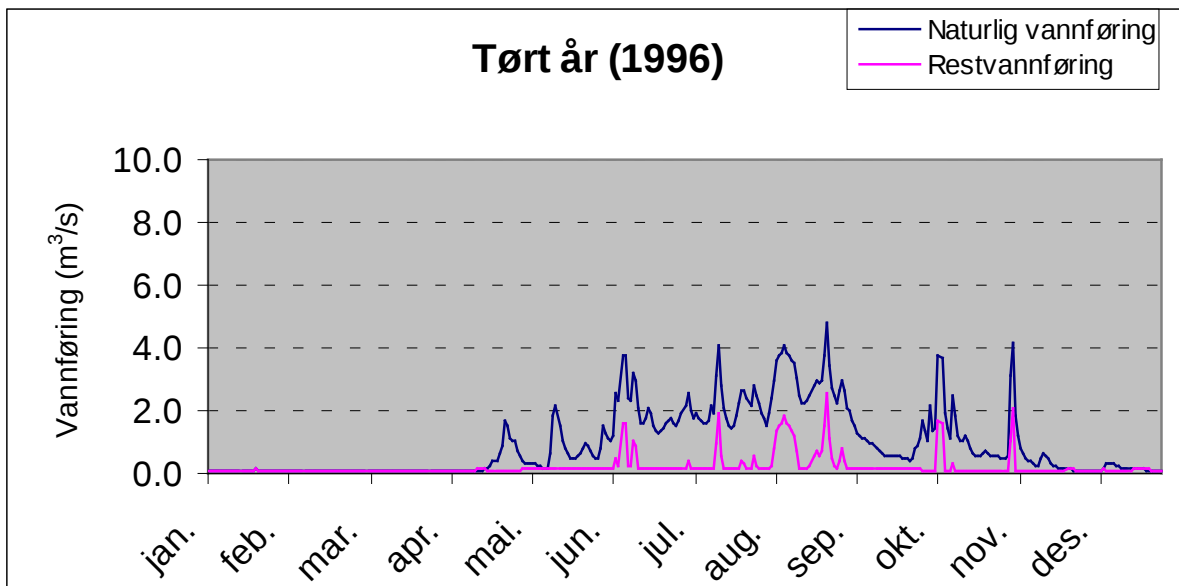


Figur 5. Plott som viser variasjoner i vannføring fra år til år i Mundalselvi. Vassføring i m³/s.

Botnagrovi.

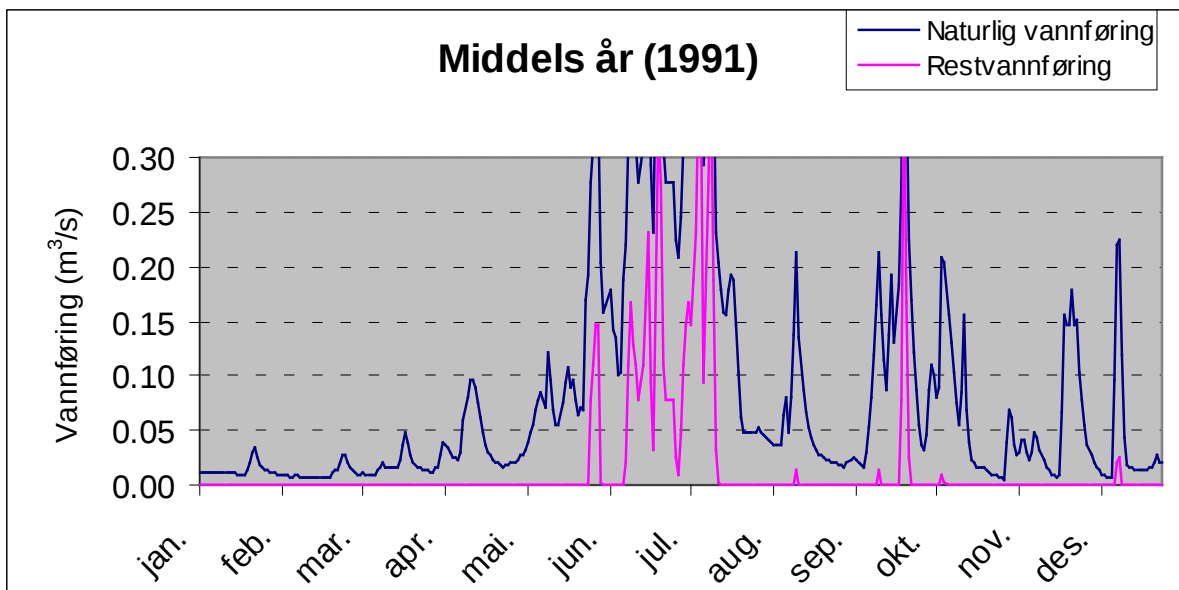
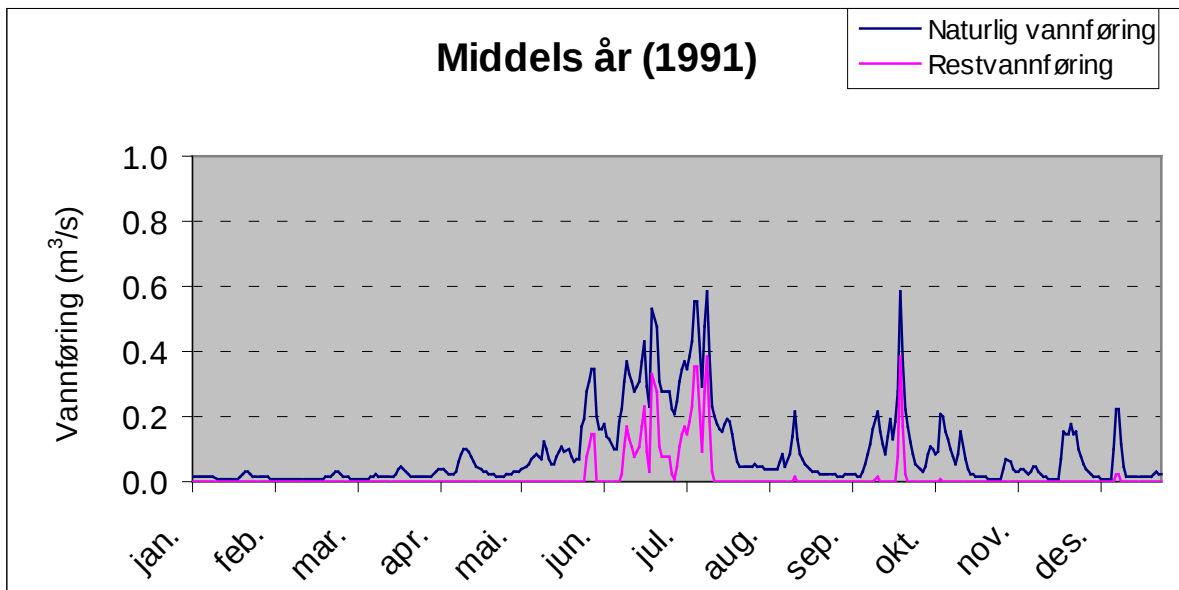
Figur 6.1 Plott som viser vassføringsvariasjonar i Botnagrovi i eit turt (1996) år (før og etter utbygging).¹⁵ Årsavrenning 0,06 m³/s.

Mundalselvi (Fjærland) – Sogndal kommune – Sogn og Fjordane

Mundalselvi.

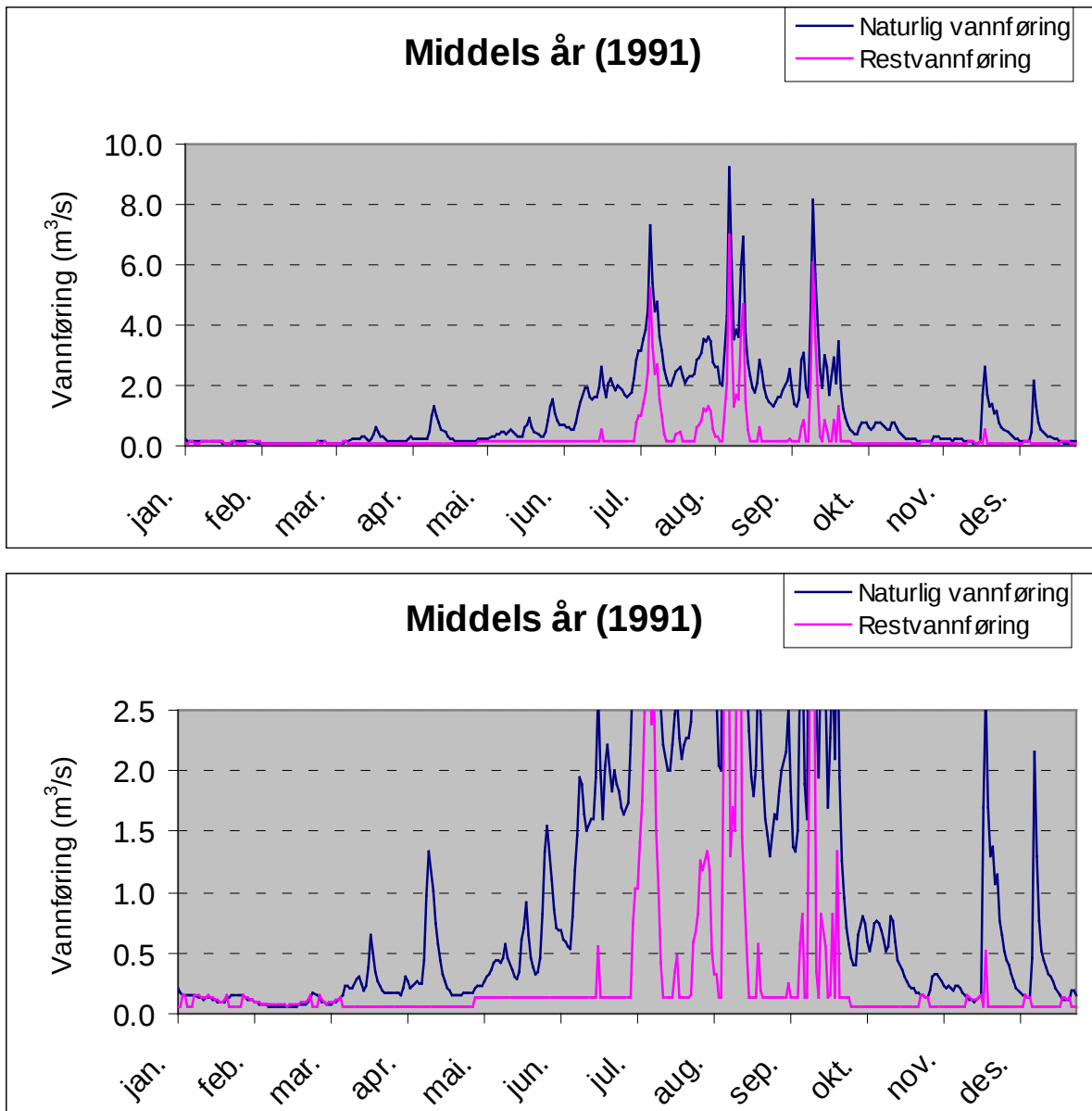
Figur 7.2 Plott som viser vassføringsvariasjonar i Mundalselvi i eit turt (1996) år (før og etter utbygging).¹⁶ Årsavrenning $0,95 \text{ m}^3/\text{s}$.

Mundalselvi (Fjærland) – Sogndal kommune – Sogn og Fjordane

Botnagrovi:

Figur 8.1 Plott som viser vassføringsvariasjonar Botnagrovi i eit middels (1991) år (før og etter utbygging).¹⁷ Årsavrenning 0,09 m³/s.

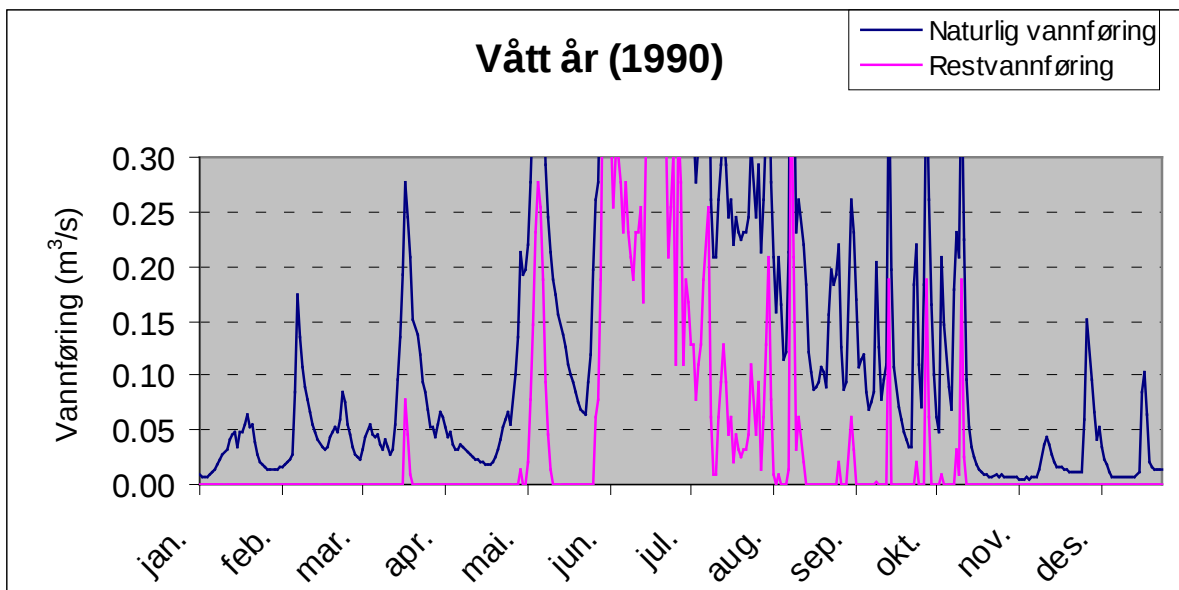
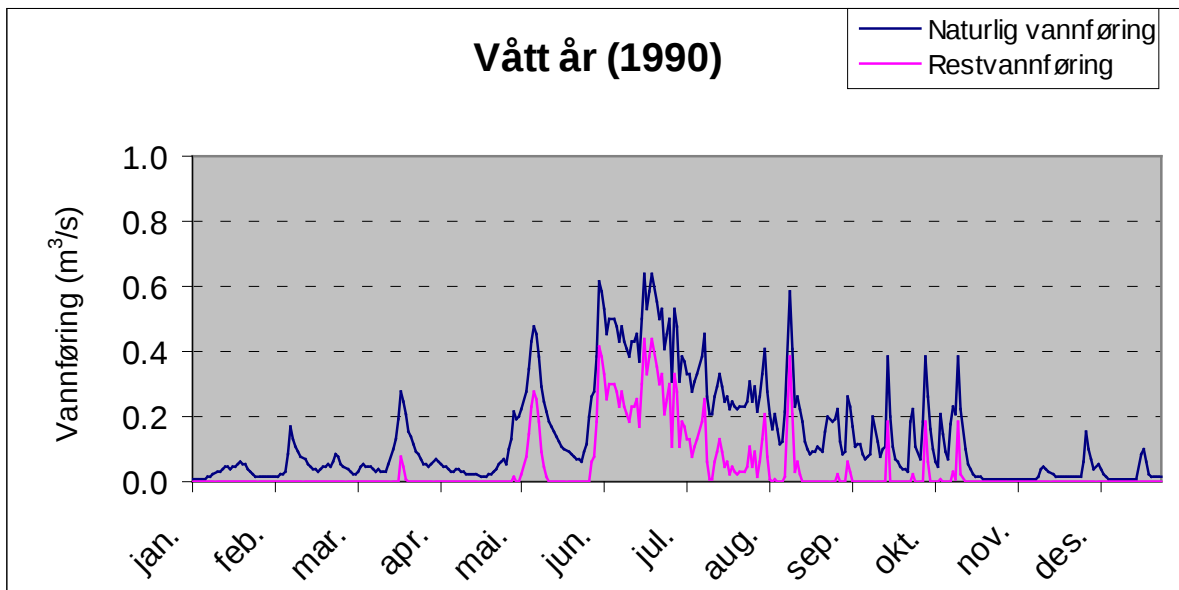
Mundalselvi (Fjærland) – Sogndal kommune – Sogn og Fjordane

Mundalselvi:

Figur 9.2 Plott som viser vassføringsvariasjonar Mundalselvi i eit middels (1991) år (før og etter utbygging).¹⁸ Årsavrenning 1,07 m³/s.

Mundalselvi (Fjærland) – Sogndal kommune – Sogn og Fjordane

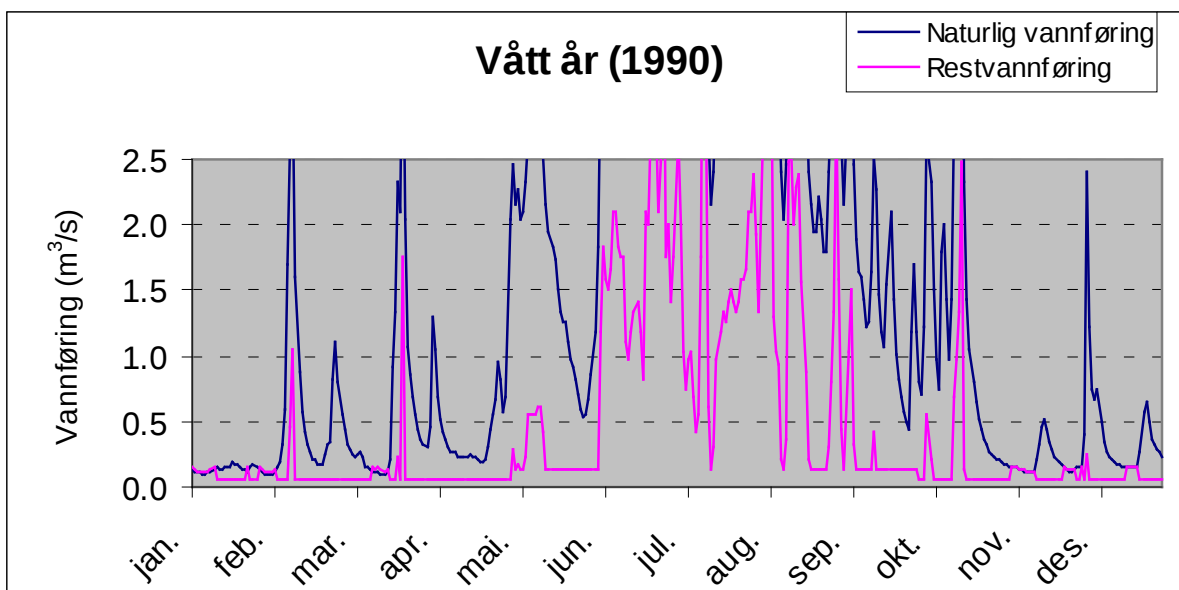
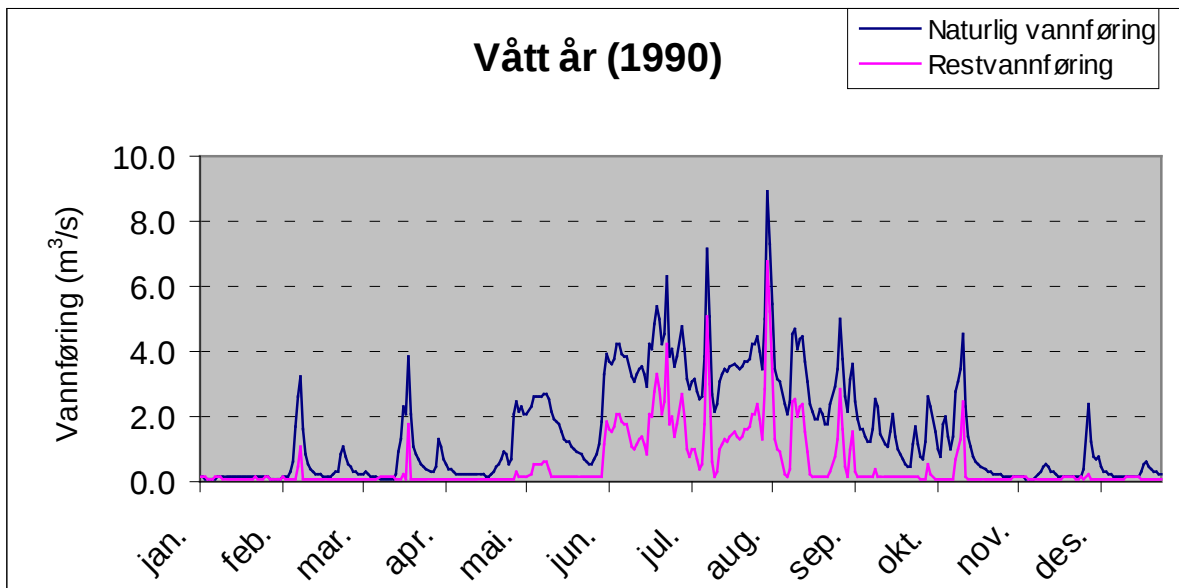
Botnagrovi:



Figur 10.1 Plott som viser vassføringsvariasjonar i Botnagrovi i eit vått (1990) år (før og etter utbygging).¹⁹ Årsavrenning 0,14 m³/s.

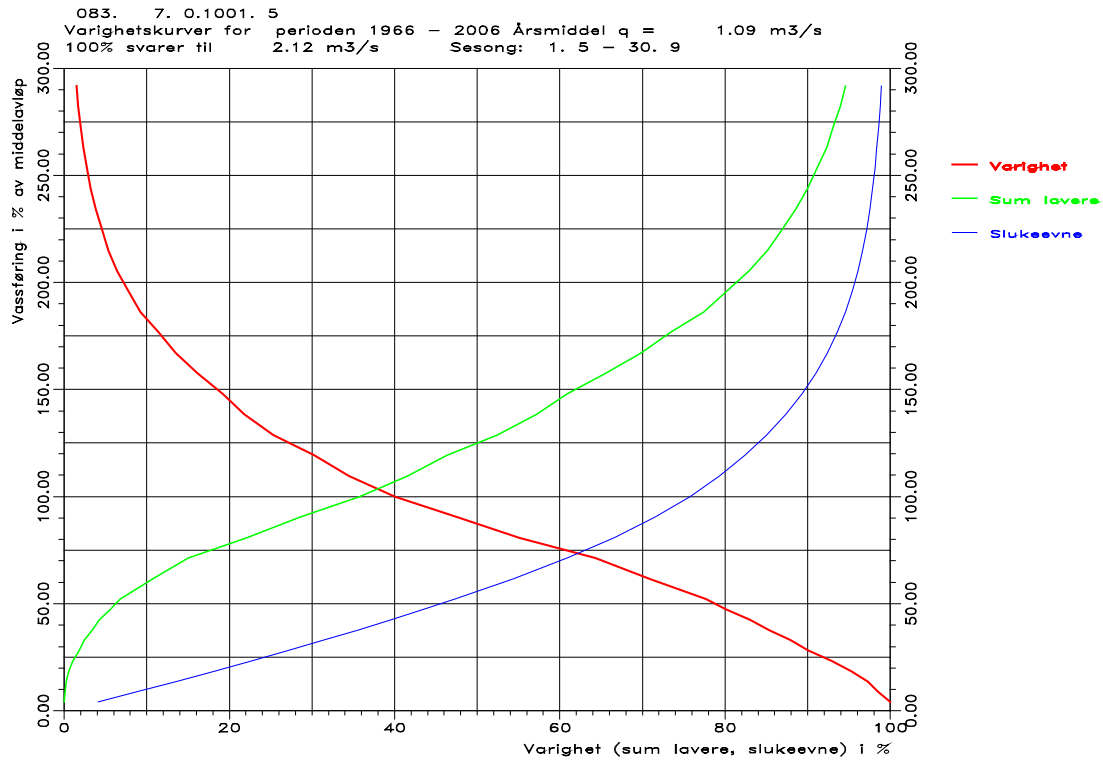
Mundalselvi (Fjærland) – Sogndal kommune – Sogn og Fjordane

Mundalelvi:

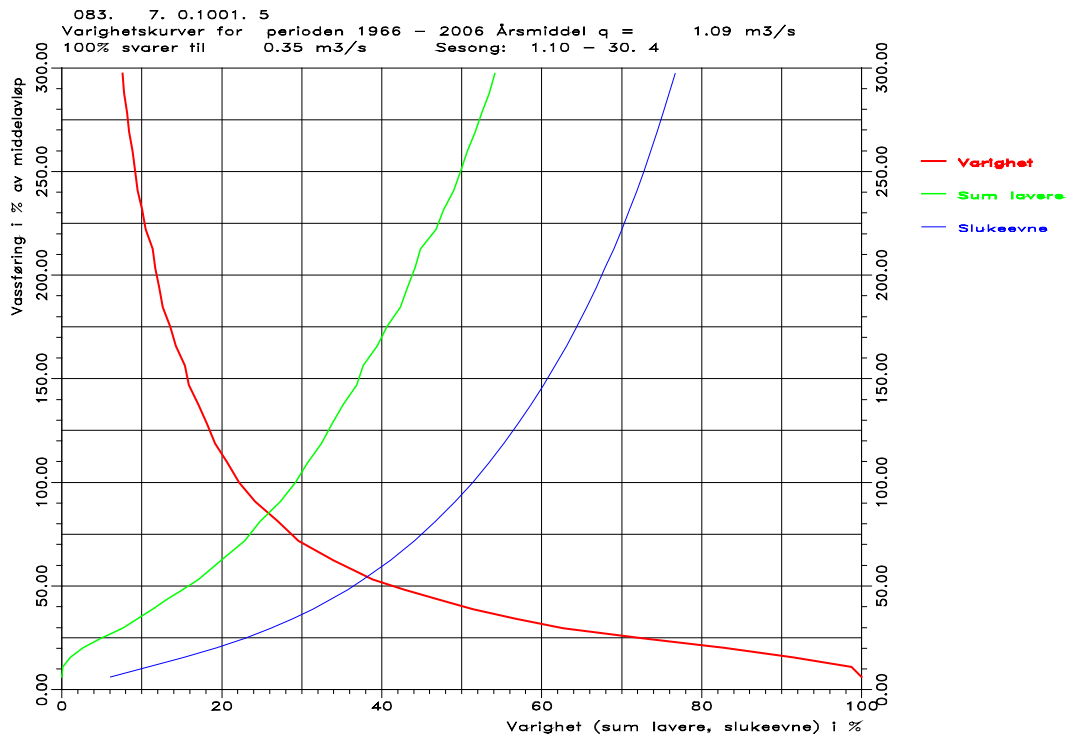


Figur 11.2 Plott som viser vassføringsvariasjonar i Mundalselvi i eit vått (1990) år (før og etter utbygging).²⁰ Årsavrenning $1,52 \text{ m}^3/\text{s}$.

Mundalselvi (Fjærland) – Sogndal kommune – Sogn og Fjordane

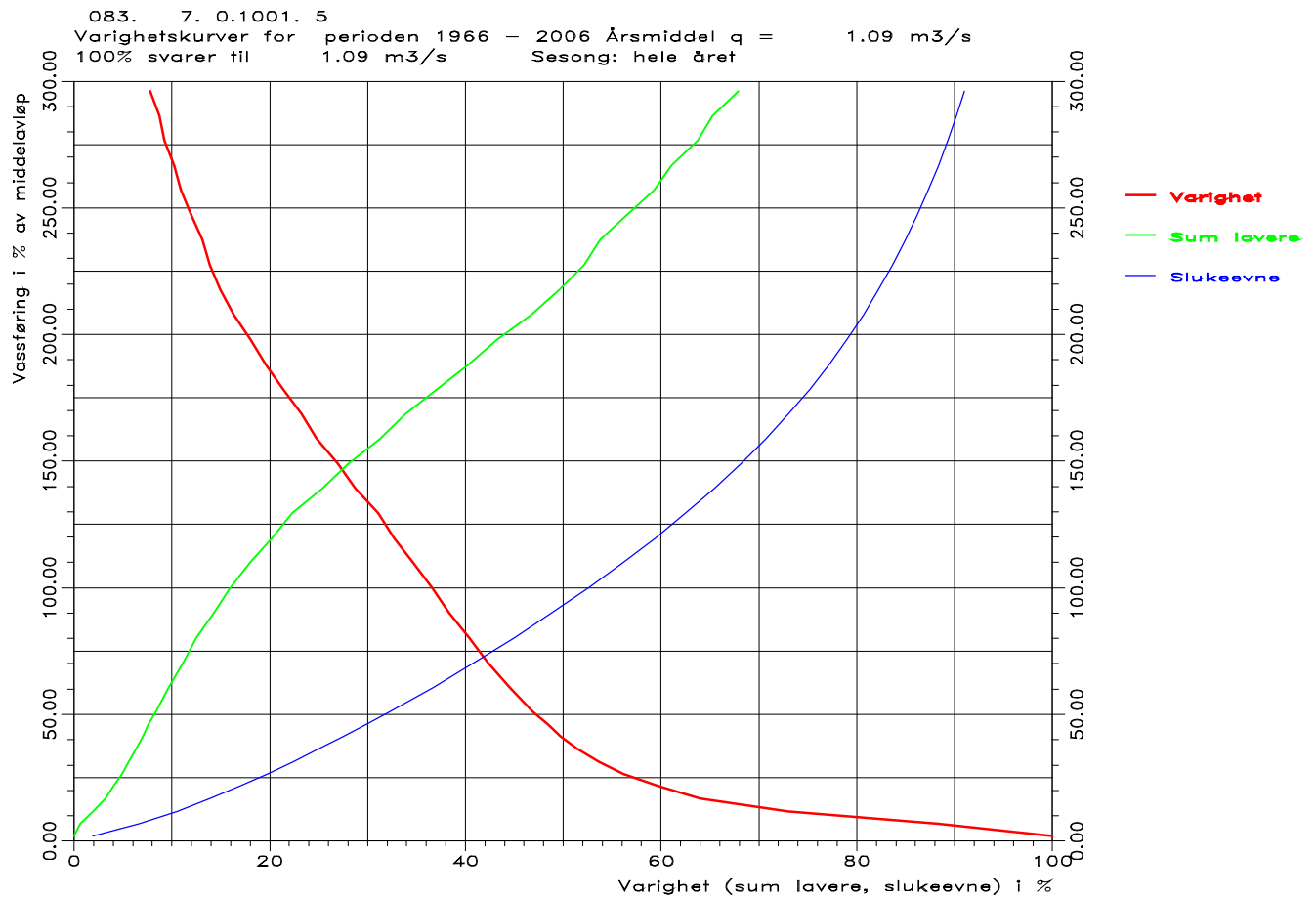
1.3 Varighetskurve²¹ og beregning av nyttbar vannmengde i Mundalelvi.

Figur 12. Varighetskurve for sommersesongen (1/5 – 30/9).



Figur 13. Varighetskurve for vintersesongen (1/10 – 30/4).

Mundalselvi (Fjærland) – Sogndal kommune – Sogn og Fjordane



Figur 14. Varighetskurve, kurve for flomtap og for tap av vann i lavvannsperioden (heile året).

Mundalselvi (Fjærland) – Sogndal kommune – Sogn og Fjordane

1.3.1 Kraftverkets største og minste slukeevne

	Maks	Min
Kraftverkets slukeevne (m ³ /s)	2,3	0,10

1.3.2 Antall dager med vannføring større enn maksimal slukeevne (for Botnagrovi; overføringskapasitet) og mindre enn minste slukeevne tillagt planlagt minstevannføring (se pkt. 1.1.5) i utvalgte år.

	Tørt år	Middels år	Vått år
Antall dager med vannføring > maksimal slukeevne			
Botnagrovi*	27	51	102
Mundalselvi	48	52	108
Antall dager med vannføring < planlagt minstevannføring + minste slukeevne			
Botnagrovi**	-	-	-
Mundalelvi	135	72	43

* Tal dagar med vassføring > overføringskapasitet (0,2 m³/s)

** Det er ikkje planlagt minstevassføring i Botnagrovi

Mundalselvi (Fjærland) – Sogndal kommune – Sogn og Fjordane**1.3.3 Beregning av nyttbar vannmengde til produksjon ved hjelp av hydrologiske data.**

Tilgjengelig vannmengde ²²	37,6 mill. m ³ /år
Beregnet vanntap fordi vannføringen er større enn maks slukeevne (% av middelvannføring)	22 %
Beregnet vanntap fordi vannføringen er mindre enn min slukeevne (% av middelvannføring)	1,0 %
Beregnet vanntap på grunn av slipp av minstevannføring (% av middelvannføring)	5,0%
Nyttbar vannmengde til produksjon	27,1 mill. m ³ /år

Kommentarer ved behov.

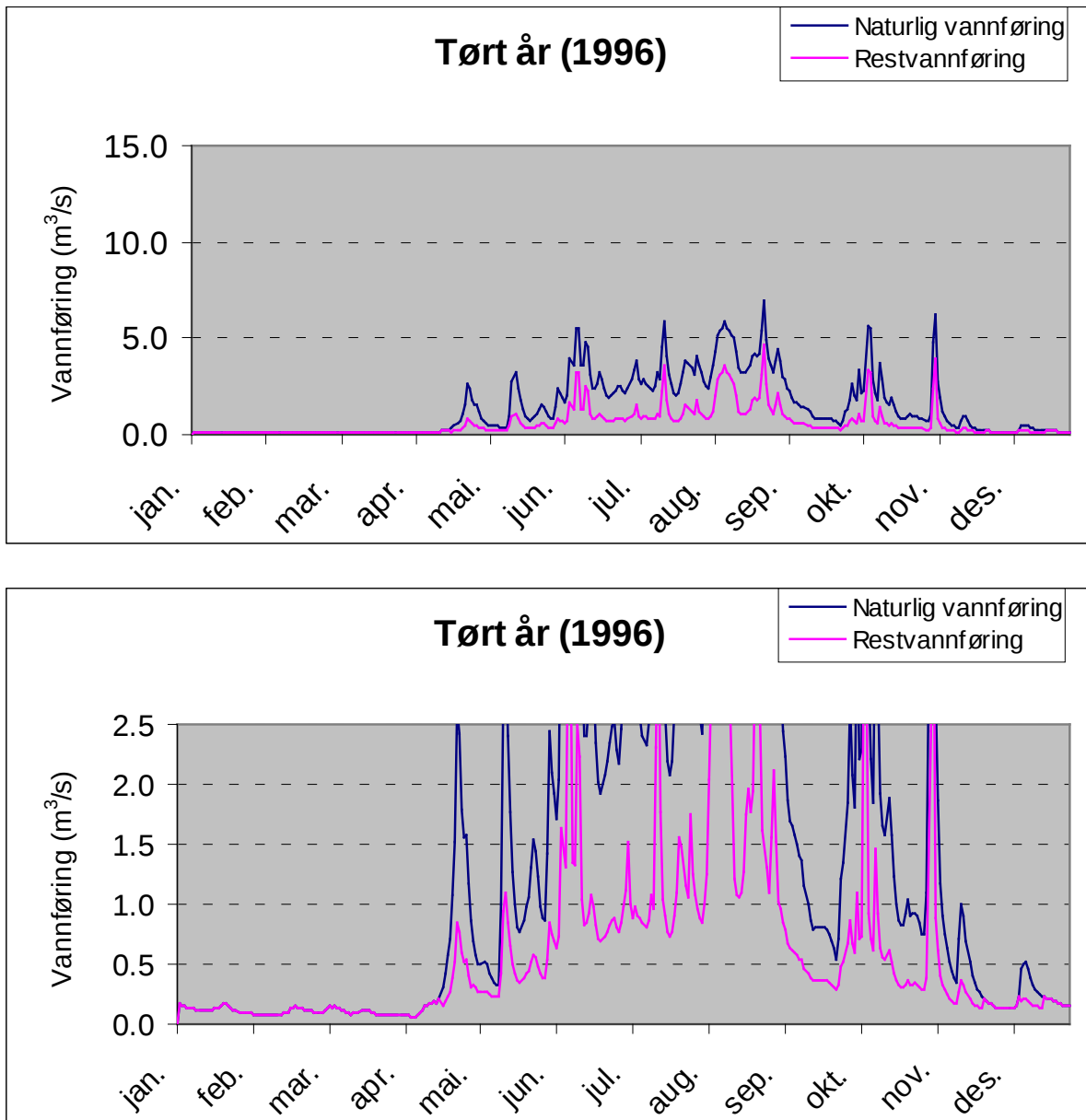
<ul style="list-style-type: none"> • Minstevannføring: <ul style="list-style-type: none"> ○ Mundalselvi: 0,126 m³/s i perioden 1/5-30/9 og 0,063 m³/s i perioden 1/10-30/4 ○ Botnagrovi: Ikke slipp av minstevannføring

1.4 Restfeltet²³**1.4.1 Informasjon om restfelt.**

Inntaket og kraftverkets høyde (moh)	348	93
Lengde på elva mellom inntak og kraftverk ²⁴ (m)	2200 m	
Restfeltets areal	6,28 km ²	
Tilsig fra restfeltet ved kraftverket (m ³ /s)	0,51	

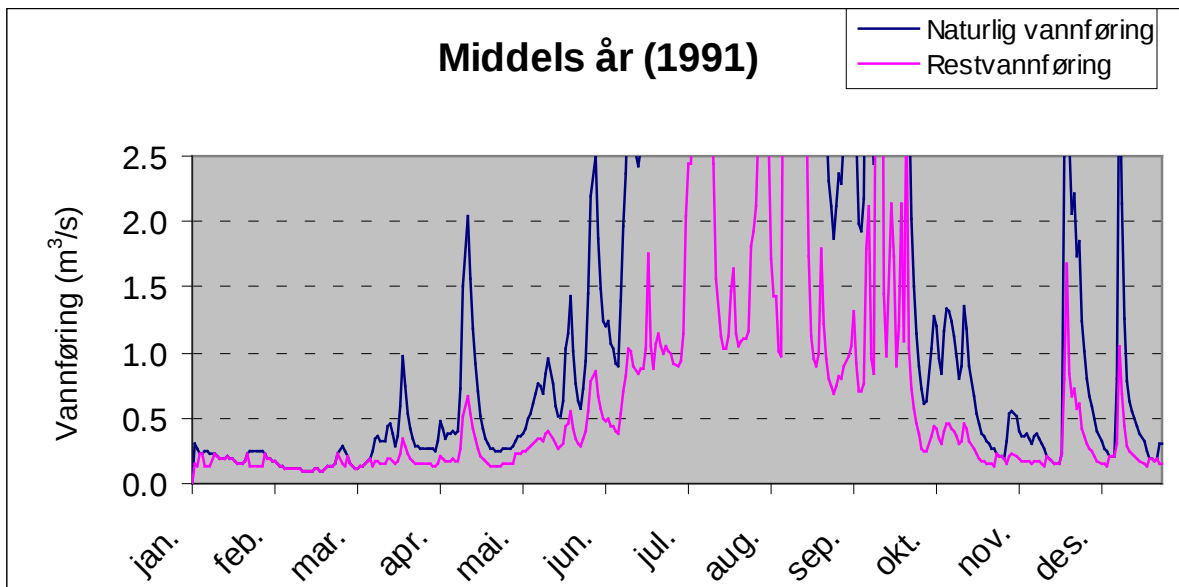
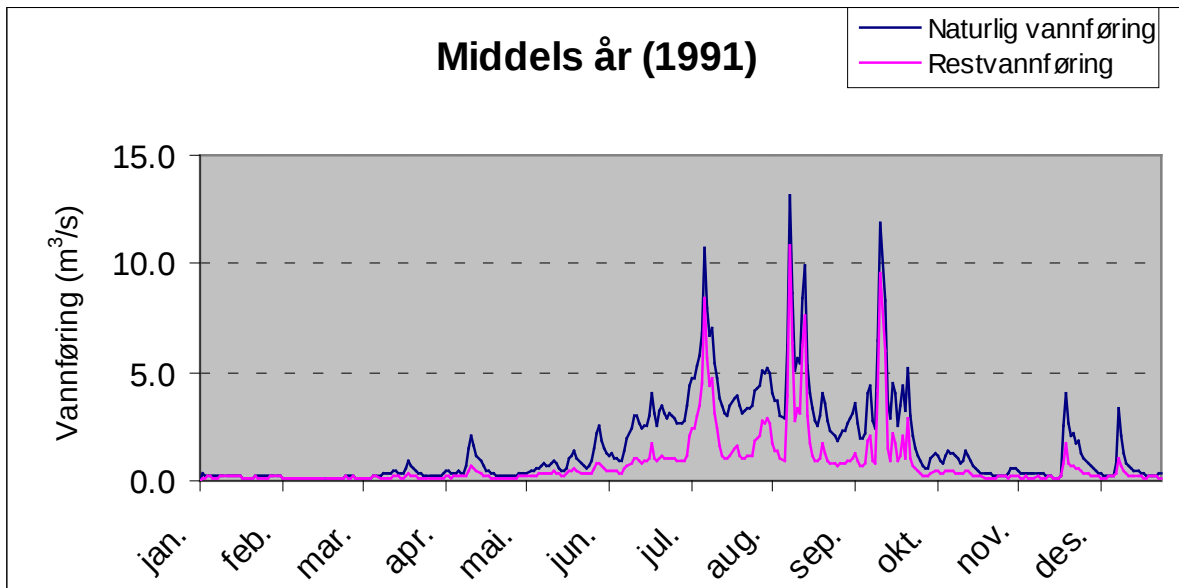
Det er utarbeidd kurver som viser vassføring like oppstrøms kraftstasjonen før og etter ei utbygging for eit tørt, middels og våt år:

Mundalselvi (Fjærland) – Sogndal kommune – Sogn og Fjordane



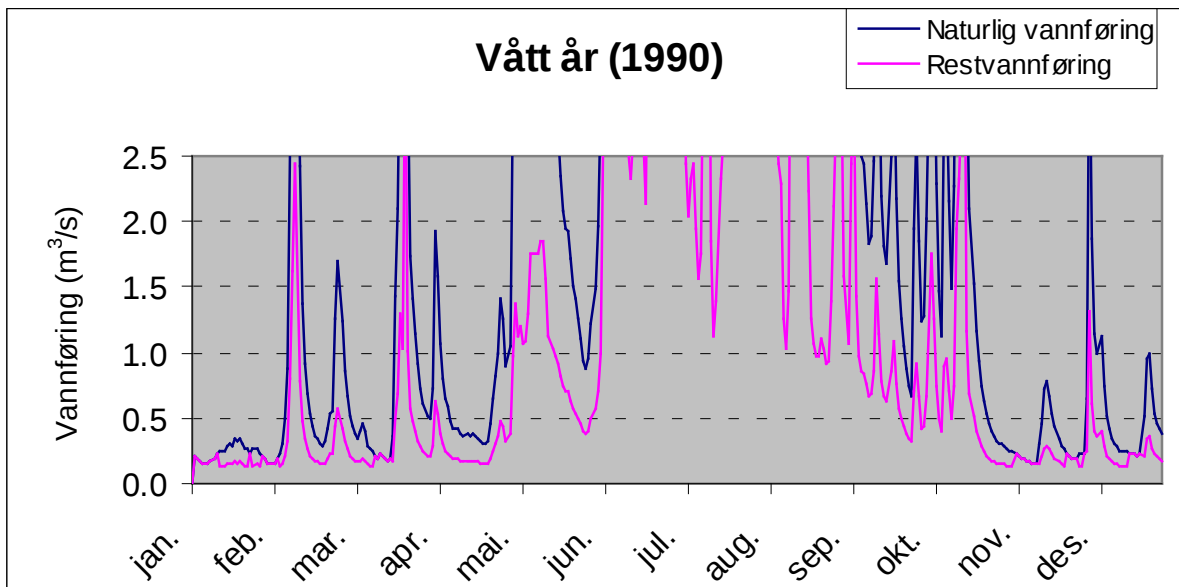
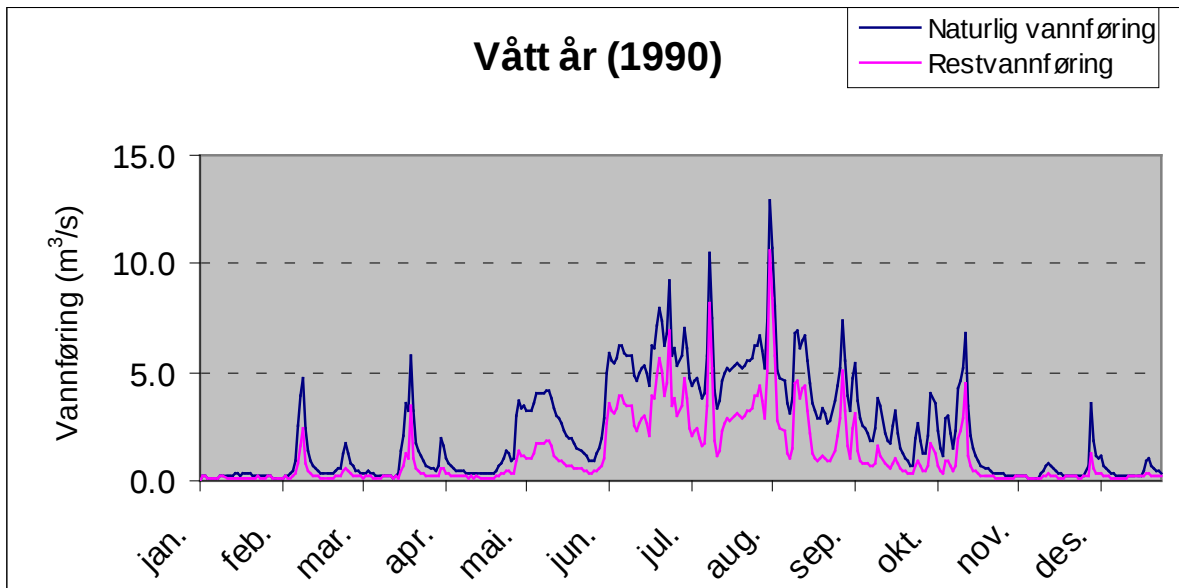
Figur 15. Restvannføringen i Mundalselvi rett oppstrøms kraftverket i et tørt år (1996) med en årsavrenning på $1,43 \text{ m}^3/\text{s}$.

Mundalselvi (Fjærland) – Sogndal kommune – Sogn og Fjordane



Figur 16. Restvannføringen i Mundalselvi rett oppstrøms kraftverket i et middels år (1991) med en årsavrenning på $1,64 \text{ m}^3/\text{s}$.

Mundalselvi (Fjærland) – Sogndal kommune – Sogn og Fjordane



Figur 17. Restvannføringen i Mundalselvi rett oppstrøms kraftverket i et vått år (1990) med en årsavrenning på $2,36 \text{ m}^3/\text{s}$.

Mundalselvi (Fjærland) – Sogndal kommune – Sogn og Fjordane

1.5 Karakteristiske vannføringer i lavvannsperioden og minstevannføring.

1.5.1 Karakteristiske vannføringer i lavvannsperioden og planlagt minstevannføring.

	År	Sommer (1/5 – 30/9)	Vinter (1/10 – 30/4)
Alminnelig lavvannføring (m ³ /s)			
Botnagrovi*:	-		
Mundalselvi:	0,063	-----	-----
5-persentil ²⁵ (m ³ /s)			
Botnagrovi*:		-	-
Mundalselvi:		0,46	0,05
Planlagt minstevannføring (m ³ /s)			
Botnagrovi:		ingen	ingen
Mundalselvi:		0,126	0,063

* Pga. lite nedbørfelt er ikkje data for alminnelig lavvannføring og 5-persentil sesongvannføring utrekna for Botnagrovi.

¹ Hvis ja; hva slags? (eks: bre, myr, innsjø med flere utløp).

² Hvis ja skal dette tegnes inn på kartet i figur 1.

³ I hht NVEs stasjonsnett.

⁴ En konstant som multipliseres med dataserien ved sammenligningsstasjonen for å lage en serie som beskriver variasjoner i vannføringen i kraftverkets nedbørfelt.

⁵ Med reguleringer menes her regulering av innsjø eller overføring inn/ut av naturlig nedbørfelt.

⁶ Feltparametere for sammenligningsstasjon kan leses fra NVEs database Hydra 2 ved bruk av programmet HYSOPP.

⁷ Effektiv sjøprosent tar hensyn til innsjøer beliggenhet i nedbørfeltet. Dette er viktig parameter for vurdering av både flom- og lavvannføringer. Definisjonen av effektiv sjøprosent er: $100 \sum (A_i * a_i) / A^2$ der a_i er innsjø i's overflateareal (km^2) og A_i er tilsigsarealet til samme innsjø (km^2), mens A er arealet til hele nedbørfeltet (km^2). Innsjøer langt ned i vassdraget får dermed størst vekt, mens innsjøer nær vannskillet betyr lite. Små innsjøer nær vannskillet kan ofte neglisjeres ved beregning av effektiv sjøprosent.

⁸ Snaufjellandel. Andel snaufjell beregnes som arealandel over skoggrensen fratrukket eventuelle breer, sjøer og myrer over skoggrensen.

⁹ På hvilken tid av året (vår, sommer, høst, vinter) inntreffer hhv flom og lavvann?

¹⁰ Middellavrenning i normalperioden 1961-1990. Inneholder usikkerhet på i størrelsesorden $\pm 20\%$.

¹¹ Beregnet for sammenligningsstasjonen i observasjonsperioden eller den perioden som ligger til grunn for beregningen.

¹² For tilsiget til kraftverkets inntakspunkt

¹³ For hver dag gjennom året (døgnverdi: januar-desember) plottes hhv middel/median- og minimumsvannføringen over en lang årrekke (helst 20-30 år med døgndata).

¹⁴ For hver dag gjennom året (døgnverdi: januar-desember) plottes maksimumsvannføringen over en lang årrekke (helst 20-30 år med døgndata).

¹⁵ Tørt år må angis (f.eks året i observasjonsperioden med laveste årsvolum). Vannføringsvariasjoner (døgnmiddel) før og etter inngrep vises i samme diagram (januar – desember).

¹⁶ Tørt år må angis (f.eks året i observasjonsperioden med laveste årsvolum). Vannføringsvariasjoner (døgnmiddel) før og etter inngrep vises i samme diagram (januar – desember).

¹⁷ Middels år må angis (f.eks året i observasjonsperioden med årsvolum nær middelet i observasjonsperioden). Vannføringsvariasjoner (døgnmiddel) før og etter vises i samme diagram (januar – desember).

¹⁸ Middels år må angis (f.eks året i observasjonsperioden med årsvolum nær middelet i observasjonsperioden). Vannføringsvariasjoner (døgnmiddel) før og etter vises i samme diagram (januar – desember).

¹⁹ Vått år må angis (f.eks året i observasjonsperioden med høyest årsvolum). Vannføringsvariasjoner (døgnmiddel) før og etter vises i samme diagram (januar – desember).

²⁰ Vått år må angis (f.eks året i observasjonsperioden med høyest årsvolum). Vannføringsvariasjoner (døgnmiddel) før og etter vises i samme diagram (januar – desember).

²¹ Varighetskurve skal angi hvor stor del av tiden (angitt i %) vannføringen er større enn en viss verdi (angitt i % av middelvannføringen). Alle døgnvannføringene i observasjonsperioden sorteres etter størrelse før kurven genereres. Varighetskurven skal ligge til grunn for å estimere flomtap som følge av at vannføringen er høyere enn maks slukeevne (kurve for slukeevne) og tap i lavvannsperioden som følge av at vannføringen er lavere enn min slukeevne (kurve for sum lavere). Kurvene kan vises i samme diagram.

²² Normalavløp 1961-1990 (eller forventet gjennomsnittlig årlig avløp).

²³ Med restfelt menes arealet mellom inntakspunkt og kraftverk.

²⁴ Lengde i opprinnelig elveløp og *ikke* korteste avstand.

²⁵ Den vannføringen som underskrides 5% av tiden.