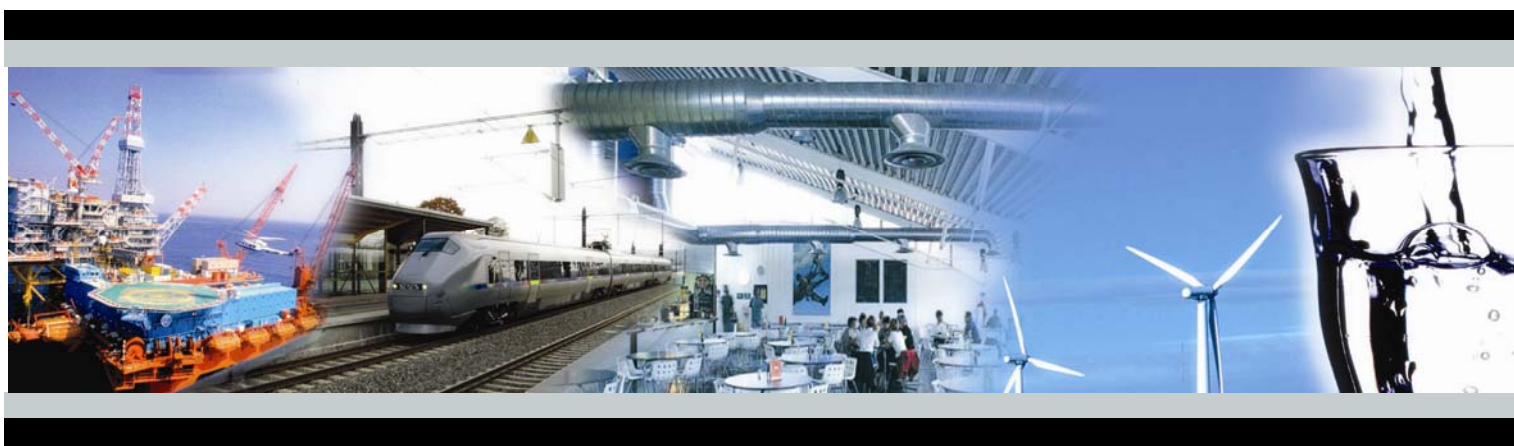


Småkraft AS



Hydrologisk rapport for Rullestad og Skromme

Oppdatert mai 2011

RAPPORT

Hydrologisk rapport for Rullestad og Skromme

Rapport nr.: 578161-AEG		Oppdrag nr.: 578161		Dato: 27.05.2011	
Kunde: Småkraft AS					
Hydrologisk rapport for Rullestad og Skromme					
Sammendrag: Sweco Norge AS, avd. Trondheim, har utarbeidet en oversiktsrapport over de hydrologiske forholdene ved Rullestad og Skromme i Etne kommune i Hordaland på oppdrag fra Småkraft AS. Rapporten er basert på hydrologisk feltarbeid som er utført i forbindelse med planene om å bygge ut kraftverk i området.					
Rev.	Dato	Revisjonen gjelder			Sign.
Utarbeidet av:		Åsta Gurandsrud Hestad		Sign.:	
Kontrollert av:		Kjetil Vaskinn		Sign.:	
Oppdragsansvarlig / avd.:		Endre Dyrseth/ Vannkraft		Oppdragsleder / avd.:	
				Kjetil Vaskinn/ Vannkraft	

Innhold

Innledning	3
1 Hydrologiske data	4
1.1 Vannføringsmålinger.....	4
1.2 Analyse av avrenningsmønster	4
1.3 Valg av referanseserier.....	5
2 Hydrologi for de ulike utbyggingsalternativene	8
2.1 Kvernhuselva.....	8
2.2 Skromme	11
2.3 Rullestad 2.....	14
2.4 Bordalen 1	17
2.5 Bordalen 2	22
2.6 Bordalen 3	26
2.7 Rullestad 1.....	29
3 Vannføringsforhold i Dalelva gjennom Rullestadgjuvet.....	33
4 Referanser	34

Vedleggsliste

Vedlegg 1 Kart

Vedlegg 2 Hydrologiske kurver

Vedlegg 3 Hydrologisk skjema

Tabelliste

Tabell 1.1 Oversikt over utbyggingsalternativer for Rullestad og Skromme.....	3
Tabell 2.1 Oversikt over målesteder	4
Tabell 2.2 Justering av middelavrenning	5
Tabell 2.3 Oversikt over kraftverk og valgt referanseserie	6
Tabell 2.4 Oversikt over beregninger basert på måleserier	7
Tabell 3.1 Feltstørrelser og tilsig – Kvernhuselva kraftverk	8
Tabell 3.2 Minstevannføring - Kvernhuselva.....	8
Tabell 3.3 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring - Kvernhuselva	9
Tabell 3.4 Vannbudsjett for de ulike alternativene for Kvernhuselva kraftverk.....	9
Tabell 3.5 Feltstørrelser og tilsig – Skromme kraftverk.....	11
Tabell 3.6 Minstevannføring - Skromme	11
Tabell 3.7 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring - Skromme.....	12
Tabell 3.8 Vannbudsjett for de ulike alternativene for Skromme kraftverk.....	12
Tabell 3.9 Feltstørrelser og tilsig - Rullestad 2 kraftverk	14
Tabell 3.10 Minstevannføring – Rullestad 2 kraftverk.....	14
Tabell 3.11 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring – Rullestad 2.....	15
Tabell 3.12 Vannbudsjett for de ulike alternativene for Rullestad 2 kraftverk	15
Tabell 3.13 Feltstørrelser og tilsig – Bordalen 1	17
Tabell 3.14 Minstevannføring – Bordalen 1	18
Tabell 3.15 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring - Bordalselva.....	19
Tabell 3.16 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring - Skårselva.....	19
Tabell 3.17 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring - Raudbekken	19
Tabell 3.18 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring - Sagelva.....	19
Tabell 3.19 Vannbudsjett for de ulike alternativene for Bordalen 1 kraftverk	20
Tabell 3.20 Feltstørrelser og tilsig – Bordalen 2	22
Tabell 3.21 Minstevannføring – Bordalen 2	22
Tabell 3.22 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring - Bordalselva.....	23
Tabell 3.23 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring - Skårselva.....	23
Tabell 3.24 Vannbudsjett for de ulike alternativene for kraftverk Bordalen 2	24
Tabell 3.25 Feltstørrelser og tilsig – Bordalen 3	26
Tabell 3.26 Minstevannføring – Bordalen 3	26
Tabell 3.27 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring – Bordalen 3	27
Tabell 3.28 Vannbudsjett for de ulike alternativene for kraftverk Bordalen 3	27
Tabell 3.29 Feltstørrelser og tilsig – Rullestad 1	29
Tabell 3.30 Minstevannføring – Rullestad 1.....	29
Tabell 3.31 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring - Dalelva.....	30
Tabell 3.32 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring - Bordalselva.....	30
Tabell 3.33 Vannbudsjett for de ulike alternativene for Rullestad 1 kraftverk	31

Innledning

Sweco Norge AS, avd. Trondheim, har utarbeidet en oversiktsrapport over de hydrologiske forholdene ved Rullestad og Skromme i Etne kommune i Hordaland på oppdrag fra Småkraft AS. Rapporten er basert på hydrologisk feltarbeid som er utført i forbindelse med planene om å bygge ut kraftverk i området.

Utbyggingsplanene omfatter sju ulike alternativer. Tabell 0.1 viser oversikt over de alternative prosjektene. Kart som viser de ulike alternativene er vist i Vedlegg 1.

Tabell 0.1 Oversikt over utbyggingsalternativer for Rullestad og Skromme

Kraftverk	Elv	Overføringer
Kvernhuselva	Kvernhuselva	-
Skromme	Dalelva	-
Rullestad 2	Dalelva	-
Bordalen 1	Bordalselva	Sagelva, Raudbekken, Skårselva
Bordalen 2	Bordalselva	Skårselva
Bordalen 3	Bordalselva	-
Rullestad 1	Dalelva	Bordalselva

1 Hydrologiske data

1.1 Vannføringsmålinger

Det ble etablert vannføringsmåling på tre målesteder i Rullestad i oktober 2005. Målingene pågår fortsatt. På hvert målested er det satt opp en automatisk vannstandslogger. Gjennom måling av vannføring ved ulike vannstander er det etablert sammenheng mellom vannstand og vannføring for hvert målested, en såkalt vannstand-varighetskurve. Ved hjelp av vannstand-varighetskurven kan loggede vannstander konverteres til vannføring, og en får en sammenhengende vannføringsserie for målestedet.

Det er generert vannføringsserie for perioden 2005-2009 for hvert målested. Tabell 1.1 viser oversikt over målesteder

Tabell 1.1Oversikt over målesteder

Elv	Målested	Etablering av målestasjon
Dalelva	Skromme	Oktober 2005
Bordalselva	Ovenfor bru i Rullestadgjuvet	Oktober 2005
Kvernhuselva	Kvernhuselva	Oktober 2005

1.2 Analyse av avrenningsmønster

For å få et inntrykk av om den målte avrenningen er større eller lavere i forhold til området generelt, er avrenning i måleperioden sammenliknet med normalavrenningen for målestasjoner i området.

Analyse av måledata fra vannmerker i regionen viser at avrenningen i den målte perioden var tilnærmet lik normalavrenningen for perioden 1961-1990 for disse vannmerkene. For noen av elvene gir avrenningskartet til NVE for lav avrenning for normalperioden (1961-1990).

Basert på resultater fra målingene er middelavrenningen i Kvernhuselva justert opp 10 % og middelavrenningen i Dalelva er justert opp med 5 % i forhold til middelavrenning fra NVEs avrenningskart. Middelavrenningen i Bordalselva er ikke justert. Måleserien for Bordalselva gir spesifikk middelavrenning ved utløpet i Dalelva lik 111,1 l/(s*km²) (3,22 m³/s). Dette tilsvarer spesifikk middelavrenning fra NVEs avrenningskart (61-90).

I hydrologiske beregninger og produksjonsberegninger er justert middelavrenning benyttet. Tabell 0.1 viser hvordan middelavrenningen for de ulike elvene er justert.

Tabell 1.2 Justering av middelavrenning

Kraftverk	Middelavrenning basert på NVEs avrenningskart (61-90)		Middelavrenning basert på vannføringsmålinger		Justering i forhold til NVEs avrenningskart
	m ³ /s	l/(s*km ²)	m ³ /s	l/(s*km ²)	
Kvernhuselva Kvernhuselva	0,52	104,0	0,57	114,4	+ 10
Skromme Dalelva	3,38	84,3	3,55	88,5	+ 5
Rullestad 2 Dalelva	3,63	83,0	3,81	87,2	+ 5
Bordalen 1 Bordalselva Skårselva Sagelva Raudbekken	3,51 0,71 0,76 0,06	117,3 116,6 124,8 88,9	3,51 0,71 0,76 0,06	117,3 116,6 124,8 88,9	0 0 0 0
Bordalen 2 Bordalselva Skårselva	1,97 0,71	117,2 116,4	1,97 0,71	117,2 116,4	0 0
Bordalen 3 Bordalselva	1,97	113,6	1,97	113,6	0
Rullestad 1 Dalelva Bordalselva	3,63 2,90	83,0 113,2	3,81 2,90	87,2 113,2	+ 5 0

1.3 Valg av referanseserier

Avrenningsmønstrer for målestasjonene i Rullestad er sammenlignet med avrenningsmønsteret for NVEs målestasjoner i området. Tidsserier og varighetskurver er sammenlignet for å finne den måleserien som best representerer målestedene i Rullestad.

Vannmerket 41.8 Hellaugsvatn er det vannmerket som samsvarer best med måleserien til Kvernhuselva. Data fra Hellaugsvatn vannmerke fra perioden 1982 til 2009 er skalert til Kvernhuselva, og benyttet i hydrologiske beregninger og produksjonsberegninger for Kvernhuselva kraftverk.

Vannmerket 36.13 Grimsvatn er det vannmerket som samsvarer best med måleserien til Dalelva. Data fra Grimsvatn vannmerke fra perioden 1974 til 2008 er skalert til Dalelva og benyttet i hydrologiske beregninger og produksjonsberegninger for kraftverkene Skromme, Rullestad 1 og Rullestad 2.

Vannmerket 41.1 Stordalsvatn er det vannmerket som samsvarer best med måleserien til Bordalselva. Data fra Stordalsvatn vannmerke fra perioden 1961 til 2009 er skalert til Bordalselva og benyttet i hydrologiske beregninger og produksjonsberegninger for kraftverkene Bordalen 1, Bordalen 2 og Bordalen 3.

Tabell 1.3 Oversikt over kraftverk og valgt referanseserie

Kraftverk	Målestasjon/elv	Referanseserie	Tidsperiode
Kvernhuselva	Kvernhuselva	41.8 Hellaugsvatn	1982 - 2009
Skromme	Daelva	36.13 Grimsvatn	1974 - 2008
Rullestad 2	Daelva	36.13 Grimsvatn	1974 - 2008
Bordalen 1	Bordalselva	41.1 Stordalsvatn	1961 - 2009
Bordalen 2	Bordalselva	41.1 Stordalsvatn	1961 - 2009
Bordalen 3	Bordalselva	41.1 Stordalsvatn	1961 - 2009
Rullestad 1	Daelva	36.13 Grimsvatn	1974 - 2008

På grunnlag av valgt referanseserie og skalering av data, er følgende statistikk og kurver utarbeidet for hvert kraftverk:

- Flerårsstatistikk, døgnverdier
- Flerårsstatistikk, månedsmiddel og årsmiddel
- Flerårsstatistikk, flerårsmiddel
- Varighetskurve for hele året
- Varighetskurve, vintersesong
- Varighetskurve, sommersesong

Statistikk og kurver for hvert kraftverk er vist i Vedlegg 2.

Beregning av 5 % -vannføringer og fastlegging av minstevannføring er basert på dataserier fra vannføringsmålingen.

Tabell 1.4 viser en oversikt over hvordan data fra henholdsvis vannføringsmåling og NVEs målestasjoner er benyttet.

Tabell 1.4 Oversikt over beregninger basert på måleserier

	Kvernhus- elva	Skromme	Rullestad 2	Bordalen 1	Bordalen 2	Bordalen 3	Rullestad 1
Tilsig	Måleserie	Måleserie	Måleserie	Måleserie	Måleserie	Måleserie	Måleserie
5%- vannføring	Måleserie	Måleserie	Måleserie	Måleserie	Måleserie	Måleserie	Måleserie
Alminnelig lavvann- føring	Hellaugsvatn (skalert)	Grimsvatn (skalert)	Grimsvatn (skalert)	Stordalsvatn (skalert)	Stordalsvatn (skalert)	Stordalsvatn (skalert)	Grimsvatn (skalert)
Flerårs- statistikk	Hellaugsvatn (skalert)	Grimsvatn (skalert)	Grimsvatn (skalert)	Stordalsvatn (skalert)	Stordalsvatn (skalert)	Stordalsvatn (skalert)	Grimsvatn (skalert)
Varighets- kurver	Hellaugsvatn (skalert)	Grimsvatn (skalert)	Grimsvatn (skalert)	Stordalsvatn (skalert)	Stordalsvatn (skalert)	Stordalsvatn (skalert)	Grimsvatn (skalert)
Vannførings- forhold før/etter utbygging	Hellaugsvatn (skalert)	Grimsvatn (skalert)	Grimsvatn (skalert)	Stordalsvatn (skalert)	Stordalsvatn (skalert)	Stordalsvatn (skalert)	Grimsvatn (skalert)
Produksjons- beregninger	Hellaugsvatn (skalert)	Grimsvatn (skalert)	Grimsvatn (skalert)	Stordalsvatn (skalert)	Stordalsvatn (skalert)	Stordalsvatn (skalert)	Grimsvatn (skalert)

2 Hydrologi for de ulike utbyggingsalternativene

2.1 Kvernhuselva

2.1.1 Felt og tilsig

Kvernhuselva har et nedbørsfelt på 5,0 km², og middelvannføringen basert på vannføringsmålinger er beregnet til 0,57 m³/s ved planlagt inntak. Middelvannføring basert på målingen er benyttet i hydrologiske beregninger og produksjonsberegninger for Kvernhuselva kraftverk. Oversikt over feltstørrelser og tilsig for Kvernhuselva kraftverk er vist i Tabell 2.1.

Tabell 2.1 Feltstørrelser og tilsig – Kvernhuselva kraftverk

Kvernhuselva kraftverk	Feltstørrelse (km ²)	Midlere årlig tilsig (mill.m ³ /år)	Midlere vannføring (m ³ /s)
Hele feltet	5,9	19,7	0,63
Inntak	5,0	16,4	0,57
Restfelt	0,9	1,9	0,06

Alminnelig lavvannføring (ALV) er beregnet med E-tabell. 5 % vannføringene for sommer og vinter er beregnet ut fra måleserien. Resultatene vises i Tabell 2.2.

Tabell 2.2 Minstevannføring - Kvernhuselva

Begrep			
Alminnelig lavvannføring (fra E-tabell)	0,031	m ³ /s	
Vannføring med 95 % varighet, hele året	0,037	m ³ /s	
Vannføring med 95 % varighet, sommer	0,057	m ³ /s	
Vannføring med 95 % varighet, vinter	0,031	m ³ /s	
Foreslått minstevannføring, sommer	0,029	m ³ /s	
Foreslått minstevannføring, vinter	0,015	m ³ /s	

2.1.2 Vannføringsforhold i Kvernhuselva før og etter utbygging av Kvernhuselva kraftverk

Kvernhuselva har en middelvannføring ved planlagt inntak på 0,57 m³/s gjennom året før utbygging. Kvernhuselva kraftverk er dimensjonert for maksimal slukeevne på 225 % av årlig middelvannføring. Det blir ingen regulering, men 0,1 m "buffermagasin" for manøvrering.

Det er forutsatt slipping av minstevannføring lik 0,029 m³/s om sommeren og 0,015 m³/s om vinteren. Slipping av minstevannføring og flomtap gir en gjennomsnittlig restvannføring fra inntaket i Kvernhuselva på 0,12 m³/s, dvs. ca. 21 % av middelvannføringen. Dette er et gjennomsnitt over året, og mye av dette vannet vil komme i flommer. Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring er vist i Tabell 2.3.

Tabell 2.3 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring - Kvernhuselva

Kvernhuselva kraftverk		antall dager med	
		Q<Q _{min,sluk}	Q>Q _{max,sluk}
vått år:	1983	50	83
tørt år:	1996	157	24
med. år:	2003	62	49

Tabell 2.4 viser vannbudsjett for Kvernhuselva kraftverk for alternativer med og uten minstevannføring.

Tabell 2.4 Vannbudsjett for de ulike alternativene for Kvernhuselva kraftverk

Kvernhuselva	Feltstørrelse km ²	Spesifikt avløp l / (s km ²)	Midlere vannføring m ³ /s	Midlere årlig tilsig mill. m ³ /år
NATURLIG SITUASJON				
Kraftverkfelt (tilsig til inntaket)	5.00	114.00	0.57	18.0
Restfelt ved utløp av kraftverket	0.90	61.11	0.06	1.7
Kraftverksfelt og restfelt	5.90	105.93	0.63	19.7
SITUASJON ETTER UTBYGGING UTEN SLIPPING AV MINSTEVANNFØRING				
Slukt i kraftverket	-	-	0.48	15.0
Forbi kraftverket	-	-	0.09	3.0
Restfelt ved utløp av kraftverket	-	-	0.06	1.7
Kraftverksfelt og restfelt	-	-	0.63	19.7
SITUASJON ETTER UTBYGGING INKL. SLIPPING AV MINSTEVANNFØRING 0,029 m³/s om sommeren og 0.015 m³/s om vinteren				
Slukt i kraftverket	-	-	0.45	14.3
Forbi kraftverket	-	-	0.12	3.7
Restfelt ved utløp av kraftverket	-	-	0.06	1.7
Kraftverkfelt og restfelt	-	-	0.63	19.7

Tabell 2.4 viser at med en minstevannføring lik 50 % av 5-percentilen om sommeren og 50 % av 5-percentilen om vinteren, vil i gjennomsnitt ca. 79 % av vannet i Kvernhuselva brukes til kraftproduksjon. Resten slippes forbi inntaket som minstevannføring eller i flommer.

Forholdene i Kvernhuselva blir uendret ovenfor inntaket. Det blir liggende et vannspeil i elva ved inntaket ved ordinær drift. Fra inntaket og ned til utløpet av Kvernhuselva kraftverk, blir vannføringen i Kvernhuselva redusert. Avløpet fra Kvernhuselva kraftverk renner ut i Kvernhuselva rett oppstrøms samløpet med Dalelva. Nedenfor utløpet av Kvernhuselva kraftverk blir forholdene i Kvernhuselva uendret.

For å vise endringene i vannføringsforholdene i Kvernhuselva er det valgt to referansepunkter i vassdraget. Det første punktet er nedstrøms inntaket (dam) og det andre punktet er rett oppstrøms utløpet av kraftverket.

Vedlegg 2.1 viser vannføringsforholdene ved de nevnte referansesteder før og etter utbygging:

- Vannføring like nedstrøms inntaket i Kvernhuselva i et utvalgt middels år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Kvernhuselva et utvalgt tørt år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Kvernhuselva et utvalgt vått år
- Vannføring like oppstrøms utløpet av kraftverket i et utvalgt middels år
- Vannføring like oppstrøms utløpet av kraftverket i et utvalgt tørt år
- Vannføring like oppstrøms utløpet av kraftverket i et utvalgt vått år

2.2 Skromme

2.2.1 Felt og tilsig

Dalelva har et nedbørsfelt på 40,1 km², og middelvannføringen basert på vannføringsmålinger er beregnet til 3,55 m³/s ved planlagt inntak. Oversikt over feltstørrelser og tilsig for Skromme kraftverk er vist i Tabell 2.5.

Tabell 2.5 Feltstørrelser og tilsig – Skromme kraftverk

Skromme kraftverk	Feltstørrelse (km ²)	Midlere årlig tilsig (mill.m ³ /år)	Midlere vannføring (m ³ /s)
Hele feltet	42,6	117,6	3,73
Inntak	40,1	112,0	3,55
Restfelt	2,5	5,6	0,18

Alminnelig lavvannføring (ALV) er beregnet med E-tabell. 5 % vannføringene for sommer og vinter er beregnet ut fra måleserien. Resultatene vises i Tabell 2.6.

Tabell 2.6 Minstevannføring - Skromme

Begrep			
Alminnelig lavvannføring (E-tabell)	0,23	m ³ /s	
Vannføring med 95 % varighet, hele året	0,25	m ³ /s	
Vannføring med 95 % varighet, sommer	0,49	m ³ /s	
Vannføring med 95 % varighet, vinter	0,24	m ³ /s	
Foreslått minstevannføring, sommer	0,49	m ³ /s	
Foreslått minstevannføring, vinter	0,24	m ³ /s	

2.2.2 Vannføringsforhold i Dalelva før og etter utbygging av Skromme kraftverk

Dalelva har en middelvannføring ved planlagt inntak på 3,55 m³/s gjennom året før utbygging. Skromme kraftverk er dimensjonert for maksimal slukeevne på 225 % av årlig middelvannføring. Det blir ingen regulering, men 0,1 m "buffermagasin" for manøvrering.

Det er forutsatt slipping av minstevannføring lik 0,49 m³/s om sommeren og 0,24 m³/s om vinteren. Slipping av minstevannføring og flomtap gir en gjennomsnittlig restvannføring fra inntaket i Dalelva på 1,13 m³/s, dvs. ca. 31,8 % av middelvannføringen. Dette er et gjennomsnitt over året, og mye av dette vannet vil komme i flommer. Antall dager med vannføring større enn største slukeevne eller mindre enn minste slukeevne, inkludert minstevannføring er vist i Tabell 2.7.

Tabell 2.7 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring - Skromme

Skromme kraftverk	antall dager med	
	$Q < Q_{\min, \text{sluk}}$ minstevannføring	$Q > Q_{\max, \text{sluk}}$
vått år: 1990	68	96
tørt år: 1996	225	24
med. år: 2004	144	47

Tabell 2.8 viser vannbudsjett for Skromme kraftverk for alternativer med og uten minstevannføring.

Tabell 2.8 Vannbudsjett for de ulike alternativene for Skromme kraftverk

Skromme	Feltstørrelse km ²	Spesifikt avløp l / (s km ²)	Midlere vannføring m ³ /s	Midlere årlig tilsig mill. m ³ /år
NATURLIG SITUASJON				
Kraftverkfelt (tilsig til inntaket)	40.10	88.53	3.55	112.0
Restfelt ved utløp av kraftverket	2.50	71.60	0.18	5.6
Kraftverksfelt og restfelt	42.60	87.54	3.73	117.6
SITUASJON ETTER UTBYGGING UTEN SLIPPING AV MINSTEVANNFØRING				
Slukt i kraftverket	-	-	2.68	84.6
Forbi kraftverket	-	-	0.87	27.3
Restfelt ved utløp av kraftverket	-	-	0.18	5.6
Kraftverksfelt og restfelt	-	-	3.73	117.6
SITUASJON ETTER UTBYGGING INKL. SLIPPING AV MINSTEVANNFØRING 0,49 m³/s om sommeren og 0.24 m³/s om vinteren				
Slukt i kraftverket	-	-	2.42	76.5
Forbi kraftverket	-	-	1.13	35.5
Restfelt ved utløp av kraftverket	-	-	0.18	5.6
Kraftverkfelt og restfelt	-	-	3.73	117.6

Tabell 2.8 viser at med en minstevannføring lik 5-percentilen om sommeren og 5-percentilen om vinteren, vil i gjennomsnitt ca. 68 % av vannet i Dalelva brukes til kraftproduksjon. Resten slippes forbi inntaket som minstevannføring eller i flommer.

Forholdene i Dalelva blir uendret ovenfor inntaket. Det blir liggende et vannspeil i elva ved inntaket ved ordinær drift. Fra inntaket og ned til utløpet av Skromme kraftverk, blir vannføringen i Dalelva redusert. Avløpet fra Skromme kraftverk renner ut i Dalelva. Nedenfor utløpet av Skromme kraftverk blir forholdene i Dalelva uendret.

For å vise endringene i vannføringsforholdene i Dalelva er det valgt to referansepunkter i vassdraget. Det første punktet er nedstrøms inntaket (dam) og det andre punktet er rett oppstrøms utløpet av kraftverket.

Vedlegg 2.2 viser vannføringsforholdene ved de nevnte referansesteder før og etter utbygging:

- Vannføring like nedstrøms inntaket i Dalelva i et utvalgt middels år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Dalelva et utvalgt tørt år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Dalelva et utvalgt vått år
- Vannføring like oppstrøms utløpet av kraftverket i et utvalgt middels år
- Vannføring like oppstrøms utløpet av kraftverket i et utvalgt tørt år
- Vannføring like oppstrøms utløpet av kraftverket i et utvalgt vått år

2.3 Rullestad 2

2.3.1 Felt og tilsig

Dalelva har et nedbørsfelt på 43,7 km², og middelvannføringen basert på vannføringsmåling er beregnet til 3,81 m³/s ved planlagt inntak. Oversikt over feltstørrelser og tilsig for Rullestad 2 kraftverk er vist i Tabell 2.9.

Tabell 2.9 Feltstørrelser og tilsig - Rullestad 2 kraftverk

Rullestad 2 kraftverk	Feltstørrelse (km ²)	Midlere årlig tilsig (mill.m ³ /år)	Midlere vannføring (m ³ /s)
Hele feltet	45,0	122,6	3,89
Inntak	43,7	120,1	3,81
Restfelt Dalelva til samløp med Bordalselva	1,3	2,5	0,08

Alminnelig lavvannføring (ALV) er beregnet med E-tabell. 5 % vannføringene for sommer og vinter er beregnet ut fra måleserien. Resultatene vises i Tabell 2.10. Måleserie fra Grimsvatn vannmerke er brukt til produksjonsberegning.

Tabell 2.10 Minstevannføring – Rullestad 2 kraftverk

Begrep		
Alminnelig lavvannføring (E-tabell)	0,24	m ³ /s
Vannføring med 95 % varighet, hele året	0,267	m ³ /s
Vannføring med 95 % varighet, sommer	0,524	m ³ /s
Vannføring med 95 % varighet, vinter	0,257	m ³ /s
Foreslått minstevannføring, sommer	0,524	m ³ /s
Foreslått minstevannføring, vinter	0,257	m ³ /s

2.3.2 Vannføringsforhold i Dalelva før og etter utbygging av Rullestad 2 kraftverk

Dalelva har en middelvannføring ved planlagt inntak på 3,81 m³/s gjennom året før utbygging. Rullestad 2 kraftverk er dimensjonert for maksimal slukeevne på 225 % av årlig middelvannføring. Det blir ingen regulering, men 0,1 m "buffermagasin" for manøvrering.

Det er forutsatt slipping av minstevannføring lik 0,524 m³/s om sommeren og 0,257 m³/s om vinteren. Slipping av minstevannføring og flomtap gir en gjennomsnittlig restvannføring fra inntaket i Dalelva på 1,18 m³/s, dvs. ca. 31 % av middelvannføringen. Dette er et gjennomsnitt over året, og mye av dette vannet vil komme i flommer. Antall dager med vannføring større enn største slukeevne eller mindre enn minste slukeevne, inkludert minstevannføring er vist i Tabell 2.11.

Tabell 2.11 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minste vannføring – Rullestad 2

Rullestad 2 kraftverk,		antall dager med	
		$Q < Q_{\min, \text{sluk}}$ minste vannføring	$Q > Q_{\max, \text{sluk}}$
vått år:	1983	58	74
tørt år:	1996	172	24
med. år:	1979	103	50

Tabell 2.12 viser vannbudsjett for Rullestad 2 kraftverk for alternativer med og uten minste vannføring.

Tabell 2.12 Vannbudsjett for de ulike alternativene for Rullestad 2 kraftverk

Rullestad 2	Feltstørrelse km ²	Spesifikt avløp l / (s km ²)	Midlere vannføring m ³ /s	Midlere årlig tilsig mill. m ³ /år
NATURLIG SITUASJON				
Kraftverkfelt (tilsig til inntaket)	43.70	87.19	3.81	120.2
Restfelt ved utløp av kraftverket	30.68	108.41	3.33	104.9
Kraftverksfelt og restfelt	74.38	95.94	7.14	225.0
SITUASJON ETTER UTBYGGING UTEN SLIPPING AV MINSTEVANNFØRING				
Slukt i kraftverket	-	-	2.91	91.9
Forbi kraftverket	-	-	0.90	28.2
Restfelt ved utløp av kraftverket	-	-	3.33	104.9
Kraftverksfelt og restfelt	-	-	7.14	225.0
SITUASJON ETTER UTBYGGING INKL. SLIPPING AV MINSTEVANNFØRING				
0,52 m³/s om sommeren og 0.26 m³/s om vinteren				
Slukt i kraftverket	-	-	2.63	82.9
Forbi kraftverket	-	-	1.18	37.2
Restfelt ved utløp av kraftverket	-	-	3.33	104.9
Kraftverkfelt og restfelt	-	-	7.14	225.0

Tabell 2.12 viser at med en minste vannføring lik 5-percentilen om sommeren og 5-percentilen om vinteren, vil i gjennomsnitt ca. 69 % av vannet i Dalelva brukes til kraftproduksjon. Resten slippes forbi inntaket som minste vannføring eller i flommer.

Forholdene i Dalelva blir uendret ovenfor inntaket. Det blir liggende et vannspeil i elva ved inntaket ved ordinær drift. Fra inntaket og ned til utløpet av Rullestad 2 kraftverk, blir vannføringen i Dalelva redusert. Avløpet fra Rullestad 2 kraftverk renner ut i Dalelva rett oppstrøms samløpet med Kvernhuselva. Nedenfor utløpet av Rullestad 2 kraftverk blir forholdene i Dalelva uendret.

For å vise endringene i vannføringsforholdene i Dalelva er det valgt tre referansepunkter i vassdraget. Det første punktet er nedstrøms inntaket (dam). Det andre punktet er rett oppstrøms samløpet mellom Dalelva og Bordalselva. Det tredje referansepunktet er rett nedstrøms samløpet mellom Dalelva og Bordalselva. Dette referansepunktet er også benyttet for å illustrere vannføringen gjennom Rullestadgjuvet, se kapittel 3.

Vedlegg 2.3 viser vannføringsforholdene i Dalelva ved de nevnte referansesteder før og etter utbygging:

- Vannføring like nedstrøms inntaket i Dalelva i et utvalgt middels år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Dalelva et utvalgt tørt år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Dalelva et utvalgt vått år
- Vannføring like oppstrøms samløpet med Bordalselva i et utvalgt middels år
- Vannføring like oppstrøms samløpet med Bordalselva i et utvalgt tørt år
- Vannføring like oppstrøms samløpet med Bordalselva i et utvalgt vått år
- Vannføring like nedstrøms samløpet med Bordalselva i et utvalgt middels år
- Vannføring like nedstrøms samløpet med Bordalselva i et utvalgt tørt år
- Vannføring like nedstrøms samløpet med Bordalselva i et utvalgt vått år

2.4 Bordalen 1

2.4.1 Felt og tilsig

Kraftverk Bordalen 1 utnytter et fall i Bordalselva mellom kote 510 m.o.h. (ved Bordalsstølen) og kote 100 m.o.h. Bordalselva har et nedbørsfelt på 28,8 km². Middelavrenning ved det planlagte inntaket er beregnet til 1,97 m³/s.

I tillegg er det planlagt overføringer fra tre elver. En oversikt over nedbørsfelt og tilsig for Bordalen 1 er vist i Tabell 2.13.

Tabell 2.13 Feltstørrelser og tilsig – Bordalen 1

Bordalen 1	Feltstørrelse (km ²)	Midlere årlig tilsig (mill.m ³ /år)	Midlere vannføring (m ³ /s)
Hele feltet	28,8	101,5	3,22
Bordalselva	16,8	62,15	1,97
Skårselva	6,1	22,43	0,71
Raudbekken	0,7	1,96	0,06
Sagelva	6,1	24,01	0,76
Inntak*	29,7	110,55	3,51
Restfelt Bordalselva og Skårselva til samløp Dalelva	5,9	17,0	0,54
Restfelt Raudbekken	1,6	3,47	0,11
Restfelt Sagelva	0,2	0,32	0,01

* Sum fra inntak + overføringer

Alminnelig lavvannføring (ALV) for alle fire elver er beregnet ved bruk av E-tabell. Data fra vannmerke 41.1 Stordalsvatn i perioden 1961– 2009 er benyttet. 5 % vannføringer for sommer og vinter er beregnet ut fra måleserien for Bordalselva.

For de overførte elvene, er 5 % vannføringer for sommer og vinter funnet ved å skalere 5 % vannføringer for Bordalselva. Resultatene vises i Tabell 2.14.

Tabell 2.14 Minstevannføring – Bordalen 1

Begrep			
Skårselva	Alminnelig lavvannføring(E-tabell)	0,068	m ³ /s
	Vannføring med 95 % varighet, hele året	0,067	m ³ /s
	Vannføring med 95 % varighet, sommer	0,156	m ³ /s
	Vannføring med 95 % varighet, vinter	0,056	m ³ /s
	Foreslått minstevannføring, sommer	0,078	m ³ /s
	Foreslått minstevannføring, vinter	0,028	m ³ /s
Bordalselva	Alminnelig lavvannføring(E-tabell)	0,189	m ³ /s
	Vannføring med 95 % varighet, hele året	0,186	m ³ /s
	Vannføring med 95 % varighet, sommer	0,431	m ³ /s
	Vannføring med 95 % varighet, vinter	0,156	m ³ /s
	Foreslått minstevannføring, sommer	0,216	m ³ /s
	Foreslått minstevannføring, vinter	0,078	m ³ /s
Raudbekken	Alminnelig lavvannføring(E-tabell)	0,006	m ³ /s
	Vannføring med 95 % varighet, hele året	0,006	m ³ /s
	Vannføring med 95 % varighet, sommer	0,014	m ³ /s
	Vannføring med 95 % varighet, vinter	0,005	m ³ /s
	Foreslått minstevannføring, sommer	0	m ³ /s
	Foreslått minstevannføring, vinter	0	m ³ /s
Sagelva	Alminnelig lavvannføring(E-tabell)	0,073	m ³ /s
	Vannføring med 95 % varighet, hele året	0,072	m ³ /s
	Vannføring med 95 % varighet, sommer	0,167	m ³ /s
	Vannføring med 95 % varighet, vinter	0,060	m ³ /s
	Foreslått minstevannføring, sommer	0,167	m ³ /s
	Foreslått minstevannføring, vinter	0,060	m ³ /s

2.4.2 Vannføringsforhold i Bordalselva og overførte elver før og etter utbygging av Bordalen 1 kraftverk

Bordalselva har en middelvannføring ved planlagt inntak på 1,97 m³/s gjennom året før utbygging. Skårselva har en middelvannføring ved planlagt inntak til overføring på 0,71 m³/s gjennom året før utbygging. Sagelva har en middelvannføring ved planlagt inntak til overføring på 0,76 m³/s gjennom året før utbygging. Raudbekken har en middelvannføring ved planlagt inntak til overføring på 0,06 m³/s gjennom året før utbygging. Total middelvannføring ved inntaket blir 3,51 m³/s. Bordalen 1 er dimensjonert for maksimal slukeevne på 225 % av total middelvannføring. Det blir ingen regulering, men 0,1 m "buffermagasin" for manøvrering.

Det er forutsatt slipping av minstevannføring i Bordalselva lik 0,216 m³/s om sommeren og 0,078 m³/s om vinteren. Slipping av minstevannføring og flomtap gir en gjennomsnittlig restvannføring fra inntaket i Bordalselva på 0,58 m³/s, dvs. ca. 17 % av den totale middelvannføringen (ca 29 % av Bordalselvas middelvannføring ved inntaket). Dette er et gjennomsnitt over året, og mye av dette vannet vil komme i flommer. Antall dager med vannføring større enn største slukeevne eller mindre enn minste slukeevne, inkludert minstevannføring for Bordalselva og de overførte elvene er vist i Tabell 2.15 - Tabell 2.18.

Tabell 2.15 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring - Bordalselva

Bordalen 1, Bordalselva		antall dager med	
		$Q < Q_{\min, \text{sluk} + \text{minstevannføring}}$	$Q > Q_{\max, \text{sluk}}$
vått år:	1983	0	84
tørt år:	1996	44	21
mid. år:	1979	41	52

Tabell 2.16 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring - Skårselva

Bordalen 1, Skårselva		antall dager med	
		$Q < Q_{\min, \text{sluk} + \text{minstevannføring}}$	$Q > Q_{\max, \text{sluk}}$
vått år:	1983	0	84
tørt år:	1996	44	21
mid. år:	1979	41	52

Tabell 2.17 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring - Raudbekken

Bordalen 1, Raudbekken		antall dager med	
		$Q < Q_{\min, \text{sluk} + \text{minstevannføring}}$	$Q > Q_{\max, \text{sluk}}$
vått år:	1983	0	84
tørt år:	1996	0	21
mid. år:	1979	0	52

Tabell 2.18 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring - Sagelva

Bordalen 1, Sagelva		antall dager med	
		$Q < Q_{\min, \text{sluk} + \text{minstevannføring}}$	$Q > Q_{\max, \text{sluk}}$
vått år:	1983	6	84
tørt år:	1996	101	21
mid. år:	1979	52	52

Tabell 2.19 viser vannbudsjett for Bordalen 1 kraftverk for alternativer med og uten minstevannføring.

Tabell 2.19 Vannbudsjett for de ulike alternativene for Bordalen 1 kraftverk

Bordalen 1	Feltstørrelse km ²	Spesifikt avløp l / (s km ²)	Midlere vannføring m ³ /s	Midlere årlig tilsig mill. m ³ /år
NATURLIG SITUASJON				
Kraftverkfelt (tilsig til inntaket)	29.70	118.18	3.51	110.7
Restfelt ved utløp av kraftverket	7.75	86.45	0.67	21.1
Kraftverksfelt og restfelt	37.45	111.62	4.18	131.8
SITUASJON ETTER UTBYGGING UTEN SLIPPING AV MINSTEVANNFØRING				
Slukt i kraftverket	-	-	3.19	100.7
Forbi kraftverket	-	-	0.32	10.0
Restfelt ved utløp av kraftverket	-	-	0.67	21.1
Kraftverksfelt og restfelt	-	-	4.18	131.8
SITUASJON ETTER UTBYGGING INKL. SLIPPING AV MINSTEVANNFØRING				
0.46 m³/s om sommeren og 0.17 om vinteren				
Slukt i kraftverket	-	-	2.93	92.3
Forbi kraftverket	-	-	0.58	18.4
Restfelt ved utløp av kraftverket	-	-	0.67	21.1
Kraftverkfelt og restfelt	-	-	4.18	131.8

Tabell 2.19 viser at med en minstevannføring lik 50 % av 5-percentilen om sommeren og 5-percentilen om vinteren (alternativ 3), vil i gjennomsnitt ca. 83 % av vannet i Bordalselva (inkludert overføringer) brukes til kraftproduksjon. Resten slippes forbi inntaket som minstevannføring eller i flommer.

Forholdene i Bordalselva blir uendret ovenfor inntaket. Det blir liggende et vannspeil i elva ved inntaket ved ordinær drift. Fra inntaket og ned til Bordalselvas utløp i Dalelva blir vannføringen redusert. Vannføringen i Sagelva og Raudbekken blir redusert til utløpet i Rullestadvatn. Skårselva får redusert vannføring fra inntaket og ned til samløpet med Bordalselva. Vannføringen i Dalelva blir redusert fra samløpet med Bordalselva og ned til utløpet i Rullestadvatn. Avløpet fra Bordalen 1 renner ut i Rullestadvatn.

For å vise endringene i vannføringsforholdene i Bordalselva og de overførte elvene er det valgt to referansepunkter i hver elv. Det første punktet er nedstrøms inntaket (dam) og det andre punktet er rett oppstrøms utløpet av elva.

Vedlegg 2.4 viser vannføringsforholdene ved de nevnte referansesteder før og etter utbygging:

- Vannføring like nedstrøms inntaket i Bordalselva i et utvalgt middels år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Bordalselva et utvalgt tørt år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Bordalselva et utvalgt vått år
- Vannføring like oppstrøms Bordalselvas utløp i Dalelva i et utvalgt middels år
- Vannføring like oppstrøms Bordalselvas utløp i Dalelva i et utvalgt tørt år
- Vannføring like oppstrøms Bordalselvas utløp i Dalelva i et utvalgt vått år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Sagelva i et utvalgt middels år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Sagelva et utvalgt tørt år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Sagelva et utvalgt vått år
- Vannføring like oppstrøms Sagelvas utløp i Rullestadvatnet i et utvalgt middels år
- Vannføring like oppstrøms Sagelvas utløp i Rullestadvatnet i et utvalgt tørt år
- Vannføring like oppstrøms Sagelvas utløp i Rullestadvatnet i et utvalgt vått år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Raudbekken i et utvalgt middels år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Raudbekken et utvalgt tørt år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Raudbekken et utvalgt vått år
- Vannføring like oppstrøms Raudbekkens utløp i Rullestadvatnet i et utvalgt middels år
- Vannføring like oppstrøms Raudbekkens utløp i Rullestadvatnet i et utvalgt tørt år
- Vannføring like oppstrøms Raudbekkens utløp i Rullestadvatnet i et utvalgt vått år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Skårselva i et utvalgt middels år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Skårselva et utvalgt tørt år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Skårselva et utvalgt vått år
- Vannføring like oppstrøms Skårselvas utløp i Bordalselva i et utvalgt middels år
- Vannføring like oppstrøms Skårselvas utløp i Bordalselva i et utvalgt tørt år
- Vannføring like oppstrøms Skårselvas utløp i Bordalselva i et utvalgt vått år

2.5 Bordalen 2

2.5.1 Felt og tilsig

Kraftverk Bordalen 2 utnytter et fall i Bordalselva mellom kote 520 m.o.h. (ved Bordalsstølen) og kote 100 m.o.h. I tillegg er det planlagt overføring fra Skårselva. Bordalselva har et nedbørsfelt på 16,8 km² ved planlagt inntak. Middellavrenning ved det planlagte inntaket er beregnet til 1,97 m³/s.

En oversikt over nedbørsfelt og tilsig for Bordalen 2 er vist i Tabell 2.20.

Tabell 2.20 Feltstørrelser og tilsig – Bordalen 2

Bordalen 2	Feltstørrelse (km ²)	Midlere årlig tilsig (mill.m ³ /år)	Midlere vannføring (m ³ /s)
Hele feltet	28,8	101,5	3,22
Bordalselva	16,8	62,09	1,97
Skårselva	6,1	22,39	0,71
Inntak*	23,2	85,45	2,71
Restfelt til samløp Dalelva	5,5	15,8	0,5

* Sum fra inntak + overføringer

Alminnelig lavvannføring (ALV) for begge elver er beregnet ved bruk av E-tabell. Data fra vannmerke 41.1 Stordalsvatn i perioden 1961– 2009 er benyttet. 5 % vannføringer for sommer og vinter er beregnet ut fra måleserien for Bordalselva.

For Skårselva, er 5 % vannføringer for sommer og vinter funnet ved å skalere 5 % vannføringer for Bordalselva. Resultatene vises i Tabell 2.21.

Tabell 2.21 Minstevannføring – Bordalen 2

Begrep			
Skårselva	Alminnelig lavvannføring (fra E-tabell)	0,068	m ³ /s
	Vannføring med 95 % varighet, hele året	0,067	m ³ /s
	Vannføring med 95 % varighet, sommer	0,155	m ³ /s
	Vannføring med 95 % varighet, vinter	0,056	m ³ /s
	Foreslått minstevannføring, sommer	0,078	m ³ /s
	Foreslått minstevannføring, vinter	0,028	m ³ /s
Bordalselva	Alminnelig lavvannføring (fra E-tabell)	0,189	m ³ /s
	Vannføring med 95 % varighet, hele året	0,186	m ³ /s
	Vannføring med 95 % varighet, sommer	0,431	m ³ /s
	Vannføring med 95 % varighet, vinter	0,156	m ³ /s
	Foreslått minstevannføring, sommer	0,215	m ³ /s
	Foreslått minstevannføring, vinter	0,078	m ³ /s

2.5.2 Vannføringsforhold i Bordalselva og Skårselva før og etter utbygging av Bordalen 2 kraftverk

Bordalselva ved Bordalsstølen har en middelvannføring ved planlagt inntak på 1,97 m³/s gjennom året før utbygging. Skårselva har en middelvannføring ved planlagt inntak på 0,71 m³/s gjennom året før utbygging. Kraftverk Bordalen 2 er dimensjonert for maksimal slukeevne på 225 % av den totale middelvannføringen. Det blir ingen regulering, men 0,1 m "buffermagasin" for manøvrering.

Det er forutsatt slipping av minstevannføring i Skårselva lik 0,078 m³/s om sommeren og 0,028 m³/s om vinteren og i Bordalselva lik 0,215 m³/s om sommeren og 0,078 m³/s om vinteren. Skårselva løper ut i Bordalselva ca. 700 m nedstrøms inntaket ved Bordalsstølen. Slipping av minstevannføring og flomtap gir en gjennomsnittlig restvannføring fra inntaket i Bordalselva på 0,41 m³/s, dvs. ca. 15 % av den totale middelvannføringen (ca 21 % av Bordalselvas middelvannføring ved inntaket.) Dette er et gjennomsnitt over året, og mye av dette vannet vil komme i flommer.

Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring for Bordalselva og Skårselva er vist i Tabell 2.22 - Tabell 2.23.

Tabell 2.22 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring - Bordalselva

Bordalen 2, Bordalselva		antall dager med	
		Q<Qmin,sluk	Q>Qmax,sluk
vått år:	1983	0	84
tørt år:	1996	44	21
mid. år:	1979	41	52

Tabell 2.23 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring - Skårselva

Bordalen 2, Skårselva		antall dager med	
		Q<Qmin,sluk	Q>Qmax,sluk
vått år:	1983	0	84
tørt år:	1996	44	21
mid. år:	1979	41	52

Tabell 2.24 viser vannbudsjett for Bordalen 2 kraftverk for alternativer med og uten minstevannføring.

Tabell 2.24 Vannbudsjett for de ulike alternativene for kraftverk Bordalen 2

Bordalen 2	Feltstørrelse km ²	Spesifikt avløp l / (s km ²)	Midlere vannføring m ³ /s	Midlere årlig tilsig mill. m ³ /år
NATURLIG SITUASJON				
Kraftverkfelt (tilsig til inntaket)	23.20	116.81	2.71	85.5
Restfelt ved utløp av kraftverket	5.50	90.91	0.50	15.8
Kraftverksfelt og restfelt	28.70	111.85	3.21	101.2
SITUASJON ETTER UTBYGGING UTEN SLIPPING AV MINSTEVANNFØRING				
Slukt i kraftverket	-	-	2.47	77.8
Forbi kraftverket	-	-	0.24	7.7
Restfelt ved utløp av kraftverket	-	-	0.50	15.8
Kraftverksfelt og restfelt	-	-	3.21	101.2
SITUASJON ETTER UTBYGGING INKL. SLIPPING AV MINSTEVANNFØRING				
0.29 m³/s om sommeren og 0.11 om vinteren				
Slukt i kraftverket	-	-	2.30	72.6
Forbi kraftverket	-	-	0.41	12.9
Restfelt ved utløp av kraftverket	-	-	0.50	15.8
Kraftverkfelt og restfelt	-	-	3.21	101.2

Tabell 2.24 viser at med en minstevannføring lik 50 % av 5-percentilen om sommeren og 5-percentilen om vinteren (alternativ 3), vil i gjennomsnitt ca. 85 % av vannet i Bordalselva (inkludert overføringer) brukes til kraftproduksjon. Resten slippes forbi inntaket som minstevannføring eller i flommer.

Forholdene i Bordalselva blir uendret ovenfor inntaket. Det blir liggende et vannspeil i elva ved inntaket ved ordinær drift. Fra inntaket og ned til Bordalselvas utløp i Dalelva blir vannføringen redusert. Skårselva får redusert vannføring fra inntaket og ned til samløpet med Bordalselva. Vannføringen i Dalelva blir redusert fra samløpet med Bordalselva og ned til utløpet i Rullestadvatn. Avløpet fra Bordalen 2 renner ut i Rullestadvatn.

For å vise endringene i vannføringsforholdene i Bordalselva og de overførte elvene er det valgt to referansepunkter i hver elv. Det første punktet er nedstrøms inntaket (dam) og det andre punktet er rett oppstrøms utløpet av elva.

Vedlegg 2.5 viser vannføringsforholdene ved de nevnte referansesteder før og etter utbygging:

- Vannføring like nedstrøms inntaket i Bordalselva i et utvalgt middels år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Bordalselva et utvalgt tørt år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Bordalselva et utvalgt vått år
- Vannføring like oppstrøms Bordalselvas utløp i Dalelva i et utvalgt middels år
- Vannføring like oppstrøms Bordalselvas utløp i Dalelva i et utvalgt tørt år
- Vannføring like oppstrøms Bordalselvas utløp i Dalelva i et utvalgt vått år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Skårselva i et utvalgt middels år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Skårselva et utvalgt tørt år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Skårselva et utvalgt vått år
- Vannføring like oppstrøms Skårselvas utløp i Bordalselva i et utvalgt middels år
- Vannføring like oppstrøms Skårselvas utløp i Bordalselva i et utvalgt tørt år
- Vannføring like oppstrøms Skårselvas utløp i Bordalselva i et utvalgt vått år

2.6 Bordalen 3

2.6.1 Felt og tilsig

Kraftverket Bordalen 3 har inntak i Bordalselva ved Bjørnastølen. Bordalselva har et nedbørsfelt på 25,5 km² og middelavrenning på 2,9 m³/s ved det planlagte inntaket. En oversikt over nedbørsfelt og tilsig for Bordalen 3 er vist i Tabell 2.25.

Tabell 2.25 Feltstørrelser og tilsig – Bordalen 3

Bordalen 3	Feltstørrelse (km ²)	Midlere årlig tilsig (mill.m ³ /år)	Midlere vannføring (m ³ /s)
Hele feltet	28,8	100,9	3,2
Bordalselva	25,5	91,4	2,9
Restfelt til samløp Dalelva	3,3	9,5	0,3

* Sum fra inntak + overføringer

Alminnelig lavvannføring (ALV), er beregnet ved bruk av programmet E-tabell. Data fra vannmerke 41.1 Stordalsvatn i perioden 1961– 2009. 5 % vannføringer for sommer og vinter er beregnet ut fra data fra måleserien til Bordalselva. Resultatene vises i Tabell 2.26.

Tabell 2.26 Minstevannføring – Bordalen 3

Begrep			
Bordalselva	Alminnelig lavvannføring (E-tabell)	0,280	m ³ /s
	Vannføring med 95 % varighet, hele året	0,273	m ³ /s
	Vannføring med 95 % varighet, sommer	0,634	m ³ /s
	Vannføring med 95 % varighet, vinter	0,229	m ³ /s
	Foreslått minstevannføring, sommer	0,317	m ³ /s
	Foreslått minstevannføring, vinter	0,114	m ³ /s

Bordalselva har en middelvannføring ved planlagt inntak på 2,90 m³/s gjennom året før utbygging. Kraftverk Bordalen 3 er dimensjonert for maksimal slukeevne på 225 % av årlig middelvannføring. Det blir ingen regulering, men 0,1 m "buffermagasin" for manøvrering.

Det er forutsatt slipping av minstevannføring i Bordalselva lik 0,317 m³/s om sommeren og 0,114 m³/s om vinteren. Slipping av minstevannføring og flomtap gir en gjennomsnittlig restvannføring fra inntaket i Bordalselva på 0,44 m³/s, dvs. ca. 15 % av middelvannføringen. Dette er et gjennomsnitt over året, og mye av dette vannet vil komme i flommer.

Antall dager med vannføring større enn største slukeevne eller mindre enn minste slukeevne, inkludert minstevannføring for Bordalselva og Skårselva er vist i Tabell 2.27.

Tabell 2.27 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring – Bordalen 3

Bordalen 3		antall dager med	
		Q<Qmin,sluk+minstevannføring	Q>Qmax,sluk
vått år:	1983	0	84
tørt år:	1996	44	21
mid. år:	1979	41	52

Tabell 2.28 viser vannbudsjett for Bordalen 2 kraftverk for alternativer med og uten minstevannføring.

Tabell 2.28 Vannbudsjett for de ulike alternativene for kraftverk Bordalen 3

Bordalen 3	Feltstørrelse km ²	Spesifikt avløp l / (s km ²)	Midlere vannføring m ³ /s	Midlere årlig tilsig mill. m ³ /år
NATURLIG SITUASJON				
Kraftverkfelt (tilsig til inntaket)	25.50	113.73	2.90	91.5
Restfelt ved utløp av kraftverket	3.30	90.91	0.30	9.5
Kraftverksfelt og restfelt	28.80	111.11	3.20	100.9
SITUASJON ETTER UTBYGGING UTEN SLIPPING AV MINSTEVANNFØRING				
Slukt i kraftverket	-	-	2.64	83.1
Forbi kraftverket	-	-	0.26	8.3
Restfelt ved utløp av kraftverket	-	-	0.30	9.5
Kraftverksfelt og restfelt	-	-	3.20	100.9
SITUASJON ETTER UTBYGGING INKL. SLIPPING AV MINSTEVANNFØRING				
0.32 m³/s om sommeren og 0.11 om vinteren				
Slukt i kraftverket	-	-	2.46	77.5
Forbi kraftverket	-	-	0.44	14.0
Restfelt ved utløp av kraftverket	-	-	0.30	9.5
Kraftverkfelt og restfelt	-	-	3.20	100.9

Tabell 2.28 viser at med en minstevannføring lik 50 % av 5-prosentilen om sommeren og 50 % av 5-prosentilen om vinteren, vil i gjennomsnitt ca. 85 % av vannet i Bordalselva brukes til kraftproduksjon. Resten slippes forbi inntaket som minstevannføring eller i flommer.

Forholdene i Bordalselva blir uendret ovenfor inntakene. Det blir liggende et vannspeil i elva ved inntaket ved ordinær drift. Fra inntaket og ned til samløpet mellom Bordalselva og Dalelva blir vannføringen i Bordalselva redusert. Avløpet fra Bordalen 3 renner ut i Rullestadvatn.

For å vise endringene i vannføringsforholdene i Bordalselva er det valgt to referansepunkter i vassdraget. Det første punktet er nedstrøms inntaket (dam) og det andre punktet er rett oppstrøms Bordalselvas utløp i Dalelva.

Vedlegg 2.6 viser vannføringsforholdene ved de nevnte referansesteder før og etter utbygging:

- Vannføring like nedstrøms inntaket i Bordalselva i et utvalgt middels år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Bordalselva et utvalgt tørt år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Bordalselva et utvalgt vått år
- Vannføring like oppstrøms Bordalselvas utløp i Dalelva i et utvalgt middels år
- Vannføring like oppstrøms Bordalselvas utløp i Dalelva i et utvalgt tørt år
- Vannføring like oppstrøms Bordalselvas utløp i Dalelva i et utvalgt vått år

2.7 Rullestad 1

2.7.1 Felt og tilsig

Utbyggingsalternativ Rullestad 1 utnytter et fall i Dalelva mellom kote 296 m.o.h. og kote 105 m.o.h. I tillegg er det planlagt en overføring fra Bordalselva til Dalelva.

Det er bare aktuelt å bygge Rullestad 1 om det ikke blir bygd kraftverk i Bordalselva. En oversikt over nedbørfelt og tilsig for Rullestad 1 er vist i Tabell 2.29.

Tabell 2.29 Feltstørrelser og tilsig – Rullestad 1

Rullestad 1 kraftverk	Feltstørrelse (km ²)	Midlere årlig tilsig (mill.m ³ /år)	Midlere vannføring (m ³ /s)
Hele feltet	45,0	122,6	3,89
Inntak Dalelva	43,7	120,10	3,81
Overføring Bordalselva	25,6	91,4	2,90
Restfelt Dalelva	1,3	2,5	0,08
Restfelt Bordalselva (til samtløp med Dalelva)	3,3	9,5	0,3

Dalelva har et nedbørfelt på 43,7 km², og middelvannføringen er beregnet til 3,63 m³/s ved planlagt inntak. Middelvannføring basert på målingen er benyttet i hydrologiske beregninger og produksjonsberegninger for kraftverk Rullestad 1.

Bordalselva har et nedbørfelt på 25,6 km², og middelvannføring ved det planlagte inntaket er beregnet til 2,9 m³/s.

Alminnelig lavvannføring (ALV) er beregnet med E-tabell. 5 % vannføringene for sommer og vinter er beregnet ut fra måleseriene. Resultatene vises i Tabell 2.30. Måleserier fra Hellaugsvatn og Stordalsvatn vannmerker er brukt til produksjonsberegning.

Tabell 2.30 Minstevannføring – Rullestad 1

Dalelva		
Alminnelig lavvannføring basert på målinger	0,240	m ³ /s
Vannføring med 95 % varighet, hele året	0,267	m ³ /s
Vannføring med 95 % varighet, sommer	0,524	m ³ /s
Vannføring med 95 % varighet, vinter	0,257	m ³ /s
Foreslått minstevannføring, sommer	0,524	m ³ /s
Foreslått minstevannføring, vinter	0,257	m ³ /s
Bordalselva		
Alminnelig lavvannføring basert på målinger	0,280	m ³ /s
Vannføring med 95 % varighet, hele året	0,273	m ³ /s
Vannføring med 95 % varighet, sommer	0,634	m ³ /s
Vannføring med 95 % varighet, vinter	0,229	m ³ /s
Foreslått minstevannføring, sommer	0,317	m ³ /s
Foreslått minstevannføring, vinter	0,115	m ³ /s

2.7.2 Vannføringsforhold i Dalelva og Bordalselva før og etter bygging av Rullestad 1 kraftverk

Dalelva har en middelvannføring ved planlagt inntak på 3,81 m³/s gjennom året før utbygging. I tillegg har Bordalselva en middelvannføring ved planlagt inntak til overføring på 2,90 m³/s. Total middelvannføring blir 6,71 m³/s. Rullestad 1 kraftverk er dimensjonert for maksimal slukeevne på 225 % av total årlig middelvannføring. Det blir ingen regulering, men 0,1 m "buffermagasin" for manøvrering.

Det er forutsatt slipping av minstevannføring i Dalelva lik 0,524 m³/s om sommeren og 0,257 m³/s om vinteren. I Bordalselva er det forutsatt å slippe 0,317 m³/s om sommeren og 0,115 m³/s om vinteren.

Slipping av minstevannføring og flomtap gir en gjennomsnittlig restvannføring fra inntaket i Dalelva på 1,43 m³/s, dvs. ca. 21 % av den totale middelvannføringen. Gjennomsnittlig restvannføring fra inntaket i Bordalselva blir ca. 25 % av middelvannføringen. Dette er et gjennomsnitt over året, og mye av dette vannet vil komme i flommer.

Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring for Dalelva og Bordalselva er vist i Tabell 2.31 og Tabell 2.32.

Tabell 2.31 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring - Dalelva

Rullestad 1 kraftverk, Dalelva		antall dager med	
		Q<Q _{min,sluk} + minstevannføring	Q>Q _{max,sluk}
vått år:	1983	93	74
tørt år:	1996	216	24
med. år:	1979	157	50

Tabell 2.32 Antall dager med vannføring større enn største slukevne eller mindre enn minste slukevne, inkludert minstevannføring - Bordalselva

Rullestad 1 kraftverk, Bordalselva		antall dager med	
		Q<Q _{min,sluk} + minstevannføring	Q>Q _{max,sluk}
vått år:	1983	0	45
tørt år:	1996	8	11
med. år:	1979	0	26

Tabell 2.33 viser vannbudsjett for Rullestad 1 kraftverk for alternativer med og uten minstevannføring.

Tabell 2.33 Vannbudsjett for de ulike alternativene for Rullestad 1 kraftverk

Rullestad 1	Feltstørrelse km ²	Spesifikt avløp l / (s km ²)	Midlere vannføring m ³ /s	Midlere årlig tilsig mill. m ³ /år
NATURLIG SITUASJON				
Kraftverkfelt (tilsig til inntaket)	69.30	96.83	6.71	211.6
Restfelt ved utløp av kraftverket	5.01	83.83	0.42	13.2
Kraftverksfelt og restfelt	74.31	95.95	7.13	224.9
SITUASJON ETTER UTBYGGING UTEN SLIPPING AV MINSTEVANNFØRING				
Slukt i kraftverket	-	-	5.75	181.3
Forbi kraftverket	-	-	0.96	30.3
Restfelt ved utløp av kraftverket	-	-	0.42	13.2
Kraftverksfelt og restfelt	-	-	7.13	224.9
SITUASJON ETTER UTBYGGING INKL. SLIPPING AV MINSTEVANNFØRING 0,84 m³/s om sommeren og 0.37 m³/s om vinteren				
Slukt i kraftverket	-	-	5.28	166.5
Forbi kraftverket	-	-	1.43	45.1
Restfelt ved utløp av kraftverket	-	-	0.42	13.2
Kraftverkfelt og restfelt	-	-	7.13	224.9

Tabell 2.33 viser at med en minstevannføring lik 5-percentilen om sommeren og 5-percentilen om vinteren i Dalelva og 50 % av 5-percentilene sommer og vinter i Bordalselva, vil i gjennomsnitt ca. 79 % av vannet i Dalelva (inkludert overføringen fra Bordalselva) brukes til kraftproduksjon. Resten slippes forbi inntaket som minstevannføring eller i flommer.

Forholdene i Dalelva blir uendret ovenfor inntaket. Det blir liggende et vannspeil i elva ved inntaket ved ordinær drift. Fra inntaket og ned til utløpet av Rullestad 1 kraftverk, blir vannføringen i Dalelva redusert. Avløpet fra Rullestad 1 kraftverk renner ut i Dalelva rett oppstrøms samløpet med Kvernhuselva. Nedenfor utløpet av Rullestad 1 kraftverk blir forholdene i Dalelva uendret.

For å vise endringene i vannføringsforholdene i Dalelva er det valgt tre referansepunkter i vassdraget. Det første punktet er nedstrøms inntaket (dam). Det andre punktet er rett oppstrøms samløpet mellom Dalelva og Bordalselva.

Forholdene i Bordalselva blir uendret ovenfor inntaket. Det blir liggende et vannspeil i elva ved inntaket ved ordinær drift. Fra inntaket og ned til samløpet med Dalelva, blir vannføringen i Bordalselva redusert.

For å vise endringene i vannføringsforholdene i Bordalselva er det valgt to referansepunkter i vassdraget. Det første punktet er nedstrøms inntaket (dam). Det andre punktet er rett oppstrøms samløpet mellom Bordalselva og Dalelva.

Vedlegg 2.7 viser vannføringsforholdene ved de nevnte referansesteder før og etter utbygging:

- Vannføring like nedstrøms inntaket i Dalelva i et utvalgt middels år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Dalelva et utvalgt tørt år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Dalelva et utvalgt vått år
- Vannføring like oppstrøms samløpet med Bordalselva i et utvalgt middels år
- Vannføring like oppstrøms samløpet med Bordalselva i et utvalgt tørt år
- Vannføring like oppstrøms samløpet med Bordalselva i et utvalgt vått år
- Vannføring like nedstrøms samløpet med Bordalselva i et utvalgt middels år
- Vannføring like nedstrøms samløpet med Bordalselva i et utvalgt tørt år
- Vannføring like nedstrøms samløpet med Bordalselva i et utvalgt vått år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Bordalselva i et utvalgt middels år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Bordalselva et utvalgt tørt år
- Vannføring like nedstrøms inntaket i Bordalselva et utvalgt vått år
- Vannføring like oppstrøms samløpet med Dalelva i et utvalgt middels år
- Vannføring like oppstrøms samløpet med Dalelva i et utvalgt tørt år
- Vannføring like oppstrøms samløpet med Dalelva i et utvalgt vått år

3 Vannføringsforhold i Dalelva gjennom Rullestadgjuvet

Utbygging i Dalelva og Bordalselva vil gi redusert vannføring i Dalelva. På strekningen som får redusert vannføring, ligger Rullestadgjuvet. For å illustrere vannføringen gjennom Rullestadgjuvet er det valgt et referansepunkt rett nedstrøms samløpet mellom Dalelva og Bordalselva. Restfeltet fra samløpet mellom Dalelva og Bordalselva til referansepunktet Per bru er lite og bidrar med lite tilsig til Dalelva ($A = 0,71 \text{ km}^2$, $Q_m = 0,042 \text{ m}^3/\text{s}$). Vannføringen ved referansepunktet etter samløpet er derfor representativ for hele elvestrekningen i Rullestadgjuvet.

Vedlegg 2.8 viser vannføringsforholdene i Dalelva rett etter samløp mellom Dalelva og Bordalselva før og etter utbygging (vått, tørt, middels år) for følgende utbyggingsalternativer:

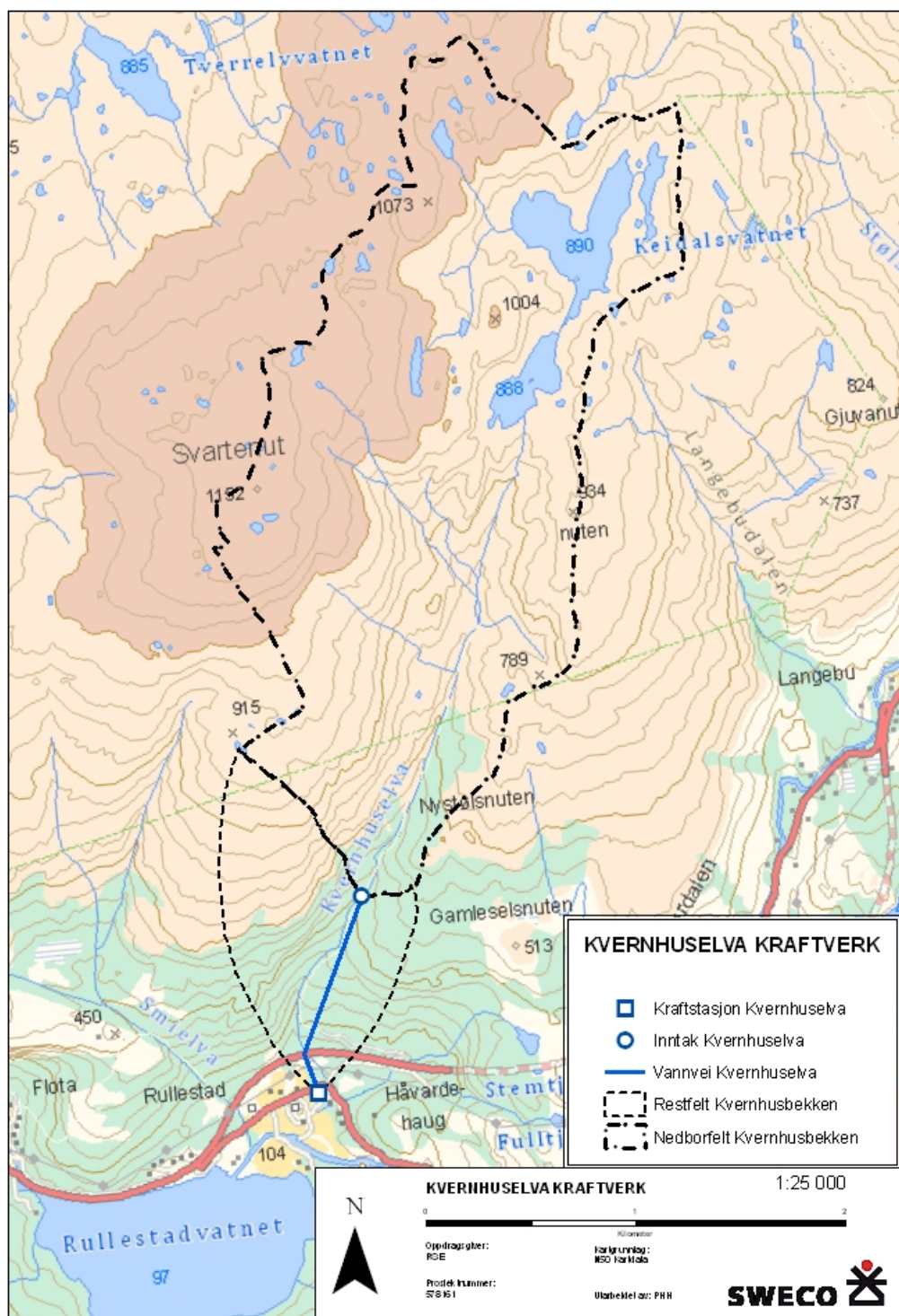
- Bordalen 1 kraftverk bygges. Ingen utbygging i Dalelva.
- Rullestad 2 kraftverk bygges. Ingen utbygging i Bordalselva.
- Både Bordalen 1 kraftverk og Rullestad 2 kraftverk bygges.
- Rullestad 1 bygges. Overføring av Bordalselva.

4 Referanser

Rullestad og Skromme Energi AS, 2008: Forhåndsmelding om utbyggingsplanene i Rullestad og Skromme

Sweco Grøner, 2007: Foreløpige resultater fra vannføringsmålinger ved Rullestad. Notat.
www.nve.no

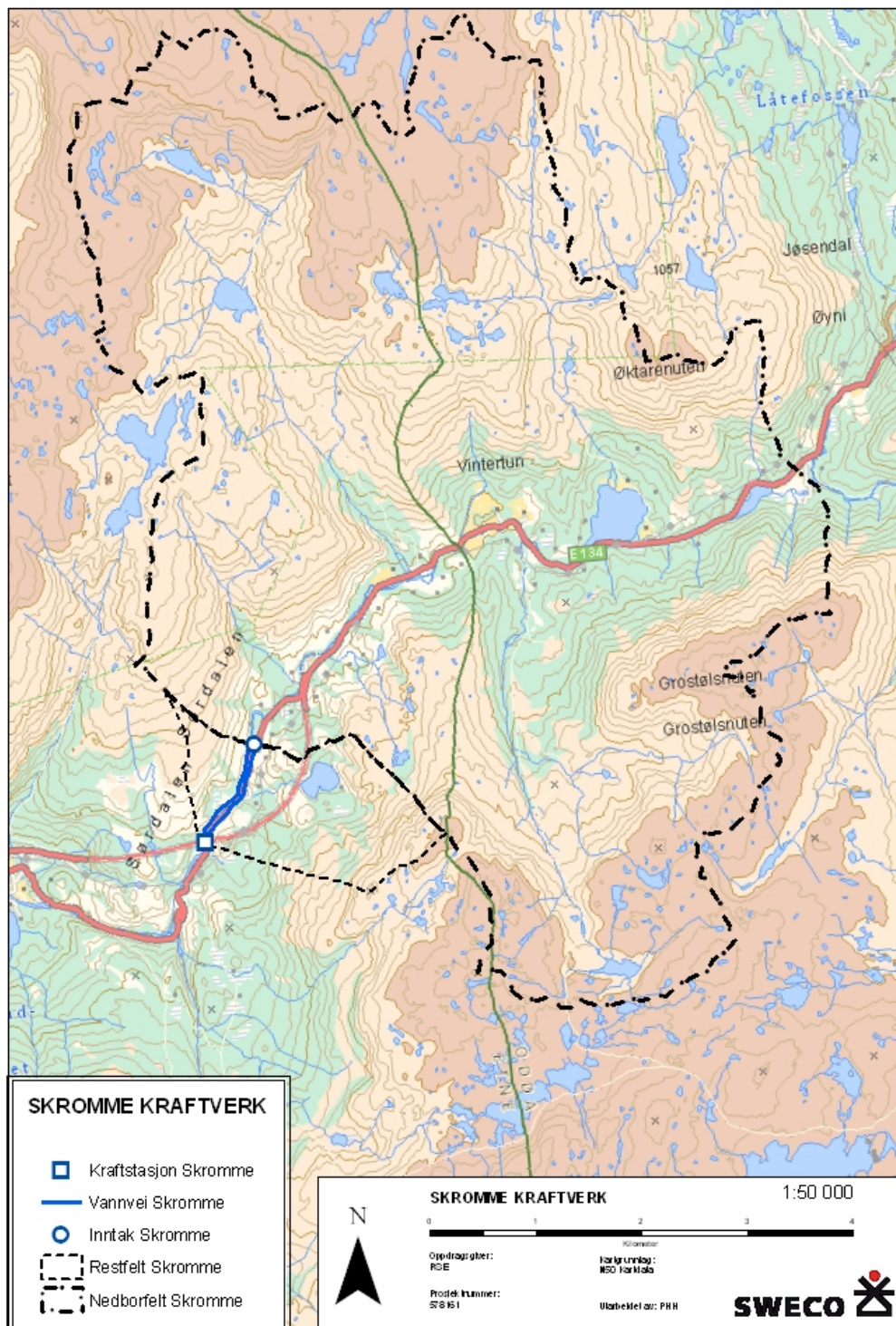
Vedlegg 1 Kart



rap4n 2008-01-23

27.05.2011
Hydrologisk rapport for Rullestad og Skromme

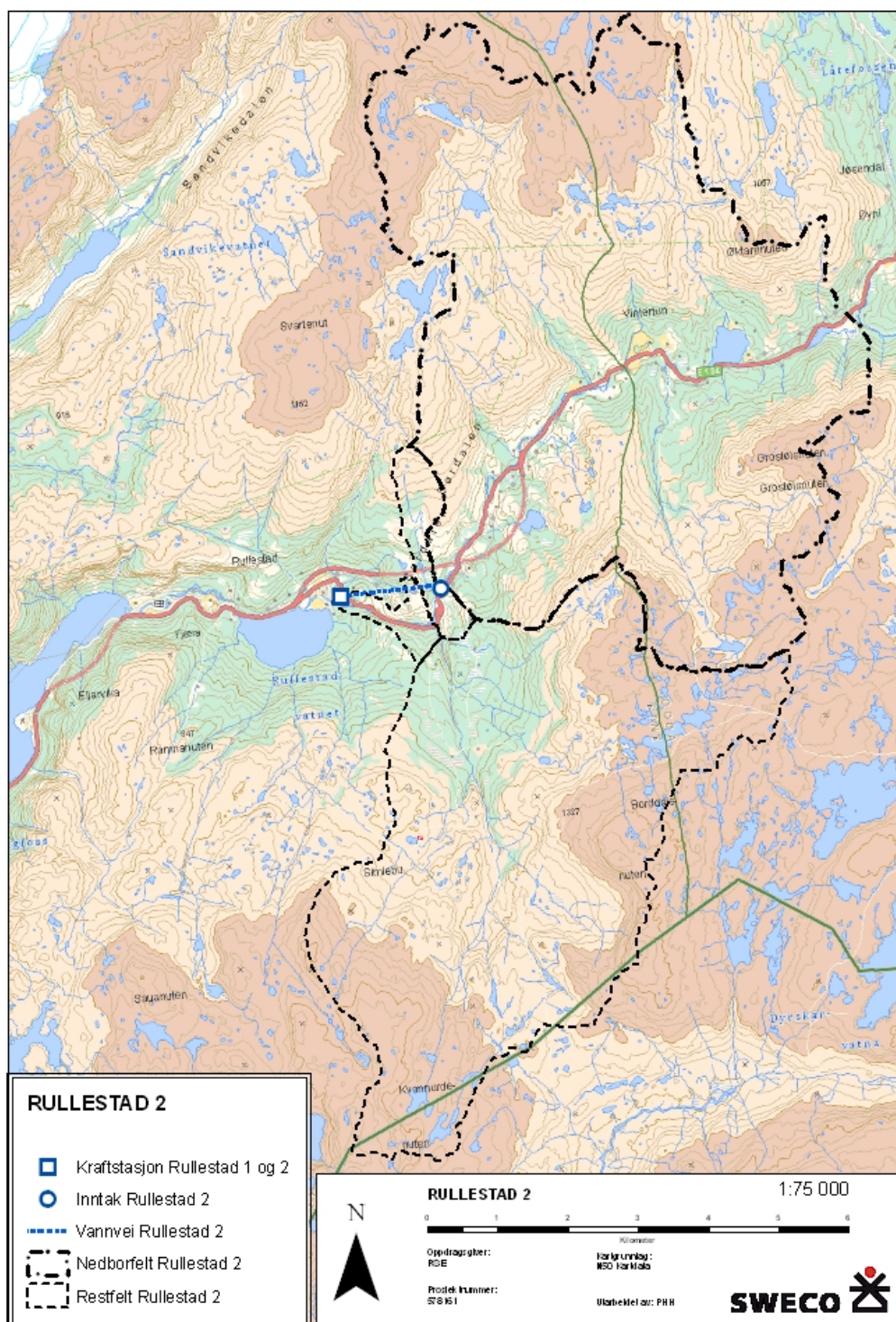
Oppdrag 578161; aeg
p:\251\578161 rullestad og skromme, oppdat. kons.søkn\08 rapporter\rapporter\hydrologi
samlerrapport\oppdatert rapport mai 2011\hydrologi_samlerrapport_rullestad_mai_2011.docx



rao4n 2008-01-23

27.05.2011
Hydrologisk rapport for Rullestad og Skromme

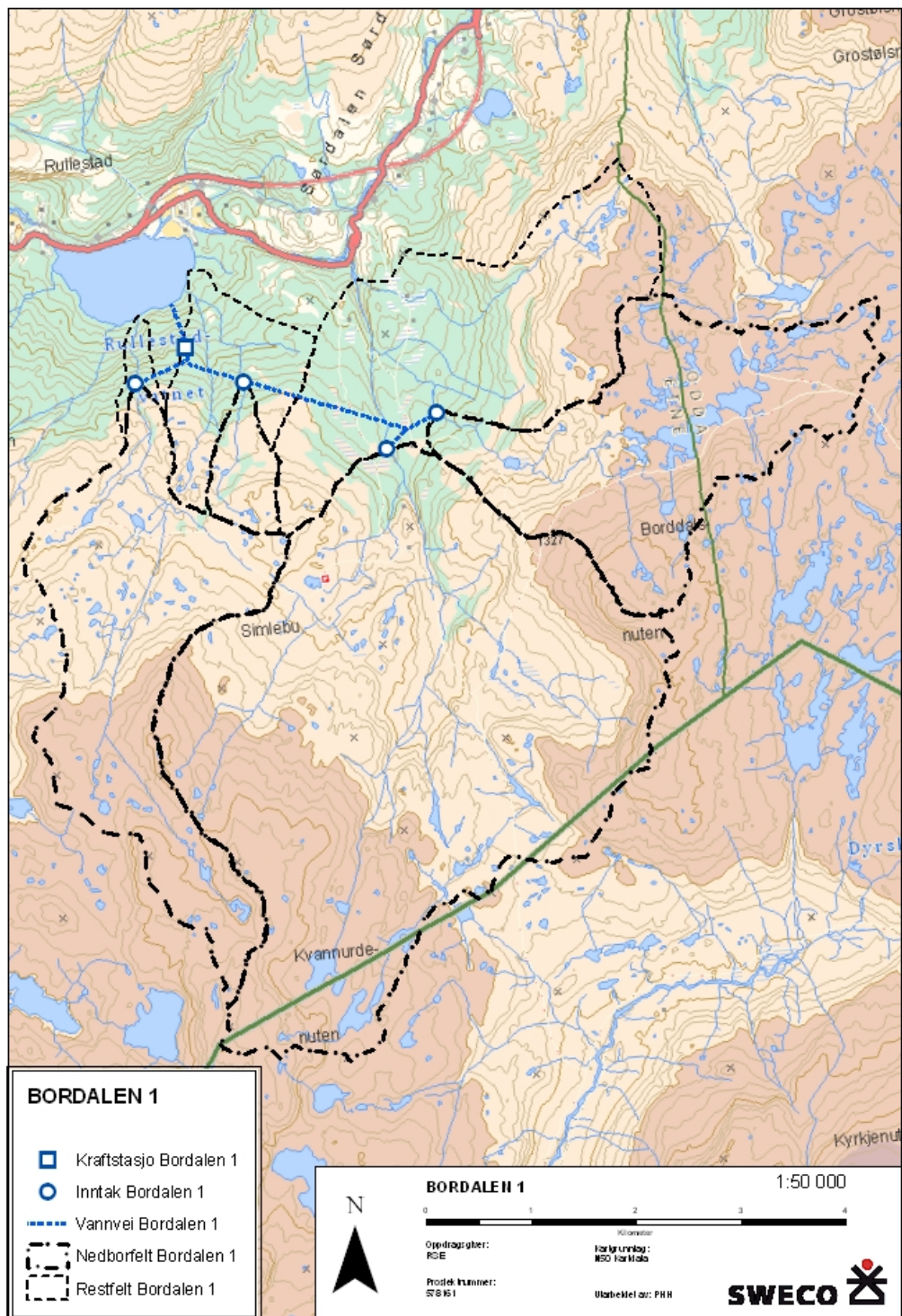
Oppdrag 578161; aeg
p:\251\578161 rullestad og skromme, oppdat. kons.søkn\08 rapporter\rapporter\hydrologi
samlerrapport\oppdatert rapport mai 2011\hydrologi_samlerrapport_rullestad_mai_2011.docx



rap4n 2008-01-23

27.05.2011
Hydrologisk rapport for Rullestad og Skromme

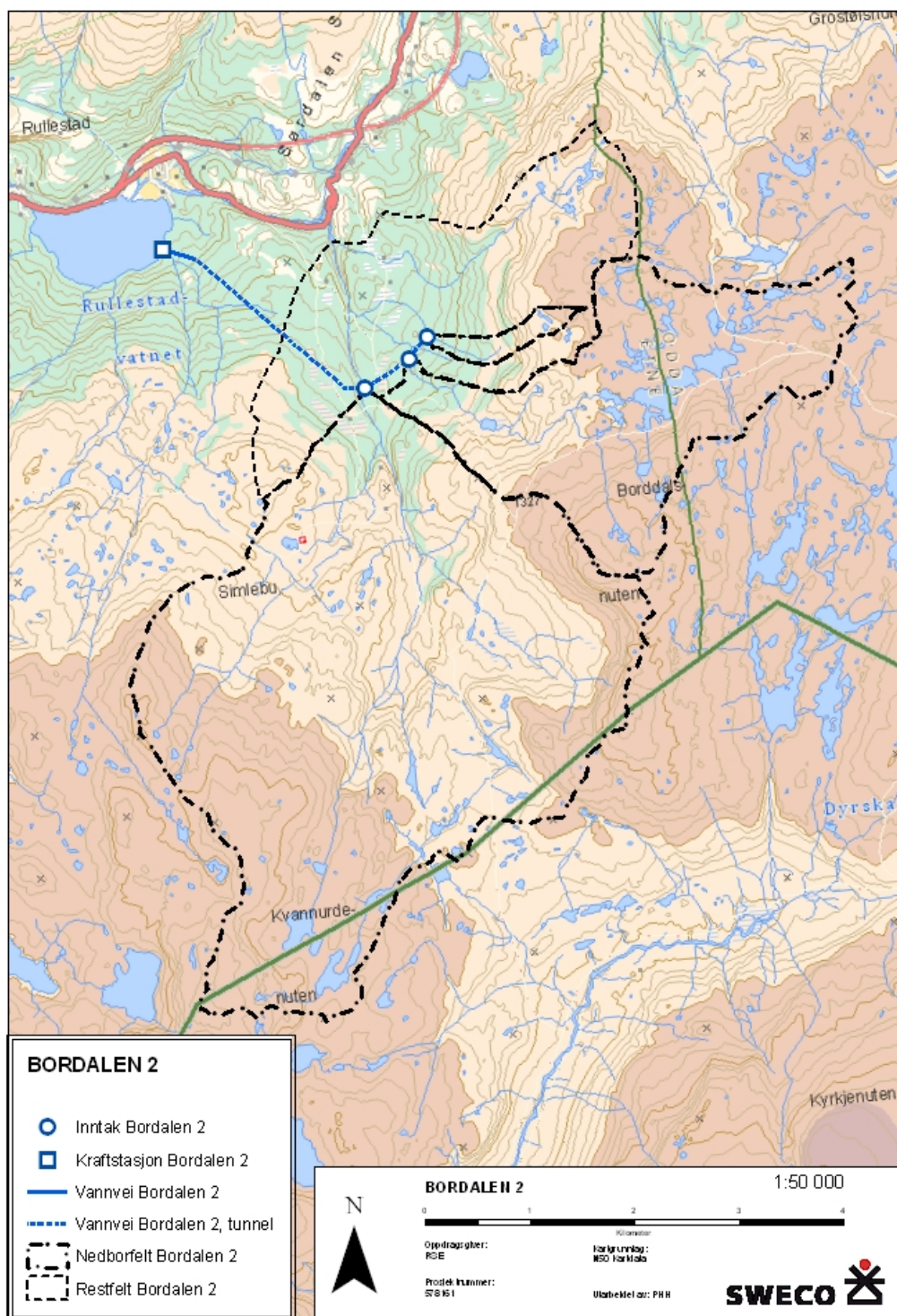
Oppdrag 578161; aeg
p:\251\578161 rullestad og skromme, oppdat. kons.søkn\08 rapporter\rapporter\hydrologi
samlerrapport\oppdatert rapport mai 2011\hydrologi_samlerrapport_rullestad_mai_2011.docx

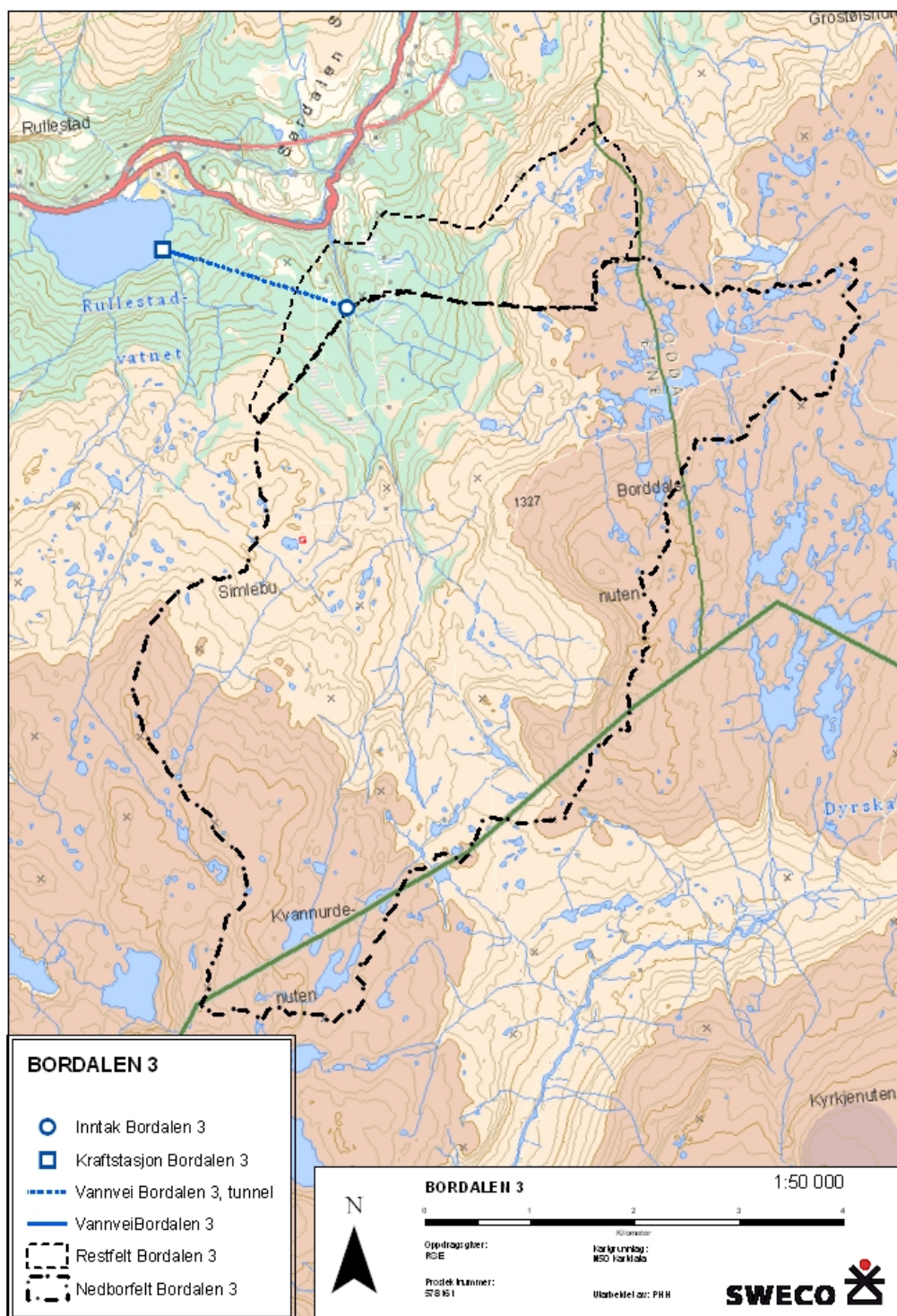


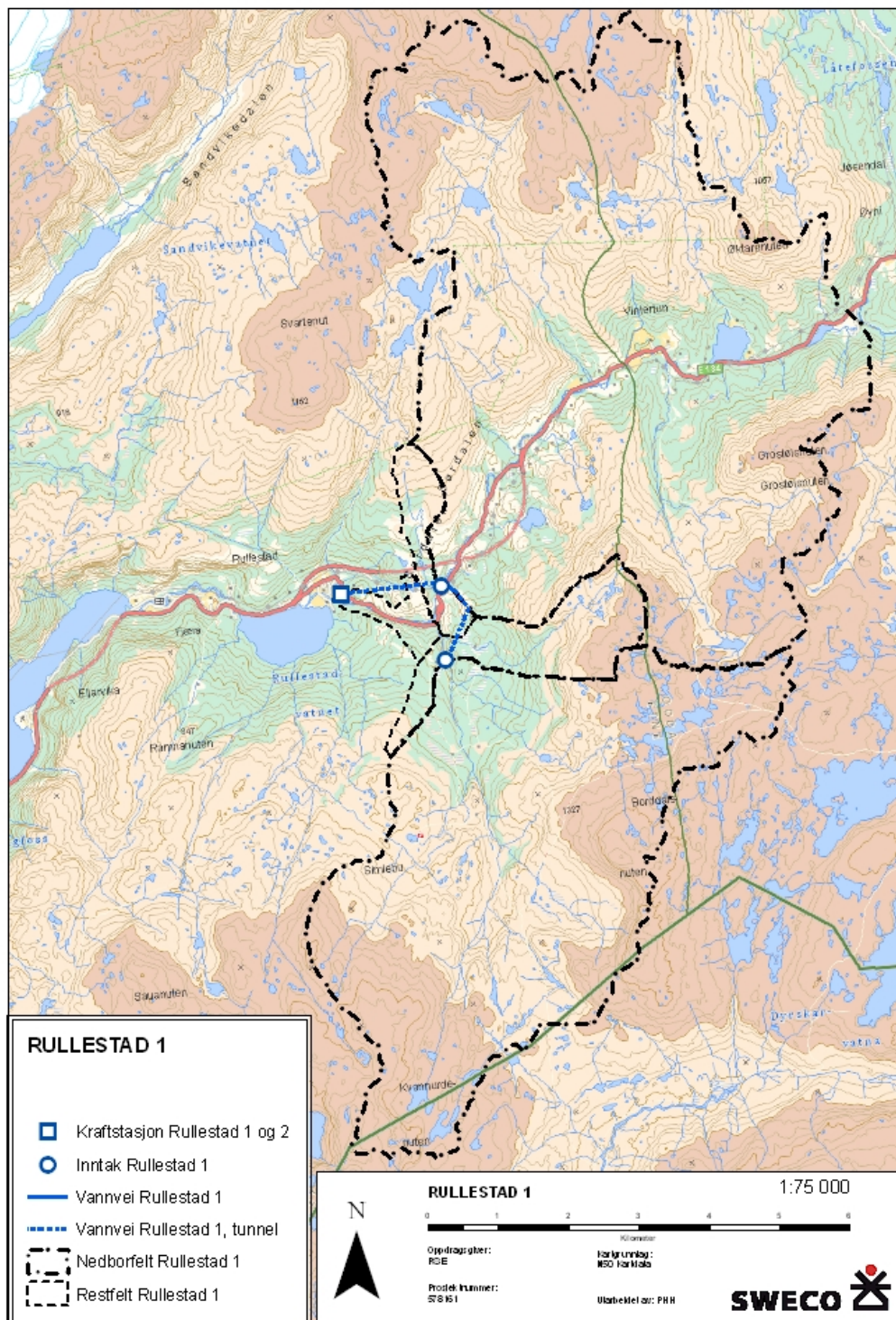
rap4n 2008-01-23

27.05.2011
Hydrologisk rapport for Rullestad og Skromme

Oppdrag 578161; aeg
p:\251\578161 rullestad og skromme, oppdat. kons.søkn\08 rapporter\rapporter\hydrologi
samlerrapport\oppdatert rapport mai 2011\hydrologi_samlerrapport_rullestad_mai_2011.docx





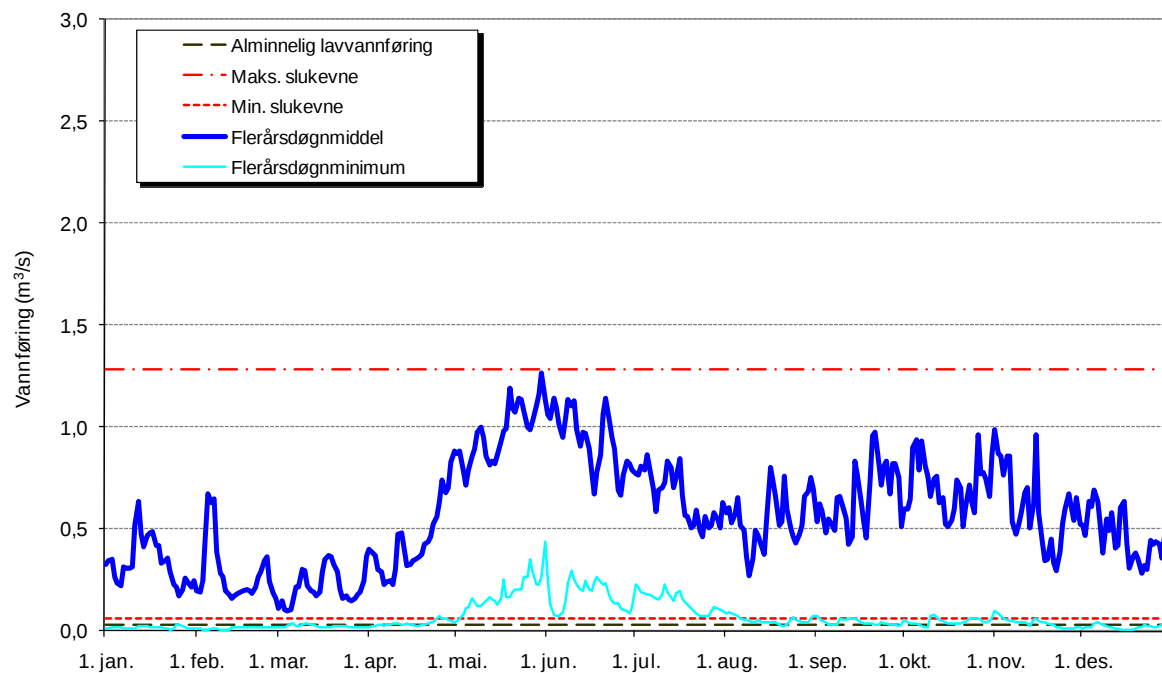


Vedlegg 2 Hydrologiske kurver

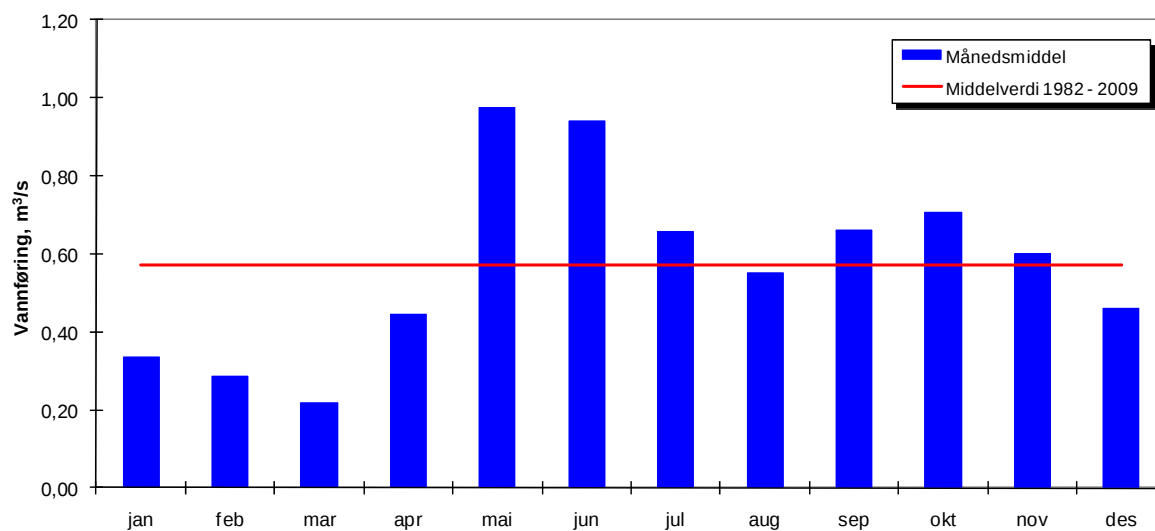
Vedlegg 2.1 Hydrologiske kurver for Kvernhuselva kraftverk

Flerårsstatistikk

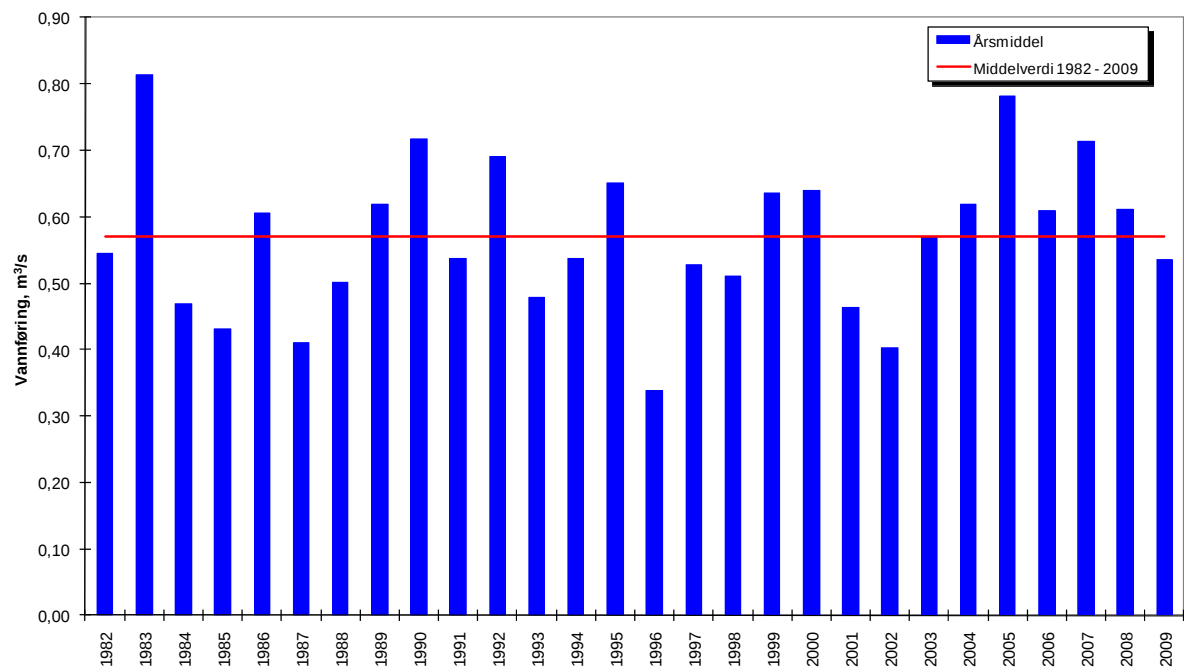
Kvernhuselva kraftverk. Vannføring nedenfor inntak, flerårsstatistikk før utbygging, 1982 - 2009



Kvernhuselva kraftverk. Vannføring nedenfor inntak til kraftverket, flerårsstatistikk før utbygging, 1982 - 2009



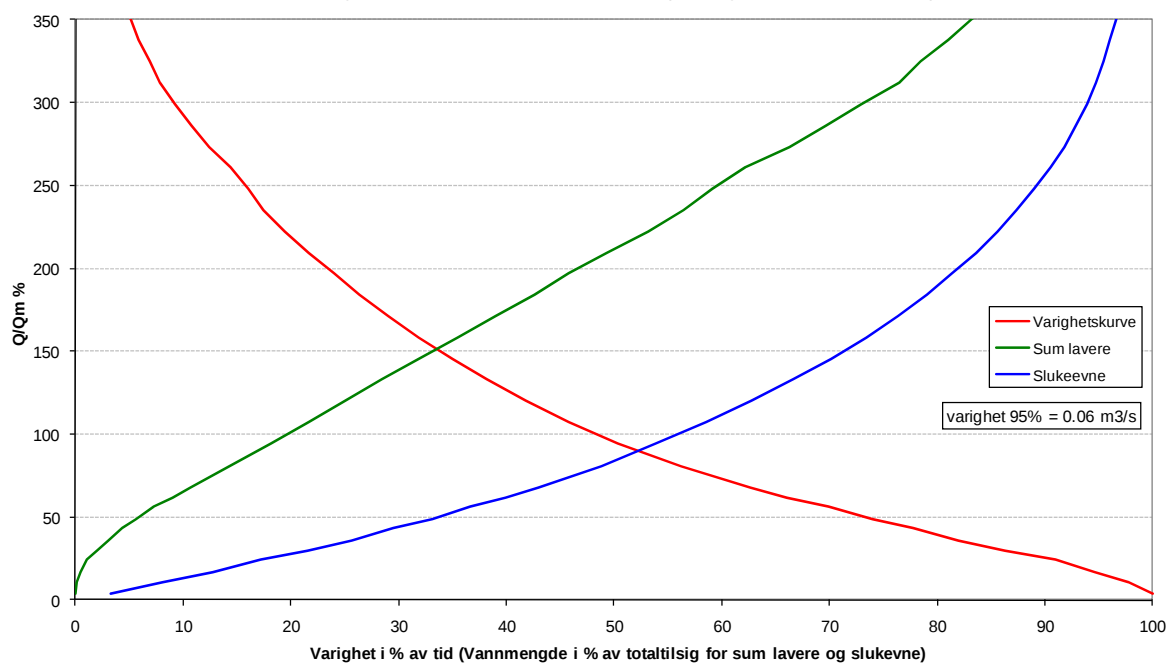
Kvernhuselva kraftverk, Årsmiddelvannføring nedenfor inntak til kraftverket, flerårsstatistikk før utbygging, 1982 - 2009



Varighetskurver

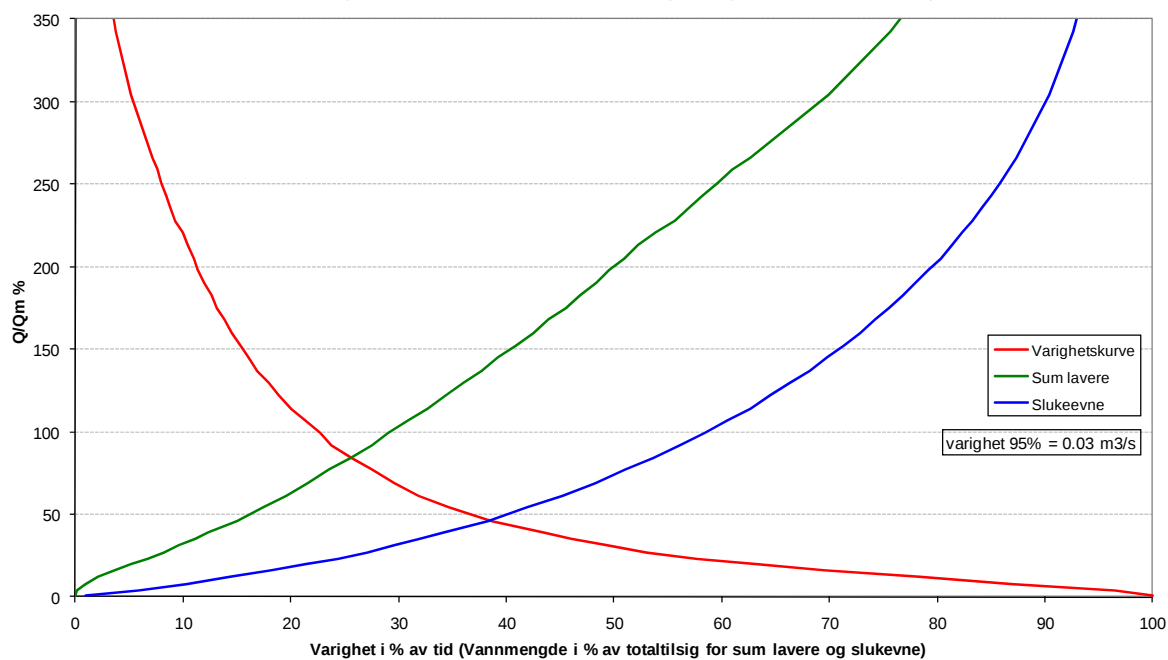
Varighetskurver sommer (1/5 - 30/9), Kvernhuselva ved inntak, 1982 - 2009

Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 0.57 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddell $Q = 0.76 \text{ m}^3/\text{s}$)

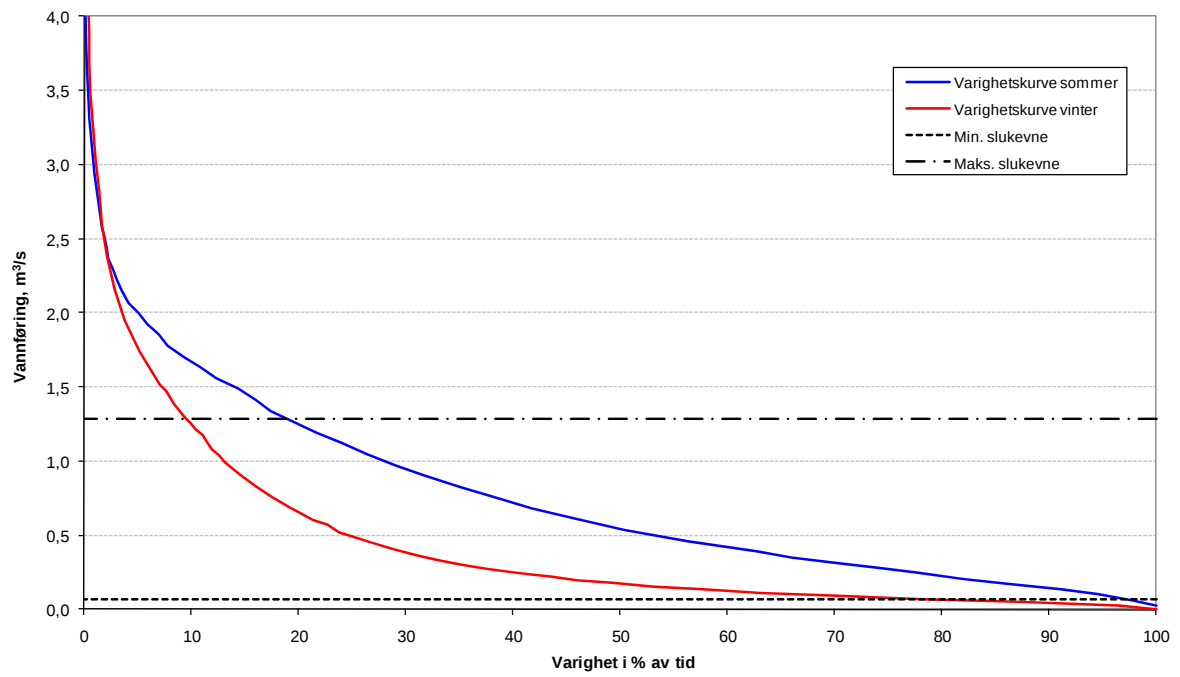


Varighetskurver vinter (1/10 - 30/4), Kvernhuselva ved inntak, 1982 - 2009

Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 0.57 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddell $Q = 0.44 \text{ m}^3/\text{s}$)

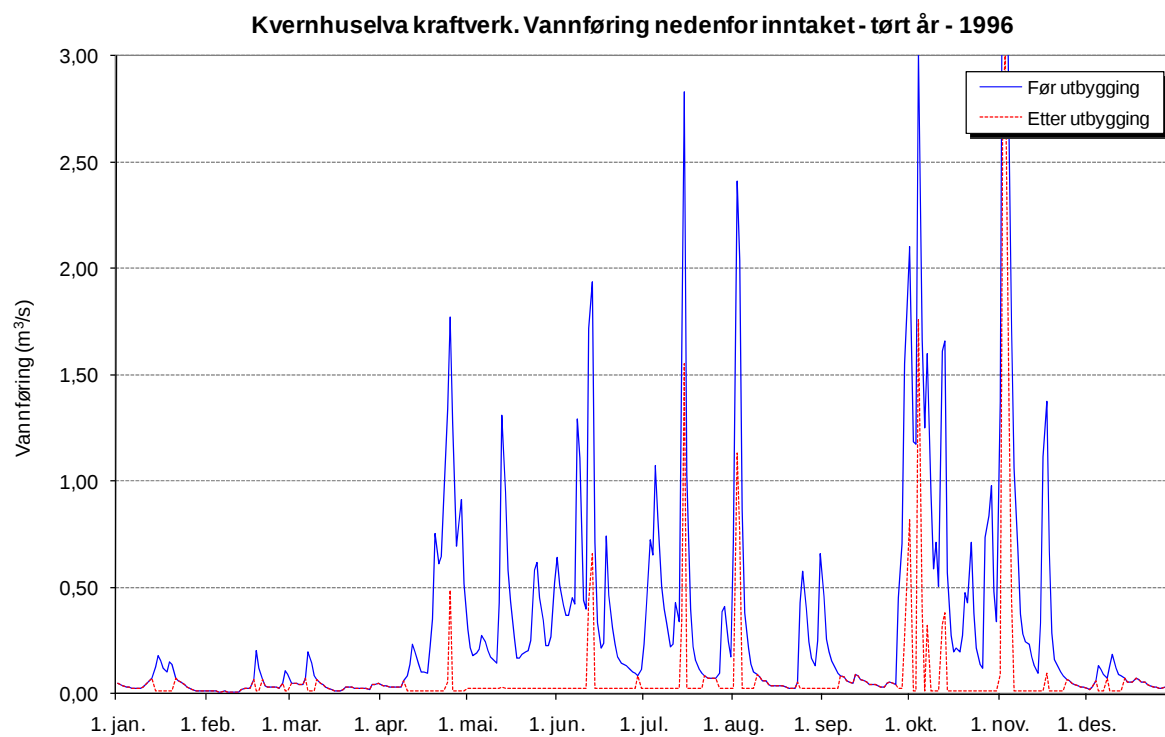
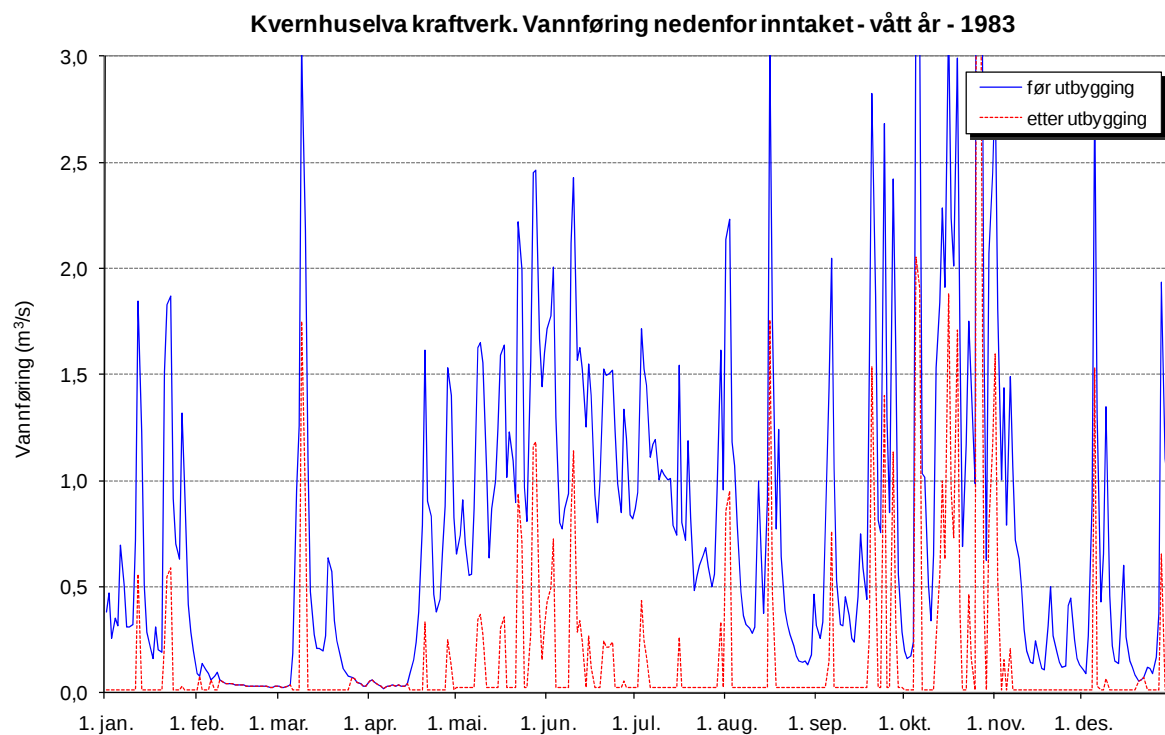


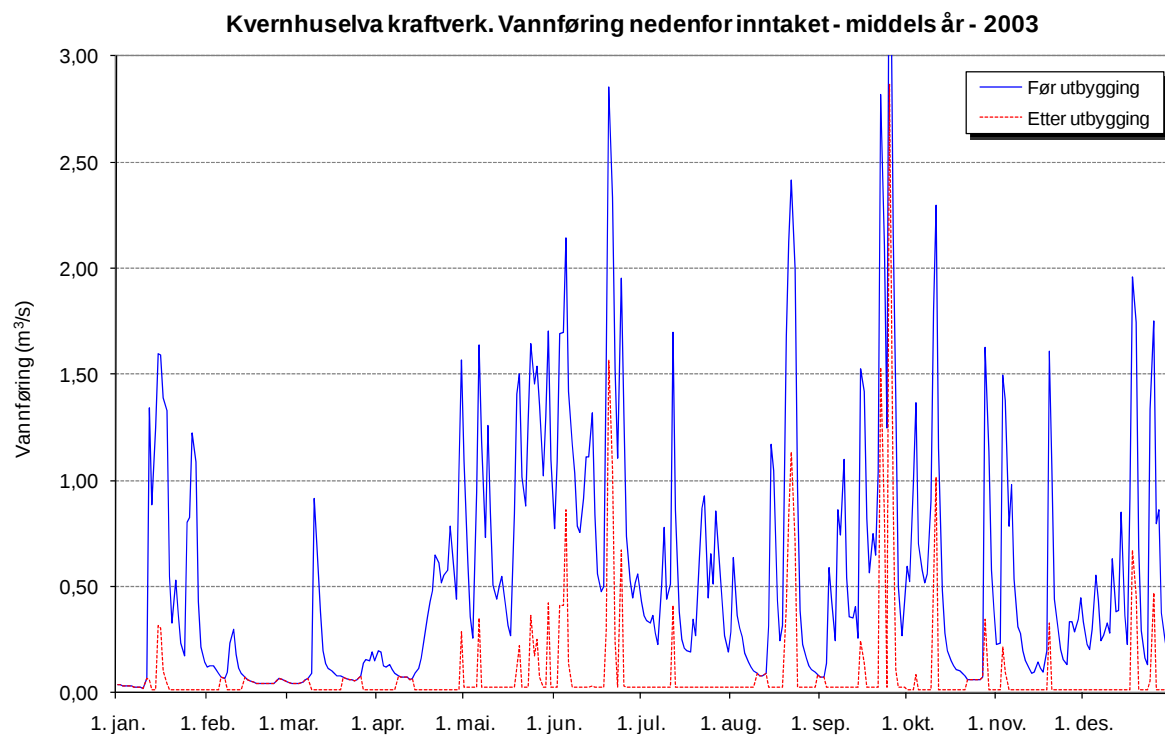
Varighetskurver, Kvernhuselva ved inntak, 1982 - 2009



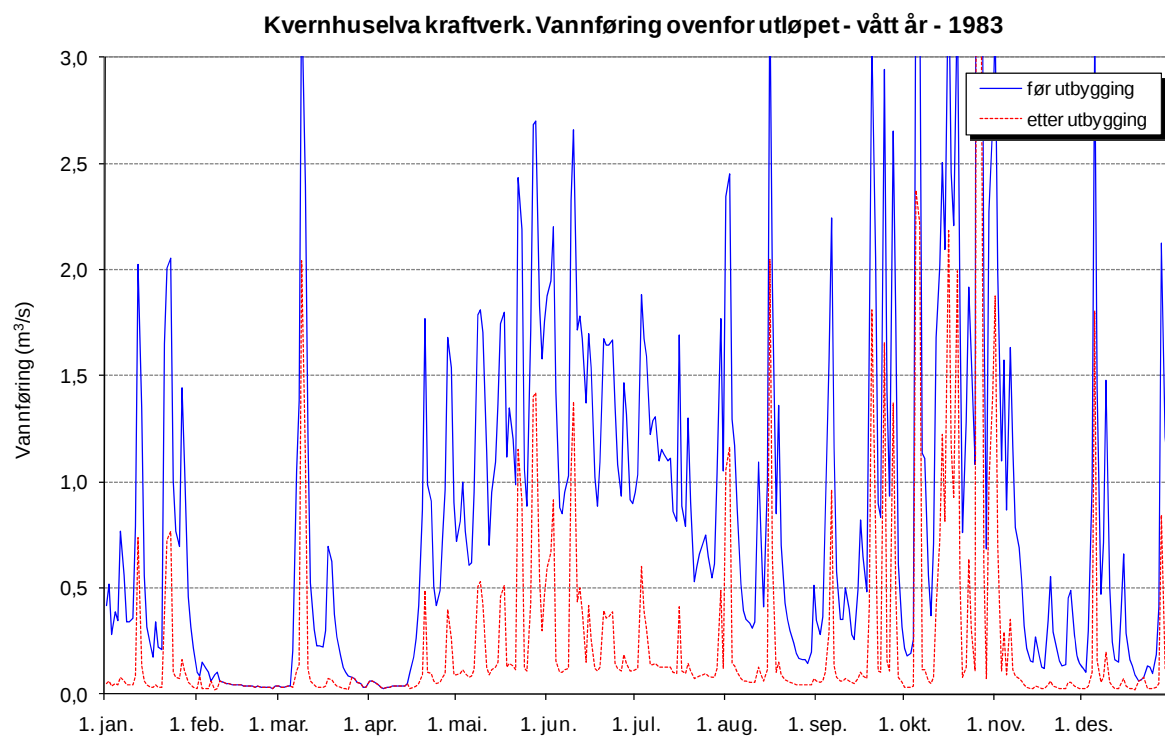
Vannføringsforhold før og etter utbygging

Nedenfor inntaket

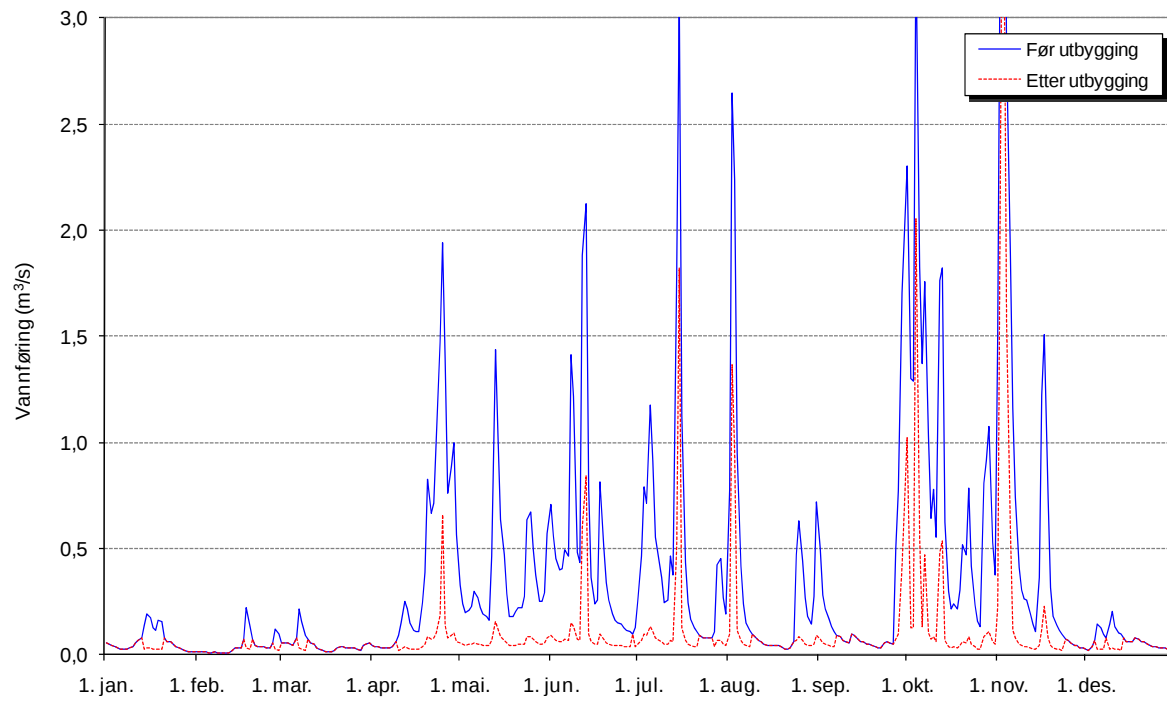




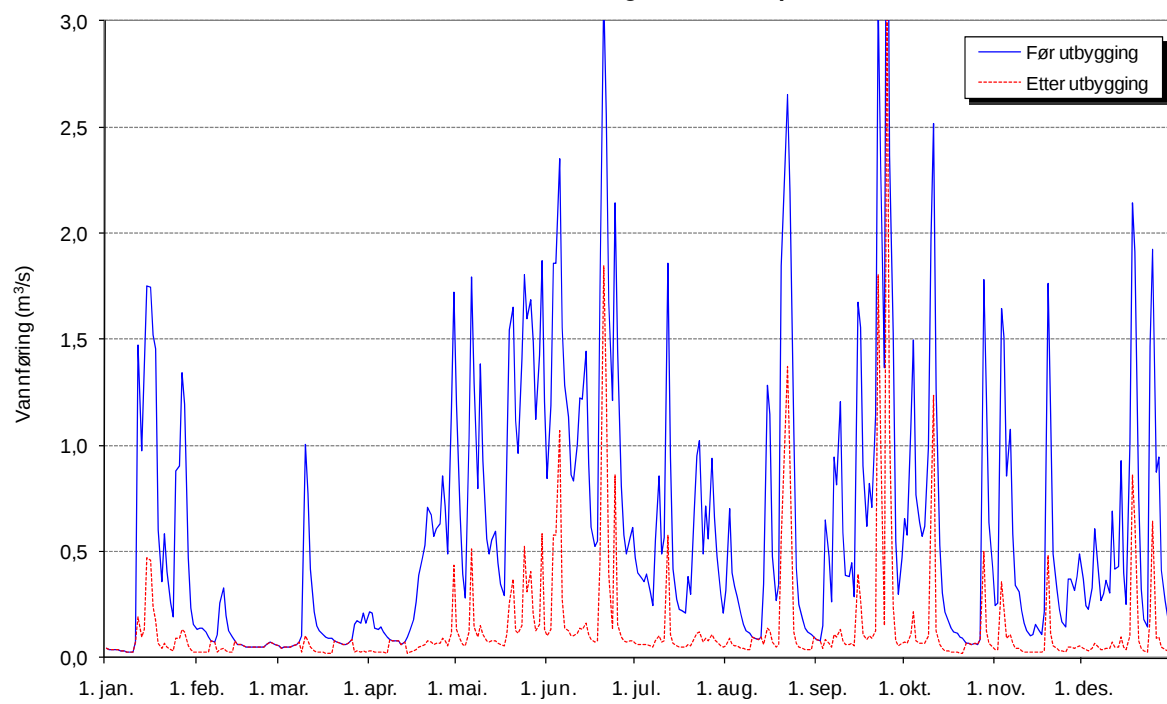
Ovenfor utløpet



Kvernhuselva kraftverk. Vannføring ovenfor utløpet - tørt år - 1996



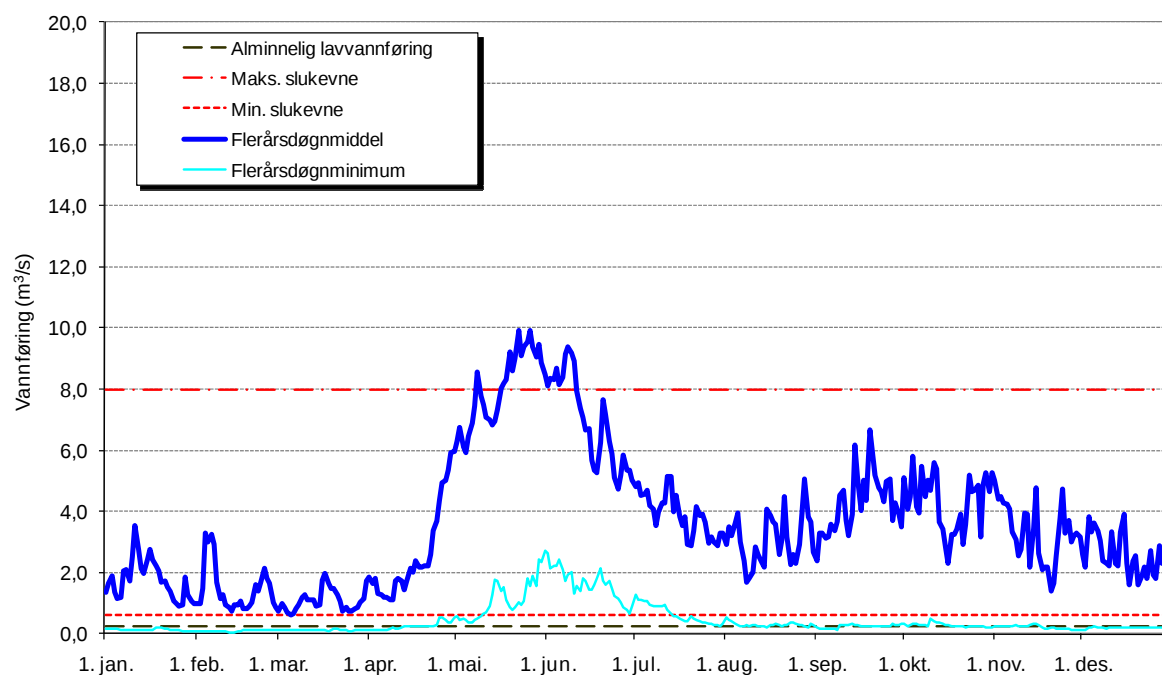
Kvernhuselva kraftverk. Vannføring ovenfor utløpet - middels år - 2003



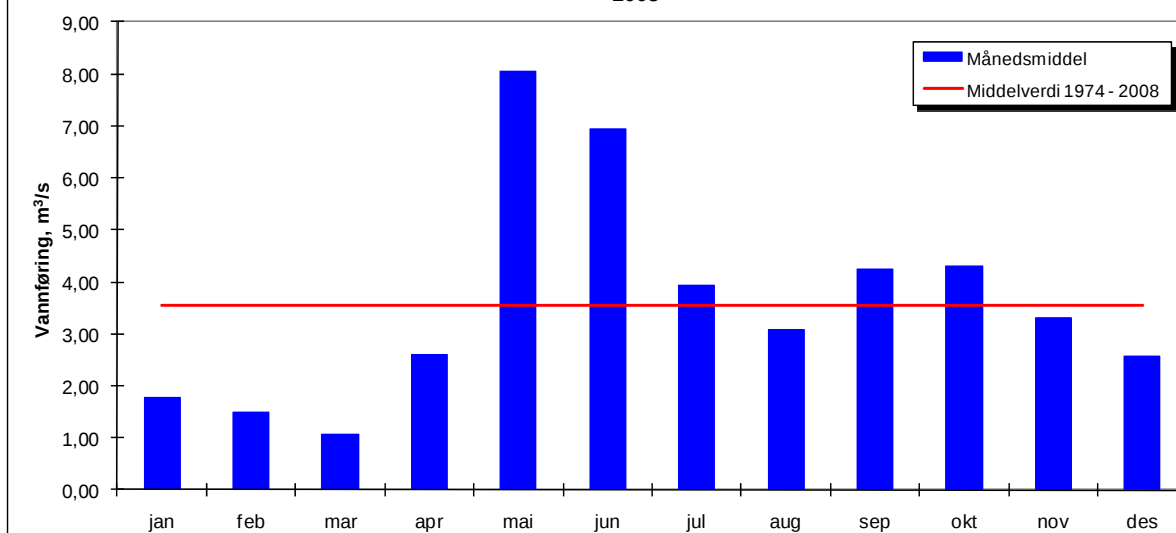
Vedlegg 2.2 Hydrologiske kurver for Skromme kraftverk

Flerårsstatistikk

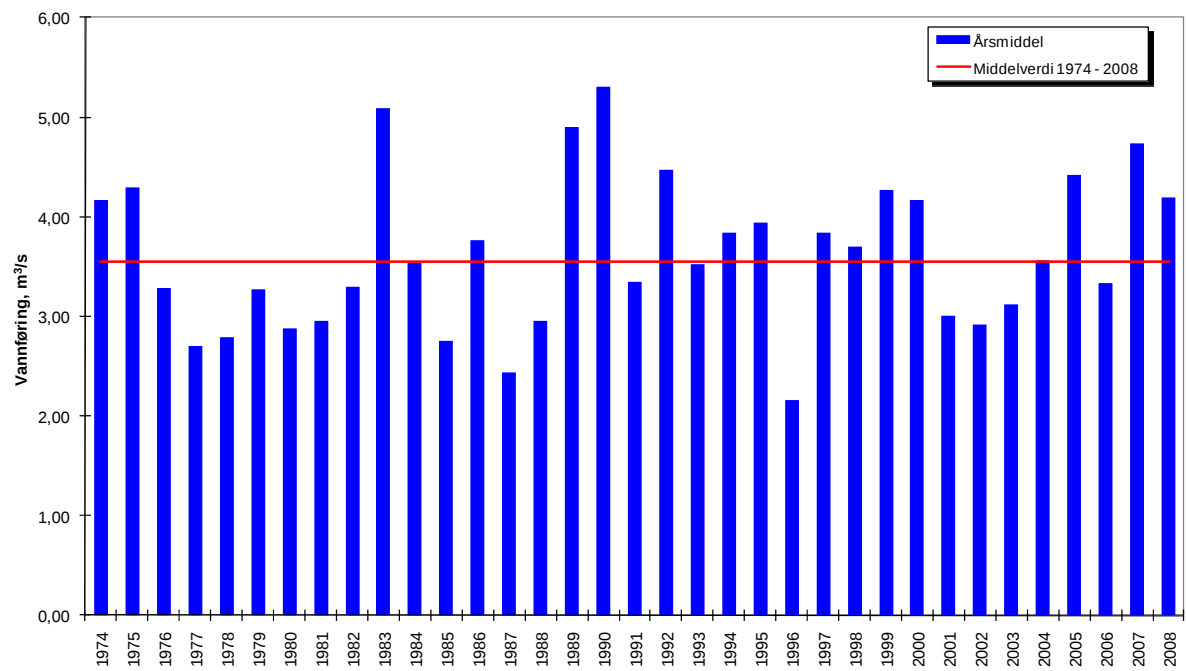
Skromme kraftverk. Vannføring nedenfor inntak, flerårsstatistikk før utbygging, 1974 - 2008



Skromme kraftverk. Vannføring nedenfor inntak til kraftverket, flerårsstatistikk før utbygging, 1974 - 2008



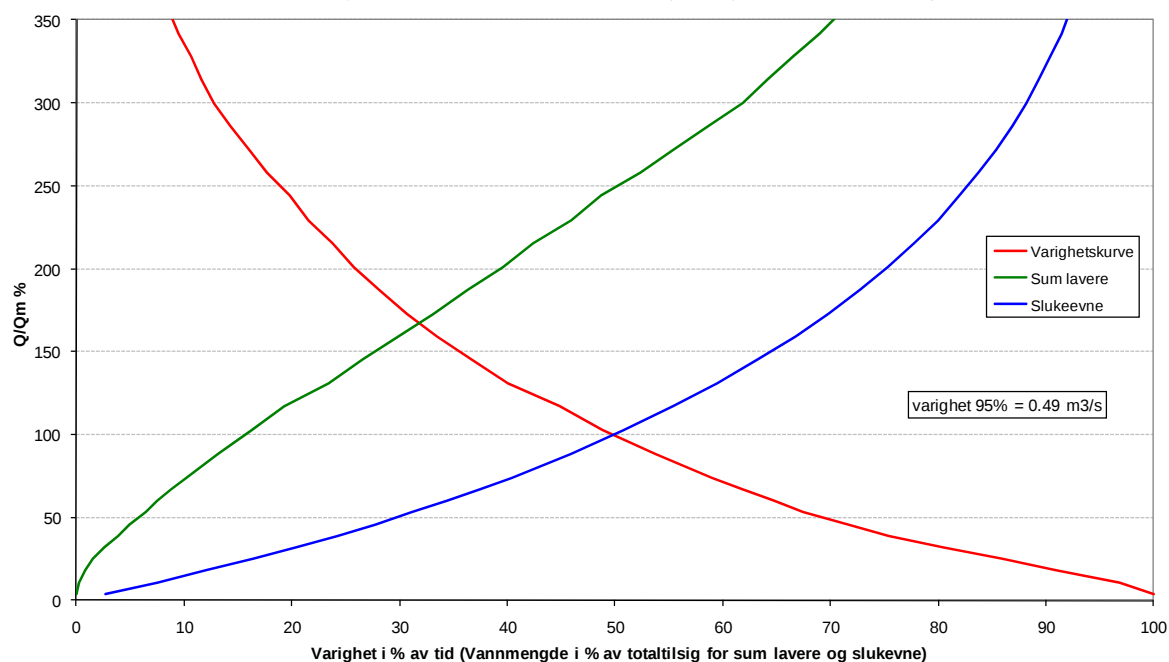
Skromme kraftverk, Årsmiddelvannføring nedenfor inntak til kraftverket, flerårsstatistikk før utbygging, 1974 - 2008



Varighetskurver

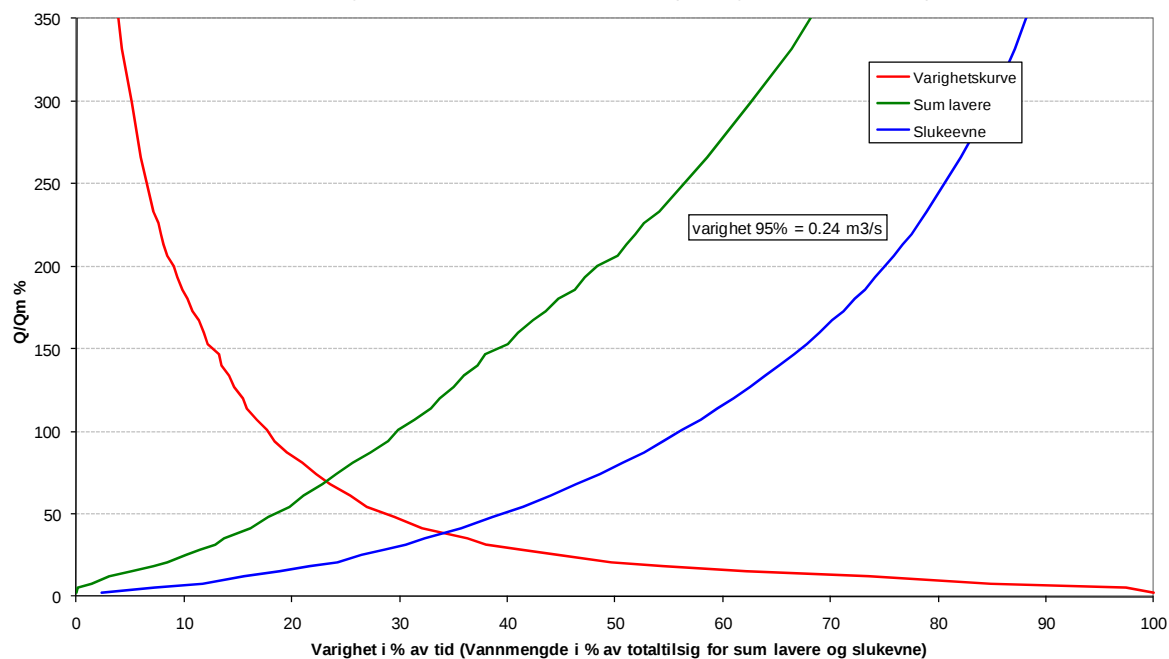
Varighetskurver sommer (1/5 - 30/9), Skromme, Dalelva ved inntak, 1974 - 2008

Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 3.55 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddel $Q = 5.14 \text{ m}^3/\text{s}$)

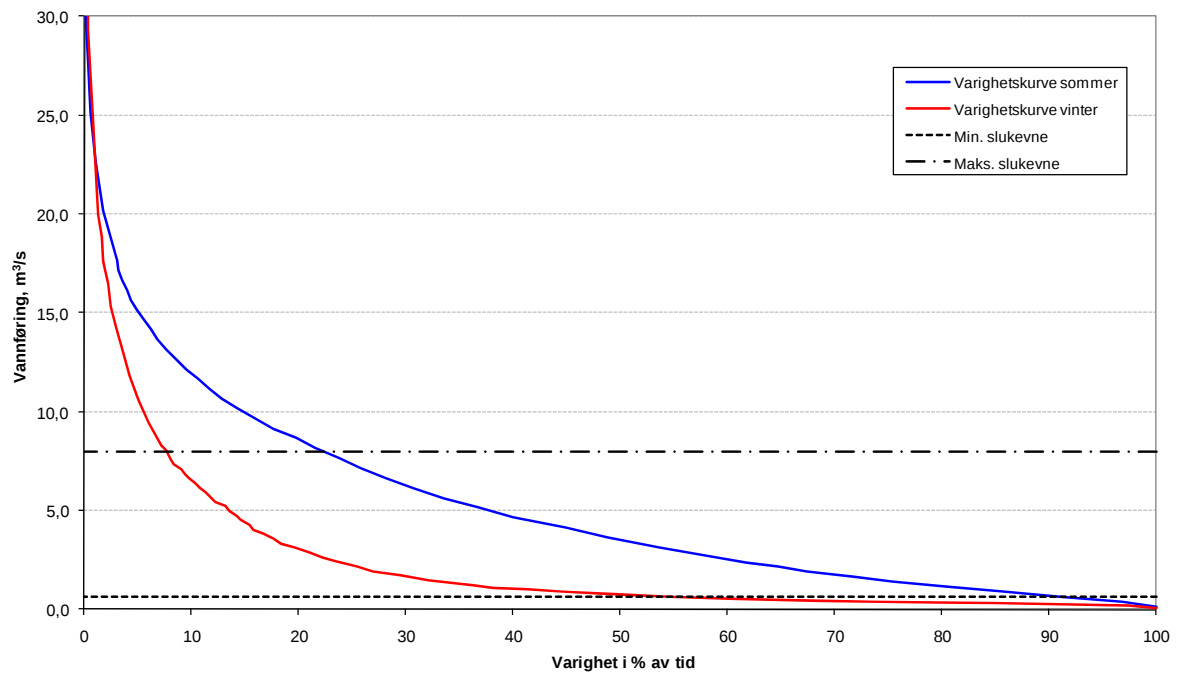


Varighetskurver vinter (1/10 - 30/4), Skromme, Dalelva ved inntak, 1974 - 2008

Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 3.55 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddel $Q = 2.4 \text{ m}^3/\text{s}$)

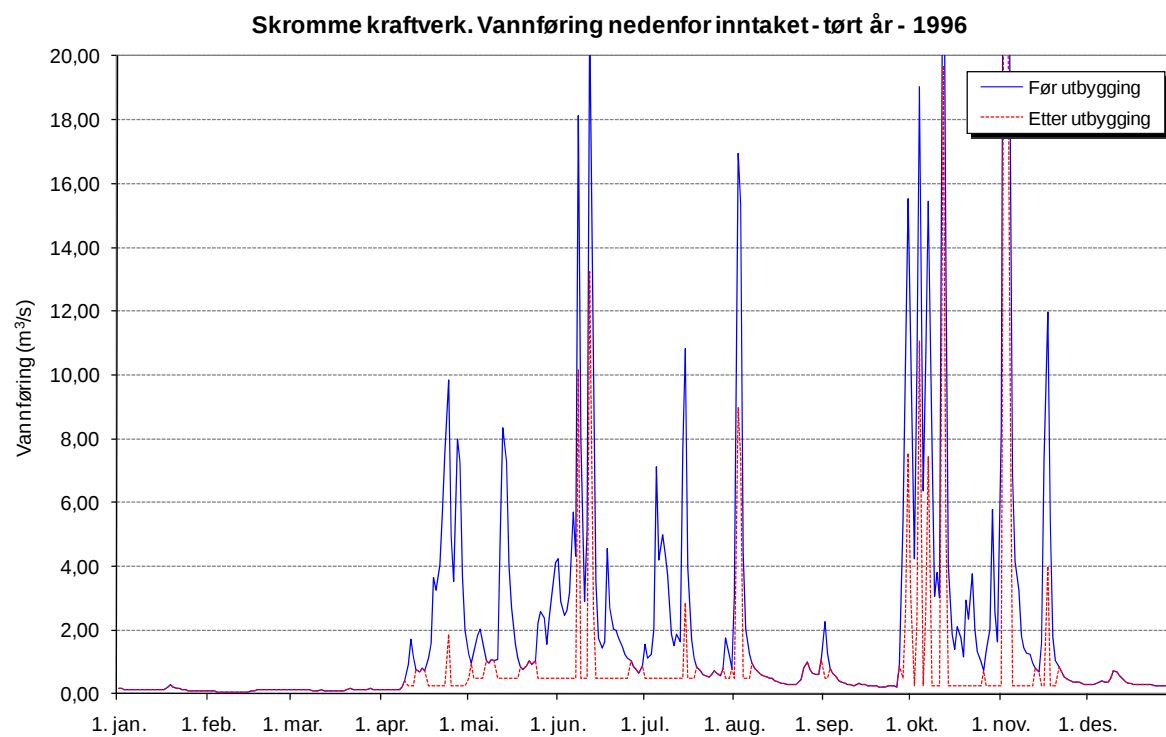
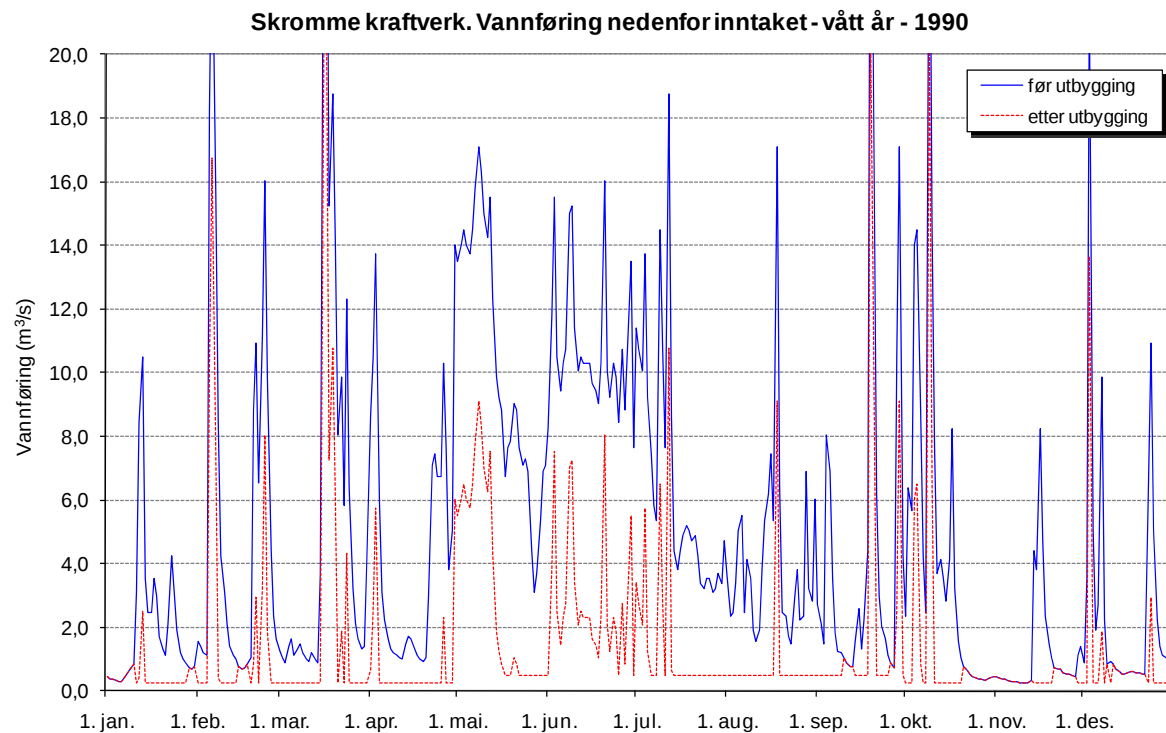


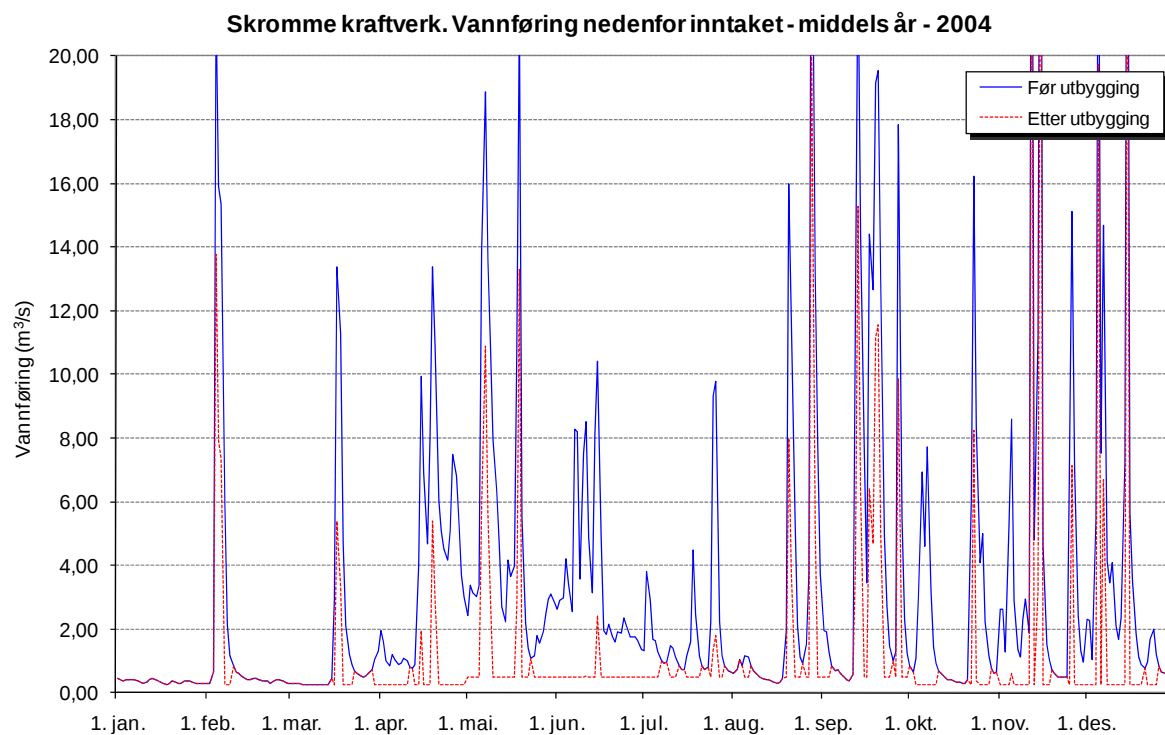
Varighetskurver, Skromme, Dalelva ved inntak, 1974 - 2008



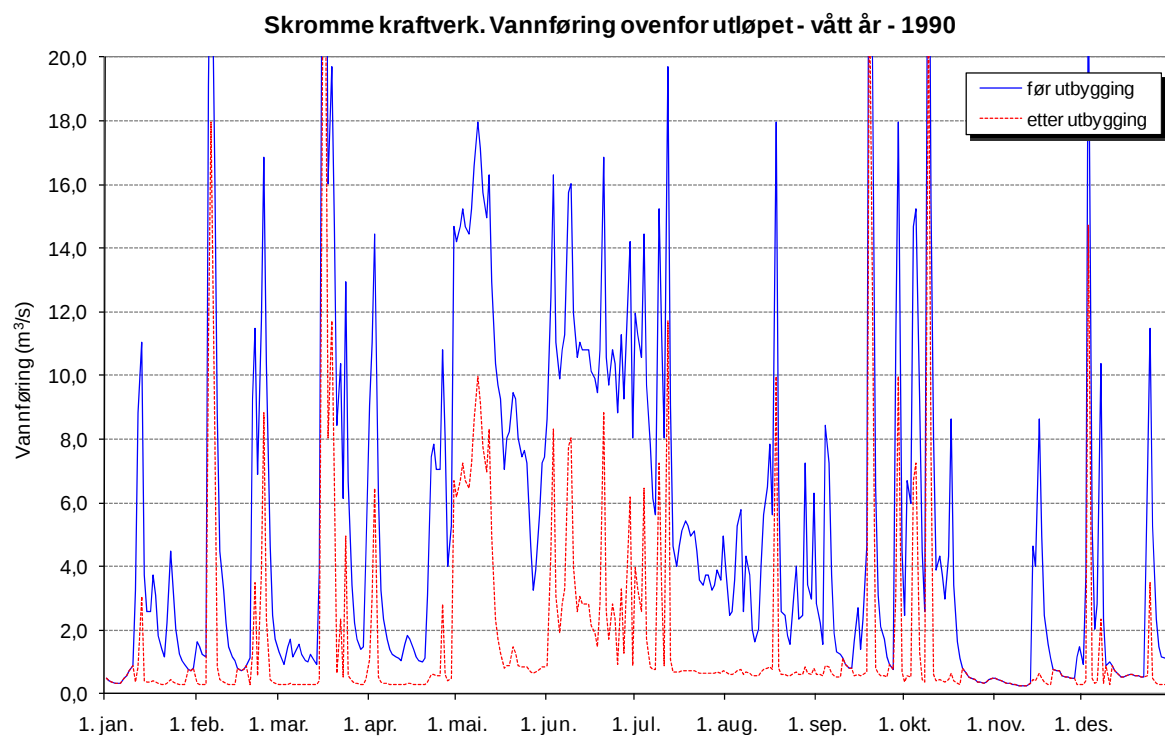
Vannføringsforhold før og etter utbygging

Nedenfor inntaket

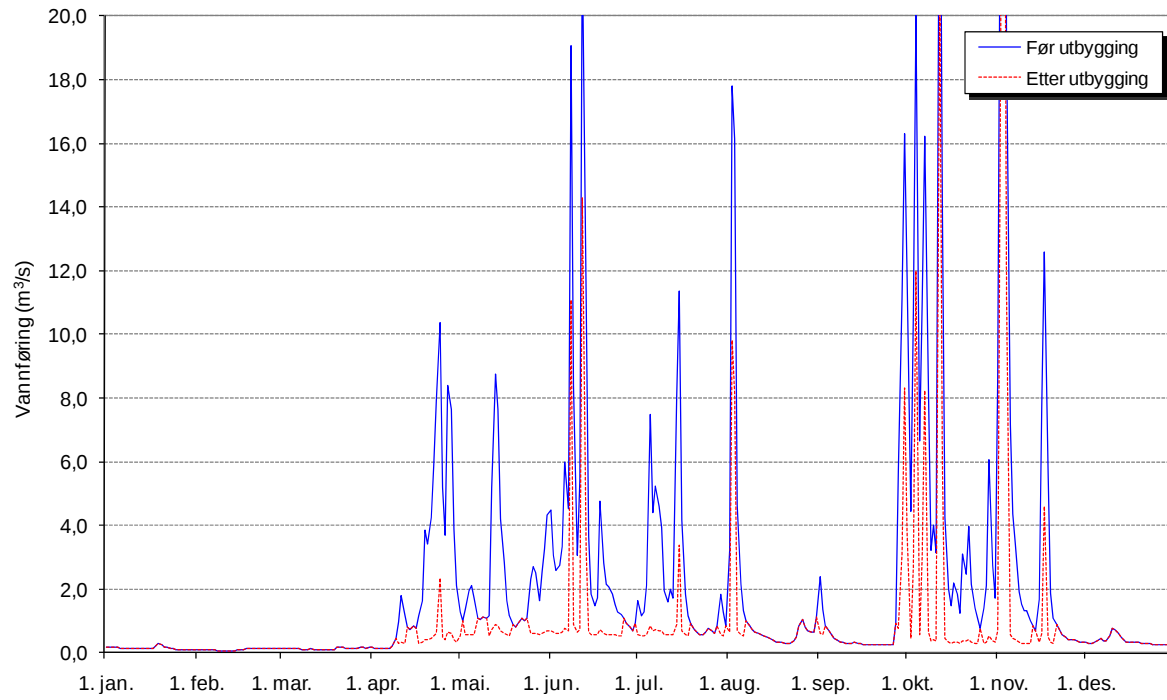




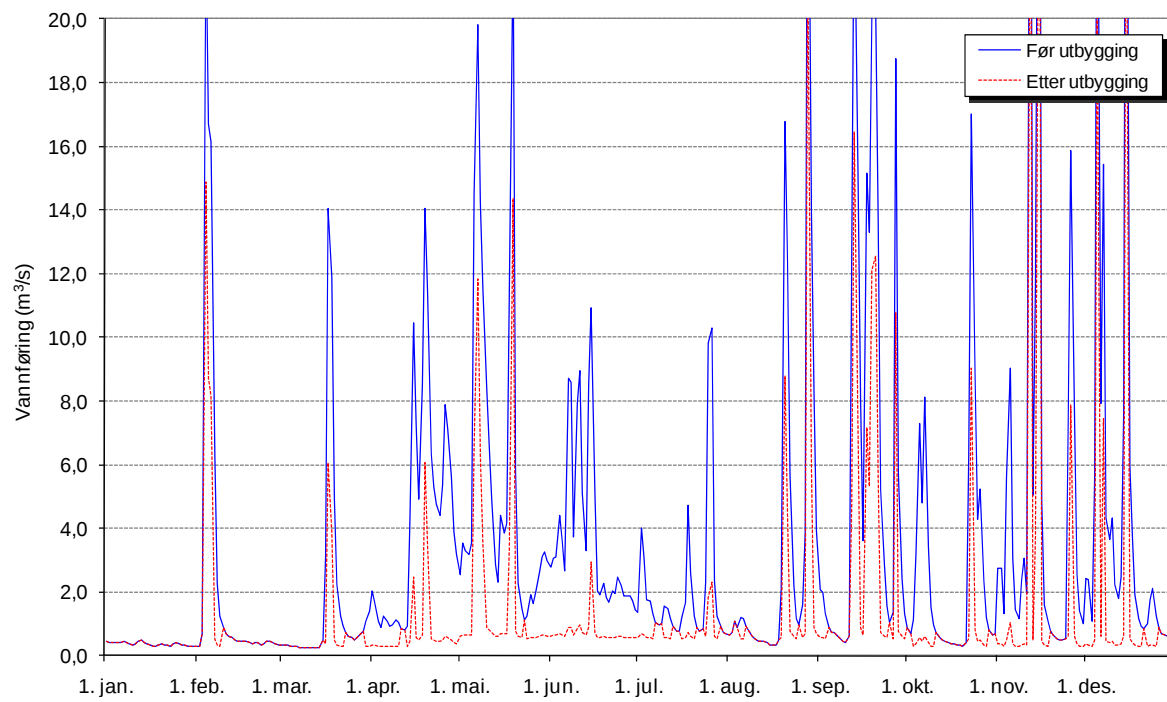
Før samløp med Bordalselva



Skromme kraftverk. Vannføring ovenfor utløpet - tørt år - 1996



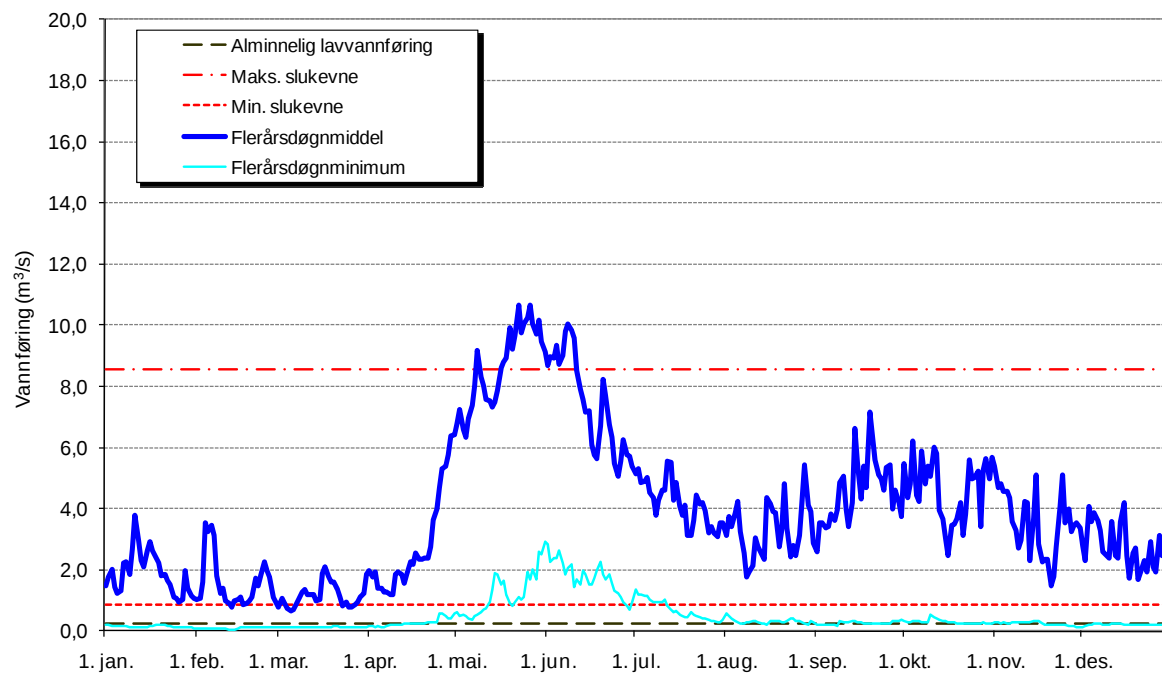
Skromme kraftverk. Vannføring ovenfor utløpet - middels år - 2004



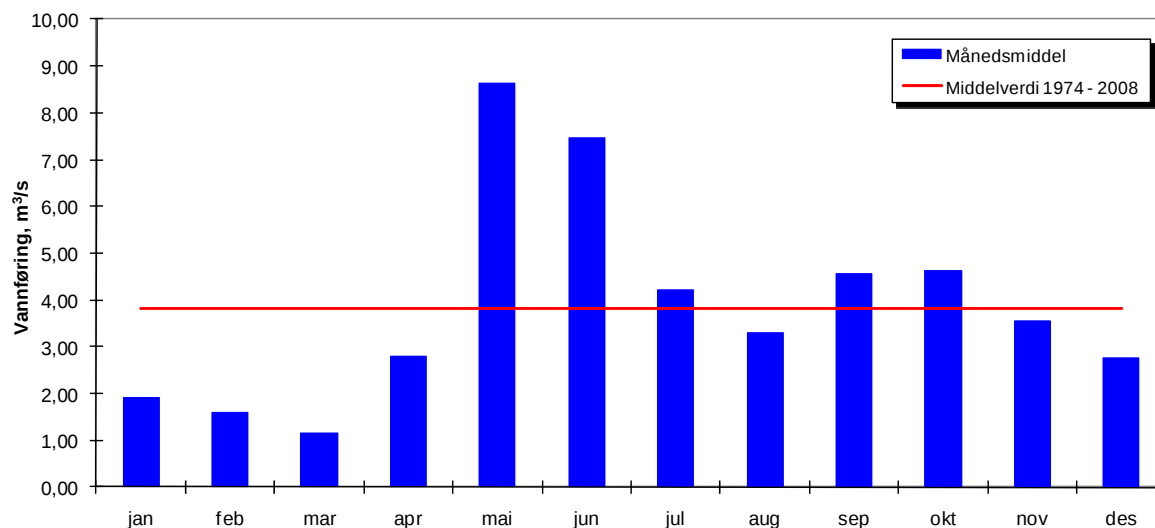
Vedlegg 2.3 Hydrologiske kurver for Rullestad 2 kraftverk

Flerårsstatistikk

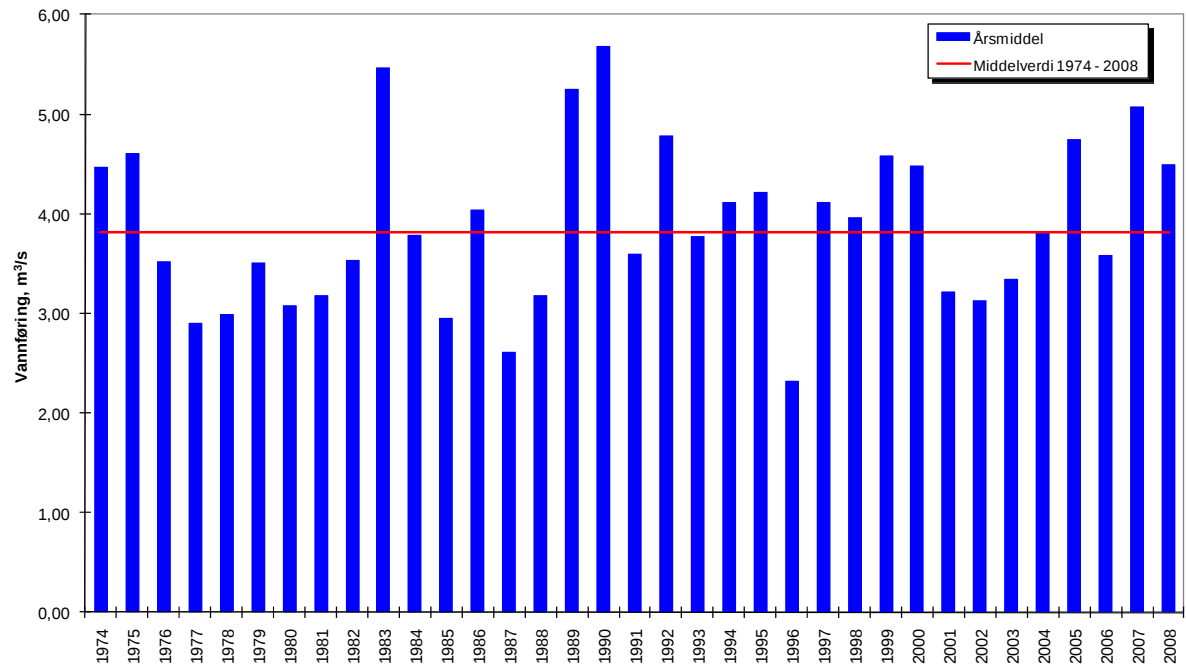
Rullestad 2 kraftverk. Vannføring nedenfor inntak, flerårsstatistikk før utbygging, 1974 - 2008



Rullestad 2 kraftverk. Vannføring nedenfor inntak til kraftverket, flerårsstatistikk før utbygging, 1974 - 2008



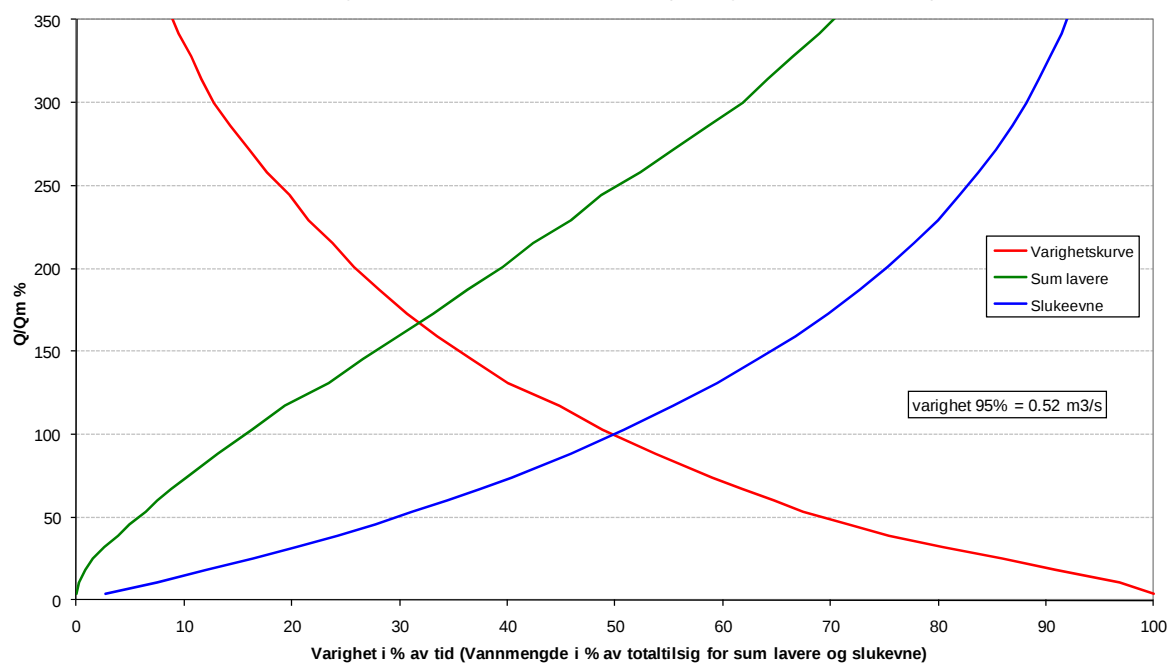
Rullestad 2 kraftverk, Årsmiddelvannføring nedenfor inntak til kraftverket, flerårsstatistikk før utbygging, 1974 - 2008



Varighetskurver

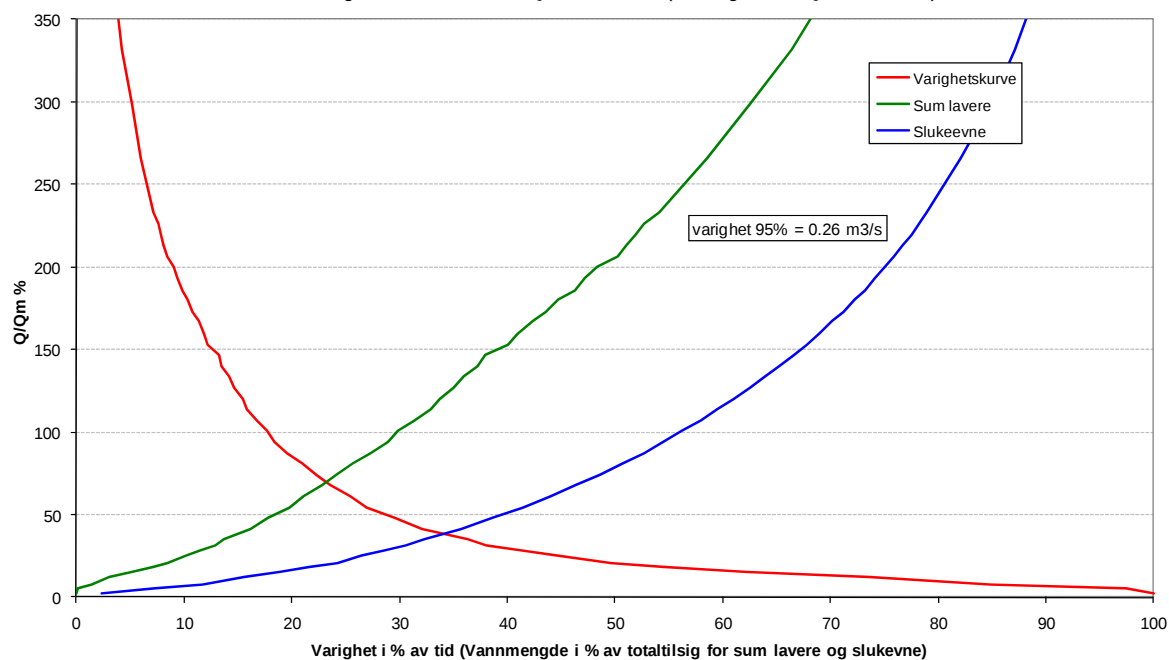
Varighetskurver sommer (1/5 - 30/9), Rullestad 2, Dalelva ved inntak, 1974 - 2008

Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 3.81 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddel $Q = 5.52 \text{ m}^3/\text{s}$)

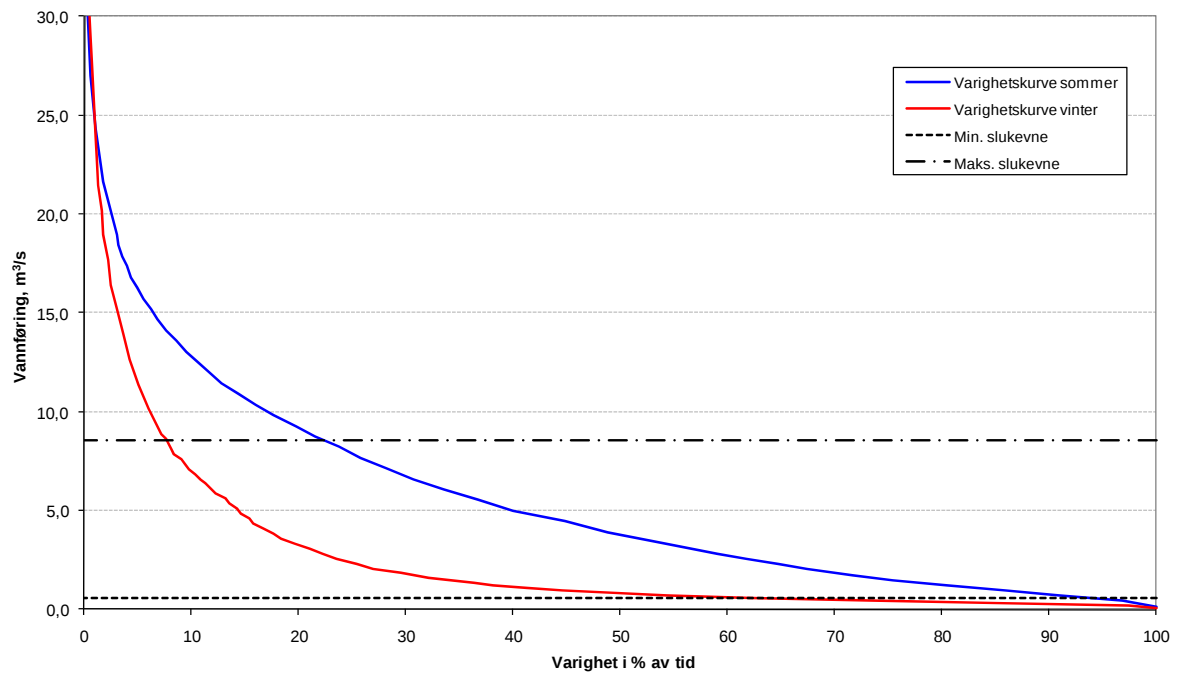


Varighetskurver vinter (1/10 - 30/4), Rullestad 2, Dalelva ved inntak, 1974 - 2008

Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 3.81 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddel $Q = 2.58 \text{ m}^3/\text{s}$)

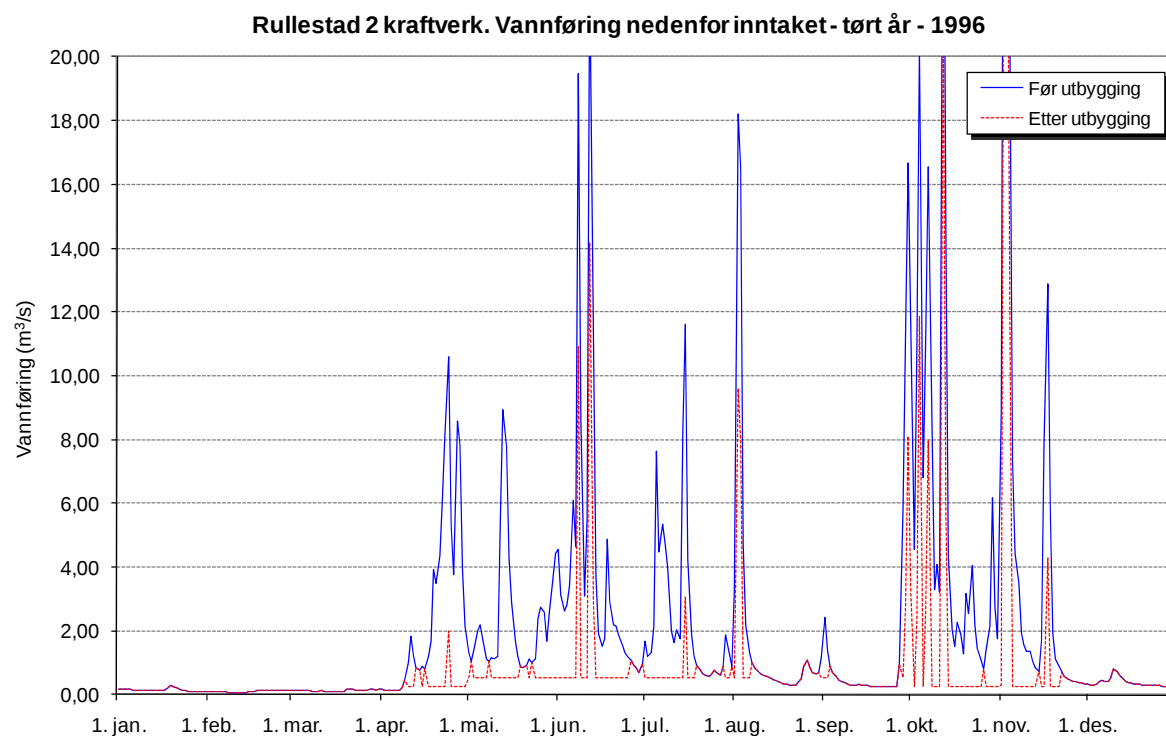
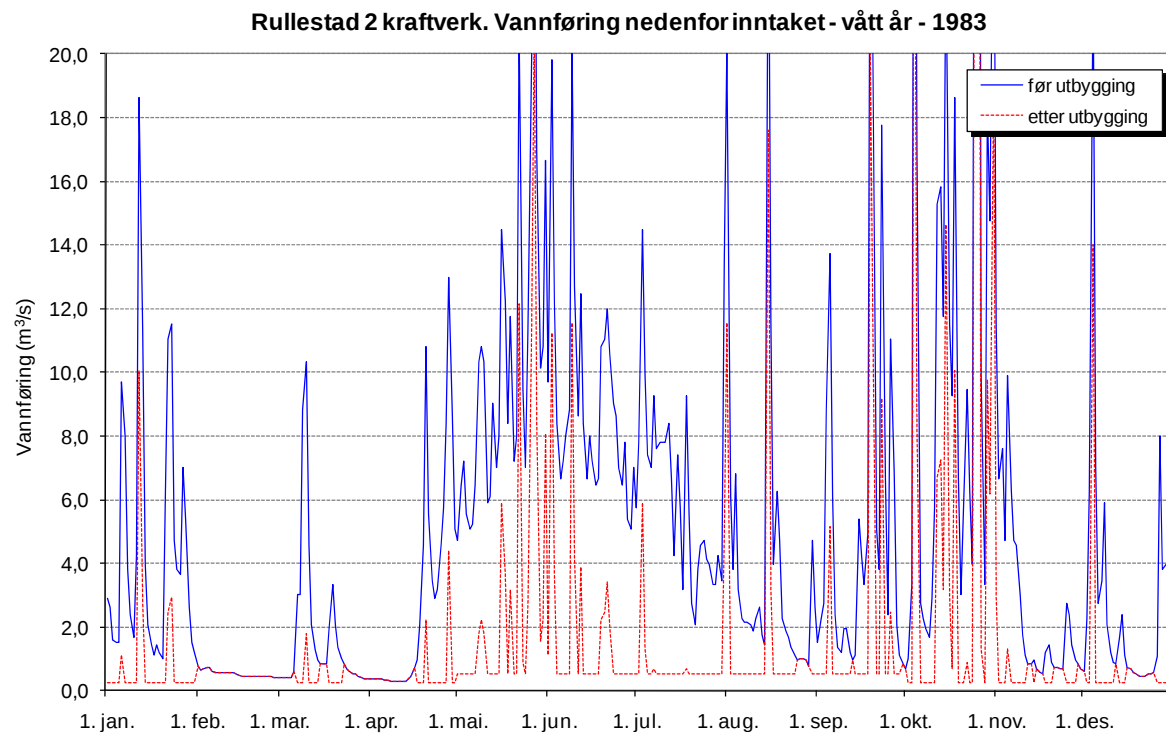


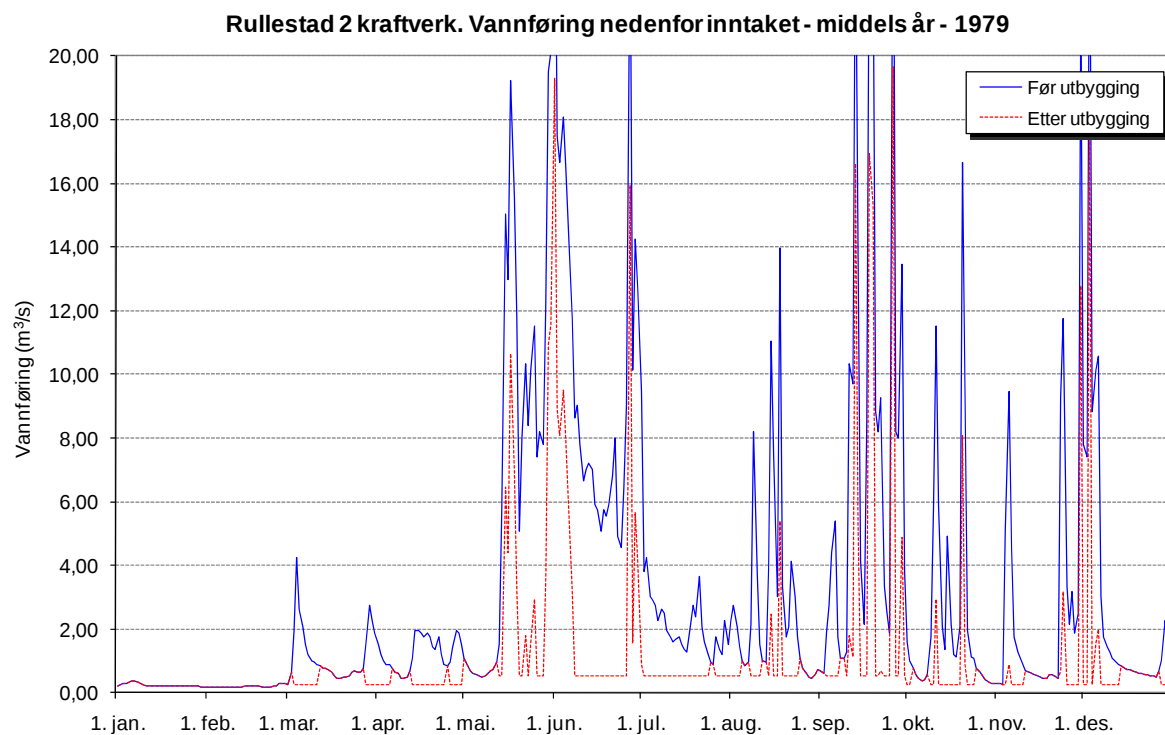
Varighetskurver, Rullestad 2, Dalelva ved inntak, 1974 - 2008



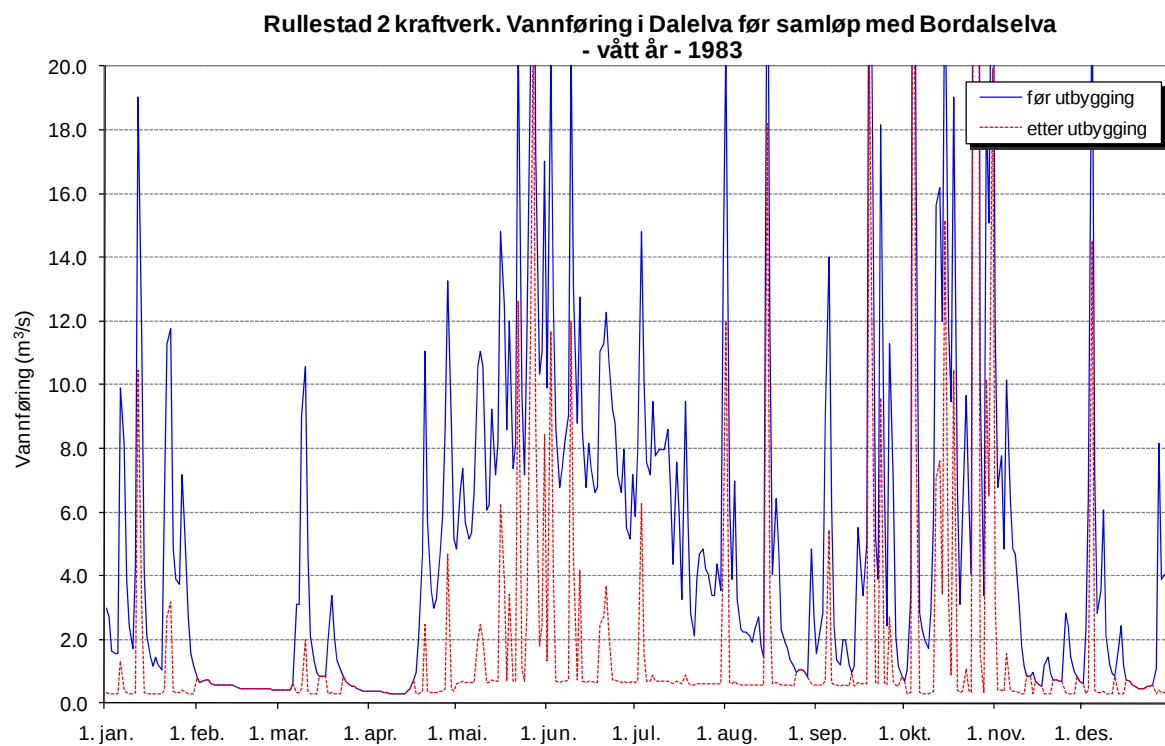
Vannføringsforhold før og etter utbygging

Nedenfor inntaket

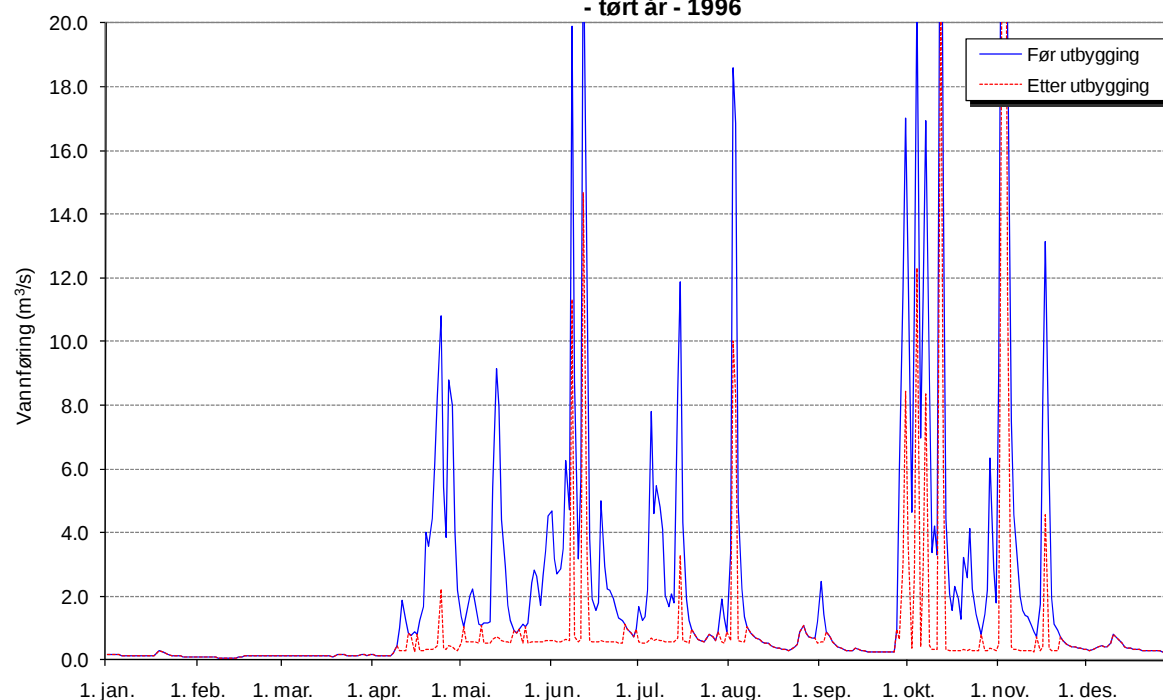




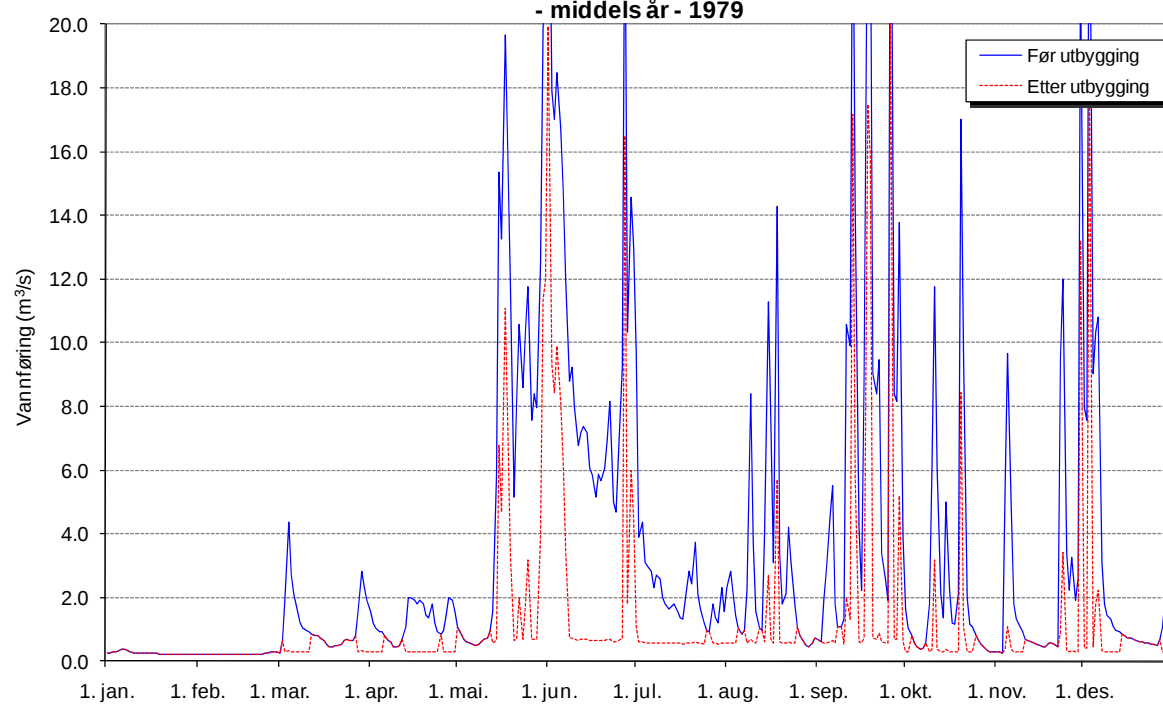
Før samløp med Bordalselva



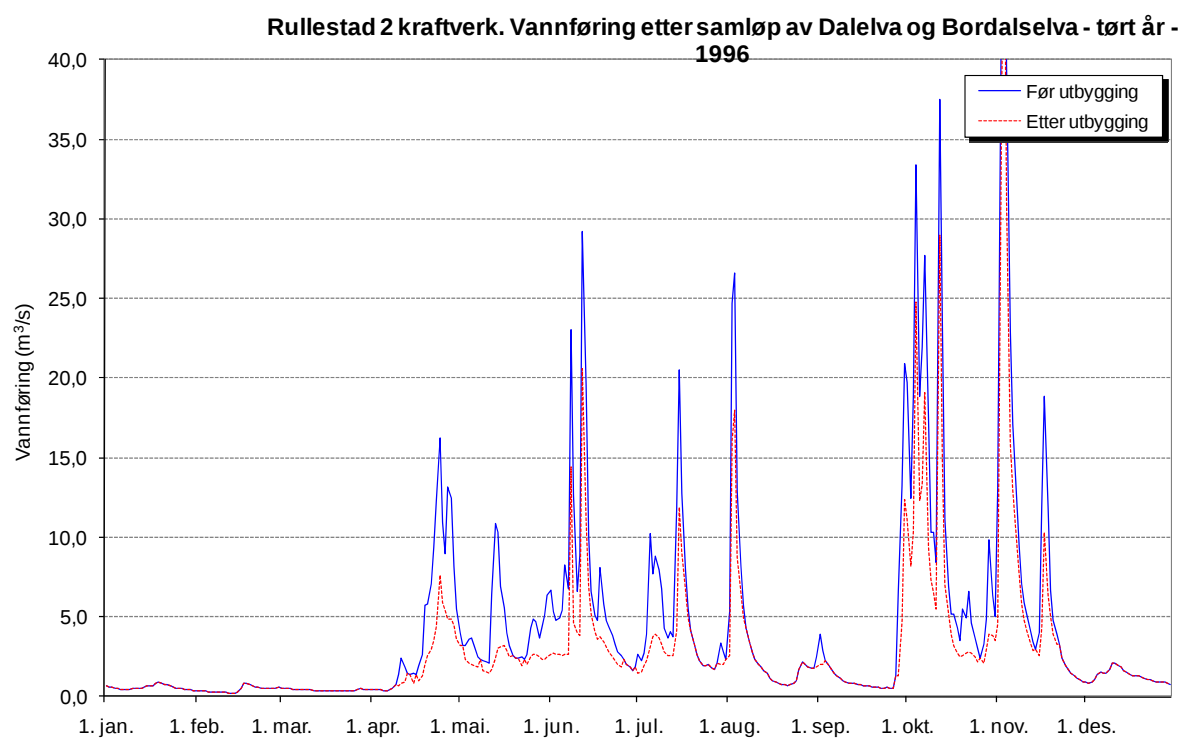
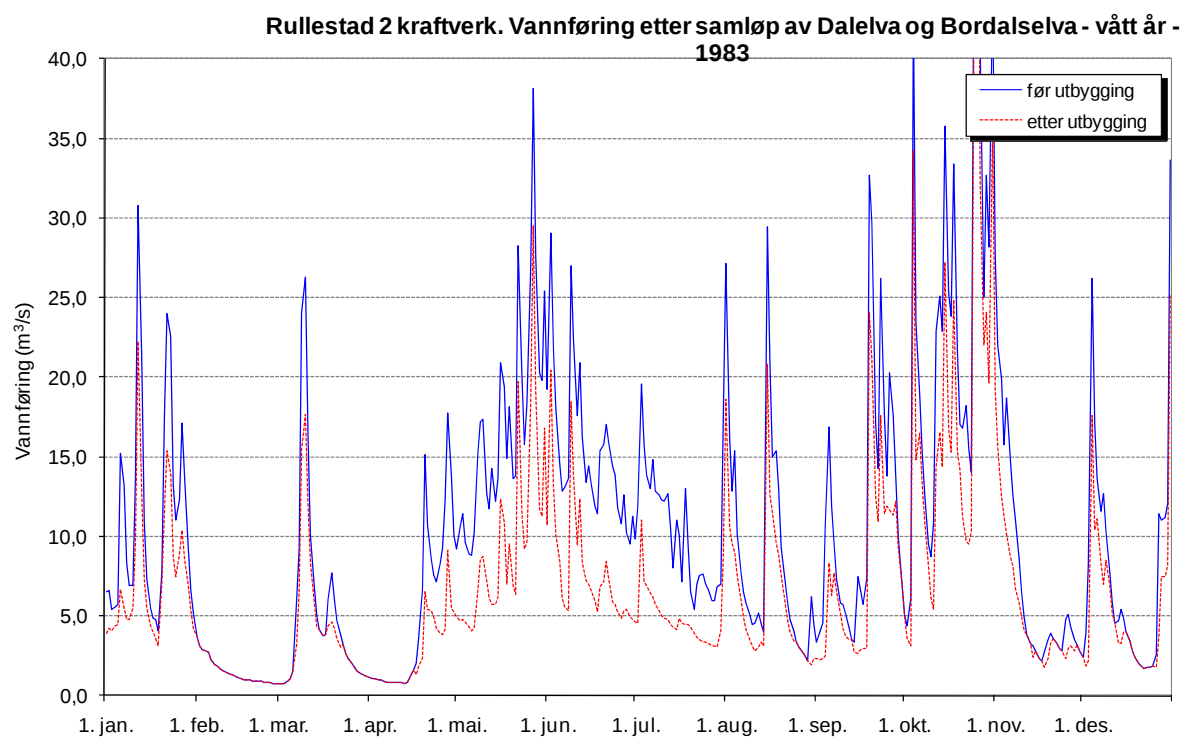
**Rullestad 2 kraftverk. Vannføring i Dalelva før samløp med Bordalselva
- tørt år - 1996**



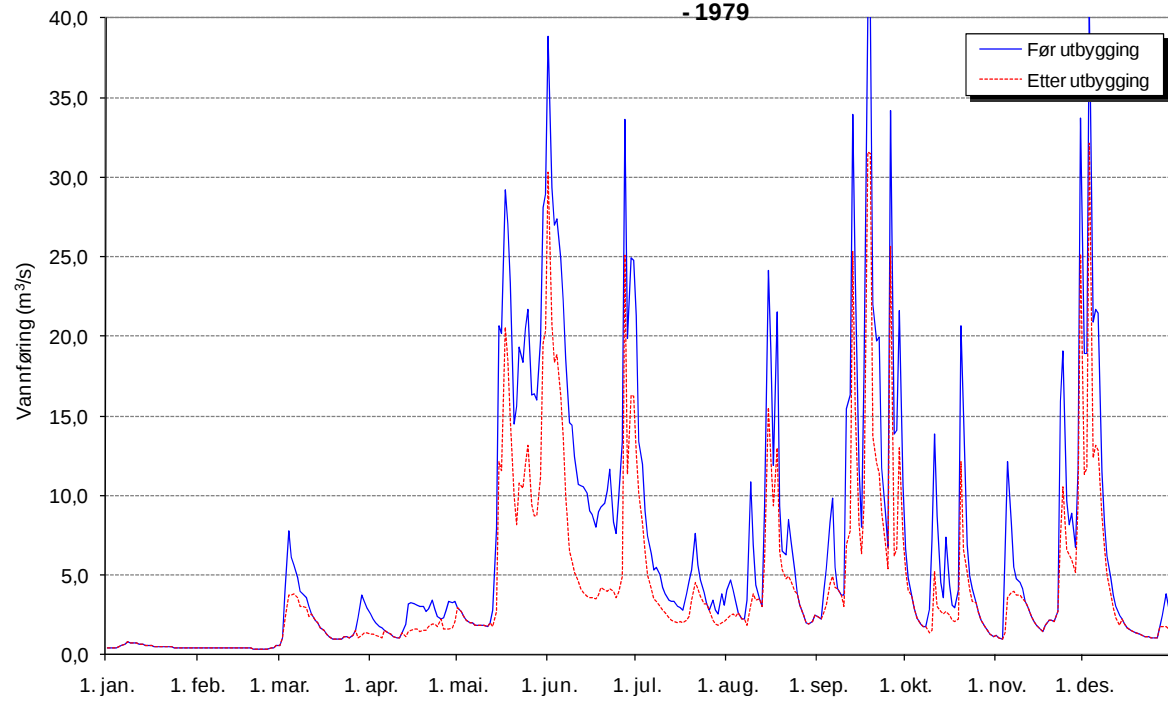
**Rullestad 2 kraftverk. Vannføring i Dalelva før samløp med Bordalselva
- middels år - 1979**



Etter samløp med Bordalselva uten Bordalen kraftverk (inngang Rullestadgjuvet)



Rullestad 2 kraftverk. Vannføring etter samløp av Dalelva og Bordalselva - middels år
- 1979

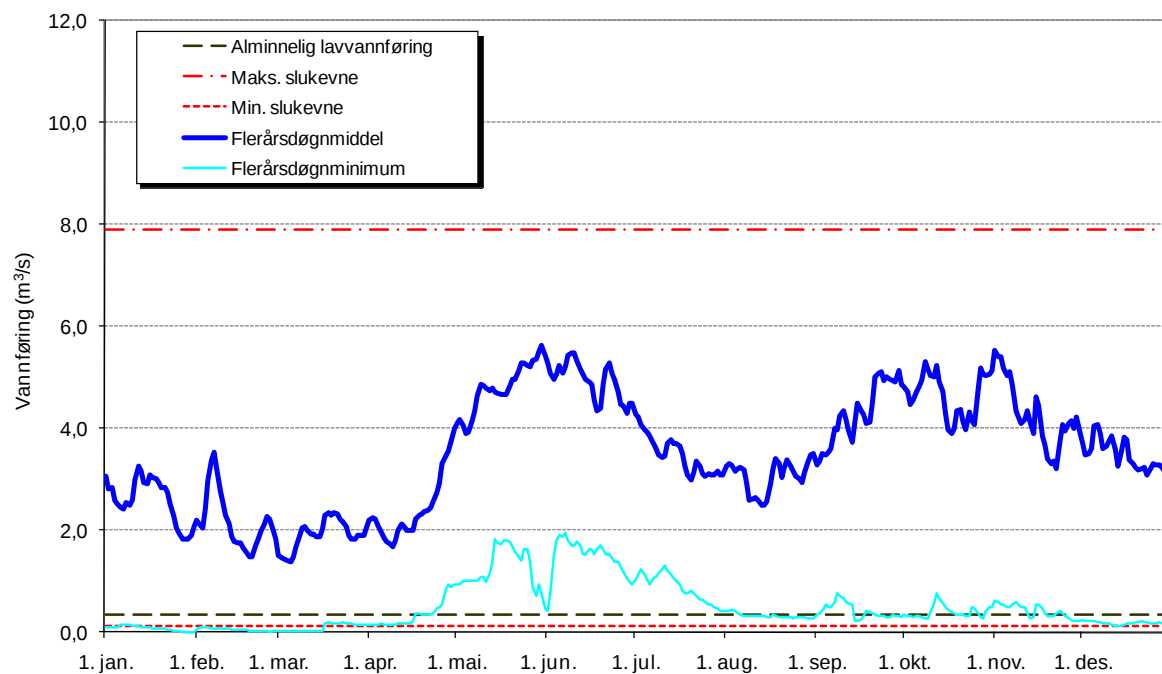


Vedlegg 2.4 Hydrologiske kurver for Bordalen 1 kraftverk

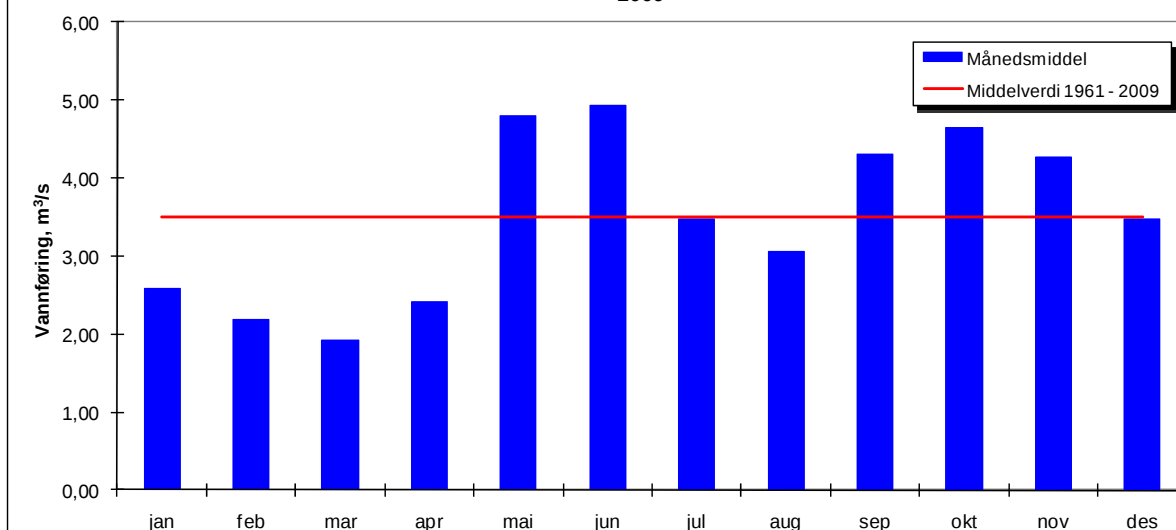
Kurver for Bordalen 1 (alle inntak)

Flerårsstatistikk

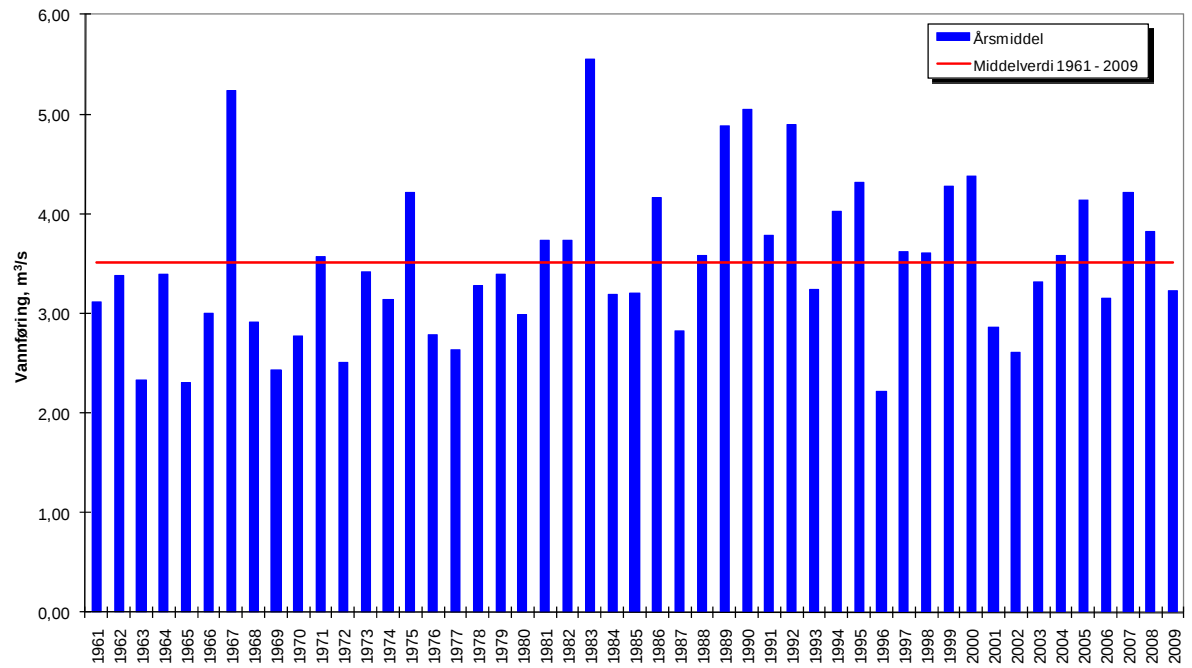
Bordalen 1 kraftverk. Vannføring nedenfor inntak, flerårsstatistikk før utbygging, 1961 - 2009



Bordalen 1 kraftverk. Vannføring nedenfor inntak til kraftverket, flerårsstatistikk før utbygging, 1961 - 2009



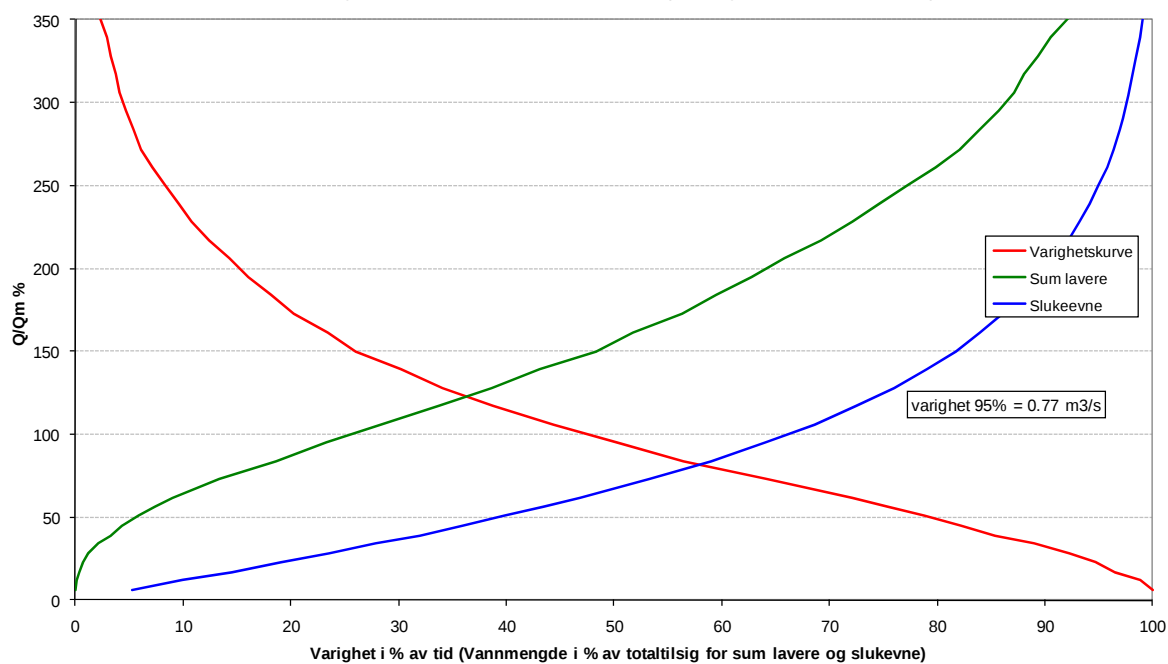
Bordalen 1 kraftverk, Årsmiddelvannføring nedenfor inntak til kraftverket, flerårsstatistikk før utbygging, 1961 - 2009



Varighetskurver

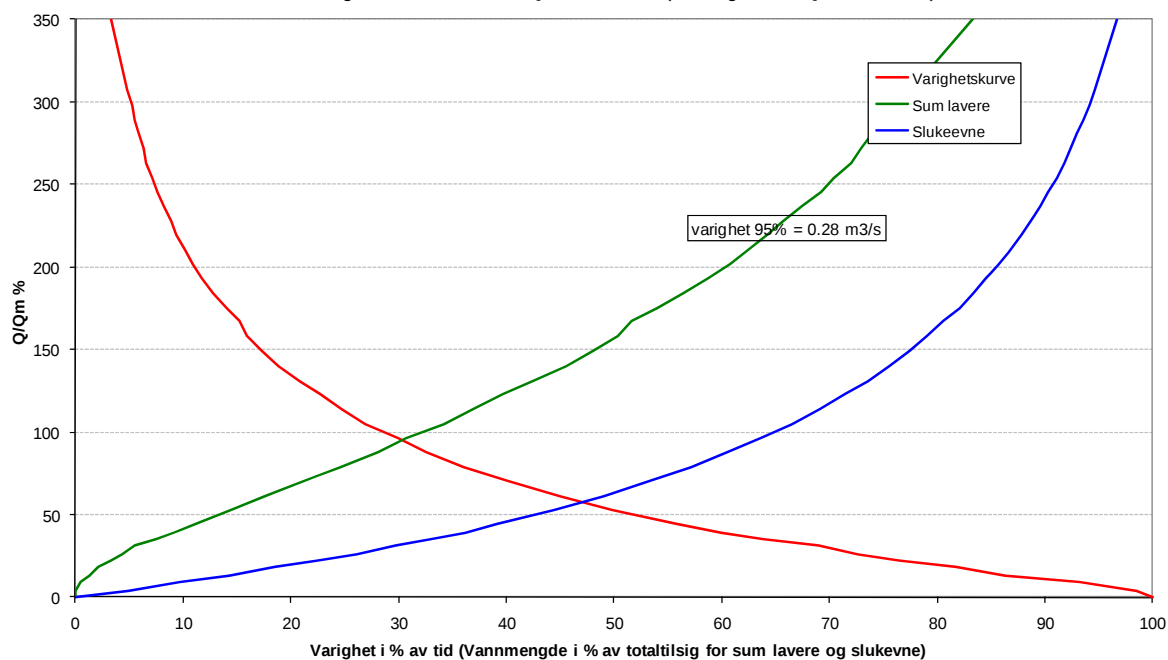
Varighetskurver sommer (1/5 - 30/9), Bordalen 1 ved inntak, 1961 - 2009

Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 3.51 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddel $Q = 4.11 \text{ m}^3/\text{s}$)



Varighetskurver vinter (1/10 - 30/4), Bordalen 1 ved inntak, 1961 - 2009

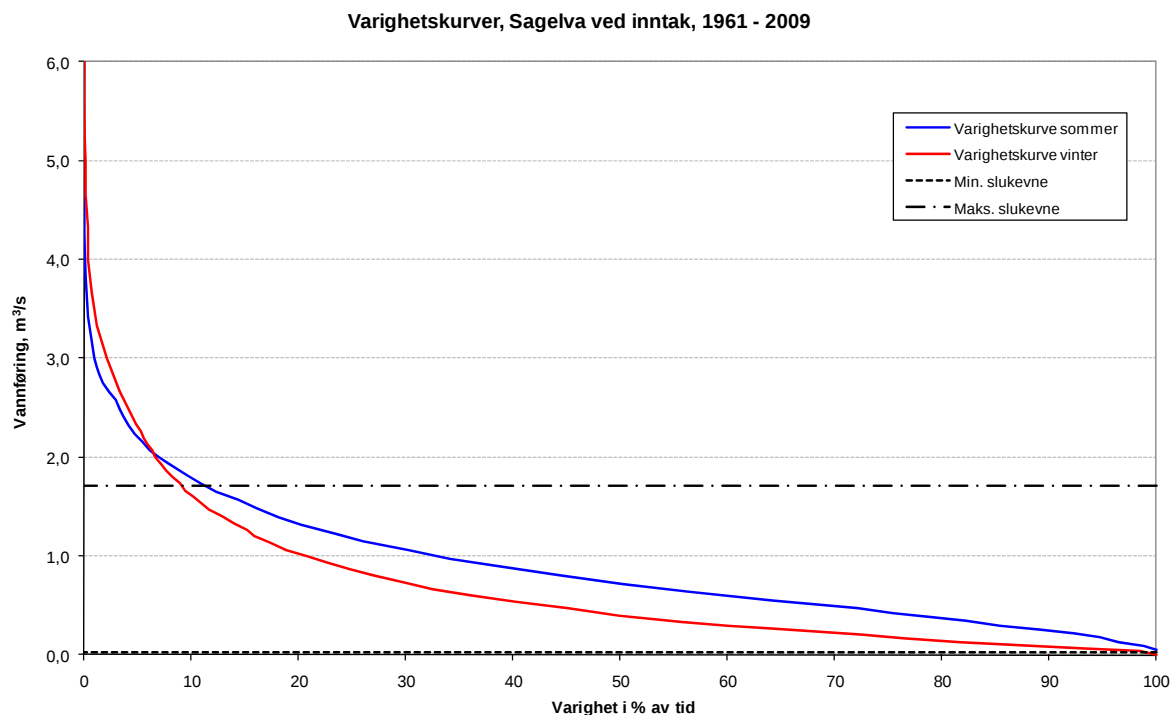
Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 3.51 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddel $Q = 3.08 \text{ m}^3/\text{s}$)



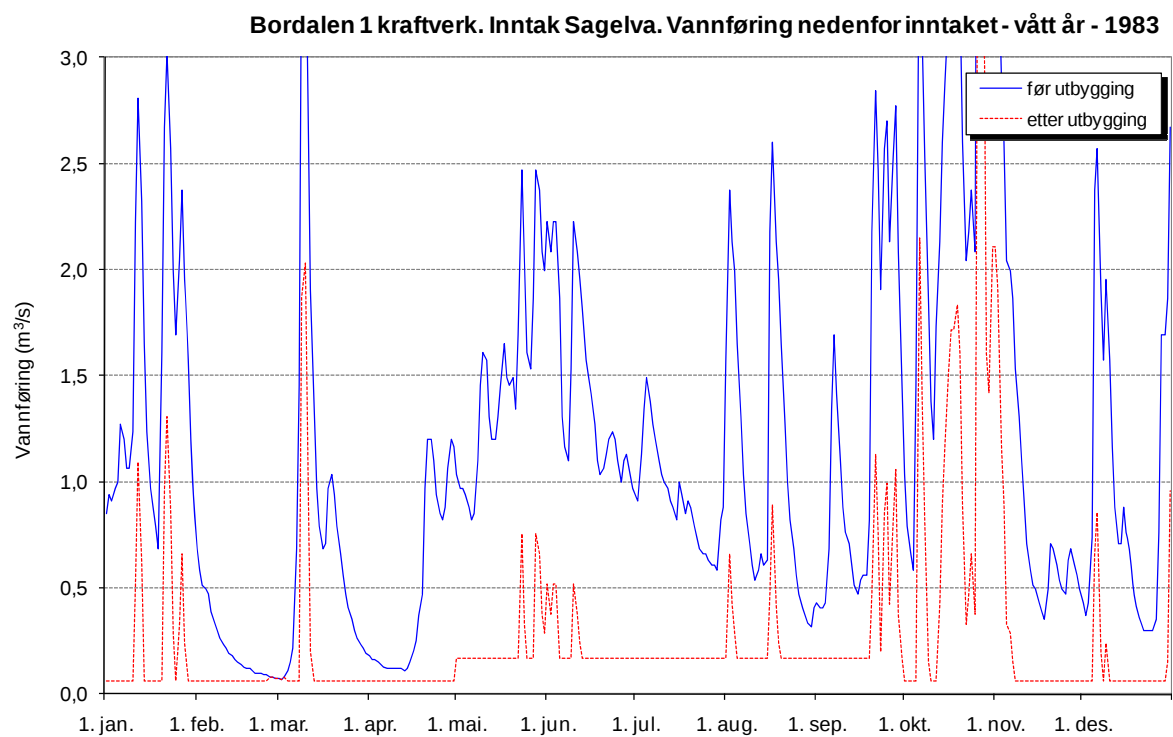
For hvert inntak

Sagelva (ved inntak og utløp i Rullestadvatn)

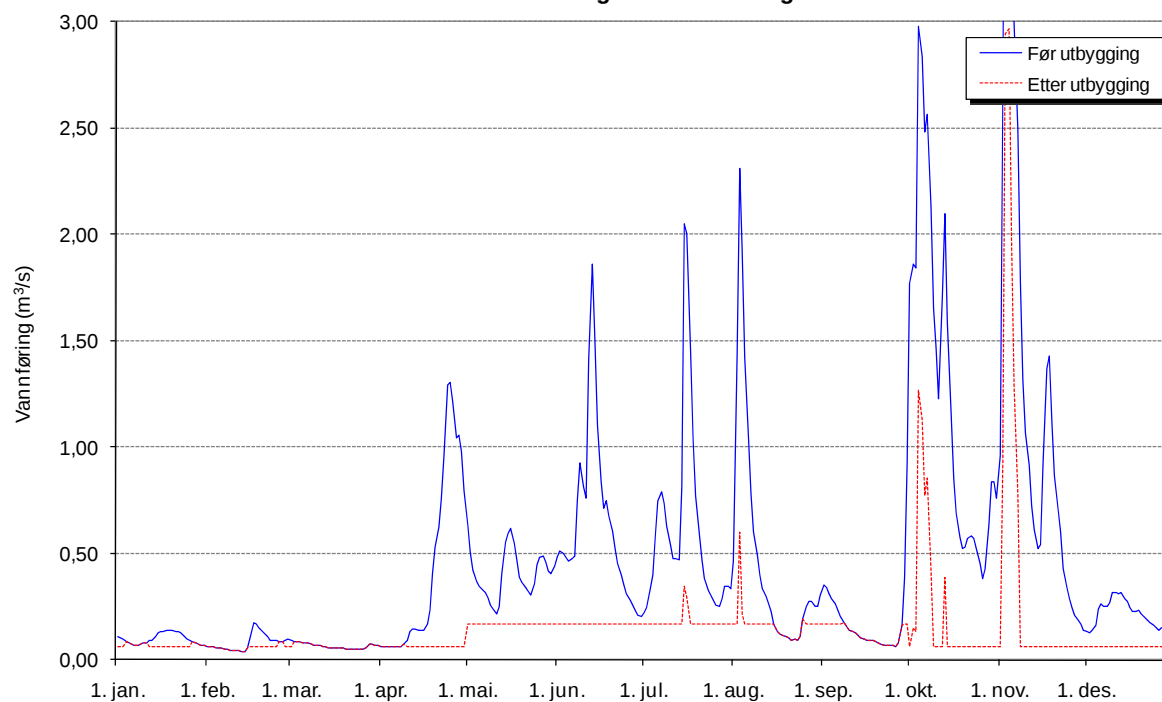
Varighetskurve



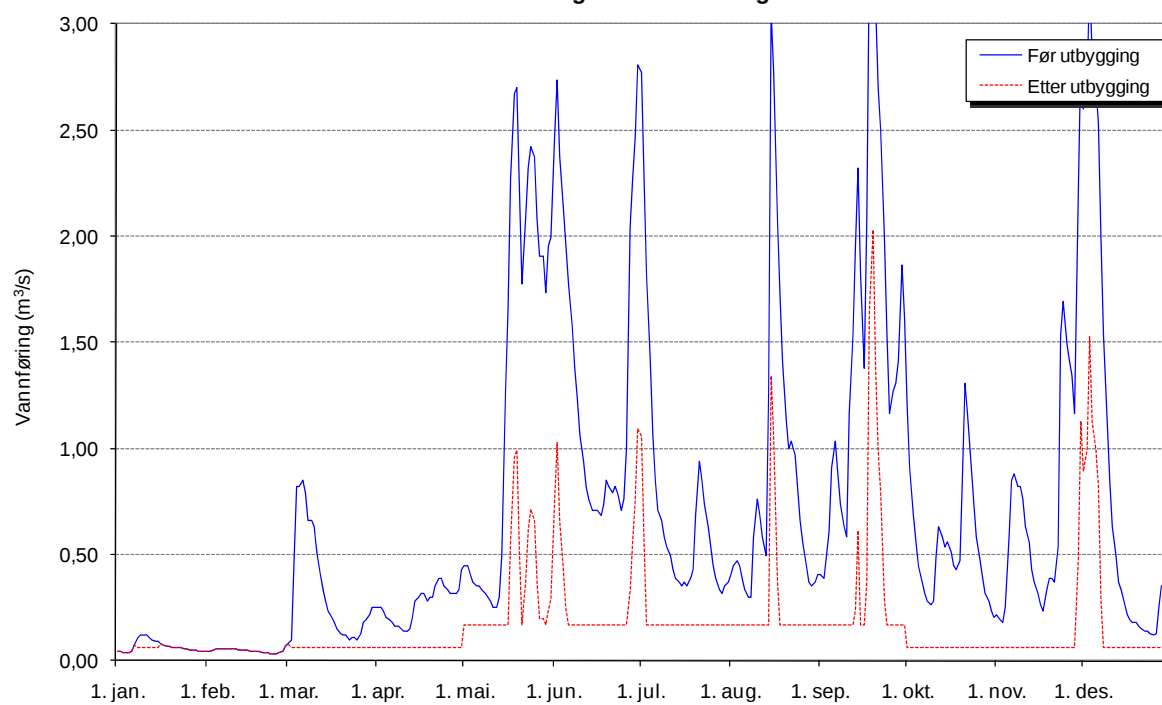
Vannføringsforhold før og etter utbygging



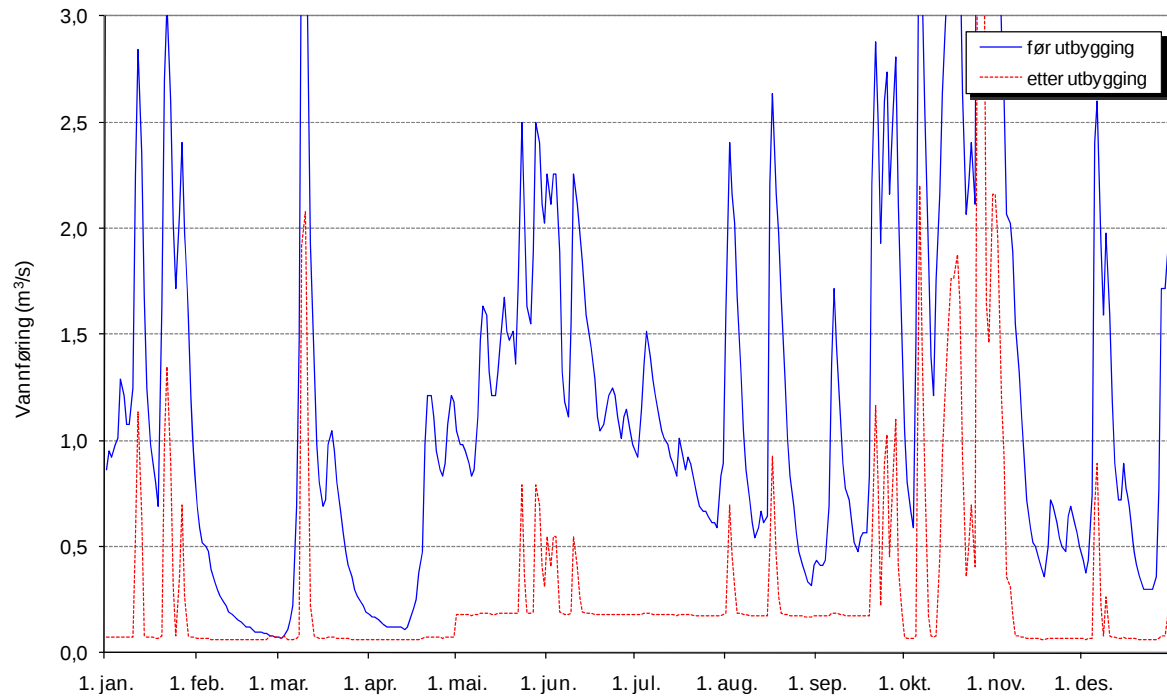
Bordalen 1 kraftverk. Inntak Sagelva. Vannføring nedenfor inntaket - tørt år - 1996



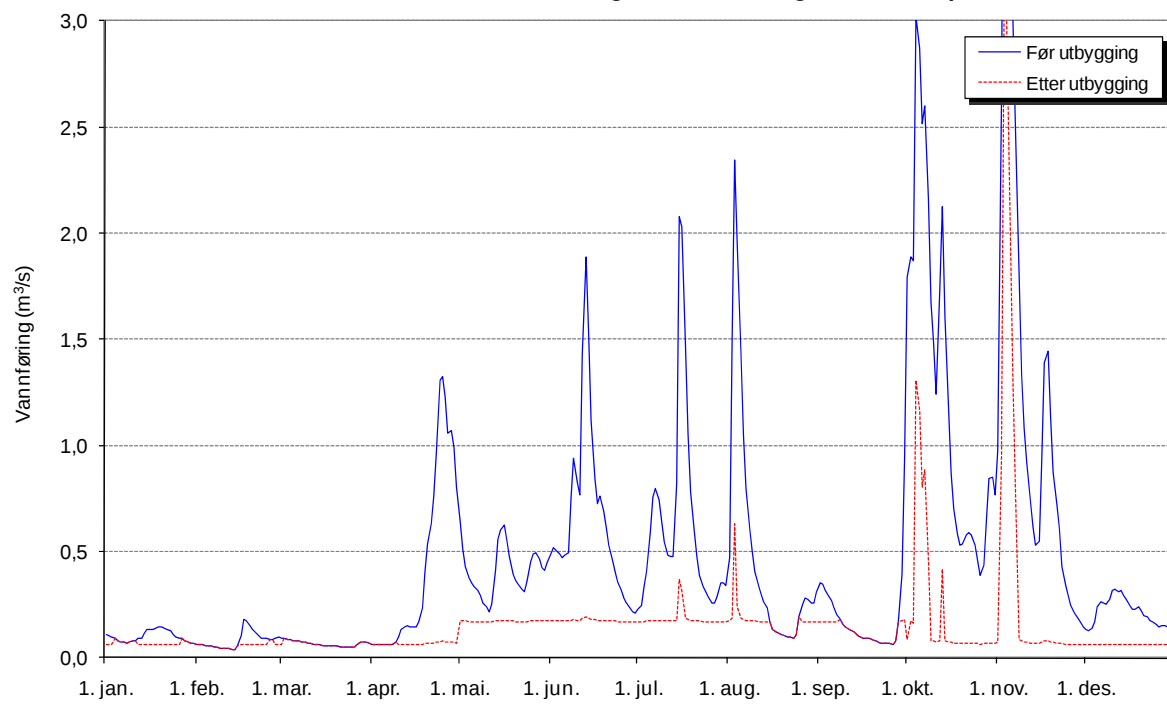
Bordalen 1 kraftverk. Inntak Sagelva. Vannføring nedenfor inntaket - middels år - 1979



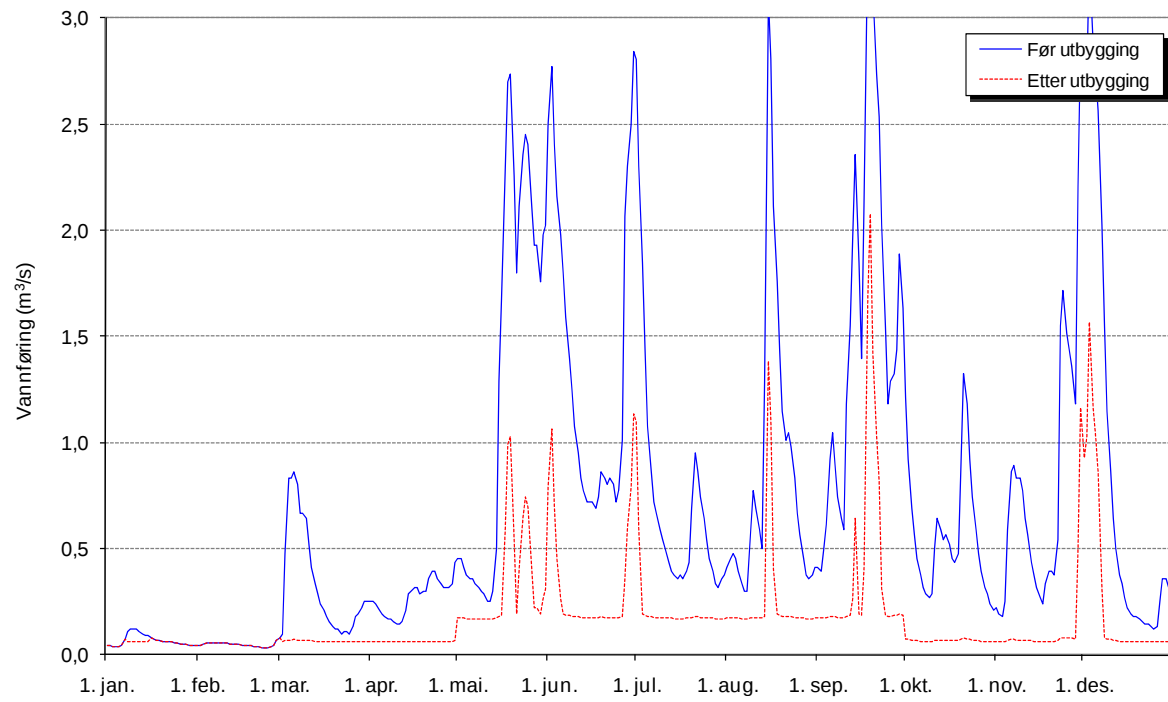
Bordalen 1 kraftverk. Inntak Sagelva. Vannføring ovenfor utløpet - vått år - 1983



Bordalen 1 kraftverk. Inntak Sagelva. Vannføring ovenfor utløpet - tørt år - 1996

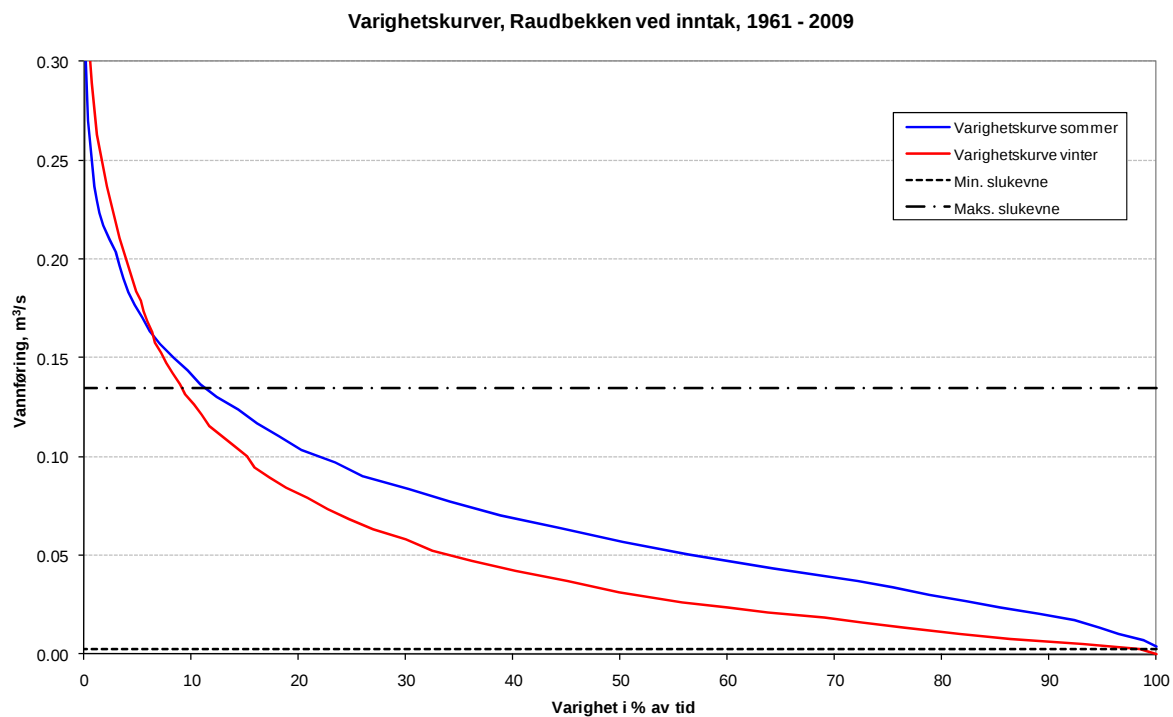


Bordalen 1 kraftverk. Inntak Sagelva. Vannføring ovenfor utløpet - middels år - 1979

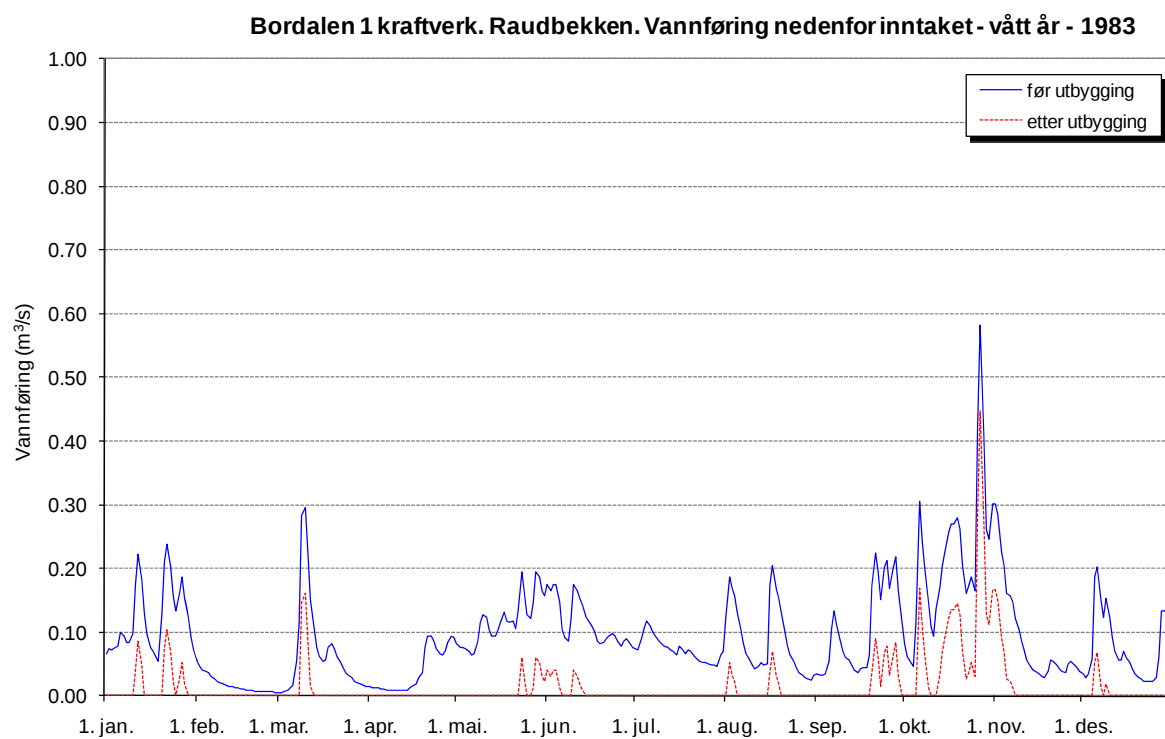


Raudbekken

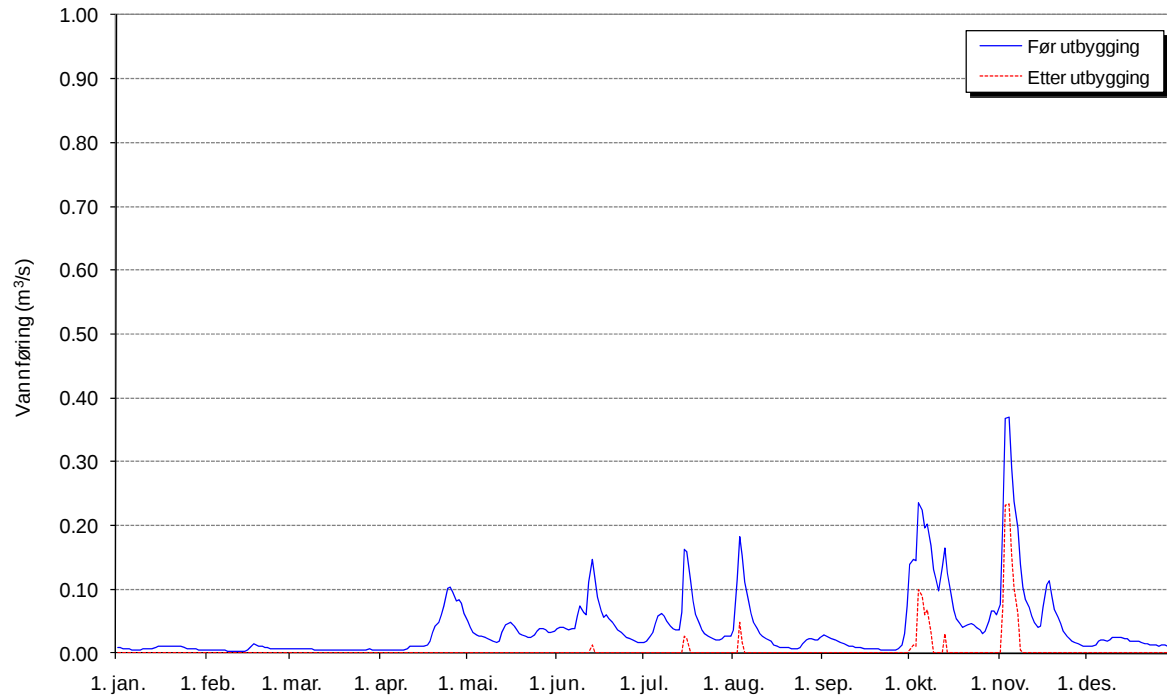
Varighetskurve



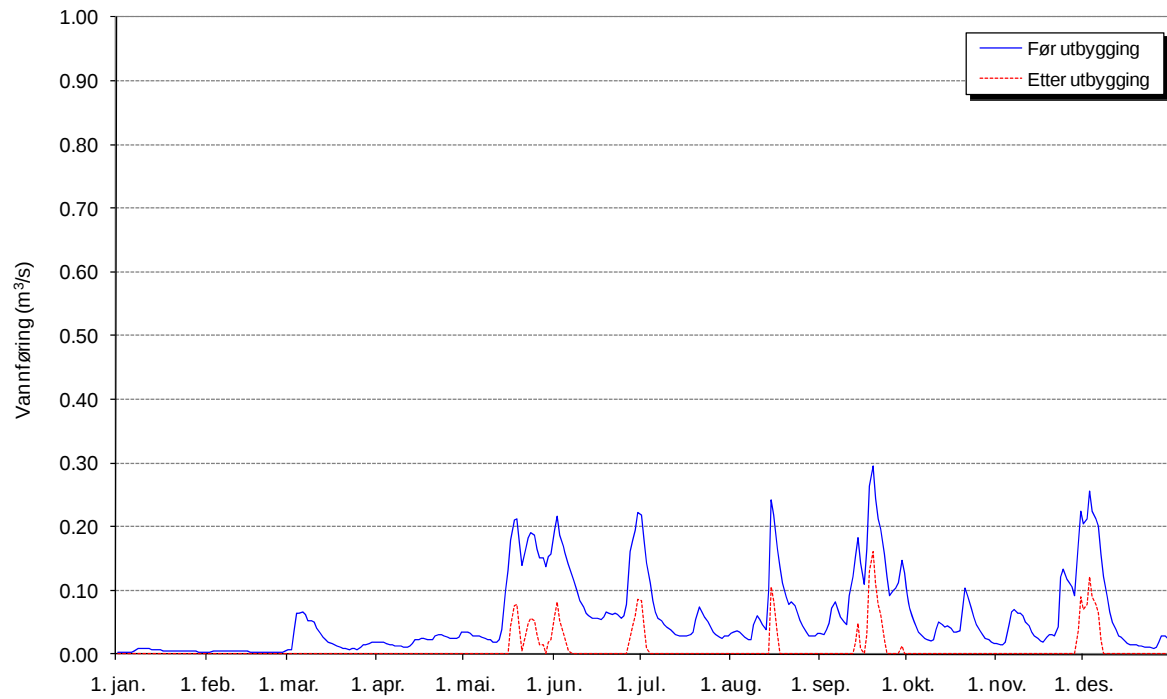
Vannføringsforhold før og etter utbygging (ved inntak og utløp i Rullestadvatn)



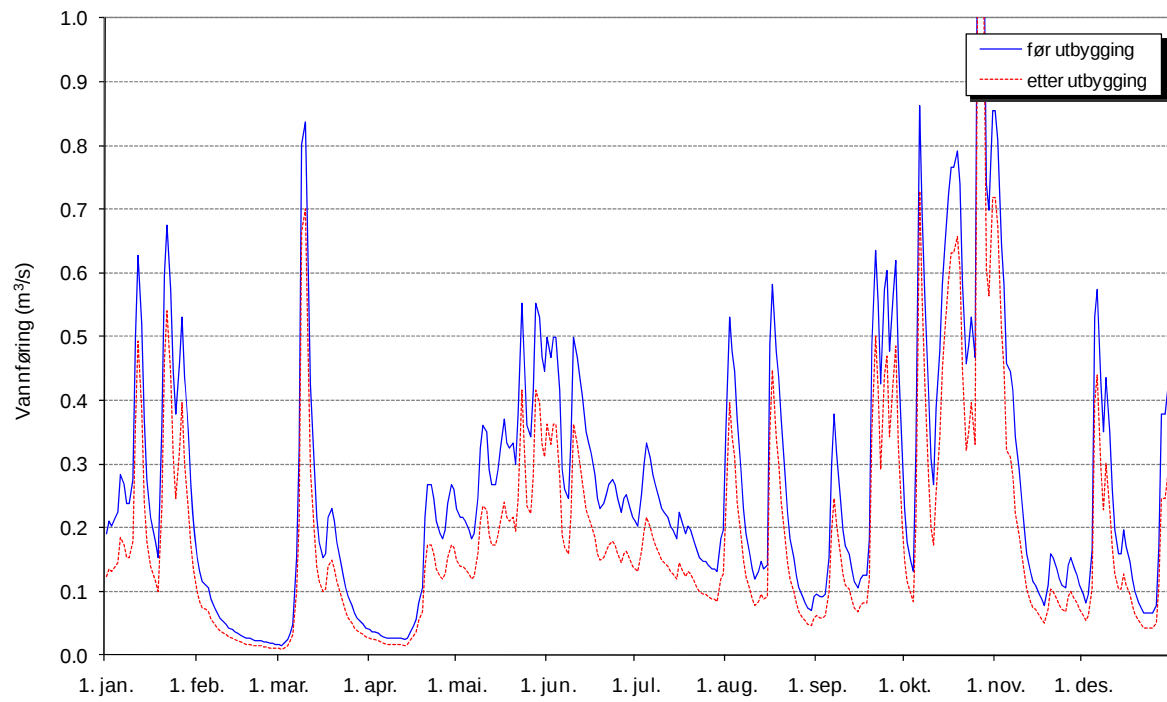
Bordalen 1 kraftverk. Raudbekken. Vannføring nedenfor inntaket - tørt år - 1996



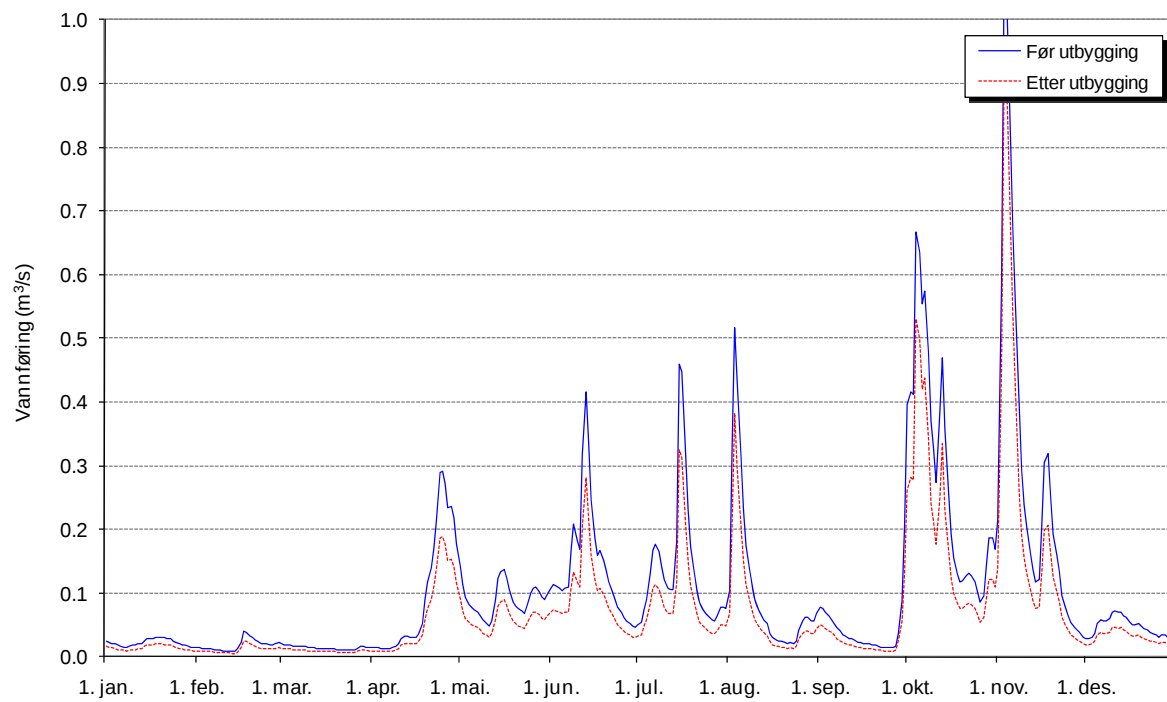
Bordalen 1 kraftverk. Raudbekken. Vannføring nedenfor inntaket - middels år - 1979



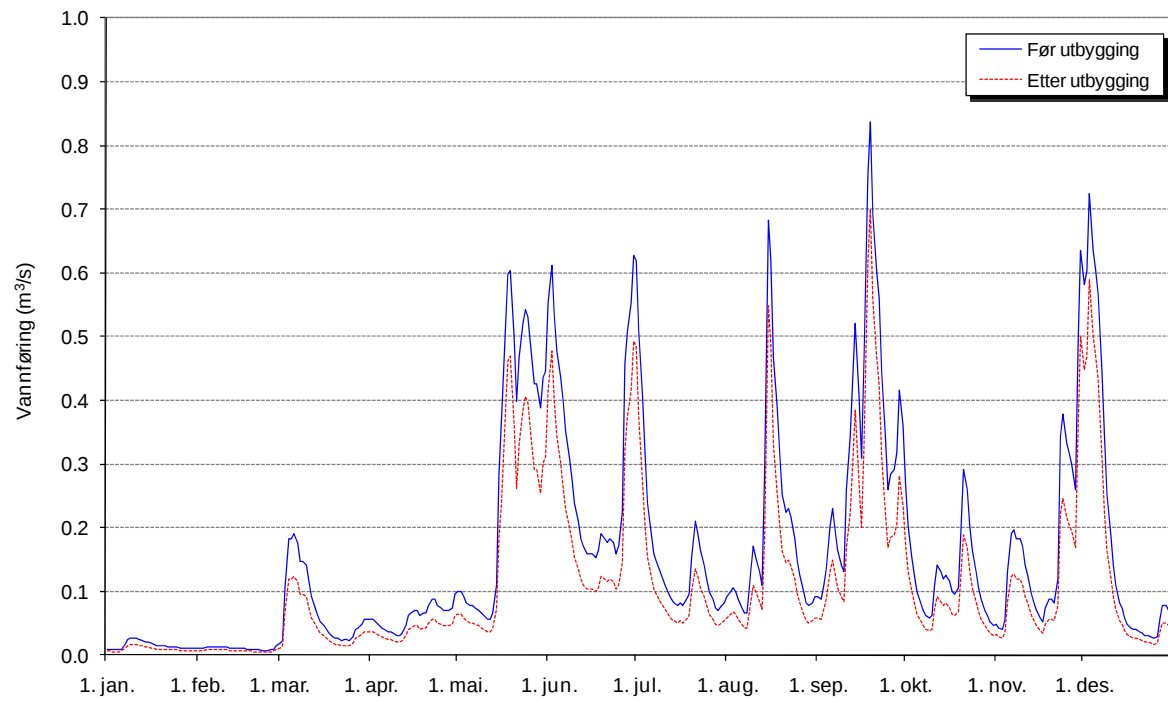
Bordalen 1 kraftverk. Raudbekken. Vannføring ovenfor utløpet - vått år - 1983



Bordalen 1 kraftverk. Raudbekken. Vannføring ovenfor utløpet - tørt år - 1996

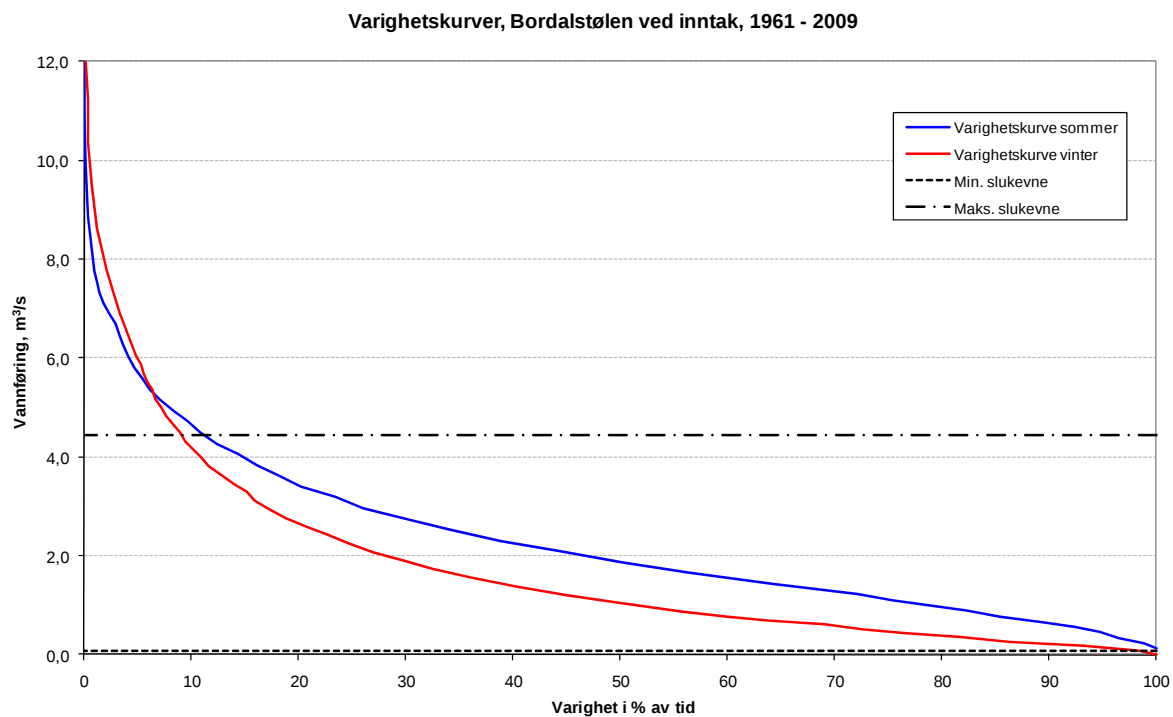


Bordalen 1 kraftverk. Raudbekken. Vannføring ovenfor utløpet - middels år - 1979

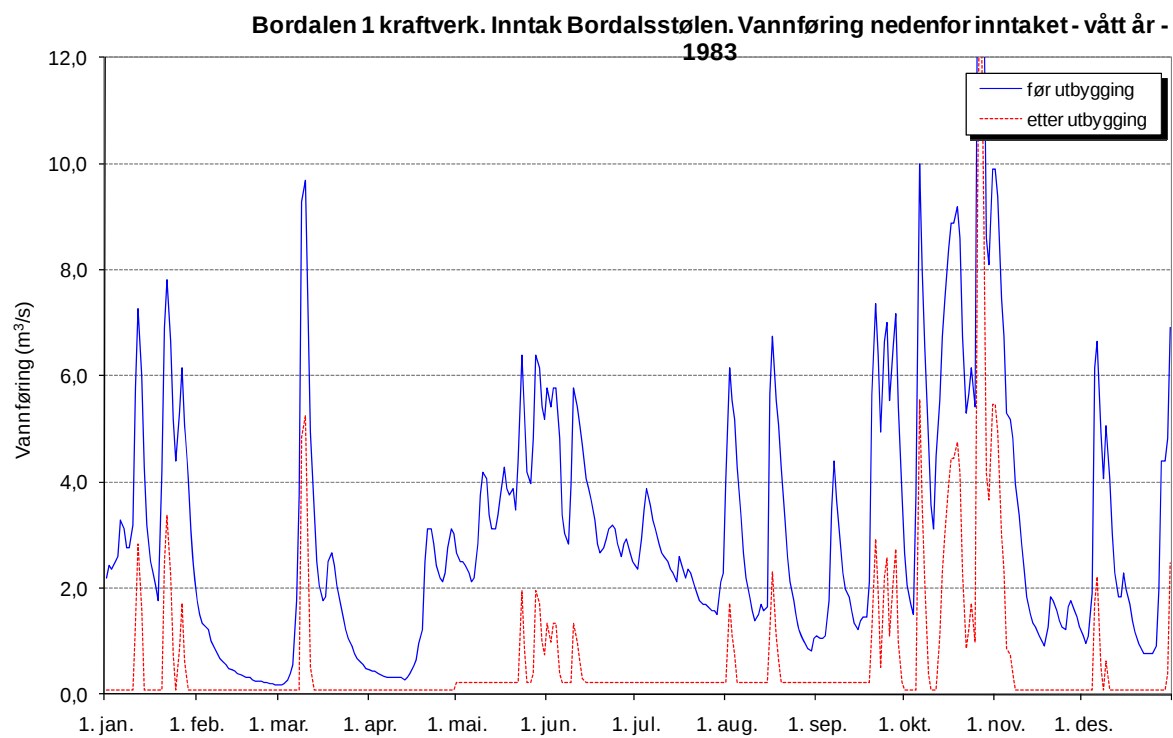


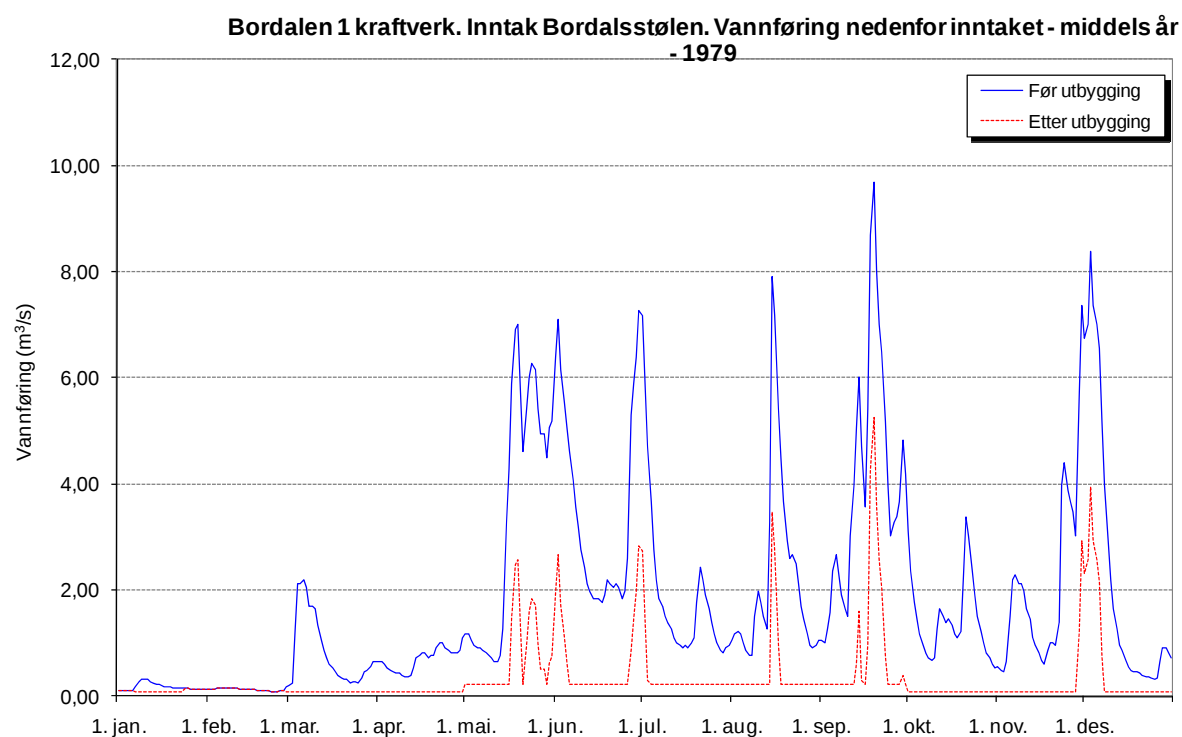
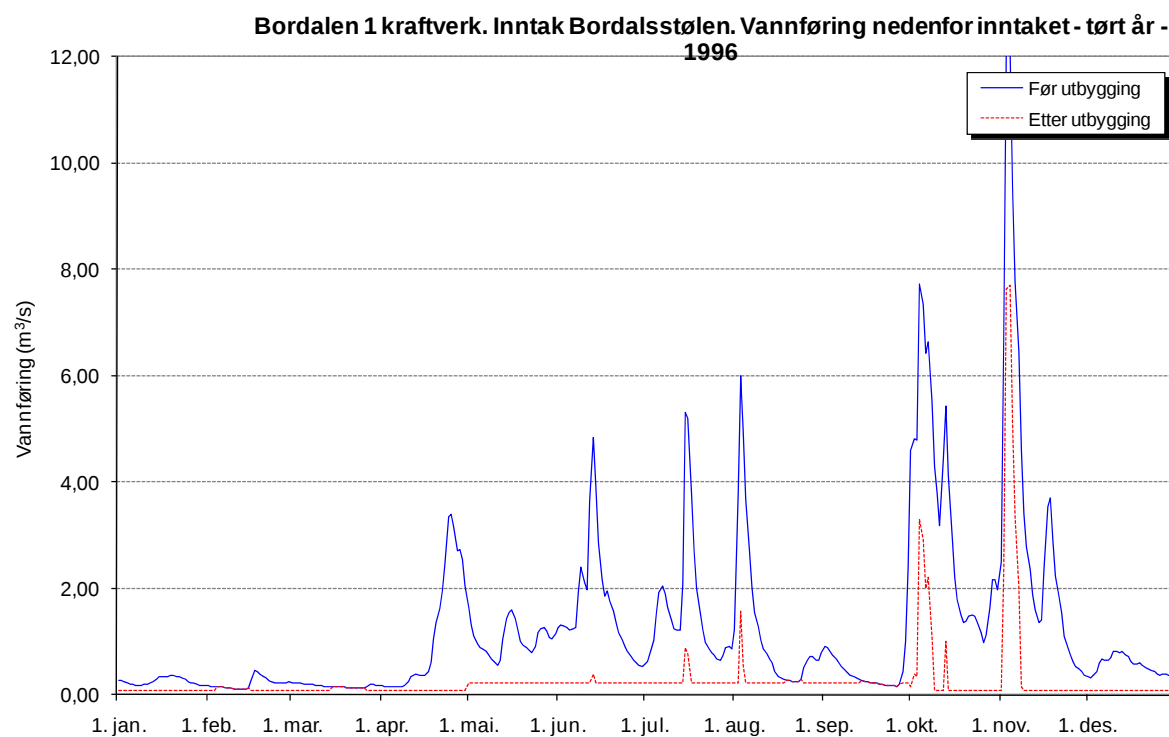
Bordalselva

Varighetskurve



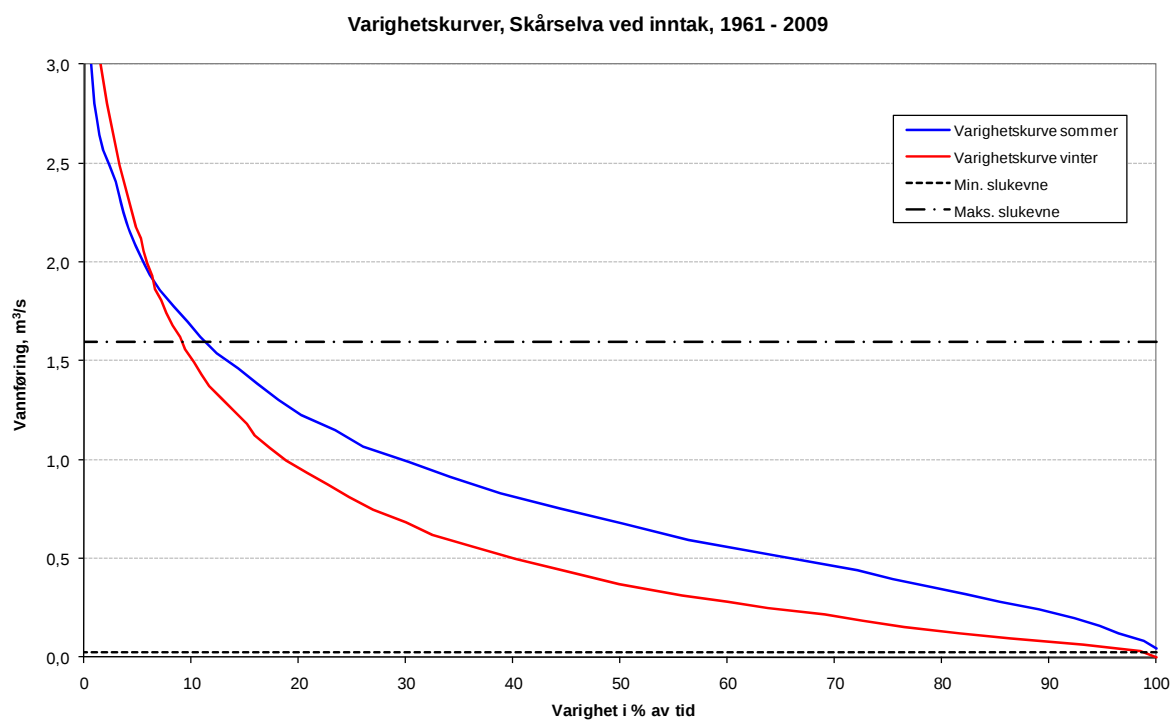
Vannføringsforhold før og etter utbygging



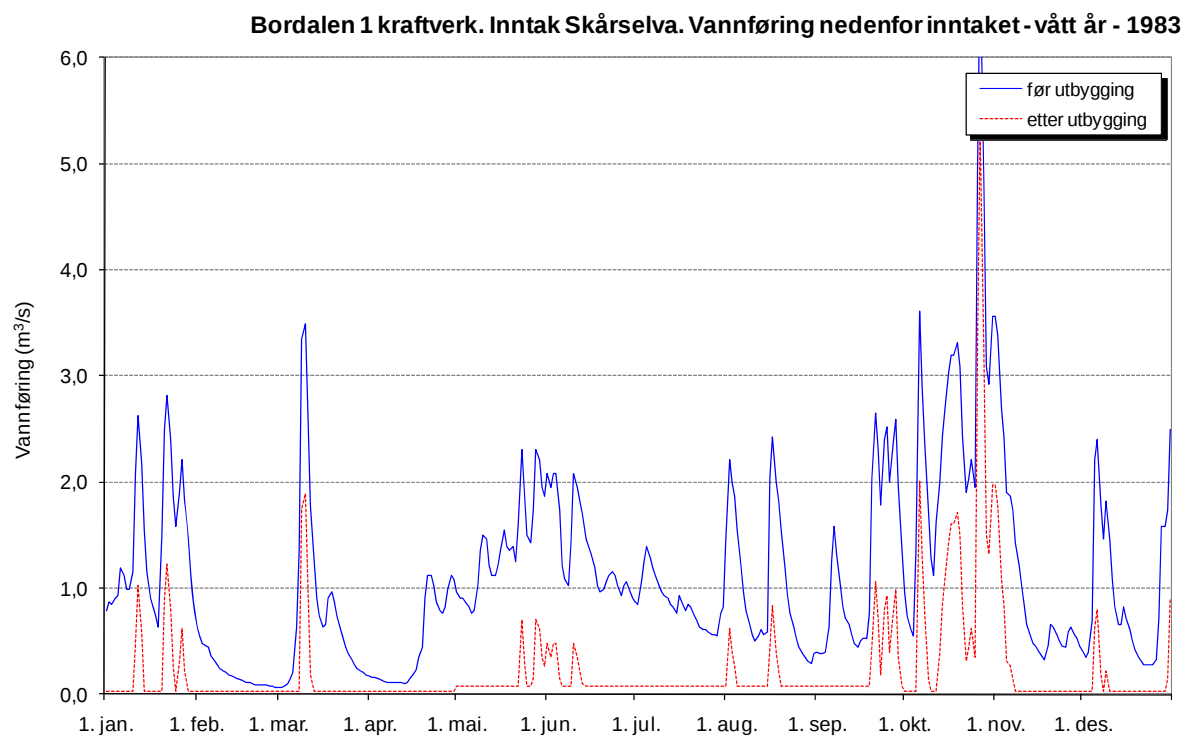


Skårselva

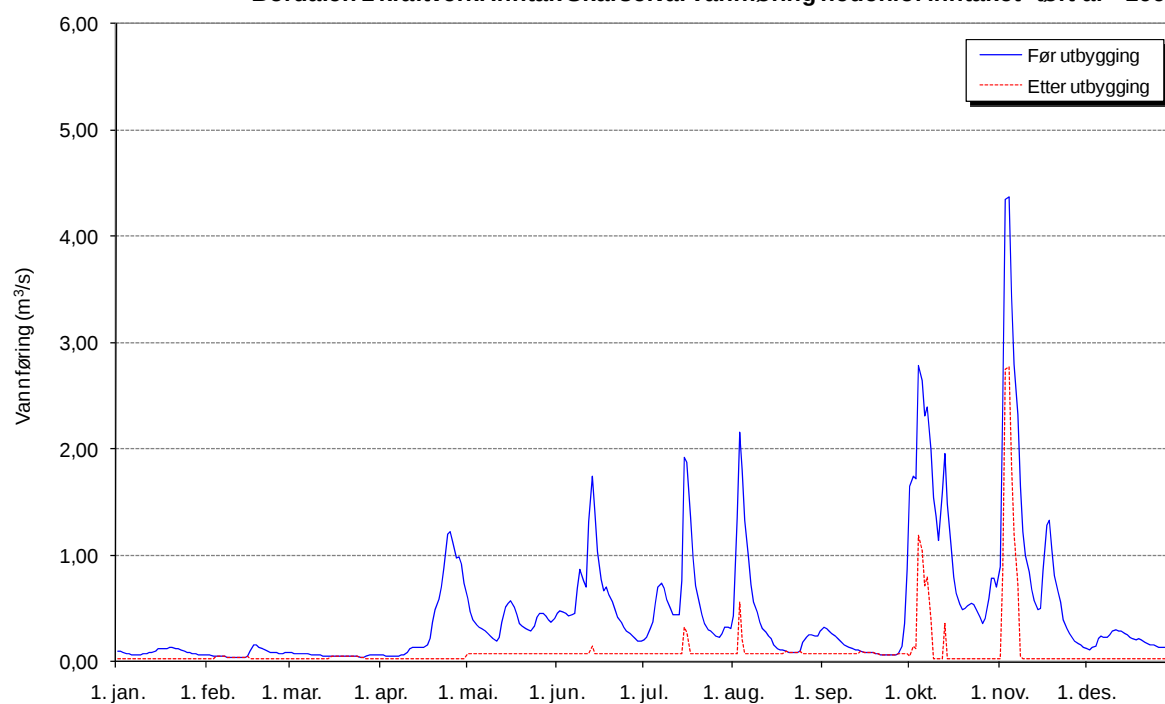
Varighetskurve



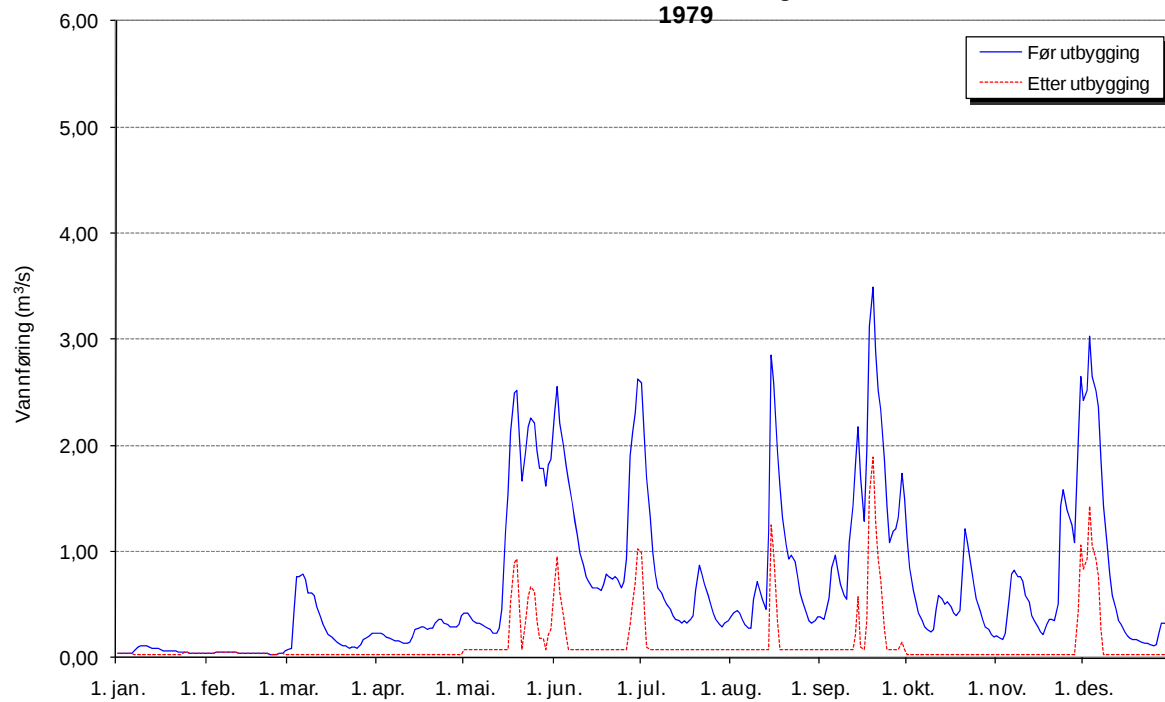
Vannføringsforhold før og etter utbygging



Bordalen 1 kraftverk. Inntak Skårselva. Vannføring nedenfor inntaket - tørt år - 1996

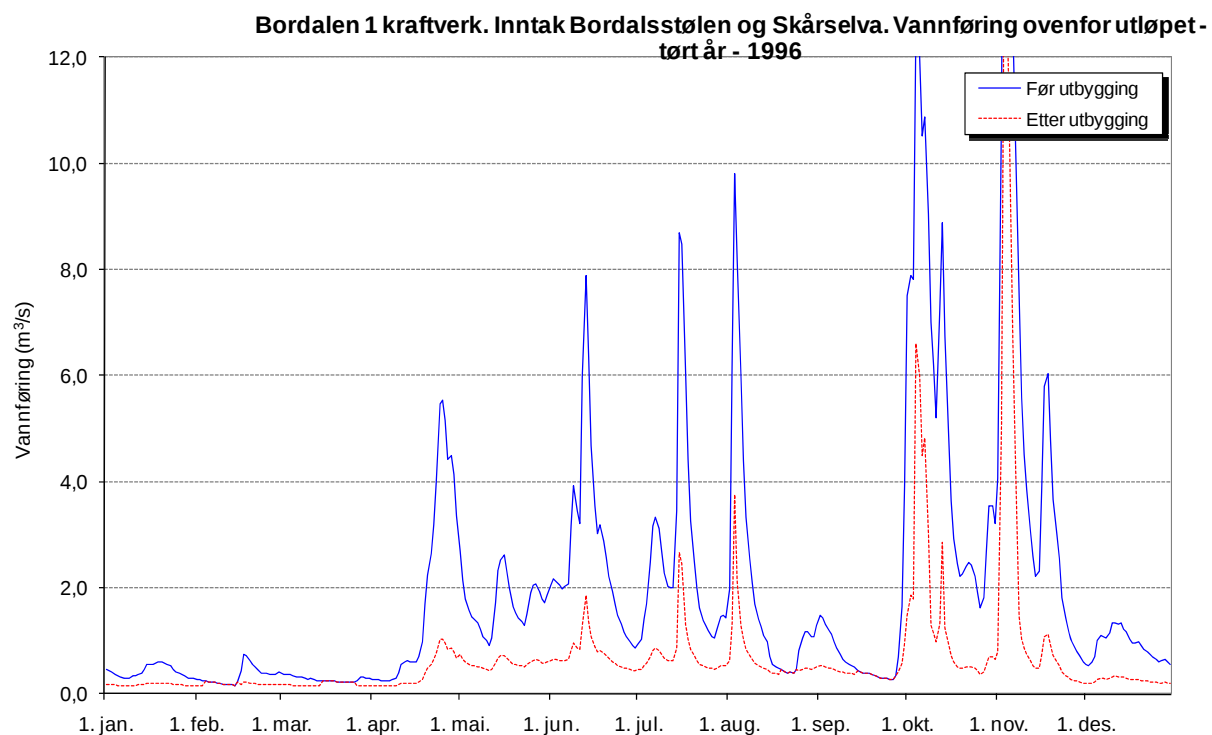
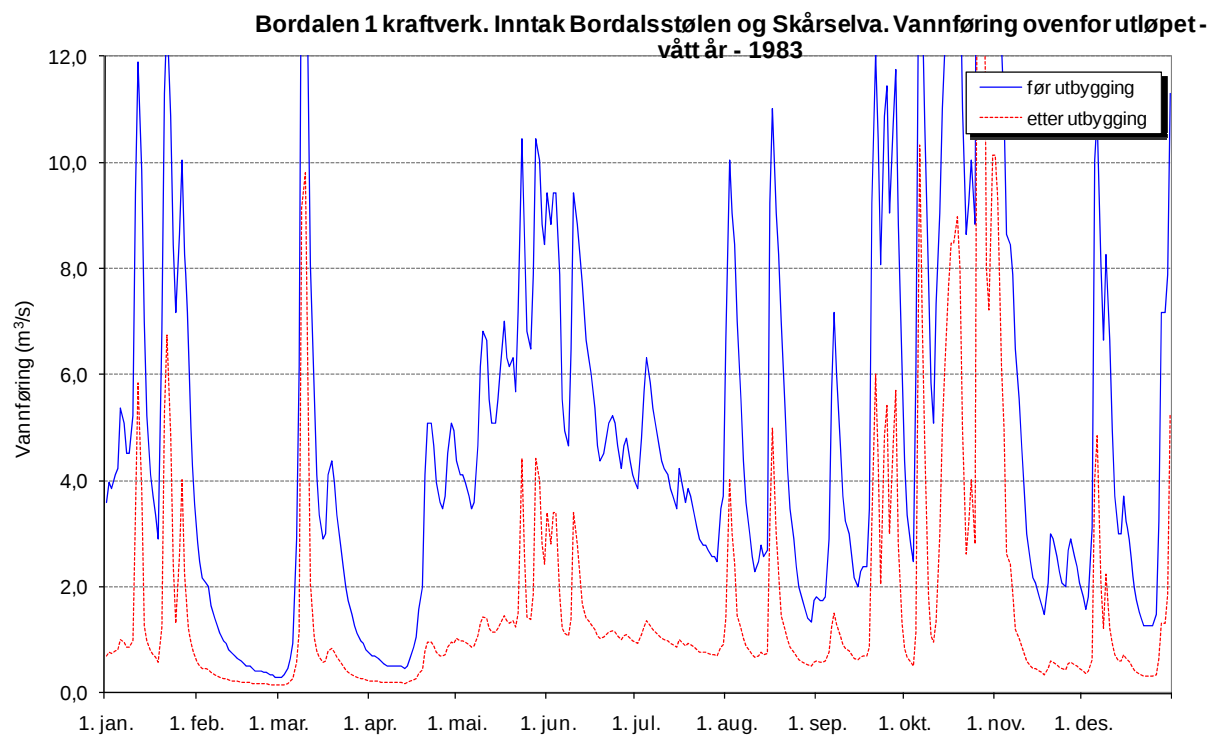


Bordalen 1 kraftverk. Inntak Skårselva. Vannføring nedenfor inntaket - middels år - 1979

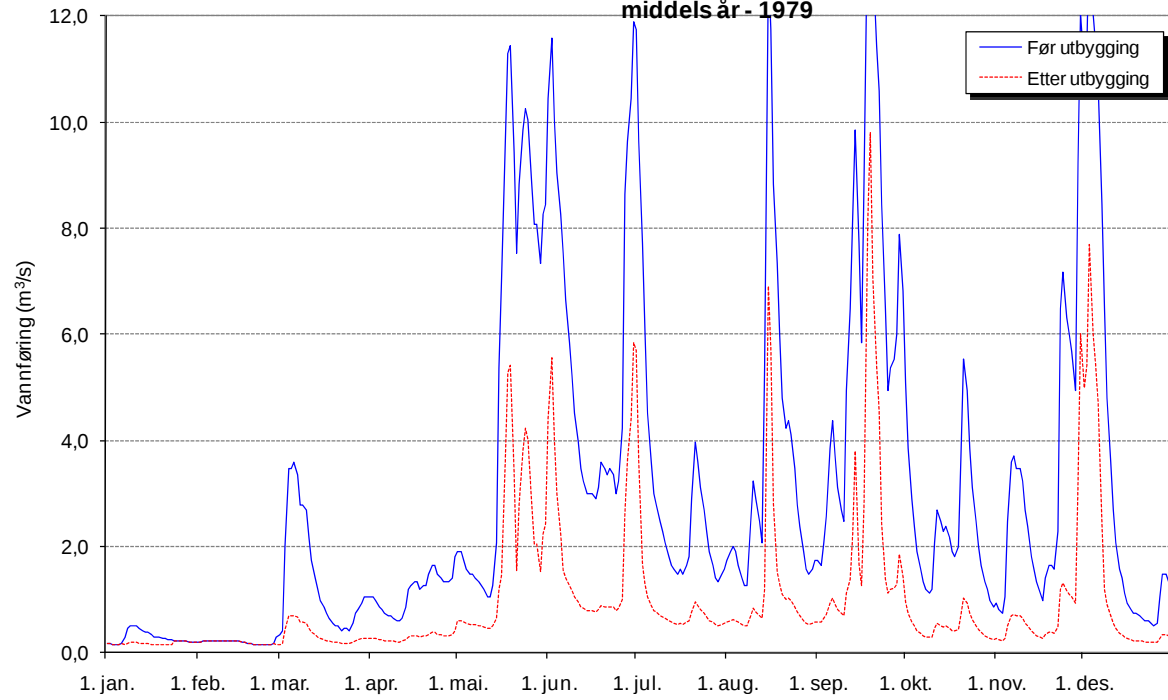


Samlet kurve for Bordalselva og Skårselva ved samløp med Dalelva

Vannføringsforhold før og etter utbygging

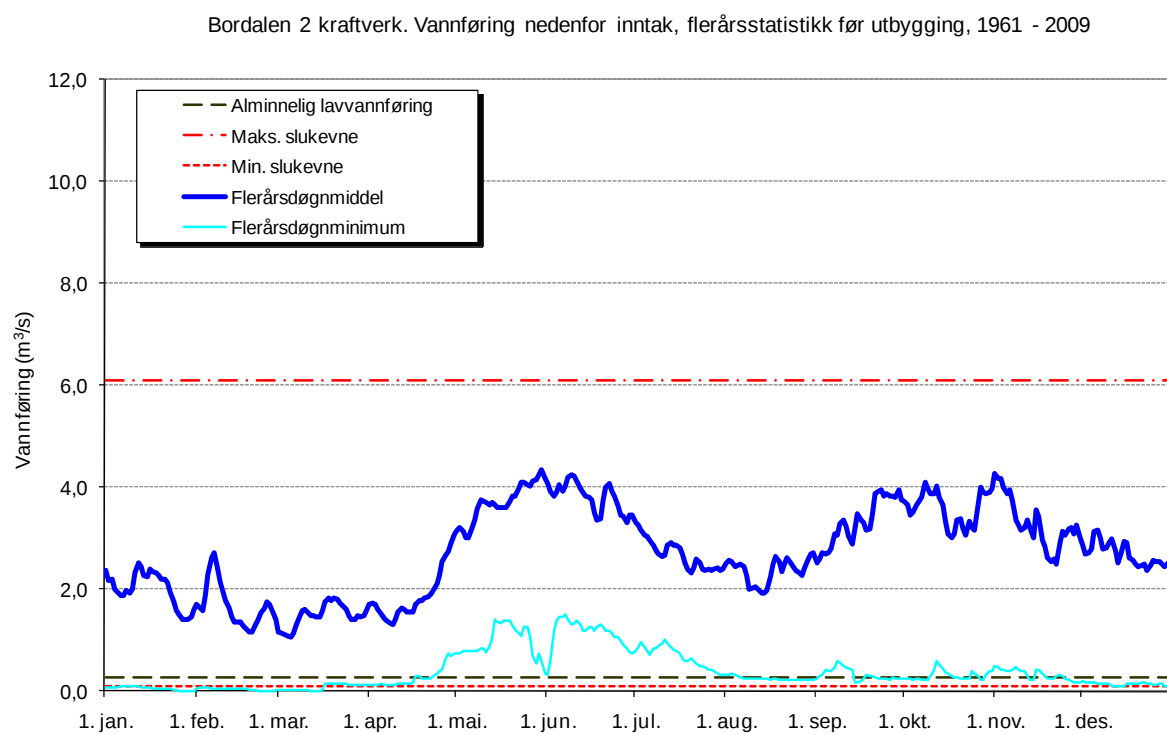
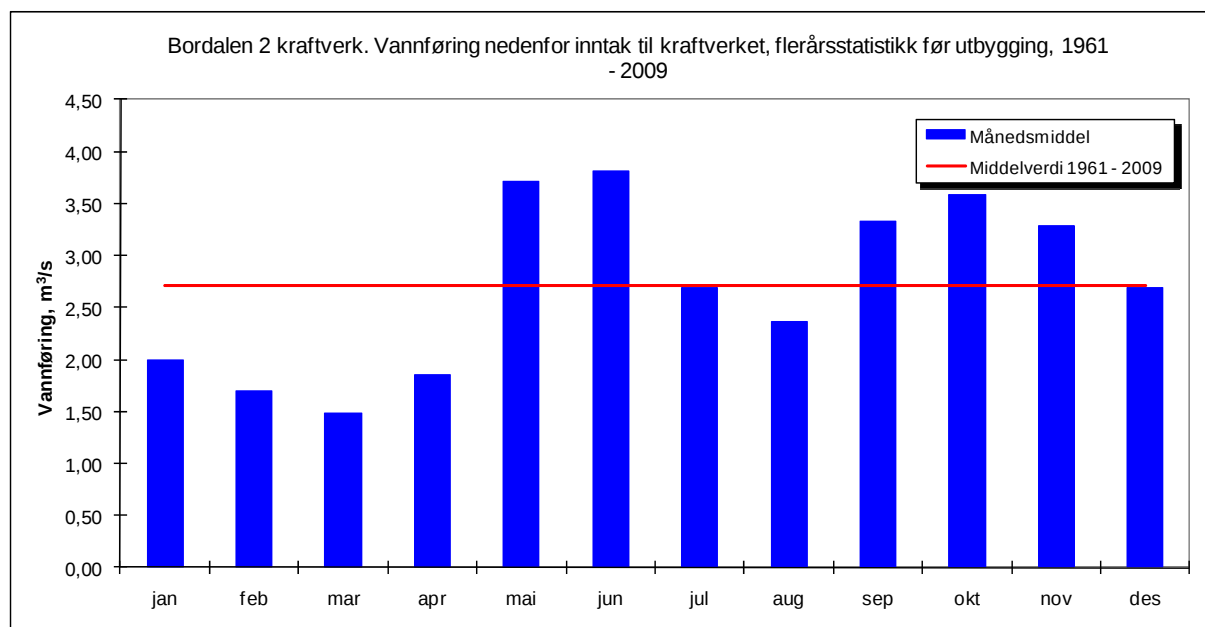


Bordalen 1 kraftverk. Inntak Bordalsstølen og Skårselva. Vannføring ovenfor utløpet -
middels år - 1979

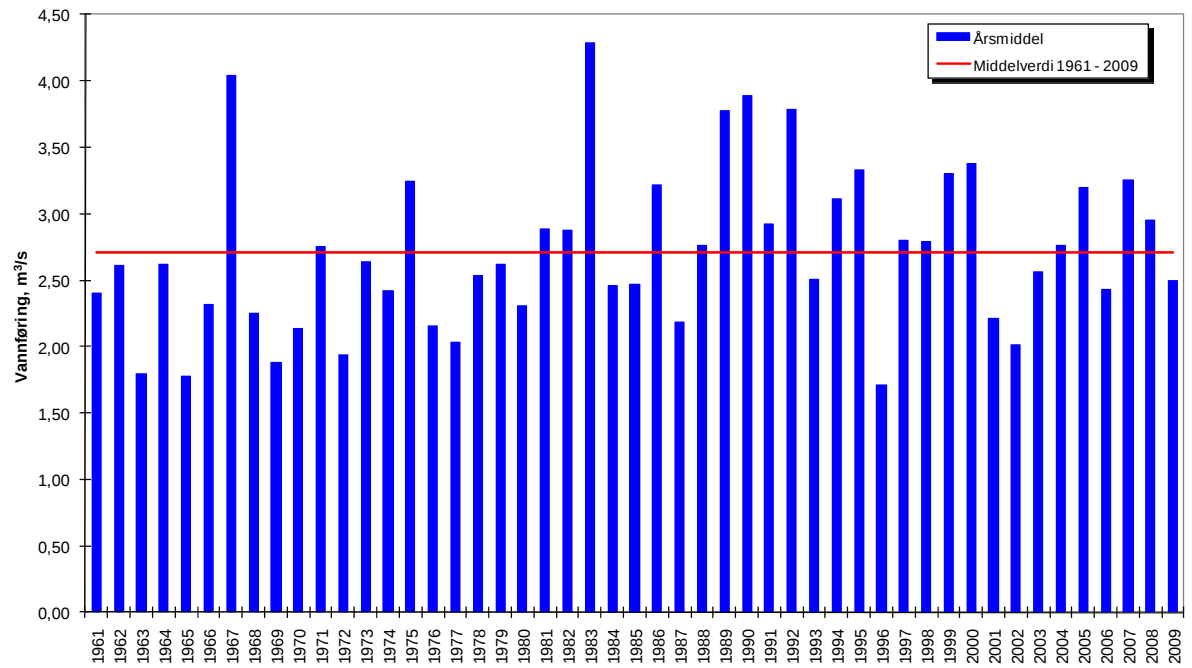


Vedlegg 2.5 Hydrologiske kurver for Bordalen 2 kraftverk

Flerårsstatistikk (samlet kurve for kraftverket, begge inntak)



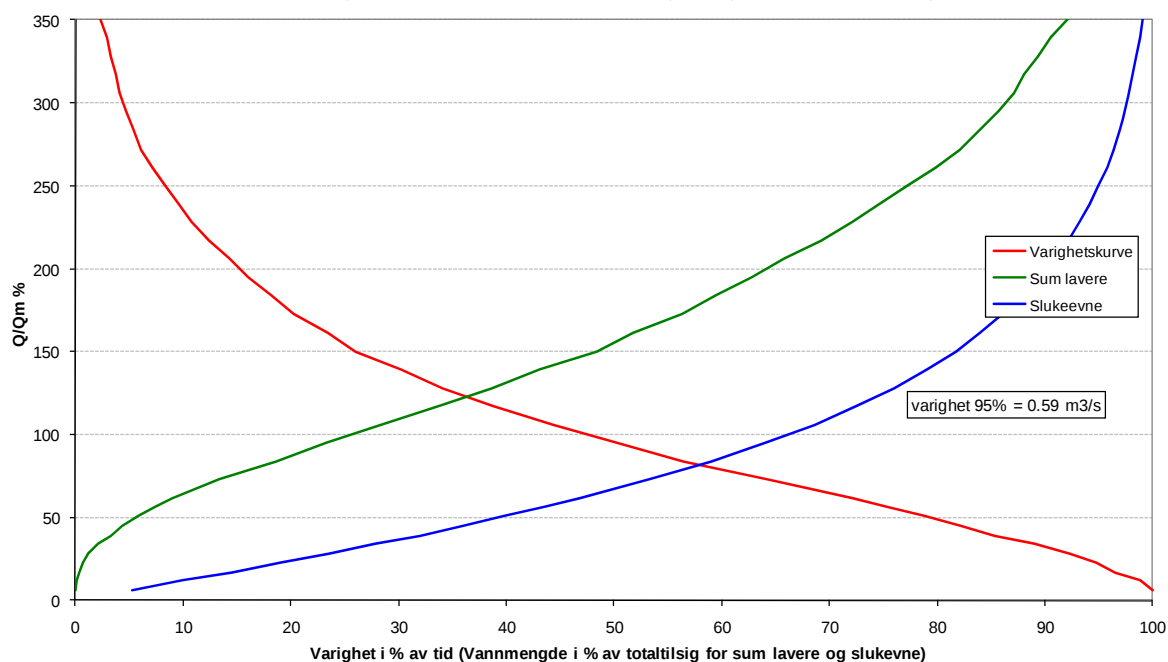
Bordalen 2 kraftverk, Årsmiddelvannføring nedenfor inntak til kraftverket, flerårsstatistikk før utbygging, 1961 - 2009



Varighetskurver

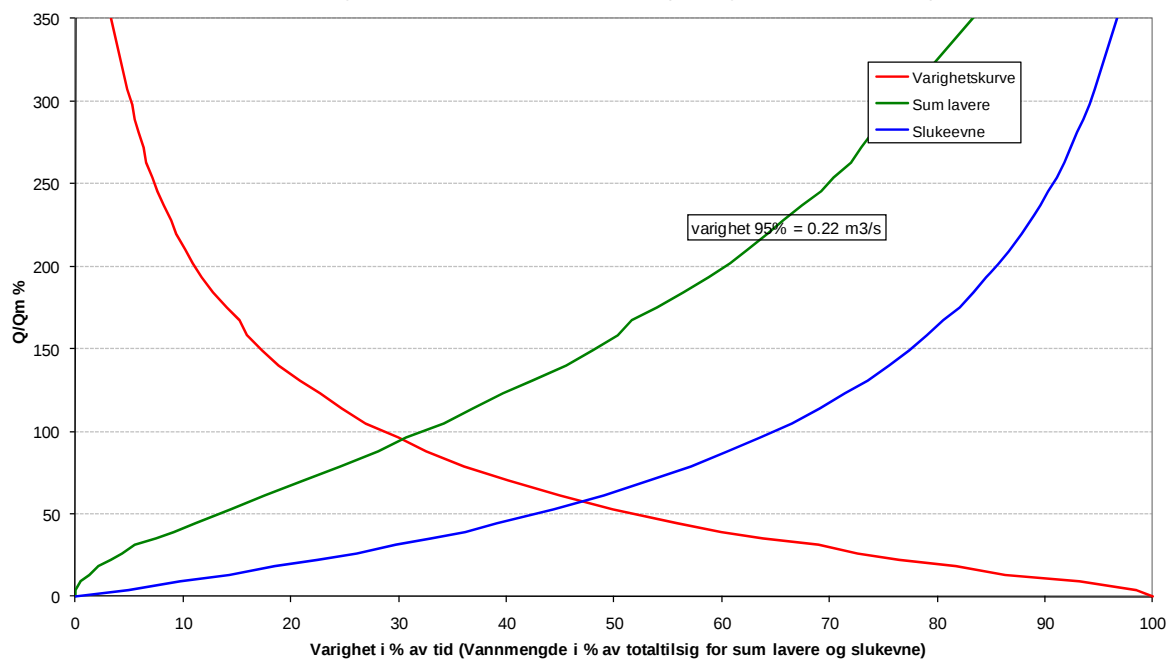
Varighetskurver sommer (1/5 - 30/9), Bordalen 2 ved inntak, 1961 - 2009

Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 2.71 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddel $Q = 3.17 \text{ m}^3/\text{s}$)

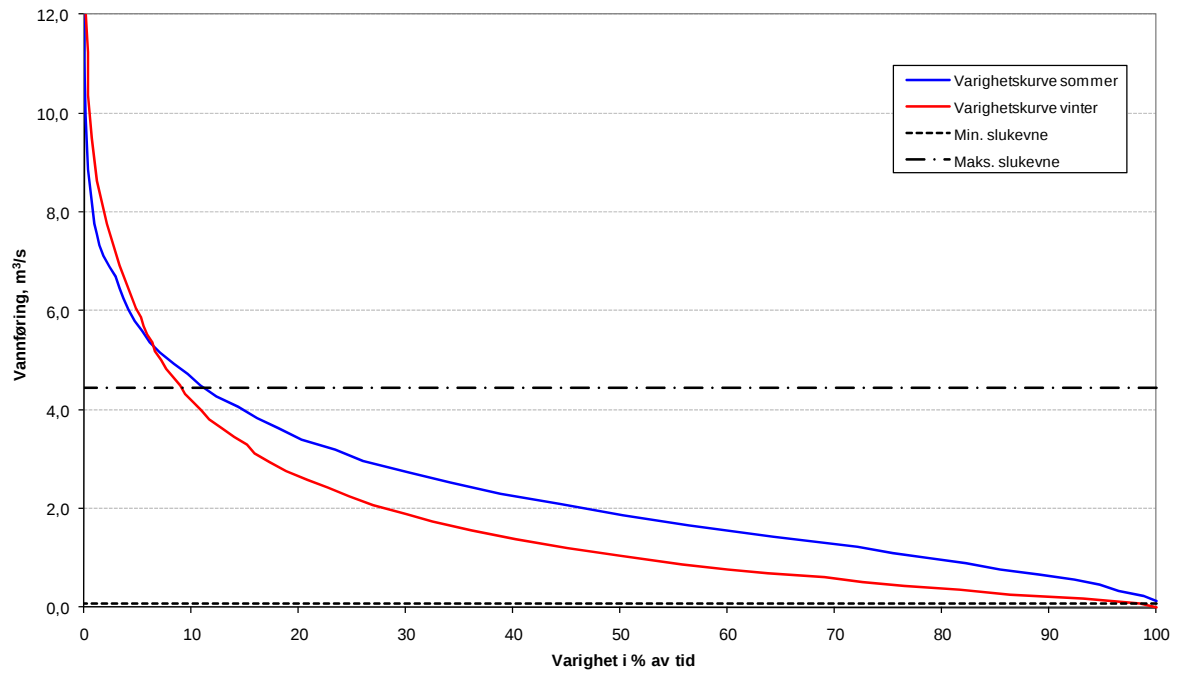


Varighetskurver vinter (1/10 - 30/4), Bordalen 2 ved inntak, 1961 - 2009

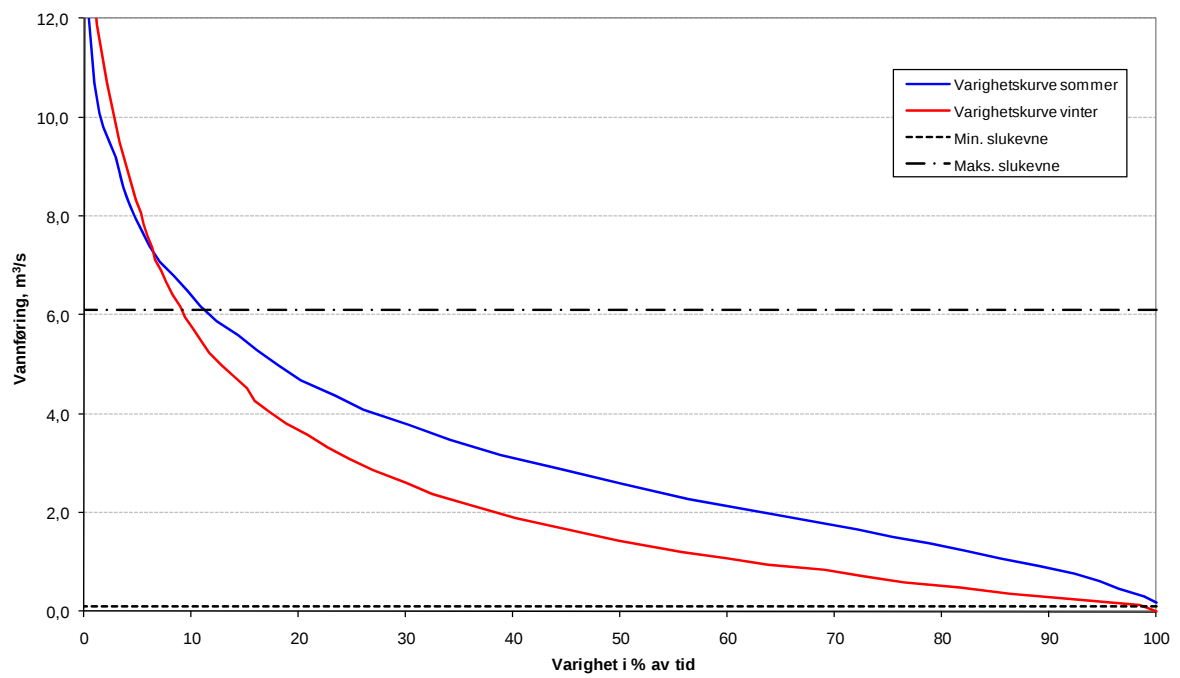
Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 2.71 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddel $Q = 2.38 \text{ m}^3/\text{s}$)



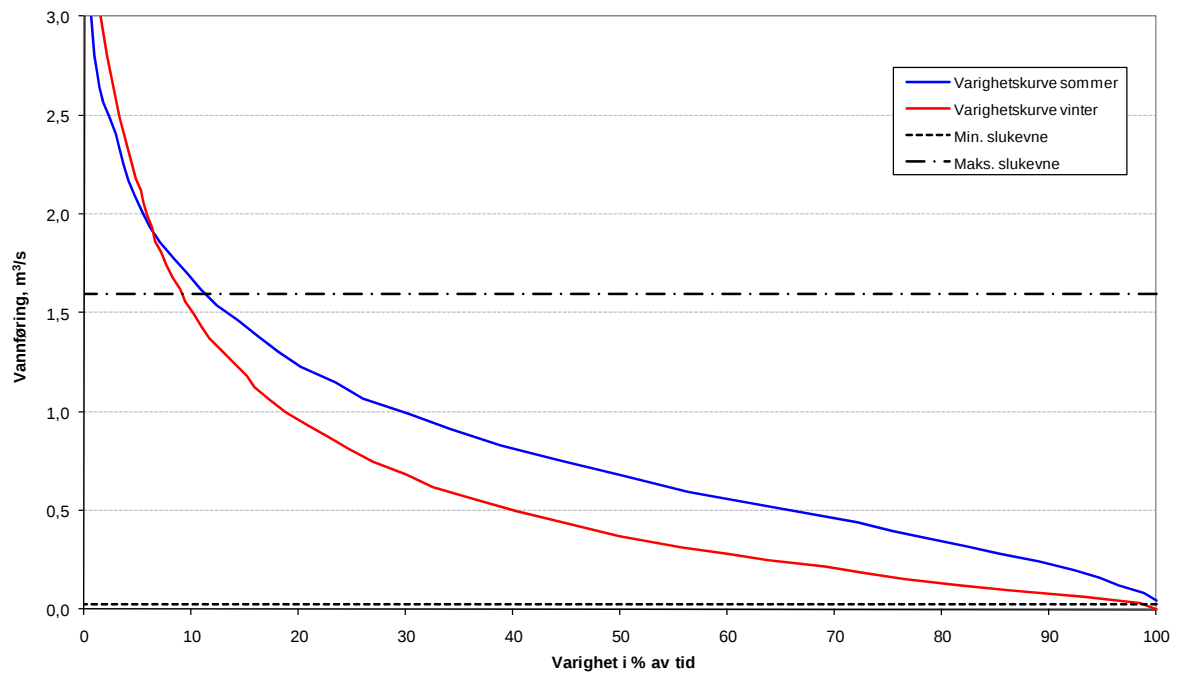
Varighetskurver, Bordalstølen ved inntak, 1961 - 2009



Varighetskurver, Bordalen 2 ved inntak, 1961 - 2009



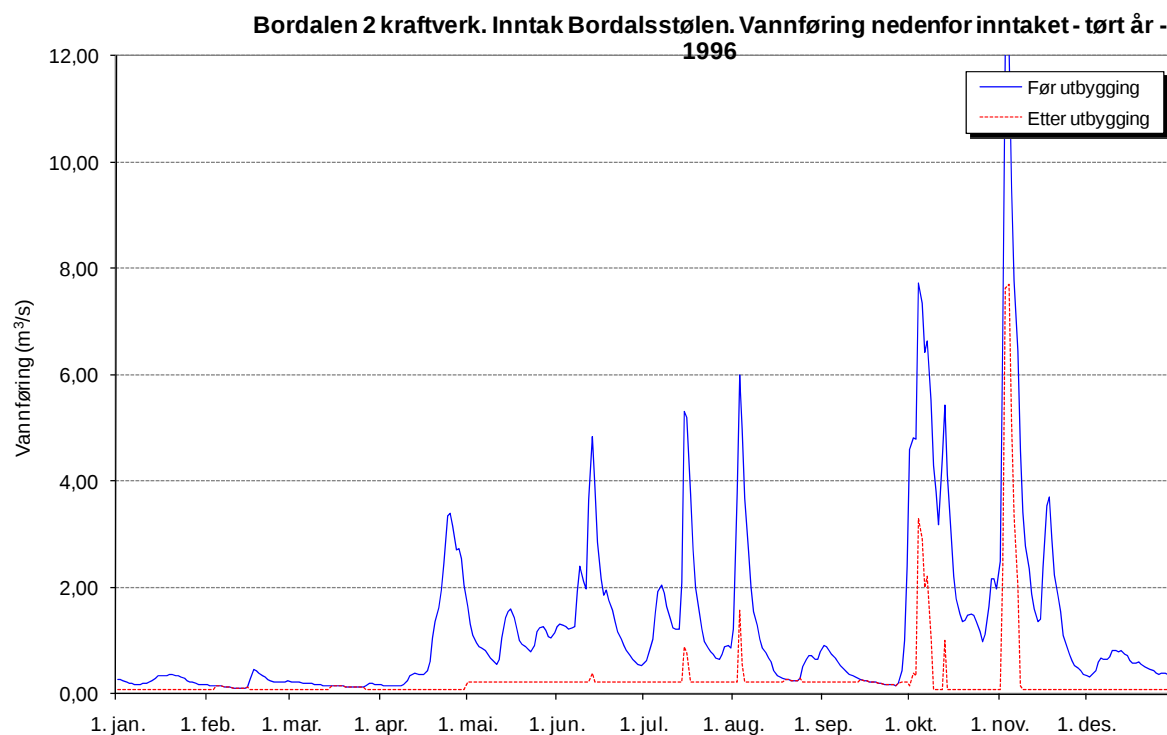
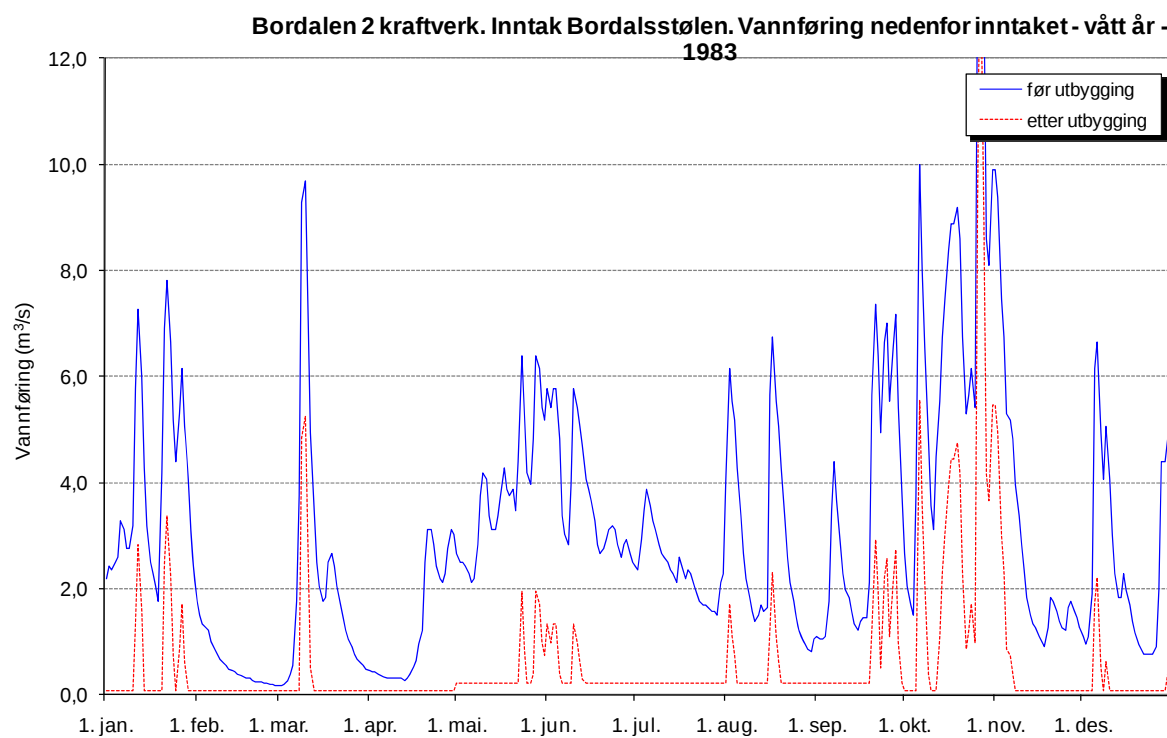
Varighetskurver, Skårselva ved inntak, 1961 - 2009



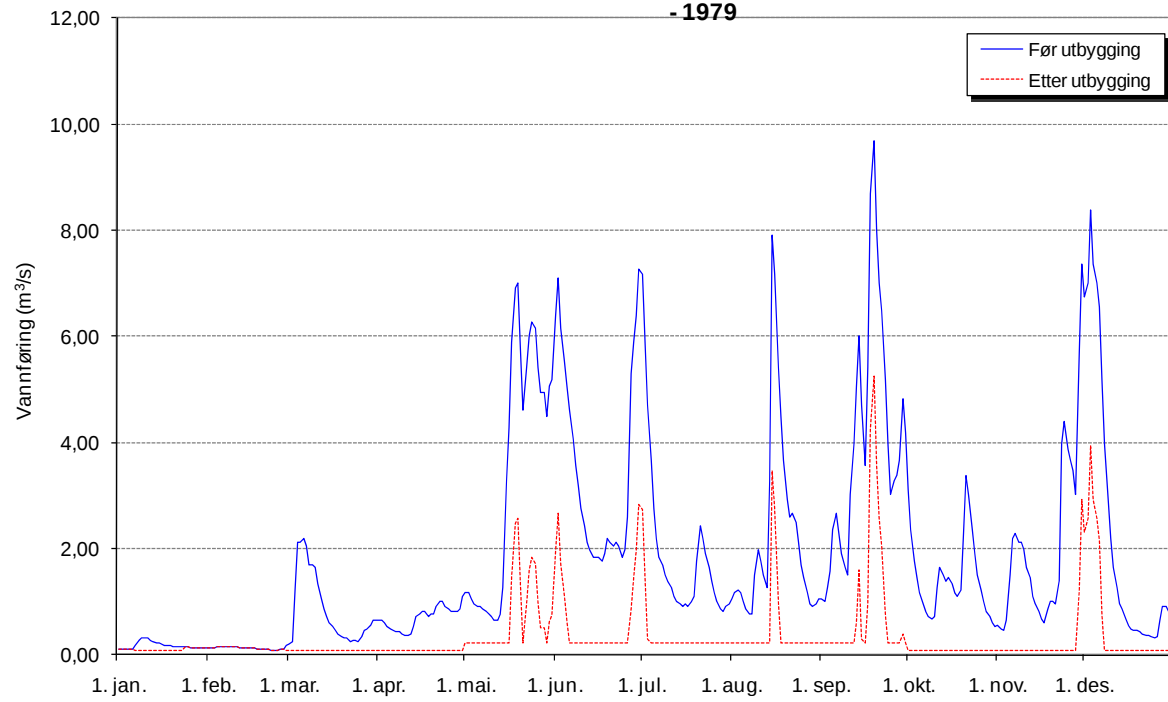
For hvert inntak

Bordalselva ved Bordalsstølen

Vannføringsforhold før og etter utbygging

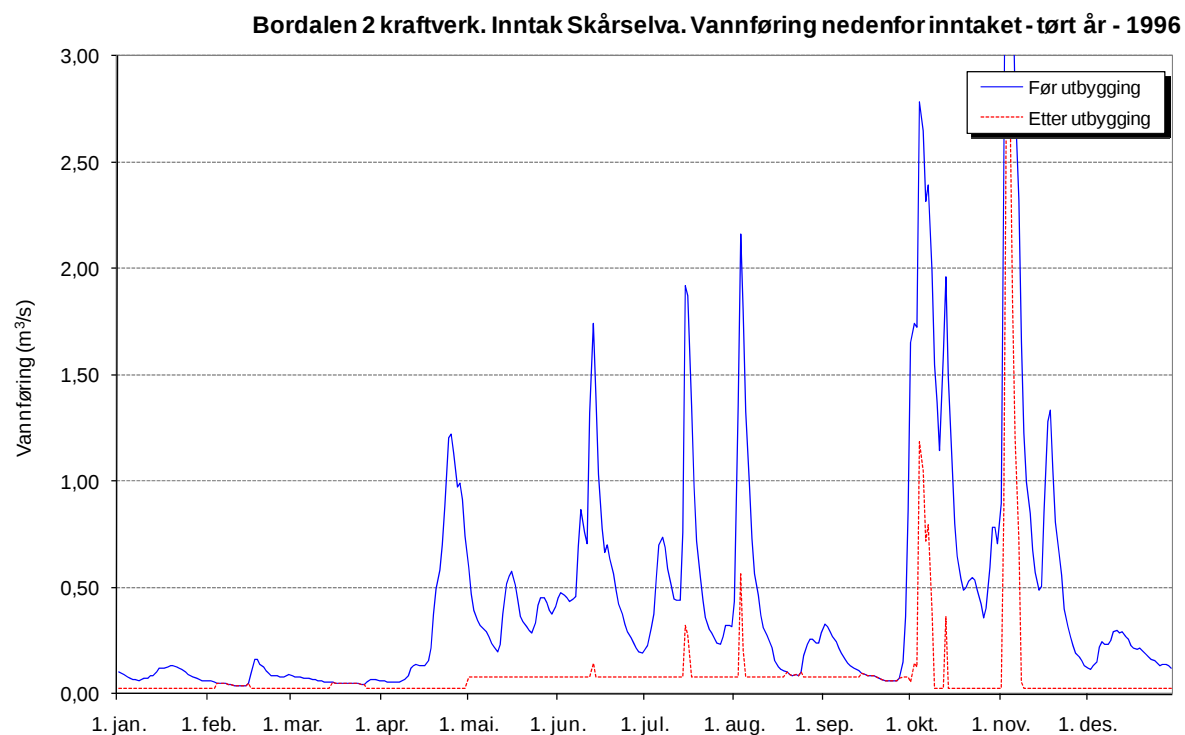
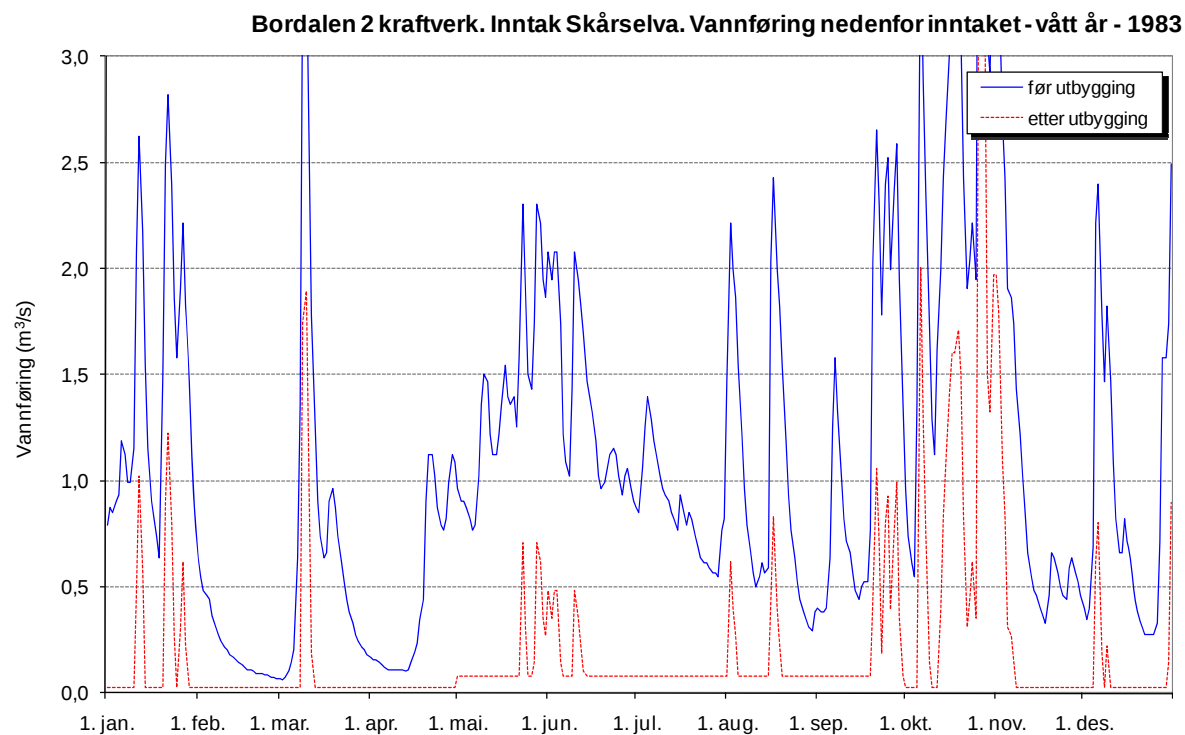


Bordalen 2 kraftverk. Inntak Bordalsstølen. Vannføring nedenfor inntaket - middels år
- 1979

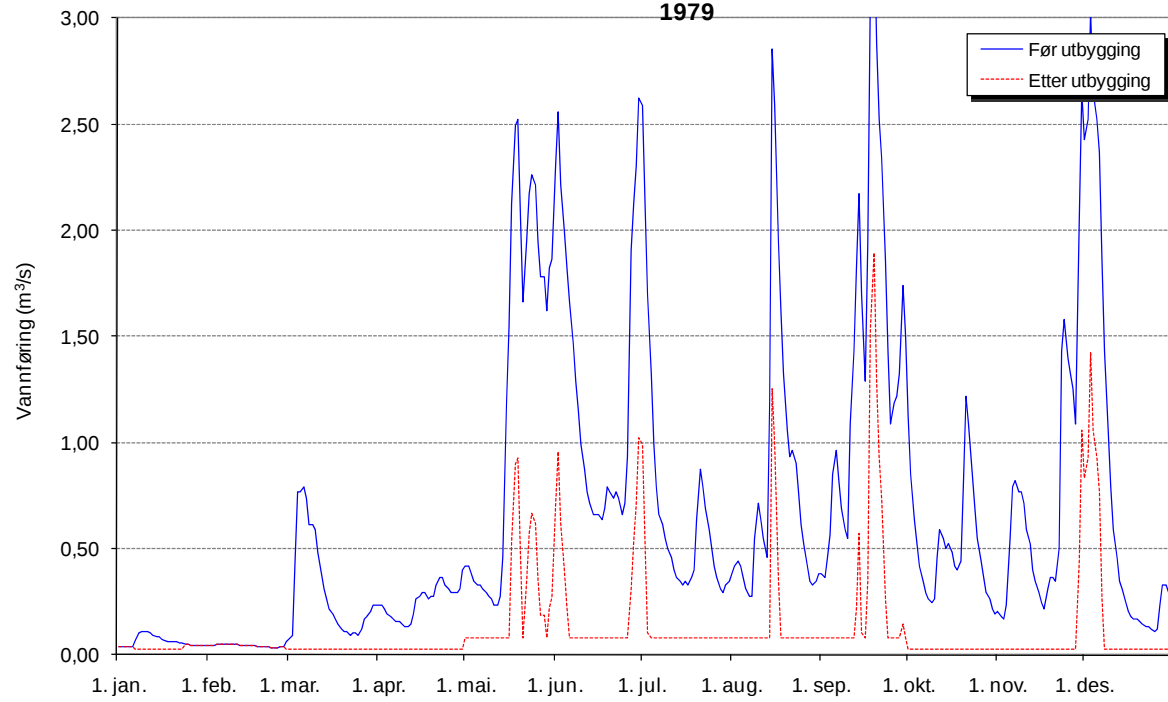


Skårselva

Vannføringsforhold før og etter utbygging

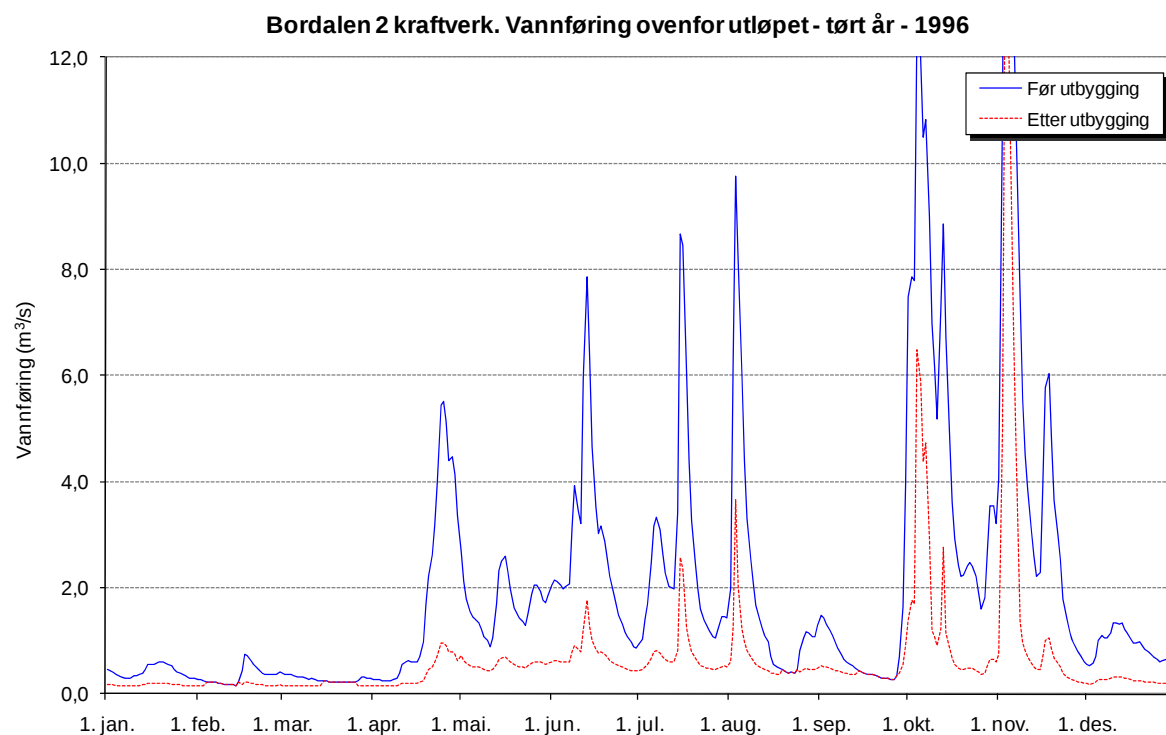
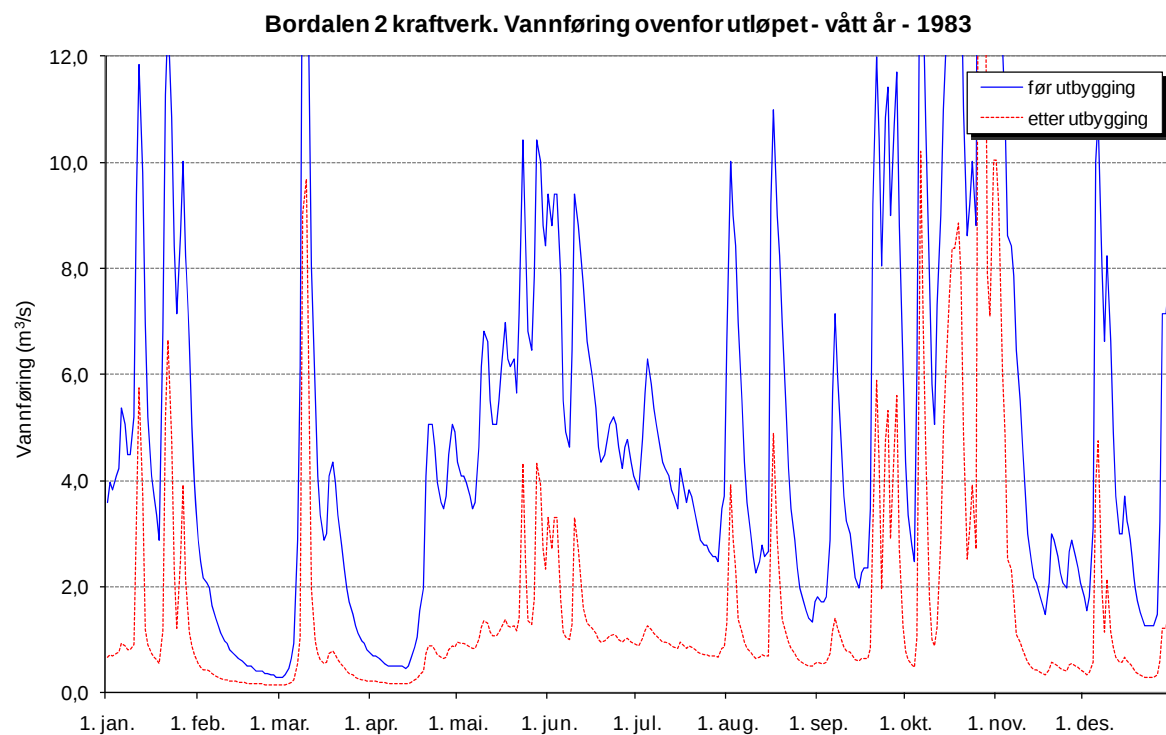


Bordalen 2 kraftverk. Inntak Skårselva. Vannføring nedenfor inntaket - middels år - 1979

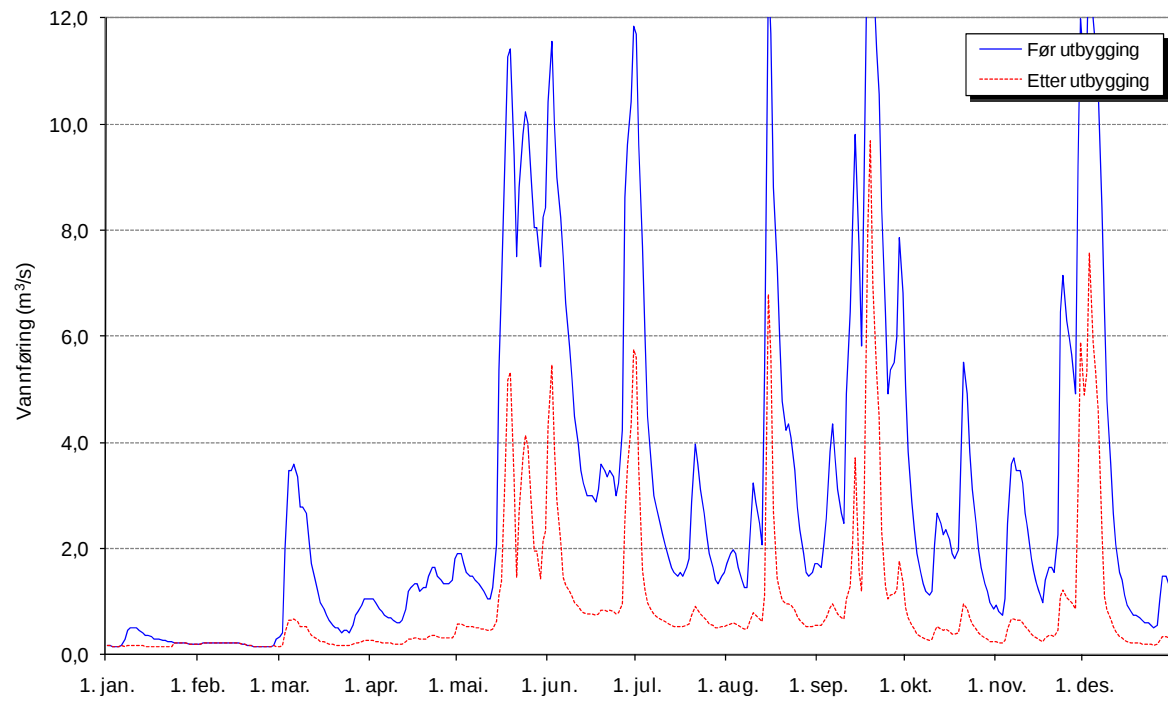


Bordalselva før samløp med Dalelva

Vannføringsforhold før og etter utbygging



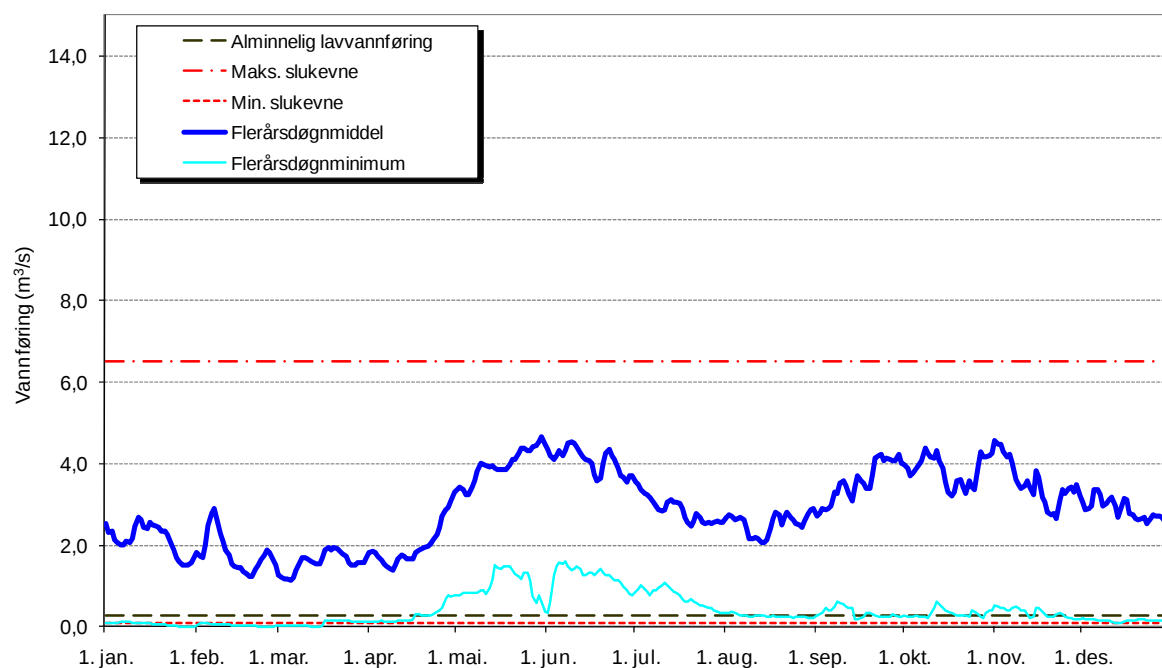
Bordalen 2 kraftverk. Vannføring ovenfor utløpet - middels år - 1979



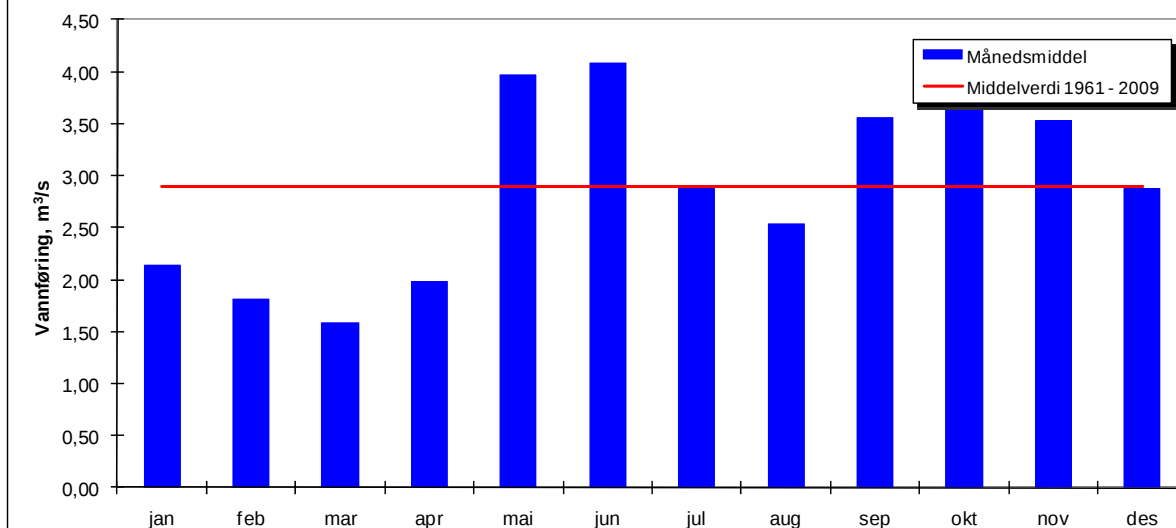
Vedlegg 2.6 Hydrologiske kurver for Bordalen 3 kraftverk

Flerårsstatistikk

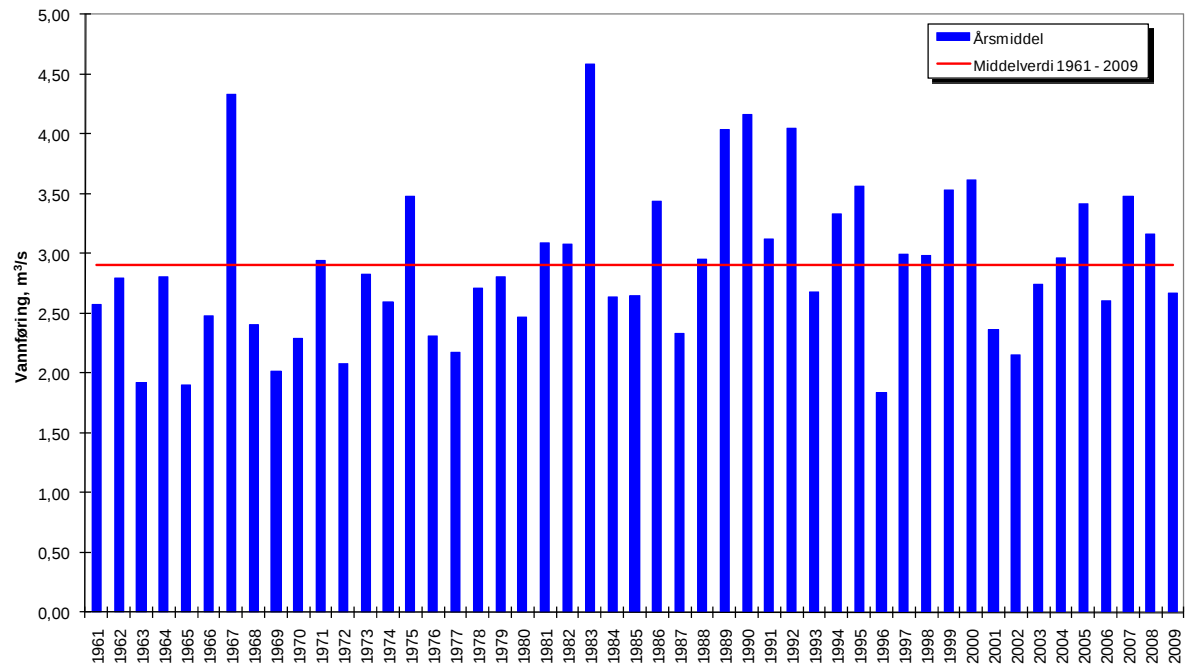
Bordalen 3 kraftverk. Vannføring nedenfor inntak, flerårsstatistikk før utbygging, 1961 - 2009



Bordalen 3 kraftverk. Vannføring nedenfor inntak til kraftverket, flerårsstatistikk før utbygging, 1961 - 2009



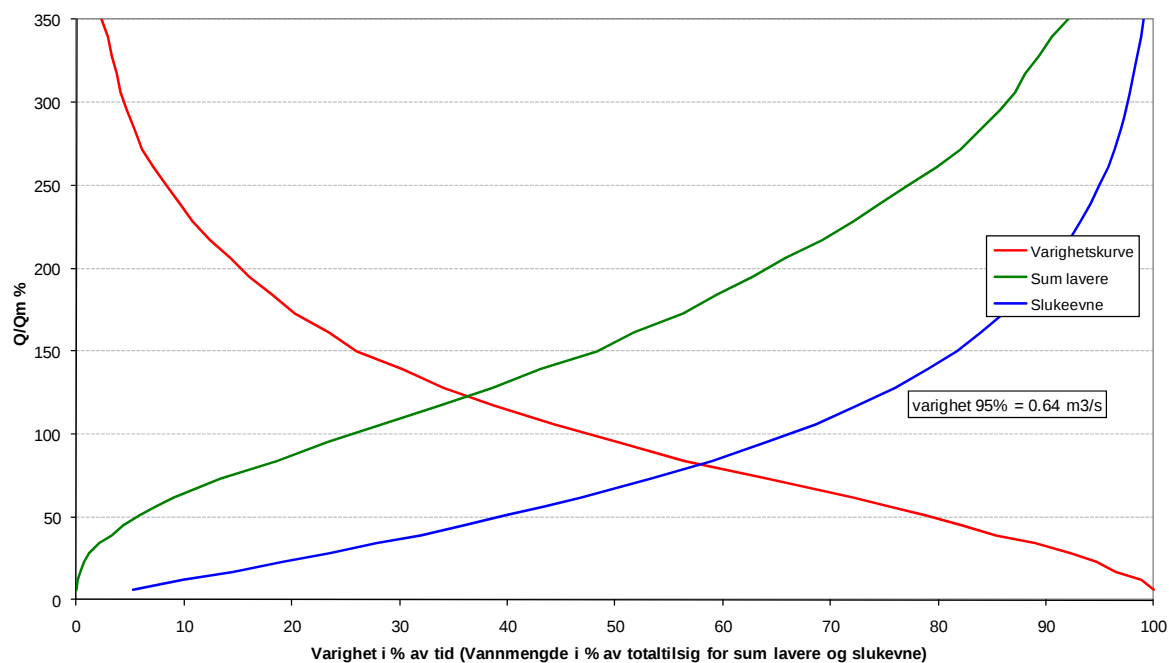
Bordalen 3 kraftverk, Årsmiddel vannføring nedenfor inntak til kraftverket, flerårsstatistikk før utbygging, 1961 - 2009



Varighetskurver

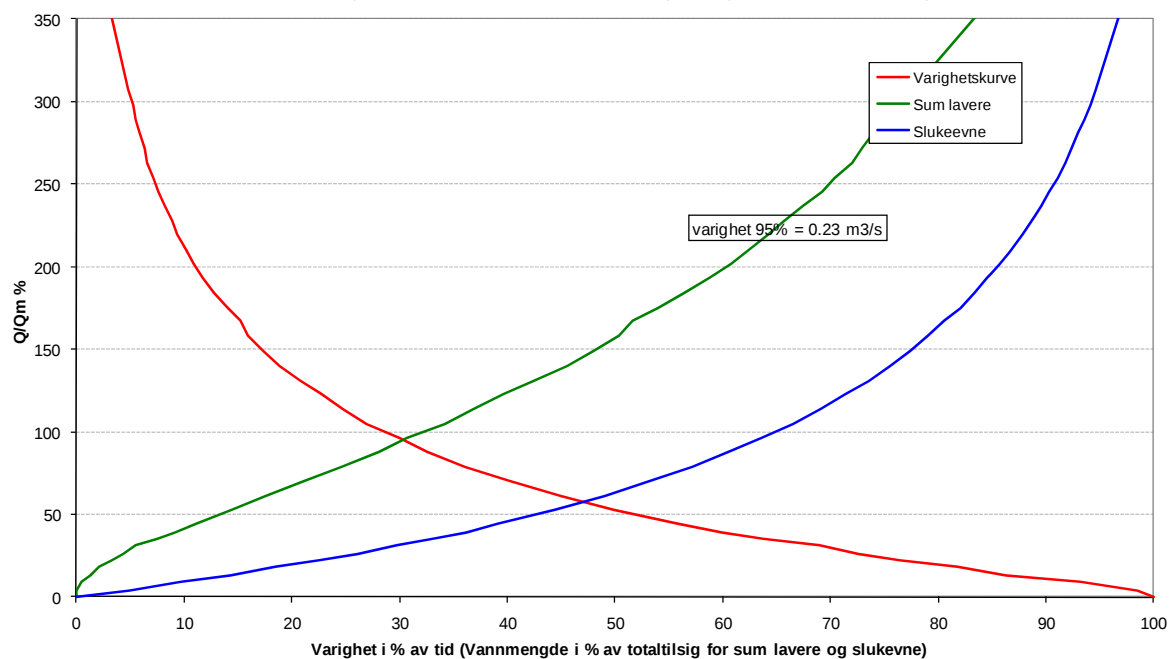
Varighetskurver sommer (1/5 - 30/9), Bordalselva, Bjørnastølen ved inntak, 1961 - 2009

Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 2.9 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddel $Q = 3.39 \text{ m}^3/\text{s}$)

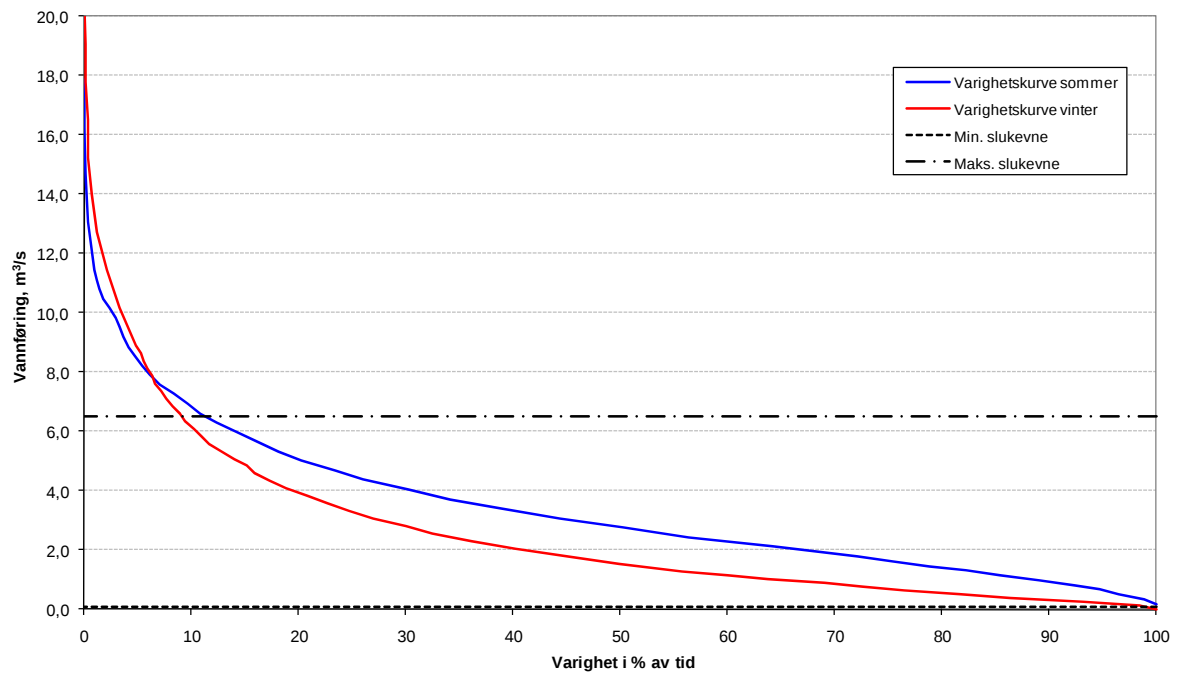


Varighetskurver vinter (1/10 - 30/4), Bordalselva, Bjørnastølen ved inntak, 1961 - 2009

Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 2.9 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddel $Q = 2.54 \text{ m}^3/\text{s}$)

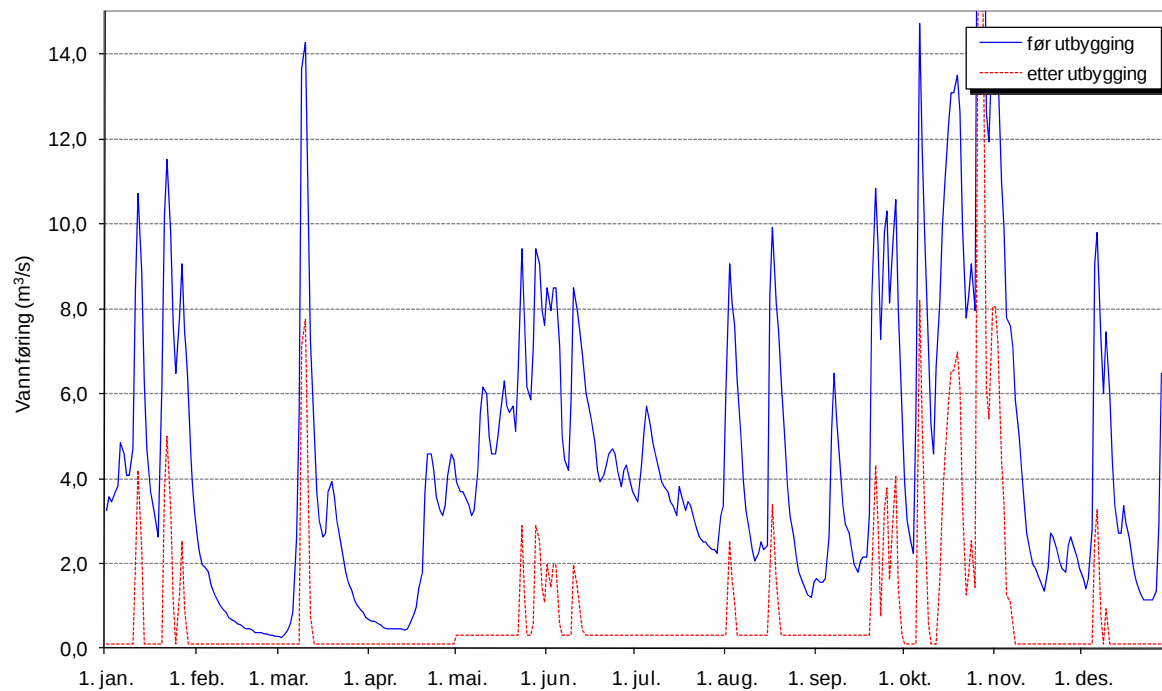


Varighetskurver, Bordalselva, Bjørnastølen ved inntak, 1961 - 2009

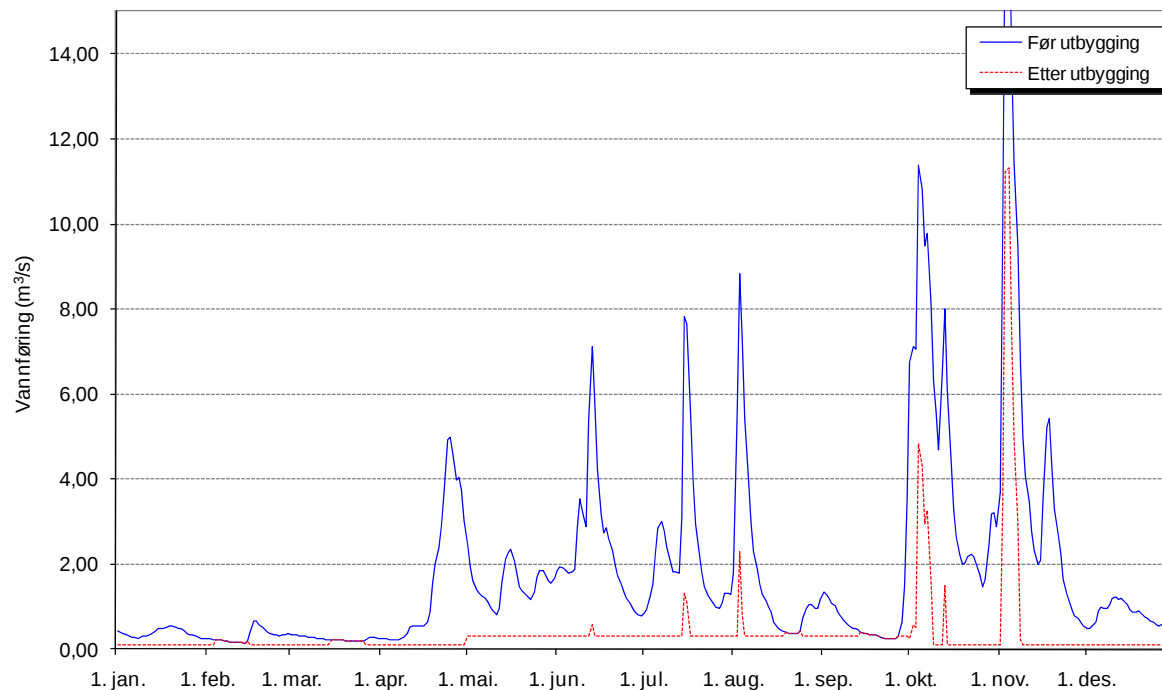


Vannføringsforhold før og etter utbygging

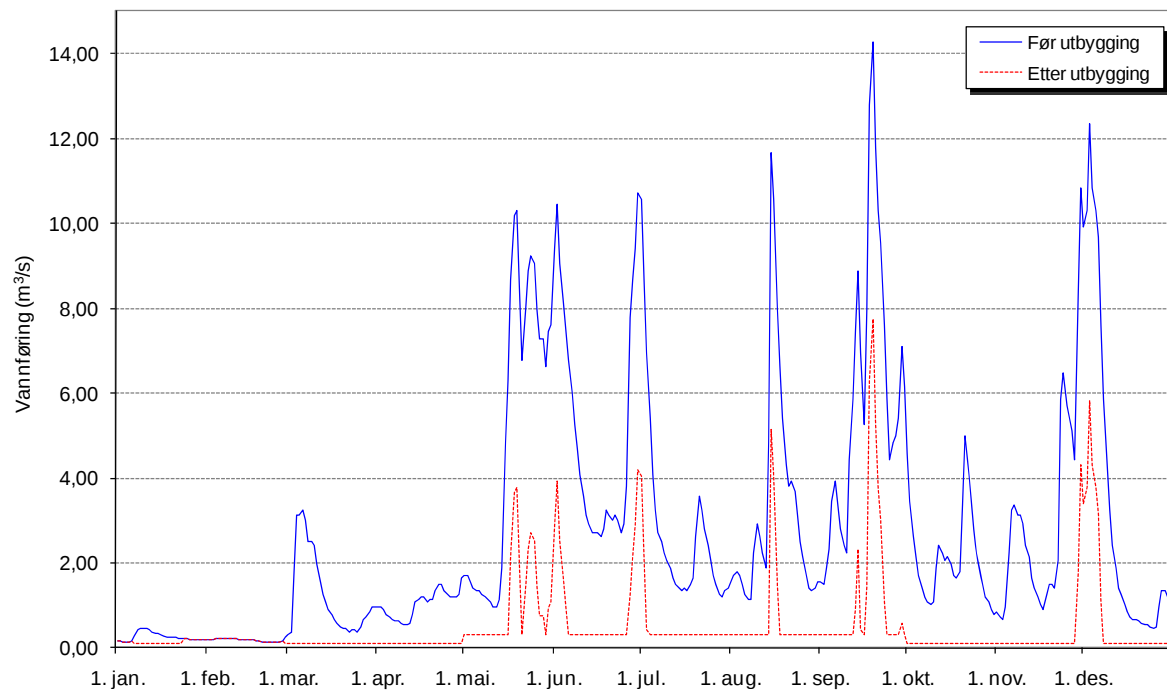
Bordalen 3 kraftverk. Vannføring nedenfor inntaket - vått år - 1983



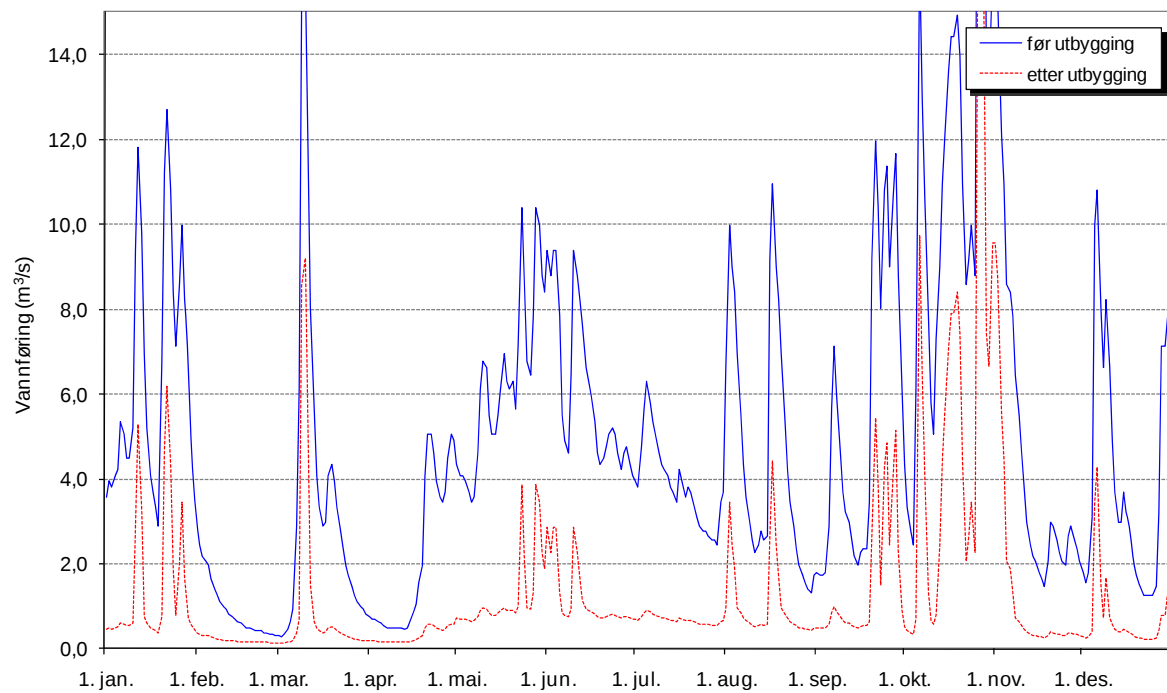
Bordalen 3 kraftverk. Vannføring nedenfor inntaket - tørt år - 1996



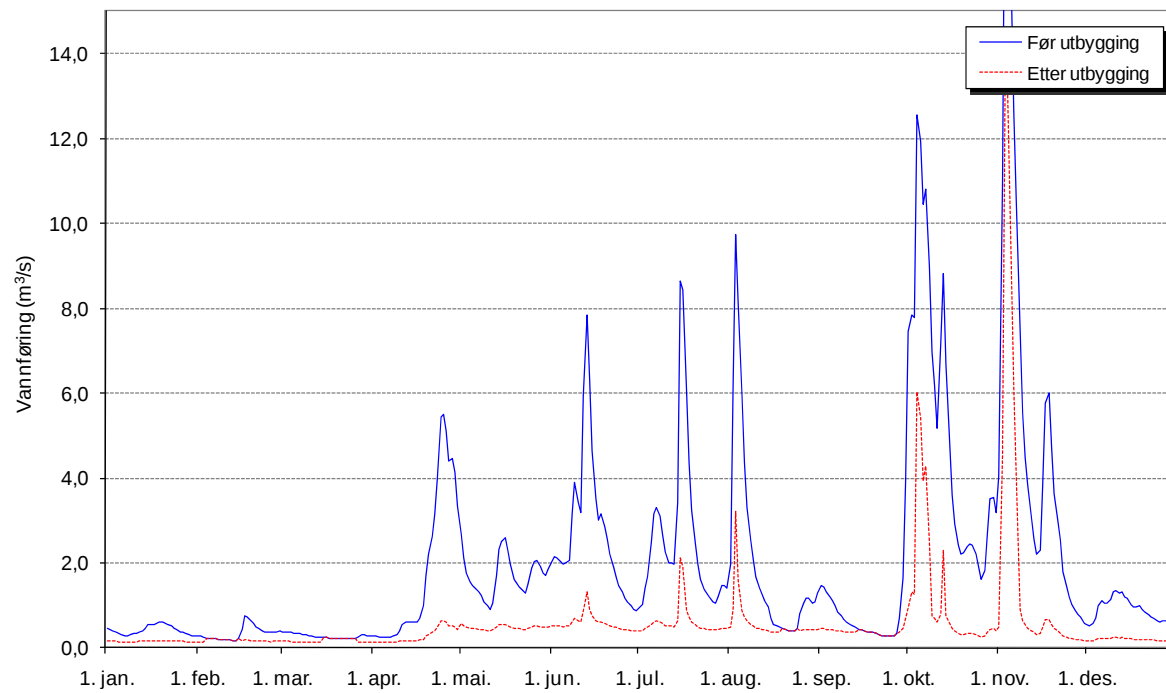
Bordalen 3 kraftverk. Vannføring nedenfor inntaket - middels år - 1979



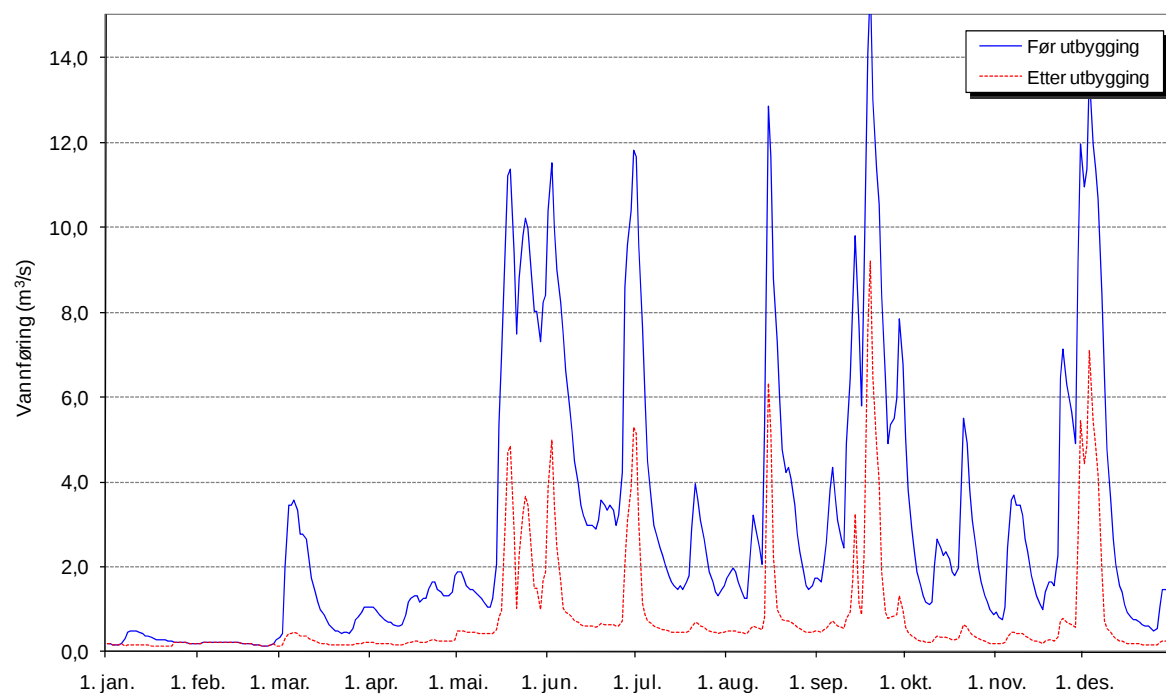
Bordalen 3 kraftverk. Vannføring ovenfor utløpet - vått år - 1983



Bordalen 3 kraftverk. Vannføring ovenfor utløpet - tørt år - 1996



Bordalen 3 kraftverk. Vannføring ovenfor utløpet - middels år - 1979



Vedlegg 2.7 Hydrologiske kurver for Rullestad 1 kraftverk

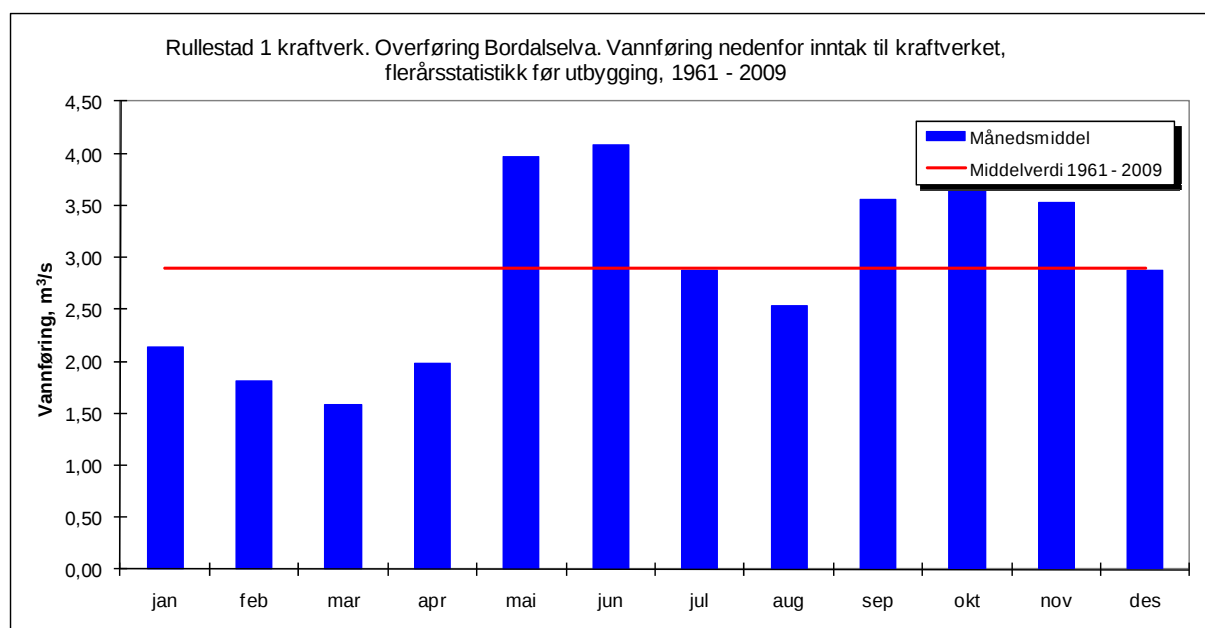
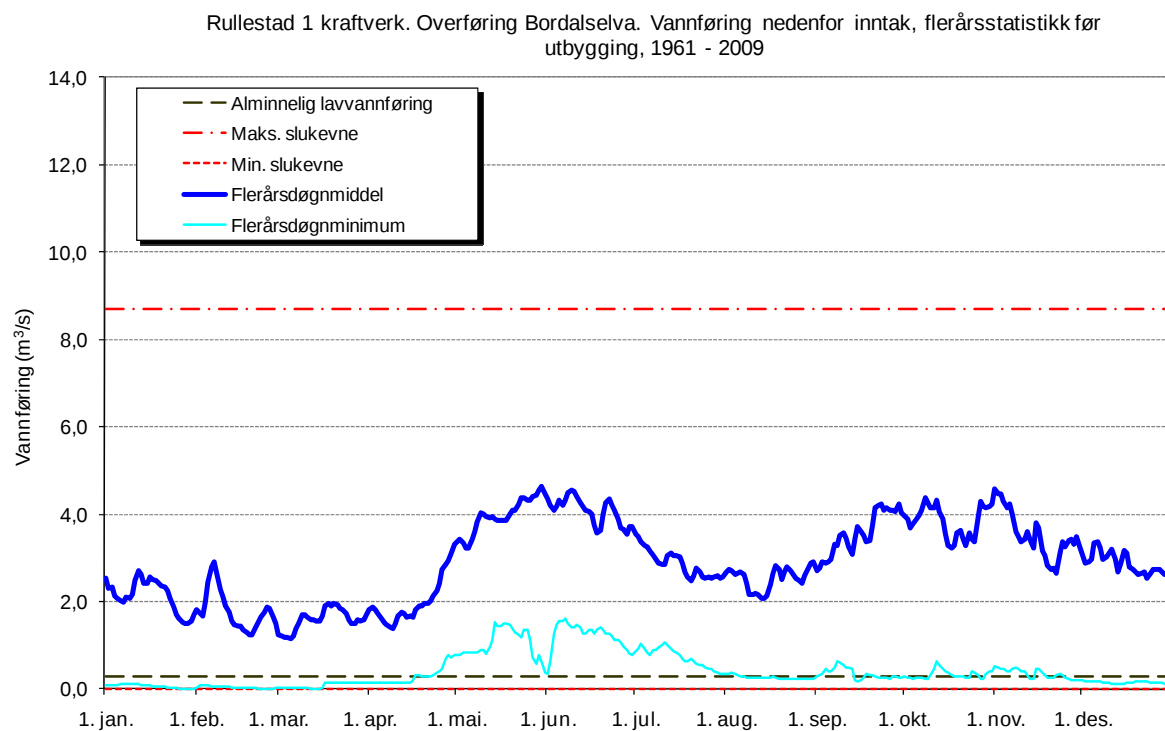
Inntak i Dalelva

Kurvene for inntaket i Dalelva er likt som for Rullestad 2, se Vedlegg 2.3.

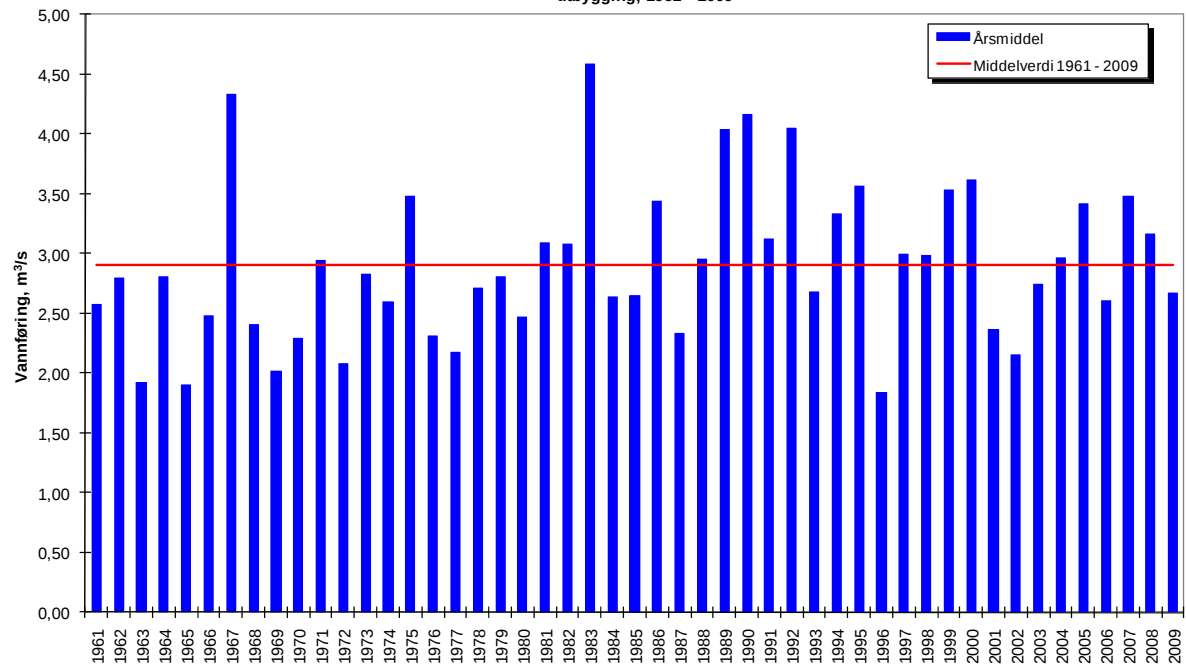
Overføring fra Bordalselva

Antagelse: $Q_{sluk\ max}=300\% Q_m$, $Q_{sluk\ min}=0\%Q_m$

Flerårsstatistikk



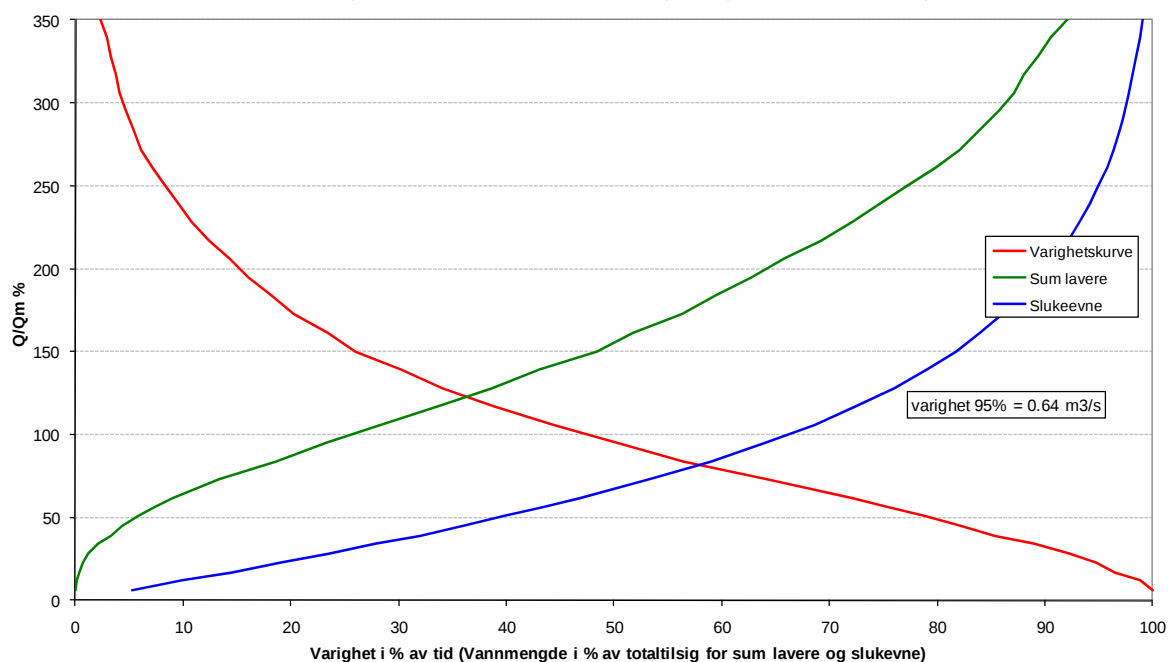
Rullestad 1 kraftverk. Overføring Bordalselva, Årsmiddelvanntføring nedenfor inntak til kraftverket, flerårsstatistikk før utbygging, 1961 - 2009



Varighetskurver

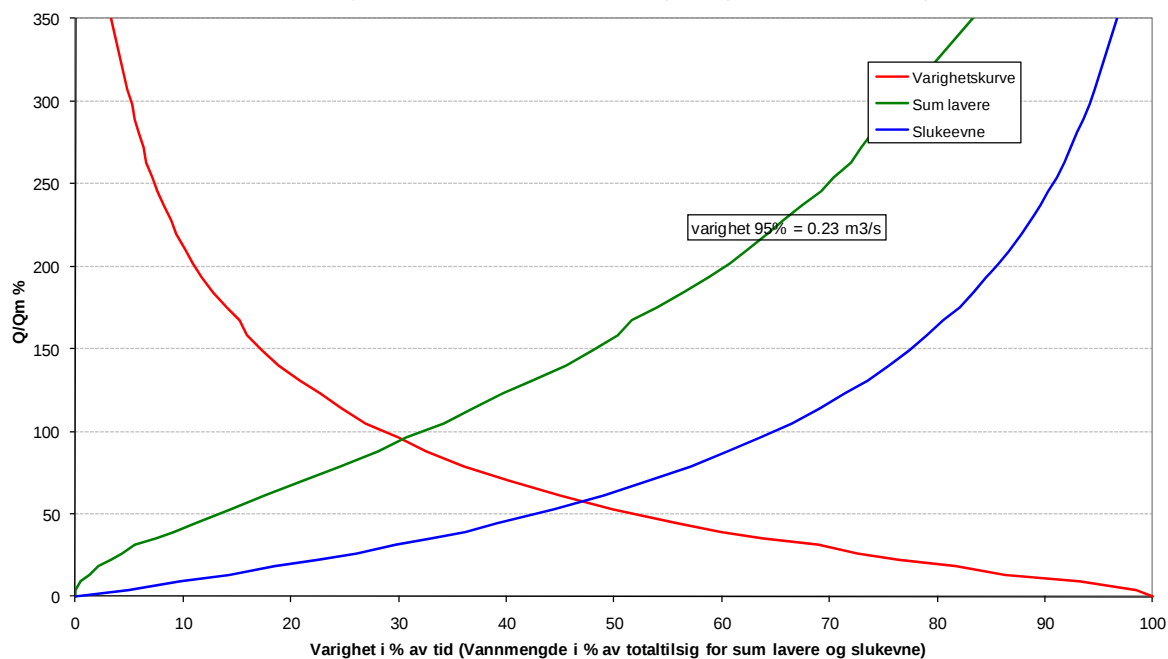
Varighetskurver sommer (1/5 - 30/9), Bordalselva, Bjørnastølen ved inntak, 1961 - 2009

Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 2.9 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddel $Q = 3.39 \text{ m}^3/\text{s}$)

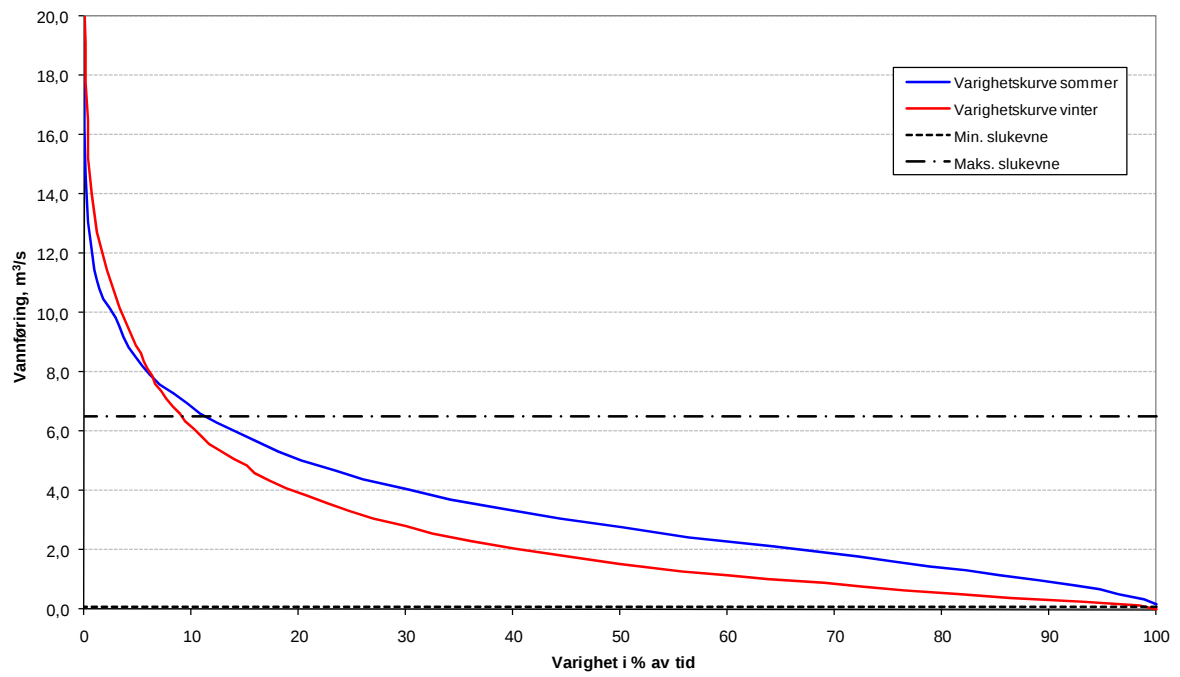


Varighetskurver vinter (1/10 - 30/4), Bordalselva, Bjørnastølen ved inntak, 1961 - 2009

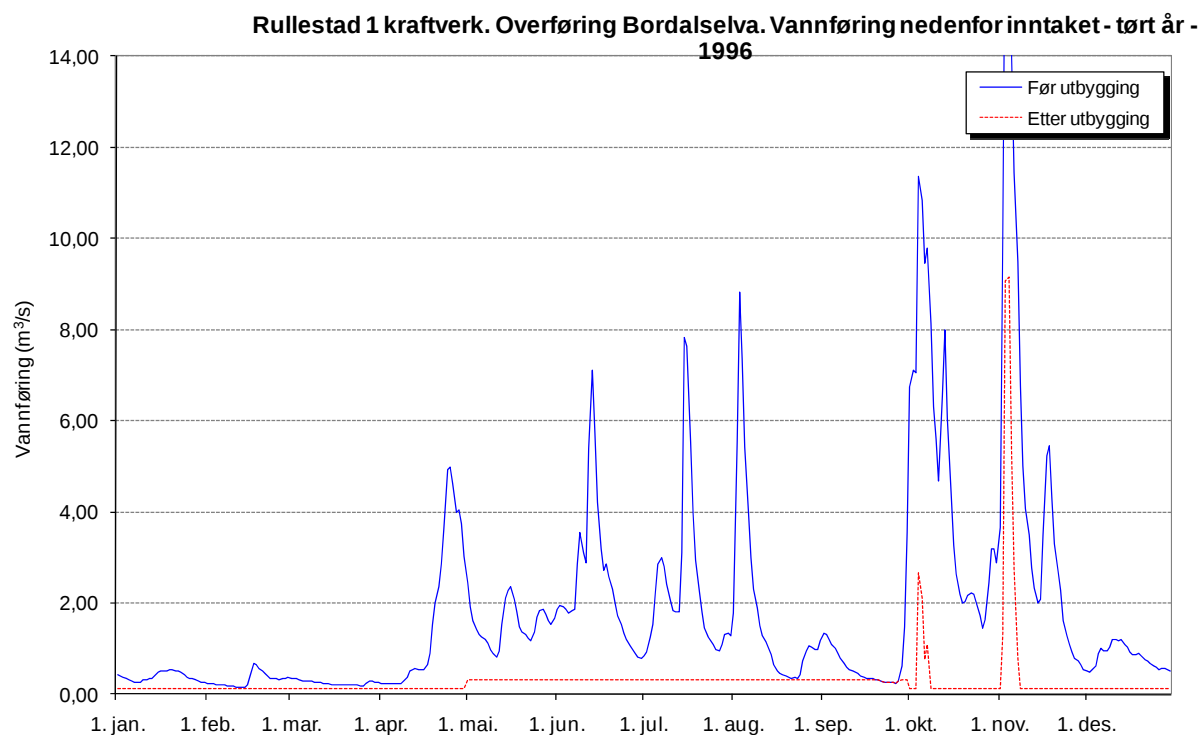
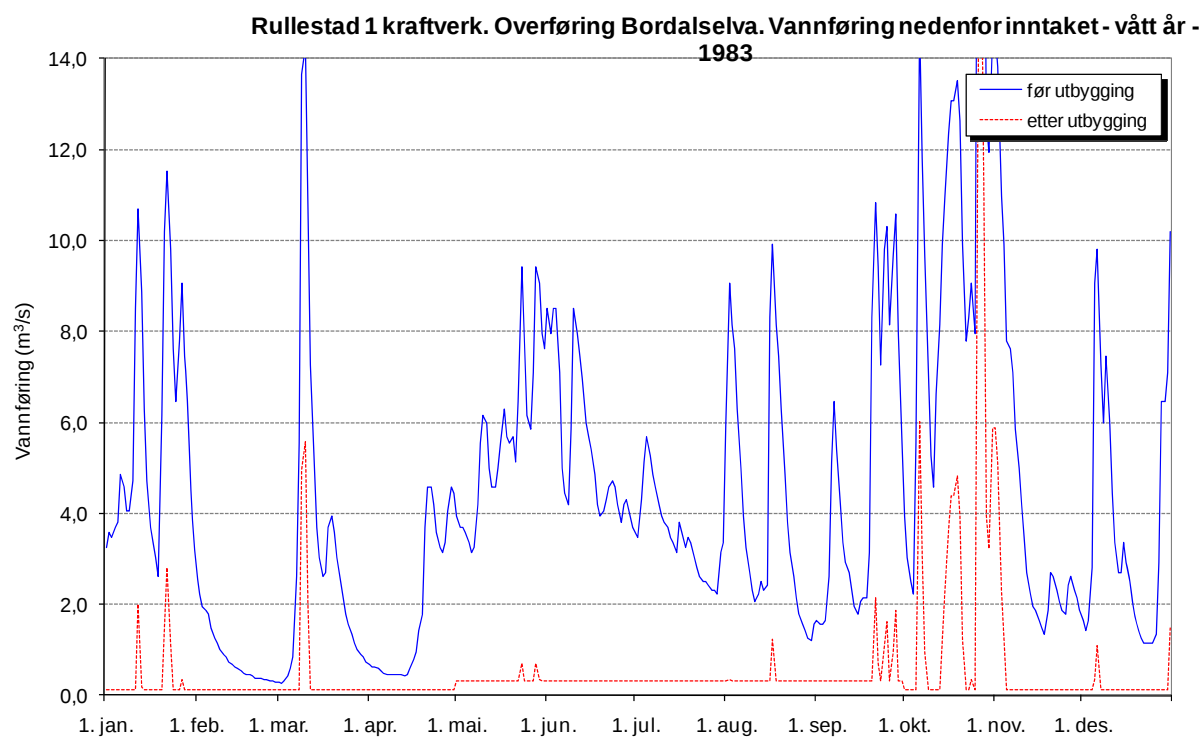
Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 2.9 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddel $Q = 2.54 \text{ m}^3/\text{s}$)

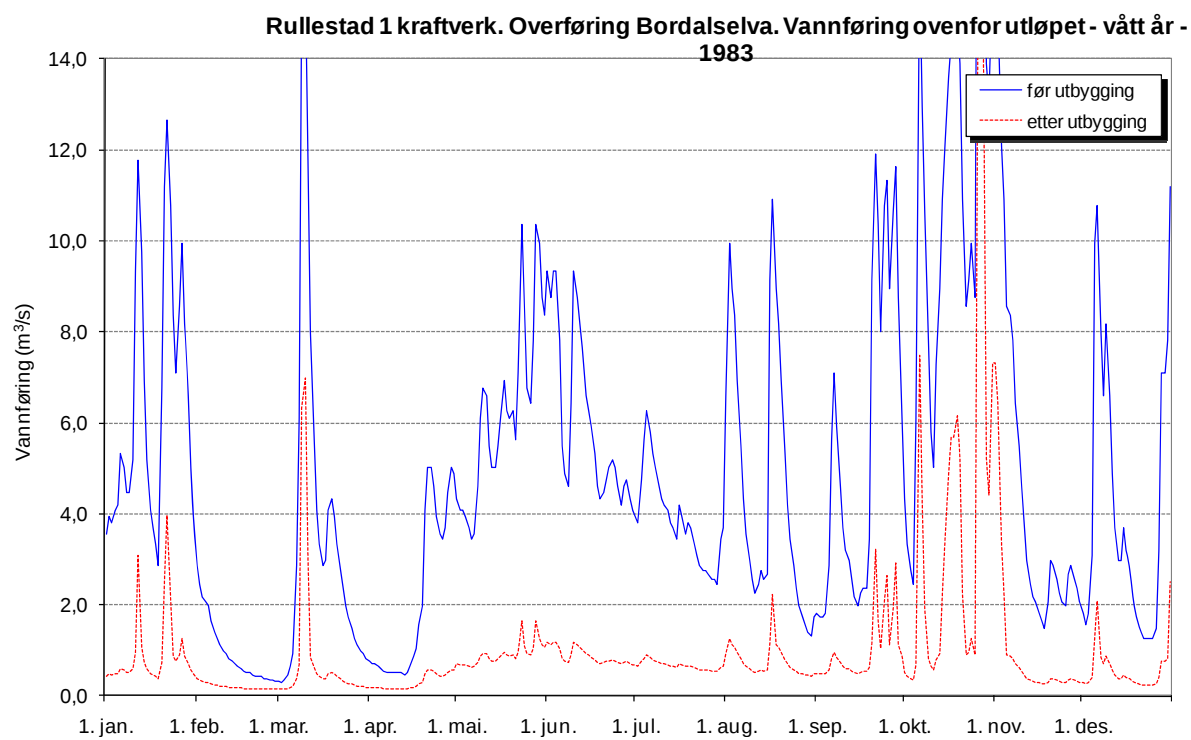
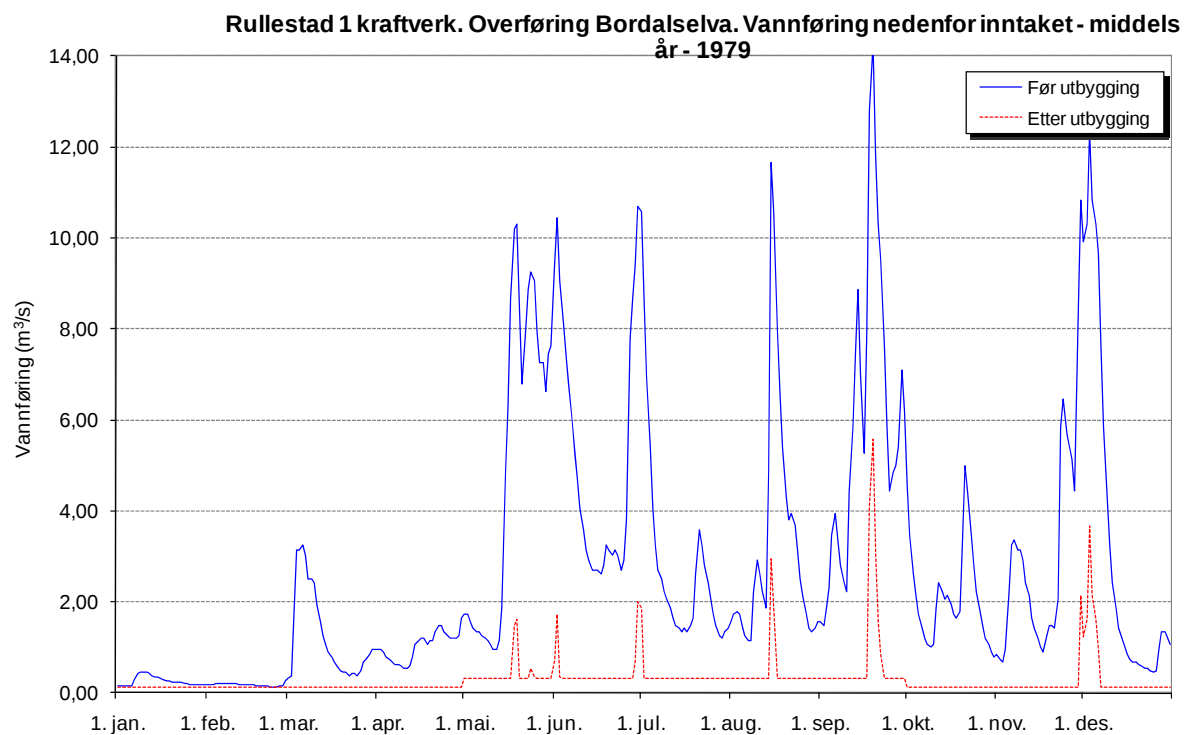


Varighetskurver, Bordalselva, Bjørnastølen ved inntak, 1961 - 2009

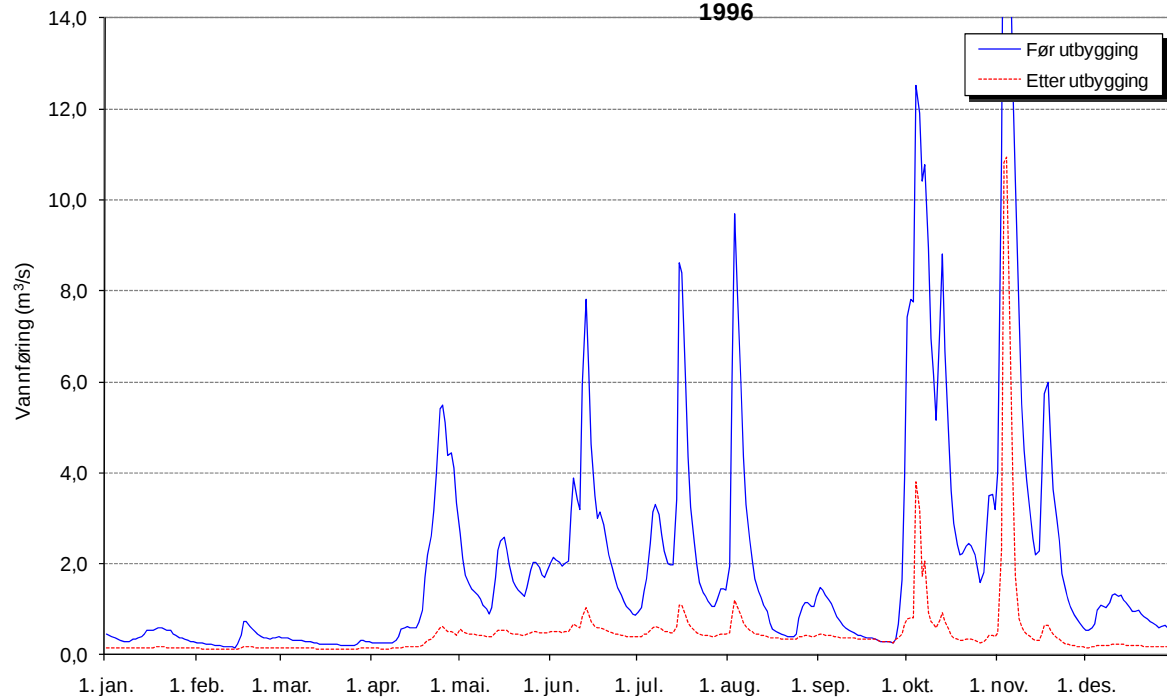


Vannføringsforhold før og etter utbygging

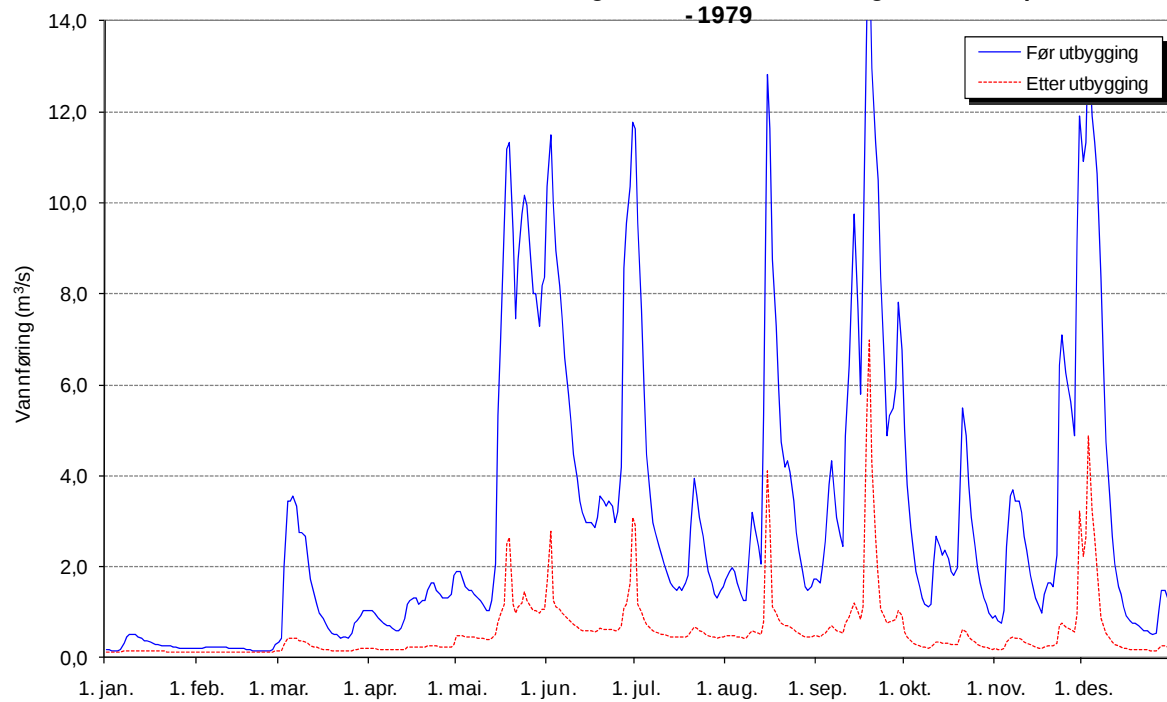




Rullestad 1 kraftverk. Overføring Bordalselva. Vannføring ovenfor utløpet - tørt år - 1996



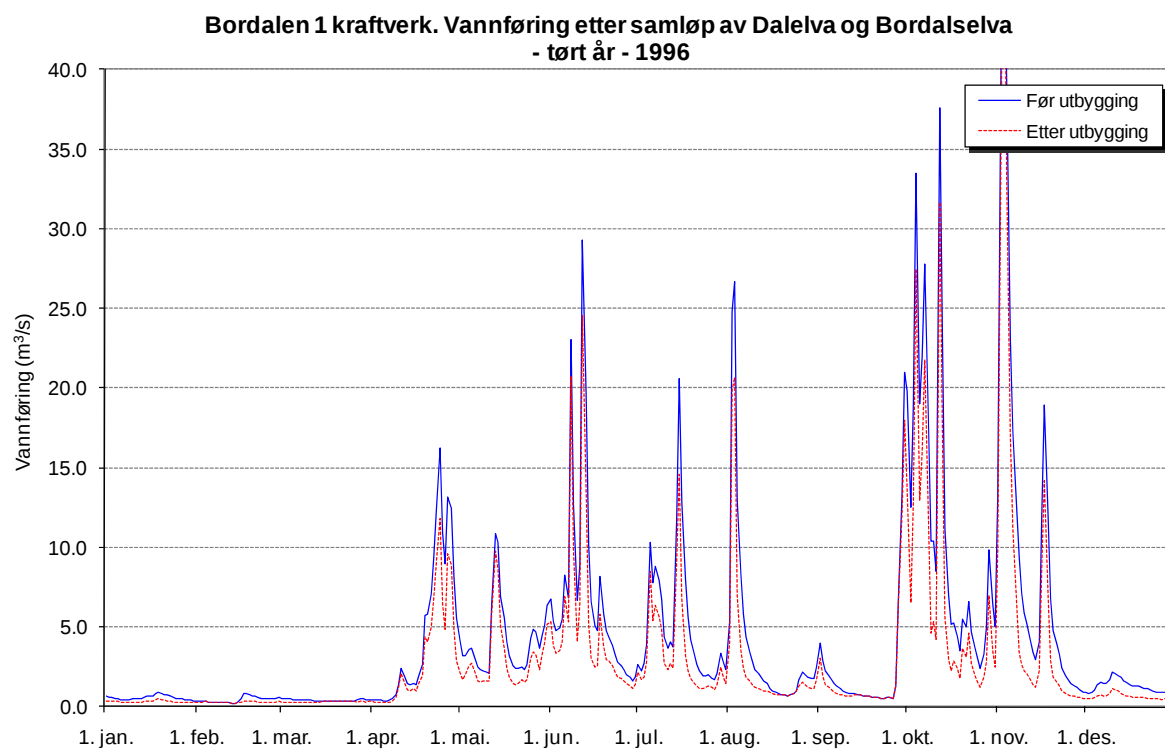
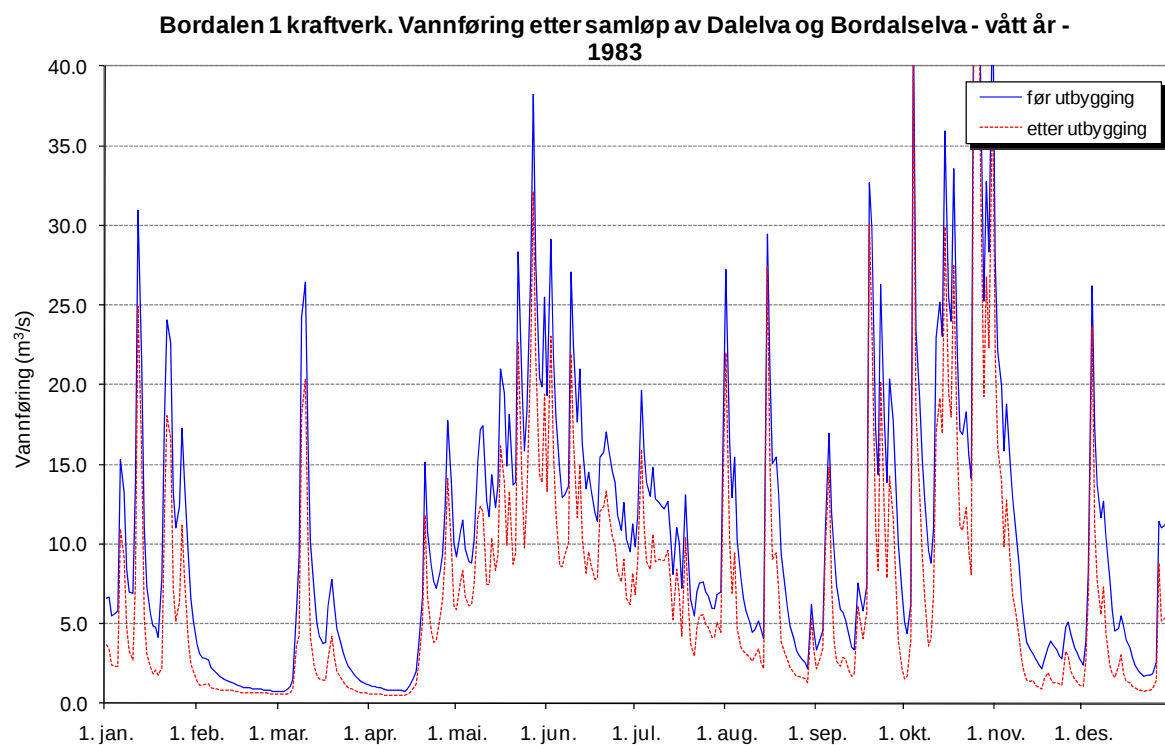
Rullestad 1 kraftverk. Overføring Bordalselva. Vannføring ovenfor utløpet - middels år - 1979



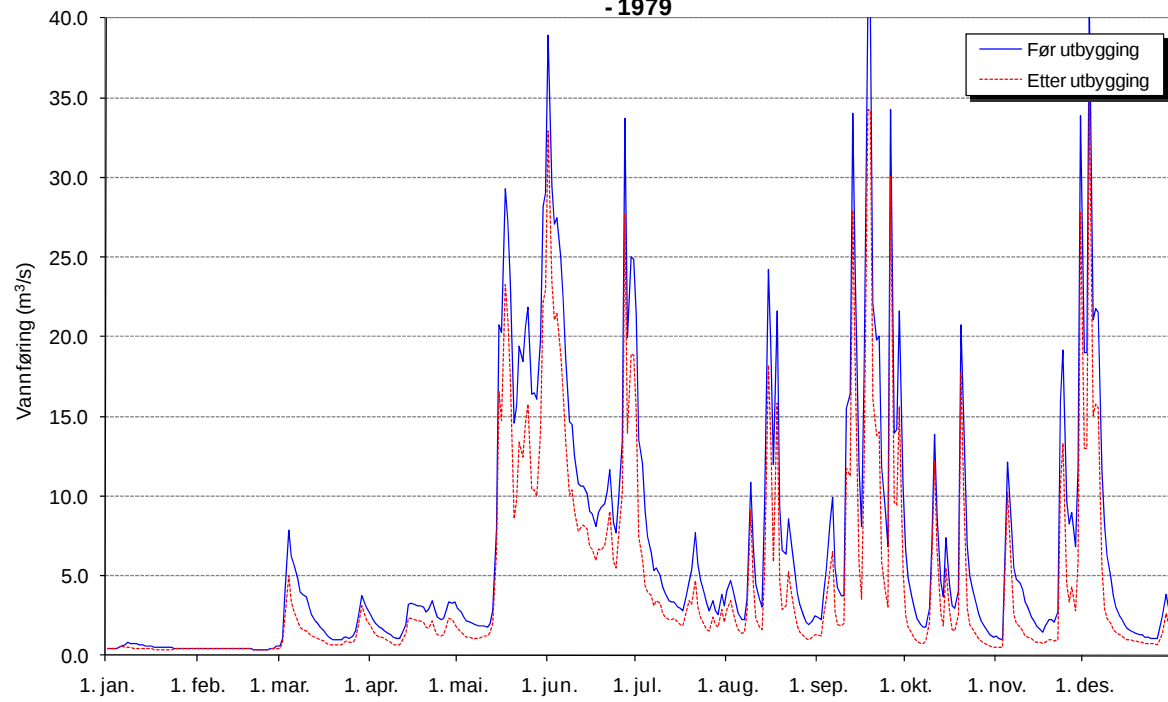
Vedlegg 2.8 Vannføringsforhold i Dalelva gjennom Rullestadgjuvet

Bygging av Bordalen 1. Ingen utbygging i Dalelva

Vannføringsforhold i Dalelva rett nedstrøms samløp med Bordalselva før og etter utbygging.

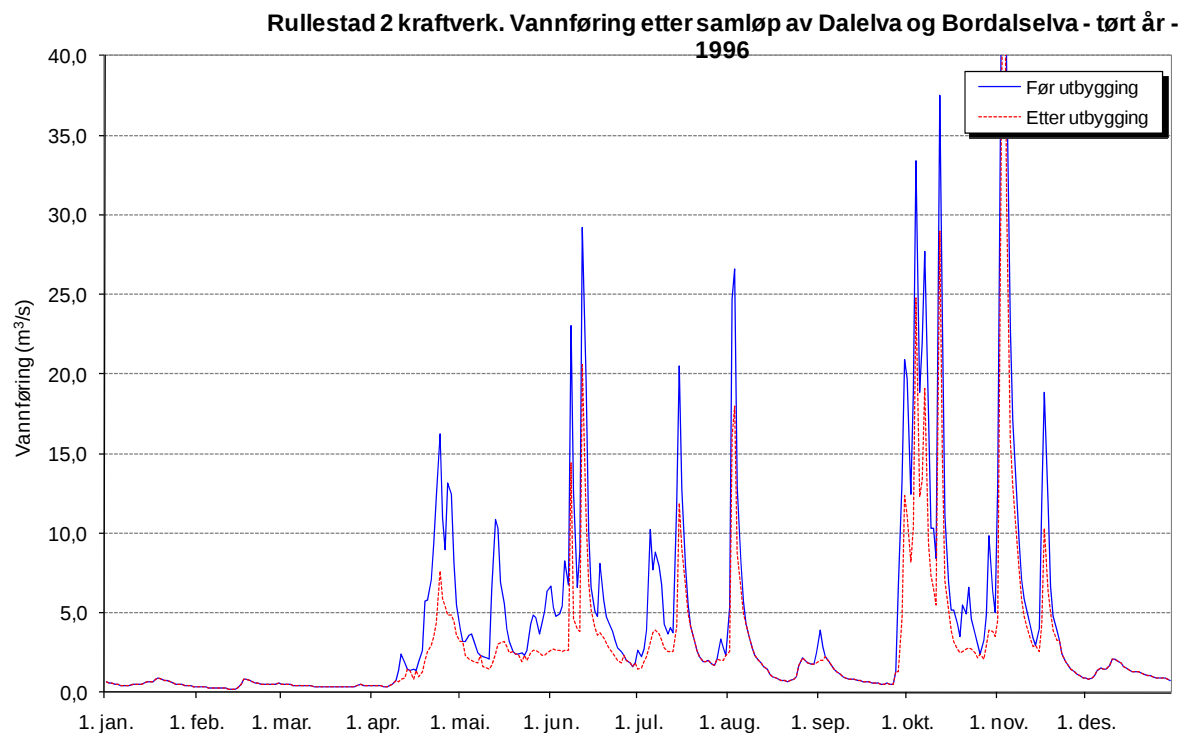
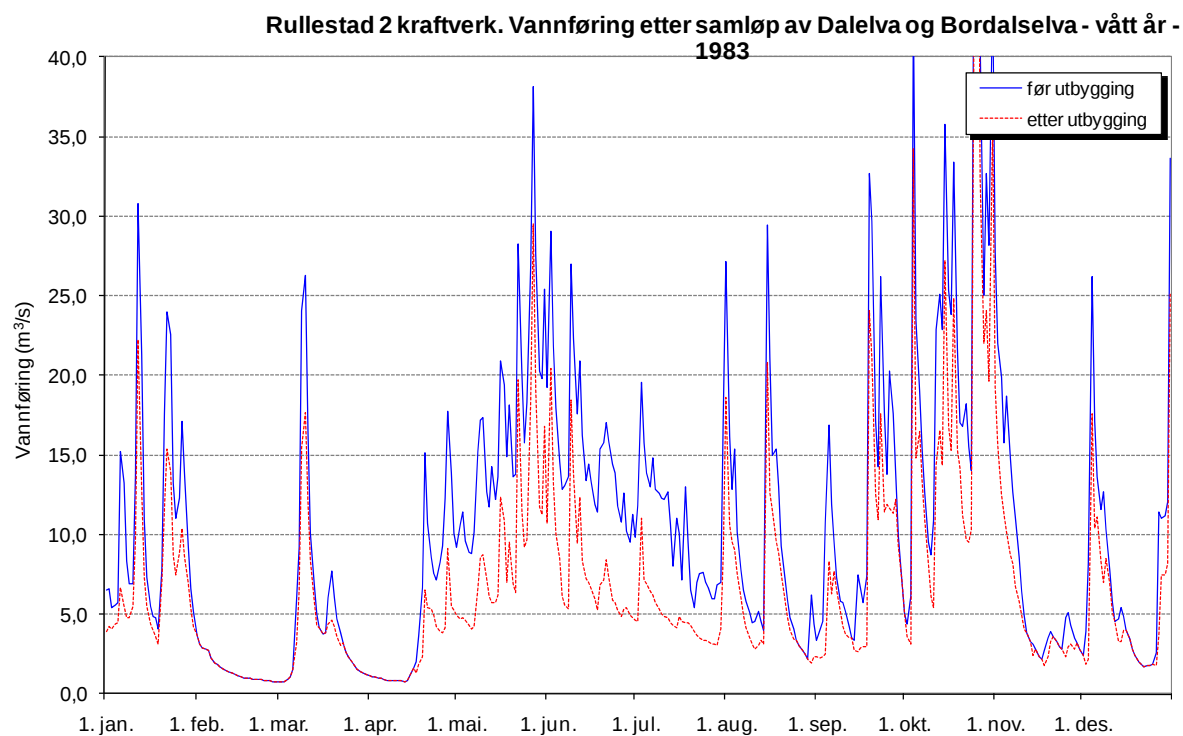


**Bordalen 1 kraftverk. Vannføring etter samløp av Dalelva og Bordalselva - middels år
- 1979**

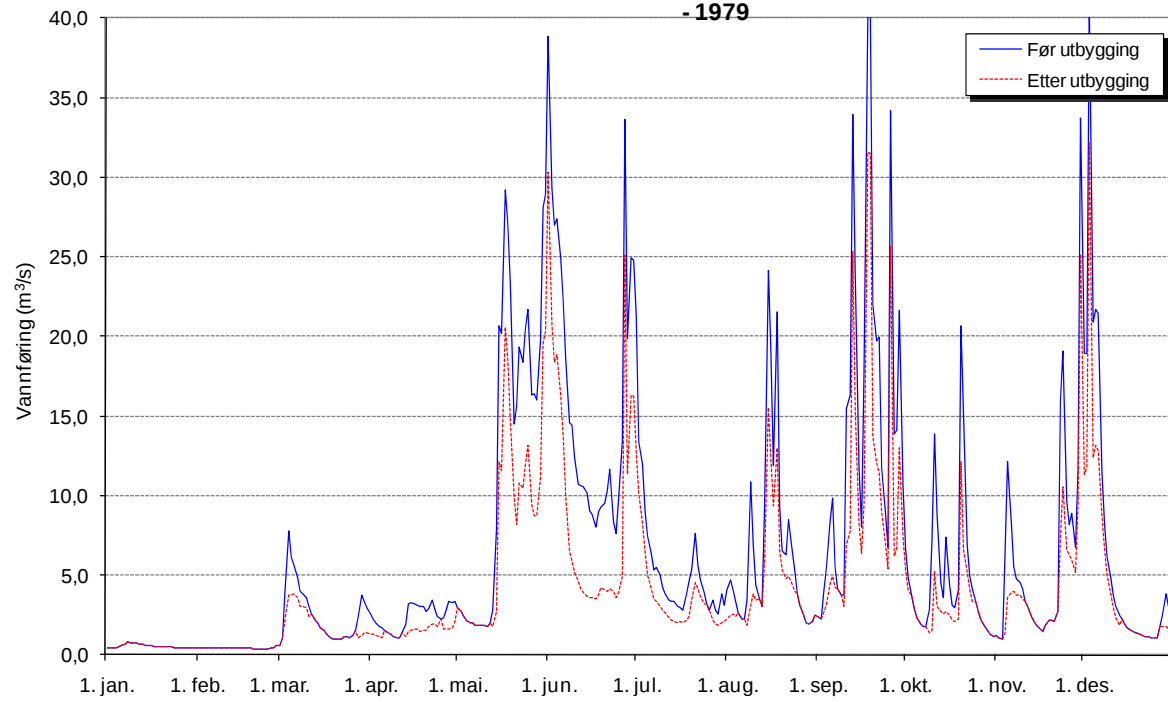


Bygging av Rullestad 2. Ingen utbygging i Bordalselva

Vannføringsforhold i Dalelva rett nedstrøms samløp med Bordalselva før og etter utbygging.

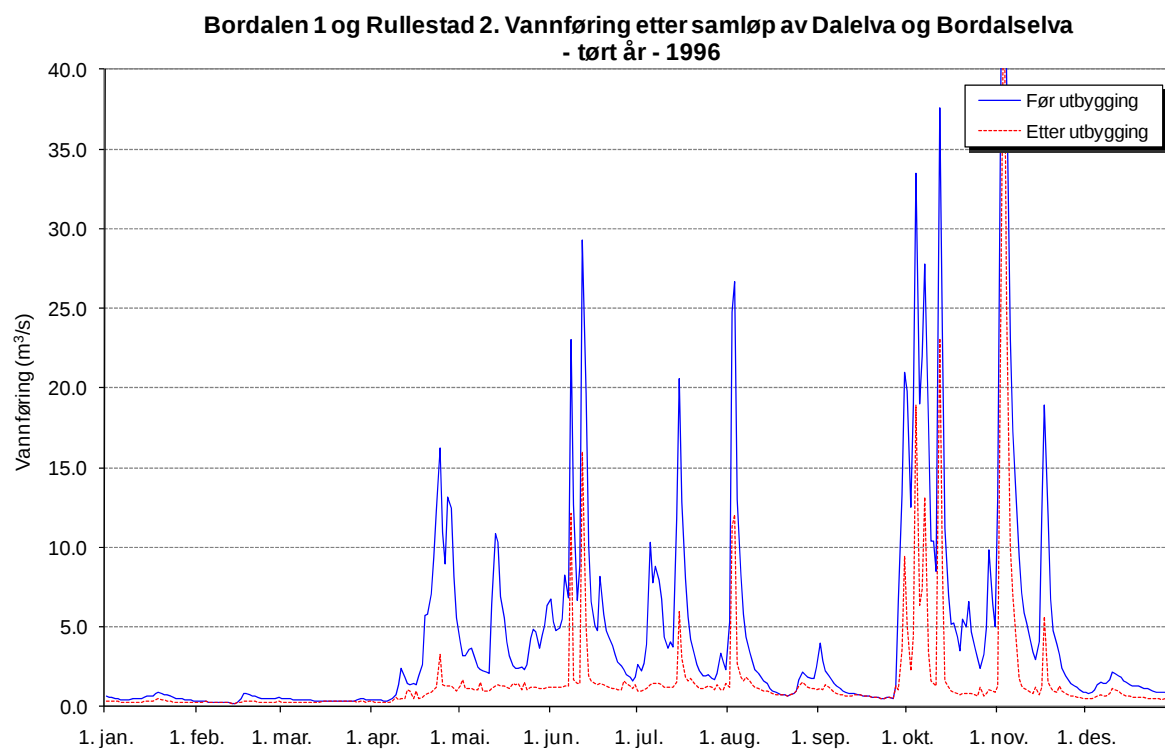
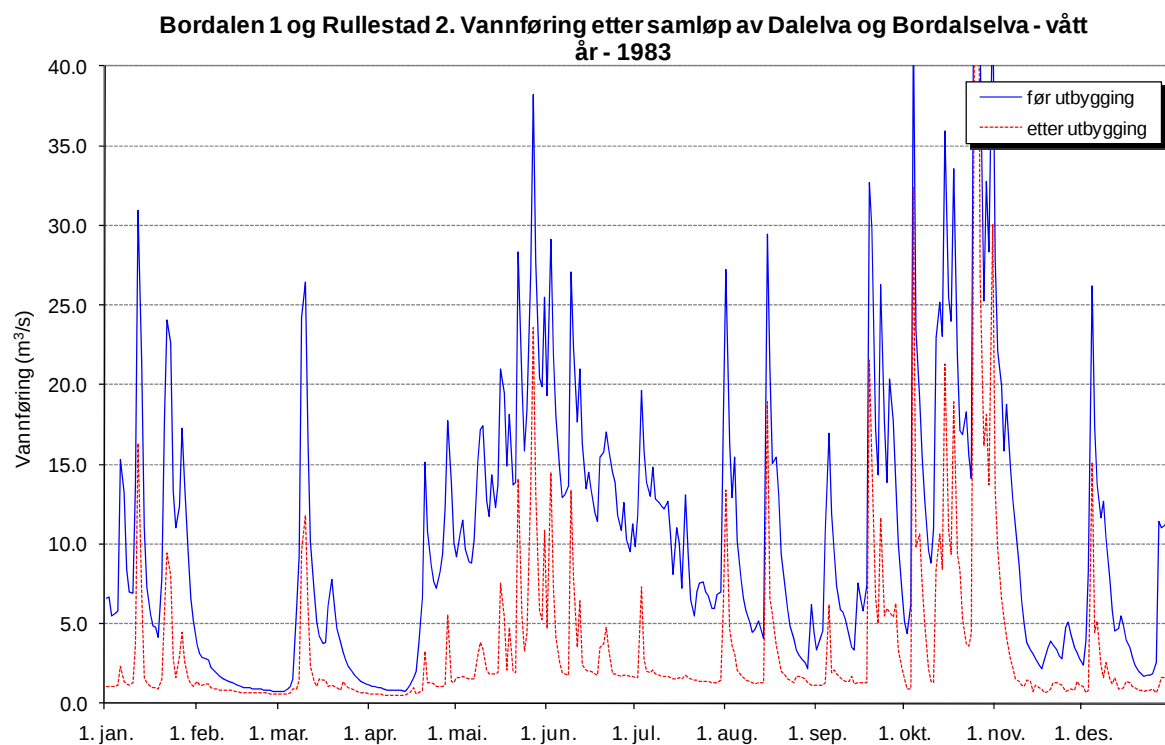


Rullestad 2 kraftverk. Vannføring etter samløp av Dalelva og Bordalselva - middels år
- 1979

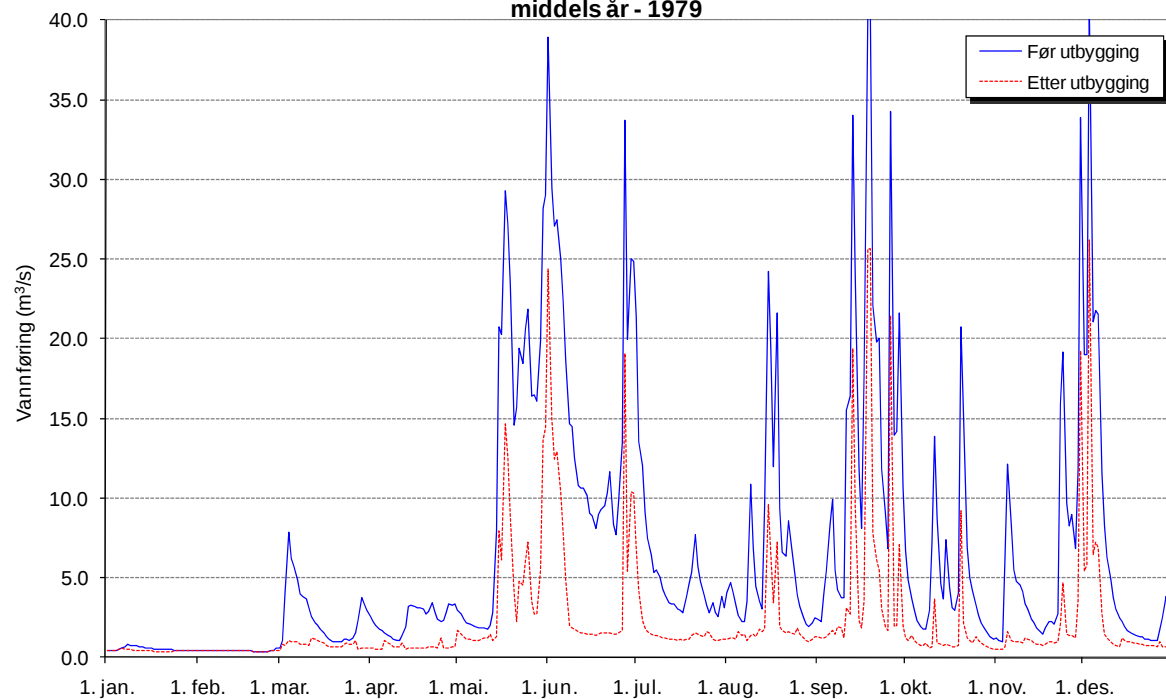


Bygging av Bordalen 1 og Rullestad 2 (utbygging i både Bordalselva og Dalelva)

Vannføringsforhold i Dalelva rett nedstrøms samløp med Bordalselva før og etter utbygging.

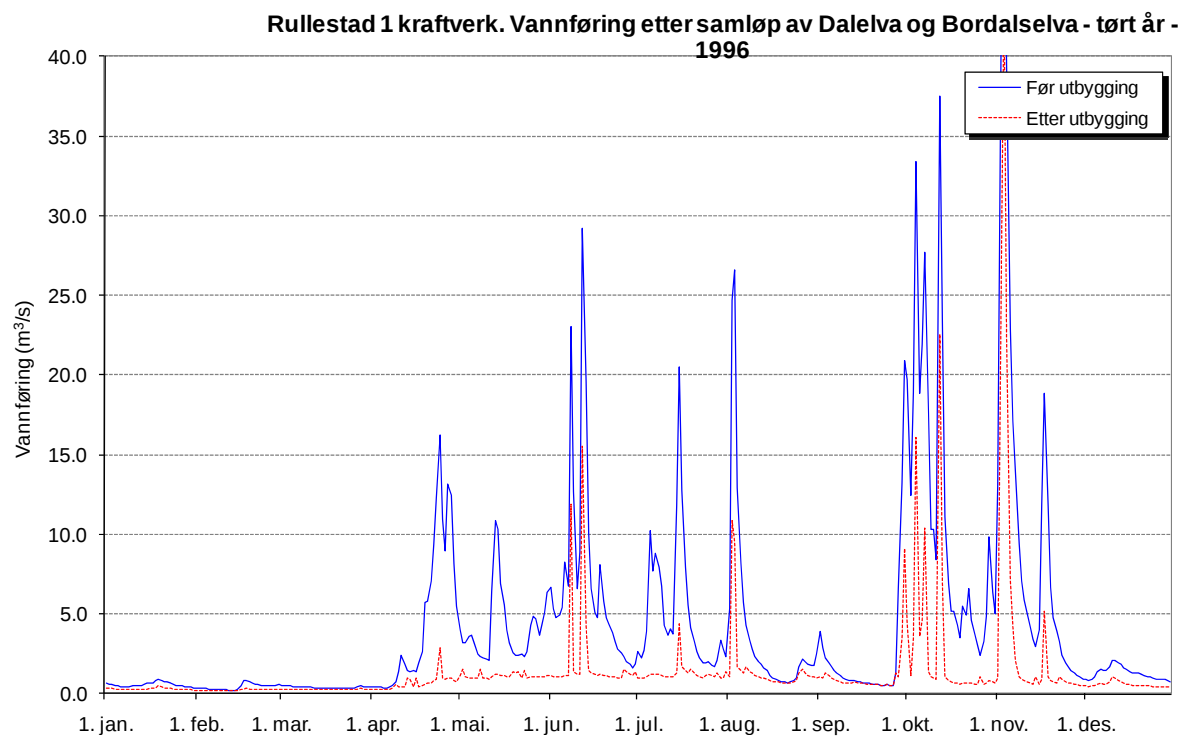
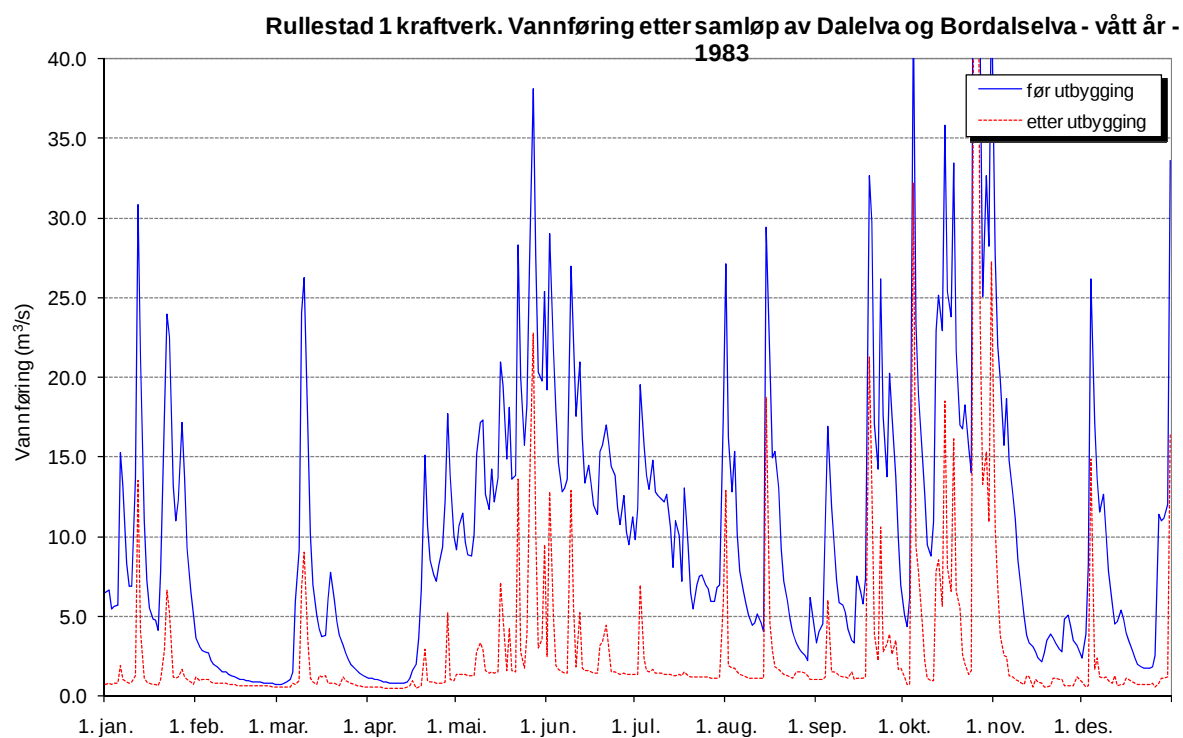


**Bordalen 1 og Rullestad 2. Vannføring etter samløp av Dalelva og Bordalselva -
middels år - 1979**

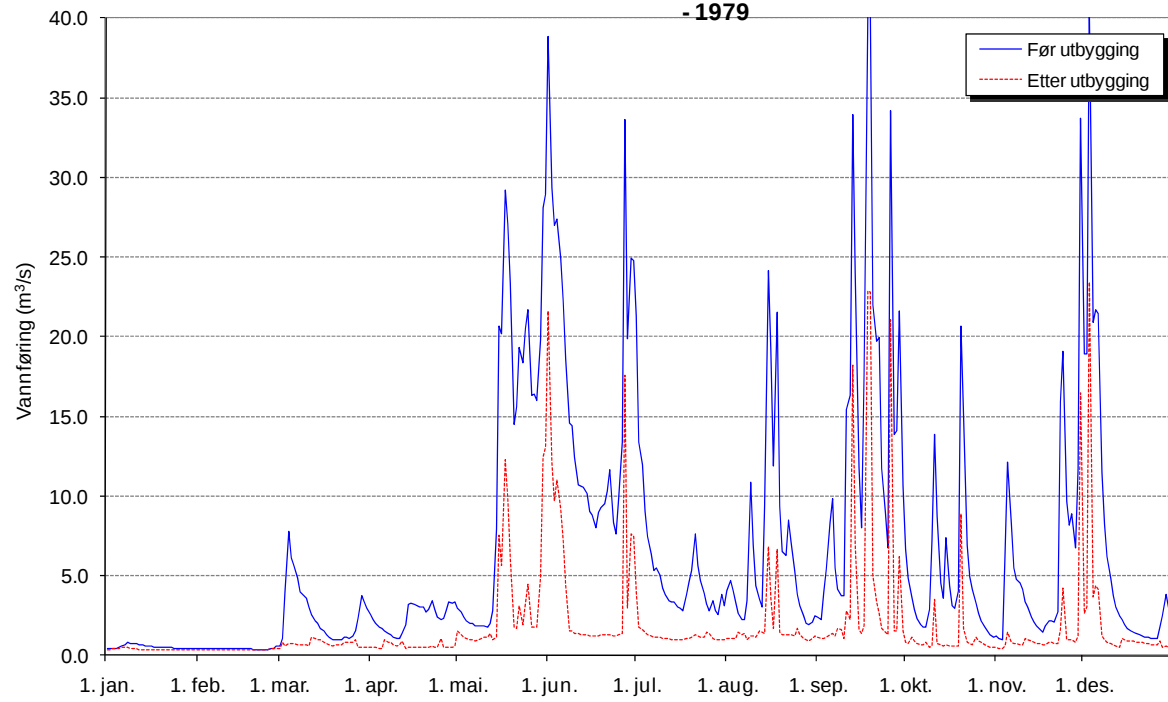


Bygging av Rullestad 1. (overføring av Bordalselva)

Vannføringsforhold i Dalelva rett nedstrøms samløp med Bordalselva før og etter utbygging.



Rullestad 1 kraftverk. Vannføring etter samløp av Dalelva og Bordalselva - middels år
- 1979



Vedlegg 3 Hydrologisk skjema

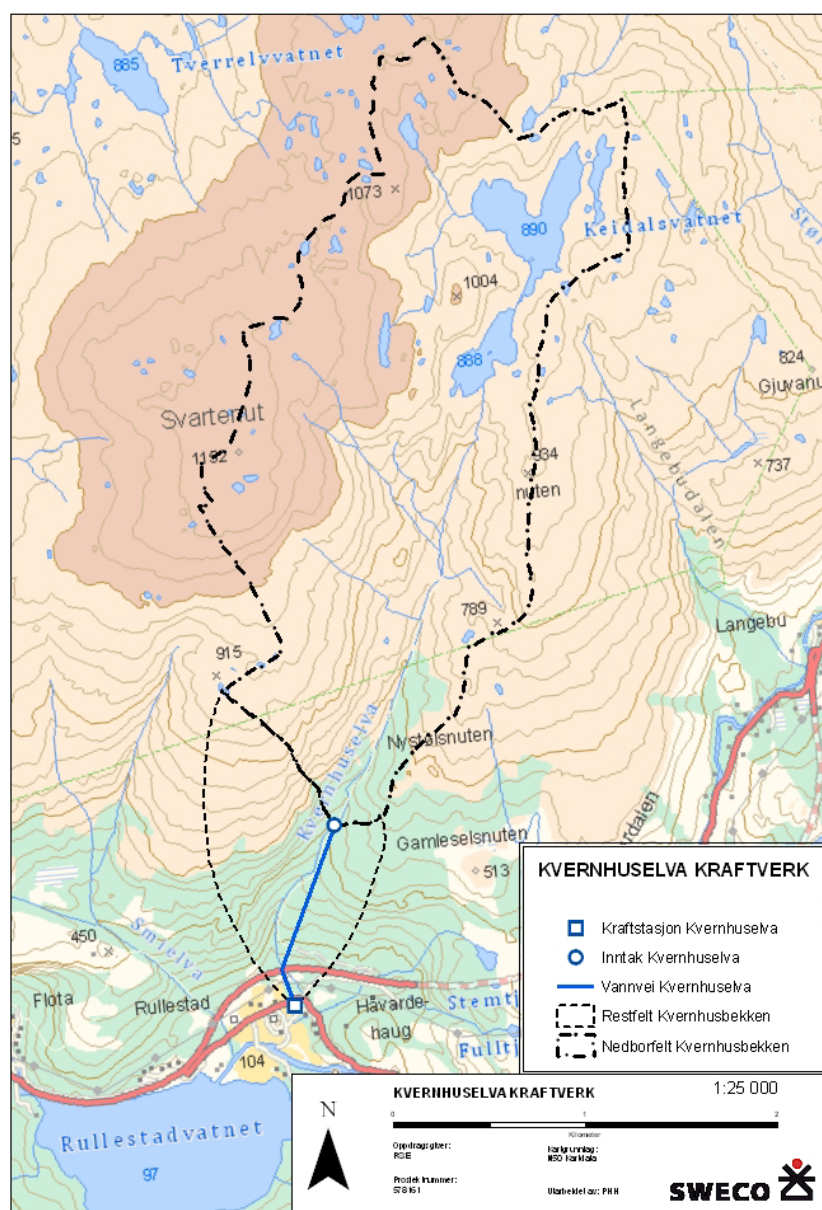
Kvernhuselva småkraftverk

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 og restfelt. Kraftverket og inntakspunkt er tegnet inn.

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.

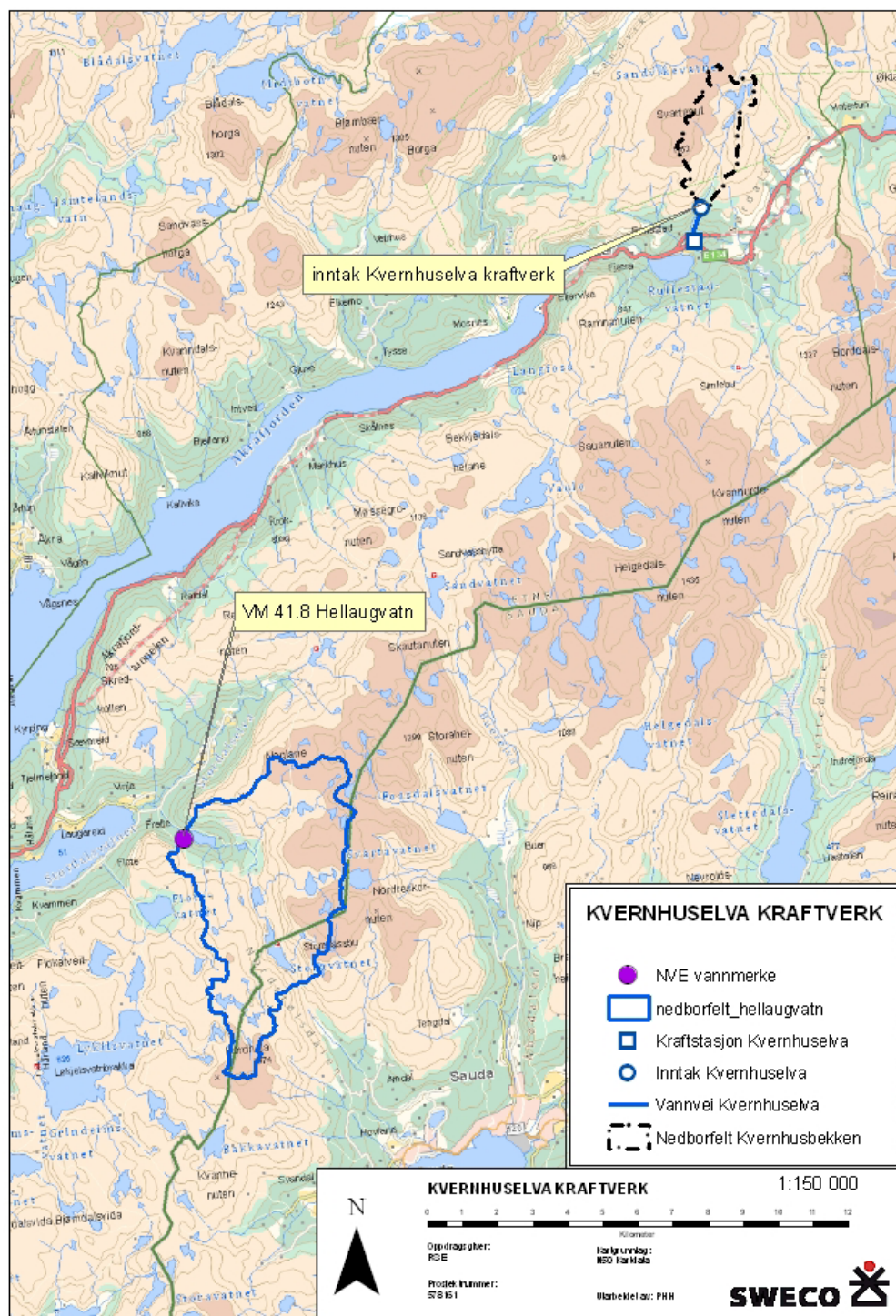
Magasinvolum (mill m ³)	-	
Normalvannstand (moh)	-	
Laveste og høyeste vannstand etter regulering (moh)	399,9	400
Planlegges effektkjøring av magasinet?	nei	

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

Stasjonsnummer og stasjonsnavn ³	41.8 Hellaugvatn
Skaleringsfaktor ⁴	0,175
Periode med data som er benyttet	1982 – 2009
Totalt antall år med data	28
Er sammenligningsstasjonen uregulert? ⁵	ja

1.1.4 Feltparametre for kraftverkets og sammenligningsstasjonens nedbørfelt.

	Kraftverkets nedbørfelt ovenfor inntak		Sammenligningsstasjonens nedbørfelt ⁶	
Areal (km ²)	5,0		27,01	
Høyeste og laveste kote (moh)	1152	400	1263	271
Effektiv sjøprosent ⁷	2,0		1,97	
Breandel (%)	0		0	
Snaufjellandel (%) ⁸	95,2		82,34	
Hydrologisk regime ⁹	Vårflom/Høstflom Vinterlavvann		Vårflom/Høstflom Vinterlavvann	
Middelavrenning/ midlere årstilsig (1961-1990) fra avrenningskartet ¹⁰	0,52 m ³ /s		3,41 m ³ /s	
	104,0 l/s km ²		126,4 l/s km ²	
	16,4 mill m ³		107,6 mill m ³	
Middelavrenning (1982 – 2009) for sammenligningsstasjonen beregnet i observasjonsperioden ¹¹	-----		3,26 m ³ /s	120,7 l/s/km ²
Kort begrunnelse for valg av sammenligningsstasjon	Det ble etablert vannføringsmåling i Kvernhuselva i 2005. Målingene pågår fortsatt. Analyse av måleresultatene fra perioden 2005 - 2007 er brukt for å vurdere hvilket vannmerke som bør benyttes for hydrologiske og produksjonsmessige beregninger for Kvernhuselva kraftverk. Tilsigsserier fra vannmerker i samme region er sammenlignet med den målte tilsigsserien fra Kvernhuselva. Vannmerket 41.8 Hellaugsvatn er det vannmerket som samsvarer best med måleserien til Kvernhuselva. Data fra Hellaugsvatn vannmerke fra perioden 1982 til 2009 er skalert til Kvernhuselva, og benyttet i fremstilling av vannføringsgrafer, varighetskurver og i produksjonsberegninger. Måleserien for Kvernhuselva er benyttet til å beregne 5-percentil og til å fastlegge minstevannføring. Analyse av måledata fra vannmerker i regionen viser at den målte perioden var våtere enn normalavrenningen for perioden 1961-1990. Måleserien for Kvernhuselva er justert opp med 10 %. Dette gir spesifikk middelavrenning ved inntaket lik 114,4 l/(s*km²) (0,57 m³/s) som er noe høyere enn spesifikk middelavrenning fra NVEs avrenningskart (61-90), 104,0 l/(s*km²). Middelavrenning basert på målingen er benyttet i hydrologiske beregninger og produksjonsberegninger for Kvernhuselva kraftverk.			

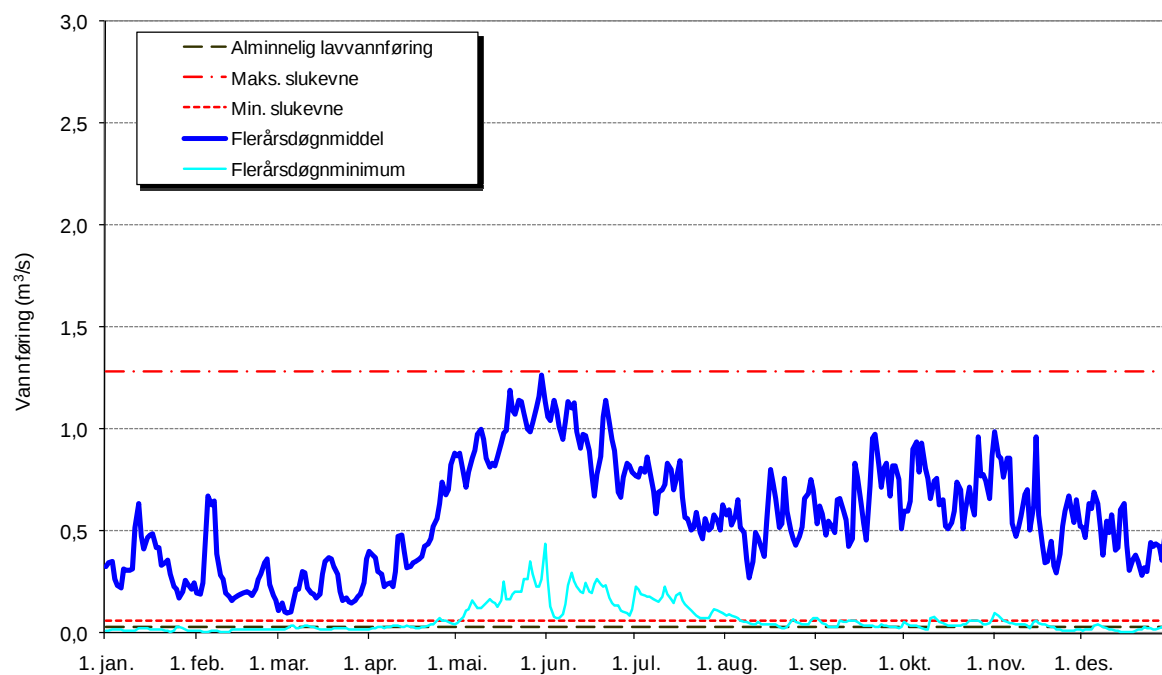


Figur 2. Kart med inntegnet nedbørfelt til kraftverket og til benyttet sammenligningsstasjon.

Kommentarer ved behov.

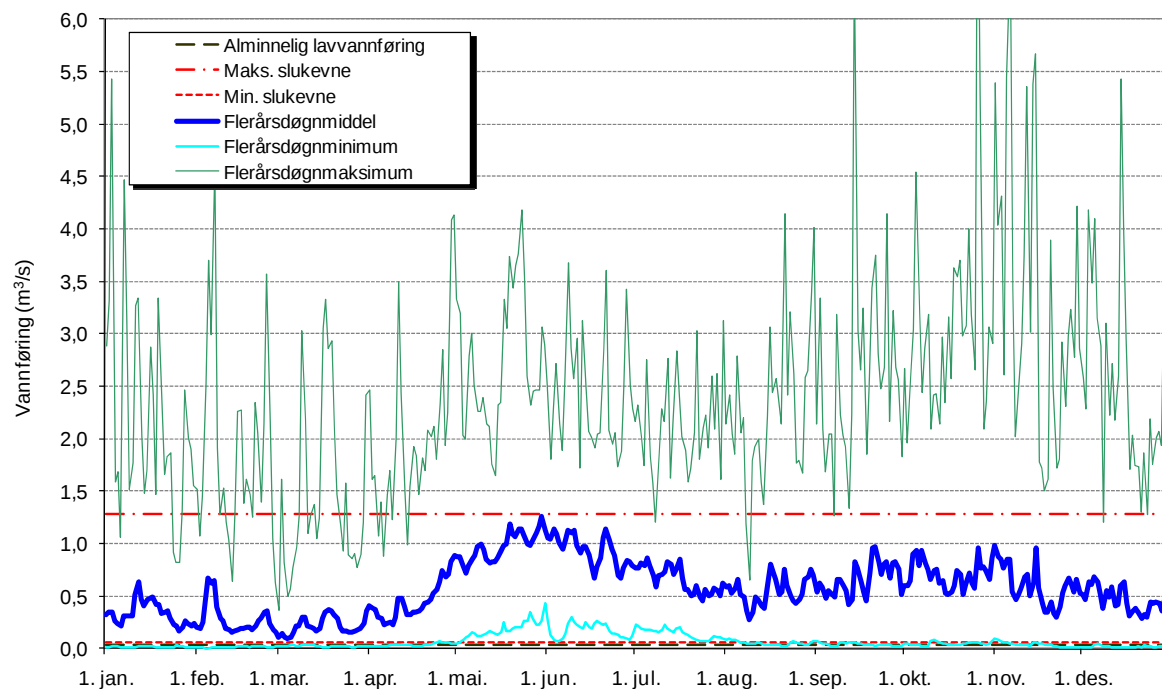
1.2 Vannføringsvariasjoner før og etter utbygging¹²

Kvernhuselva kraftverk. Vannføring nedenfor inntak, flerårsstatistikk før utbygging, 1982 - 2009

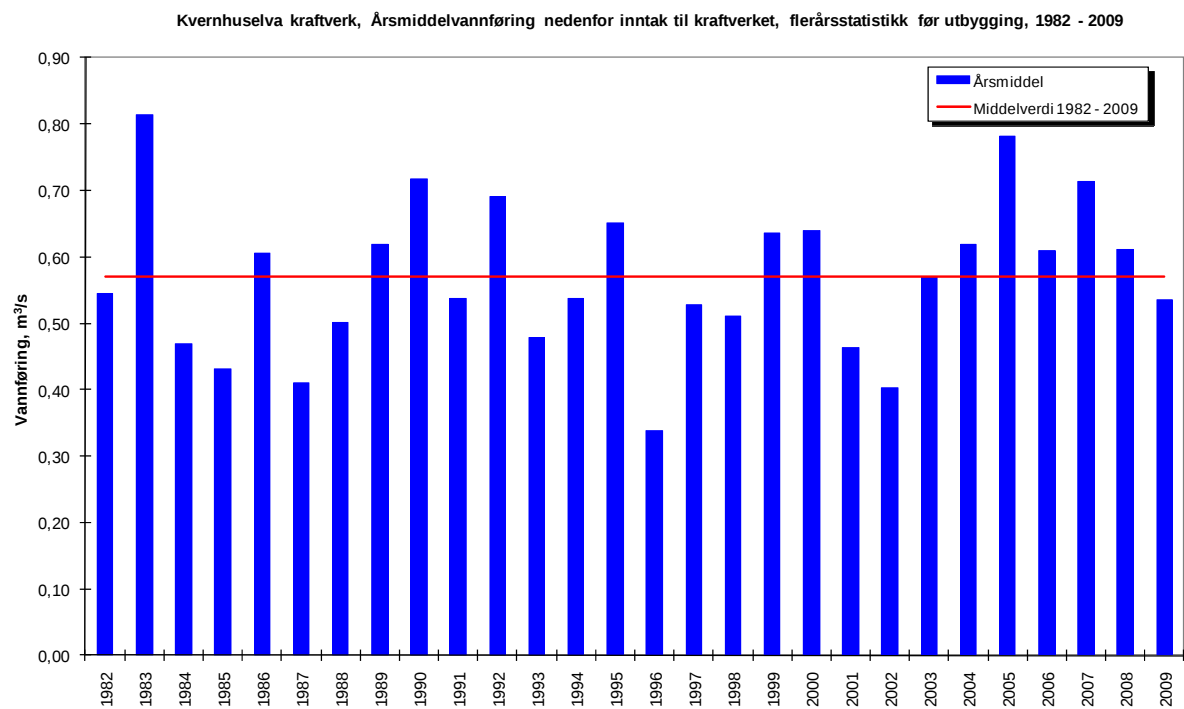


Figur 3. Plott som viser middel/median- og minimumsvannføringer (døgndata).¹³

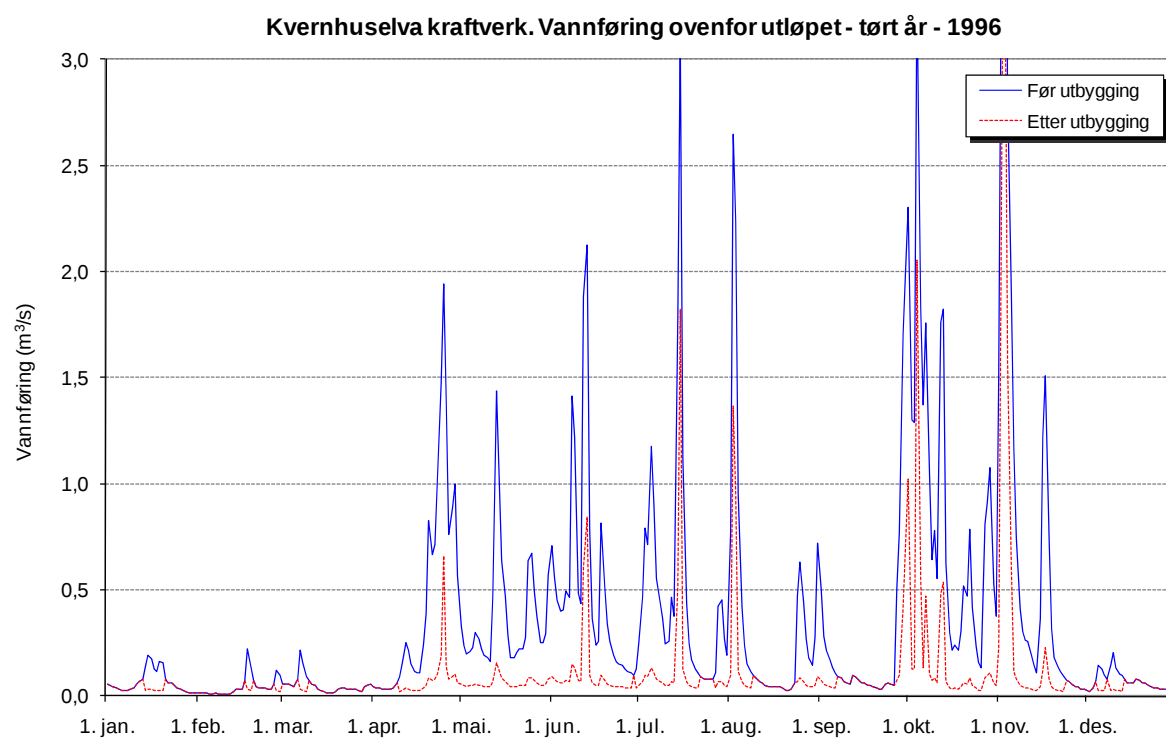
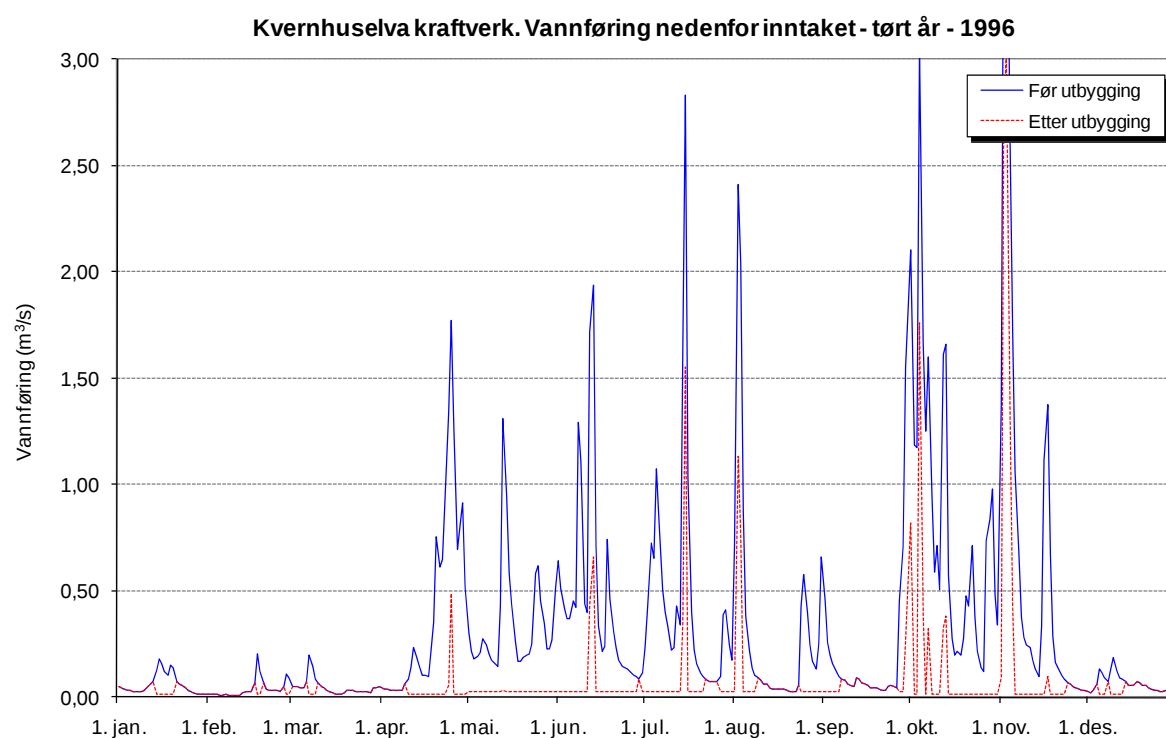
Kvernhuselva kraftverk. Vannføring nedenfor inntak, flerårsstatistikk før utbygging, 1982 - 2009



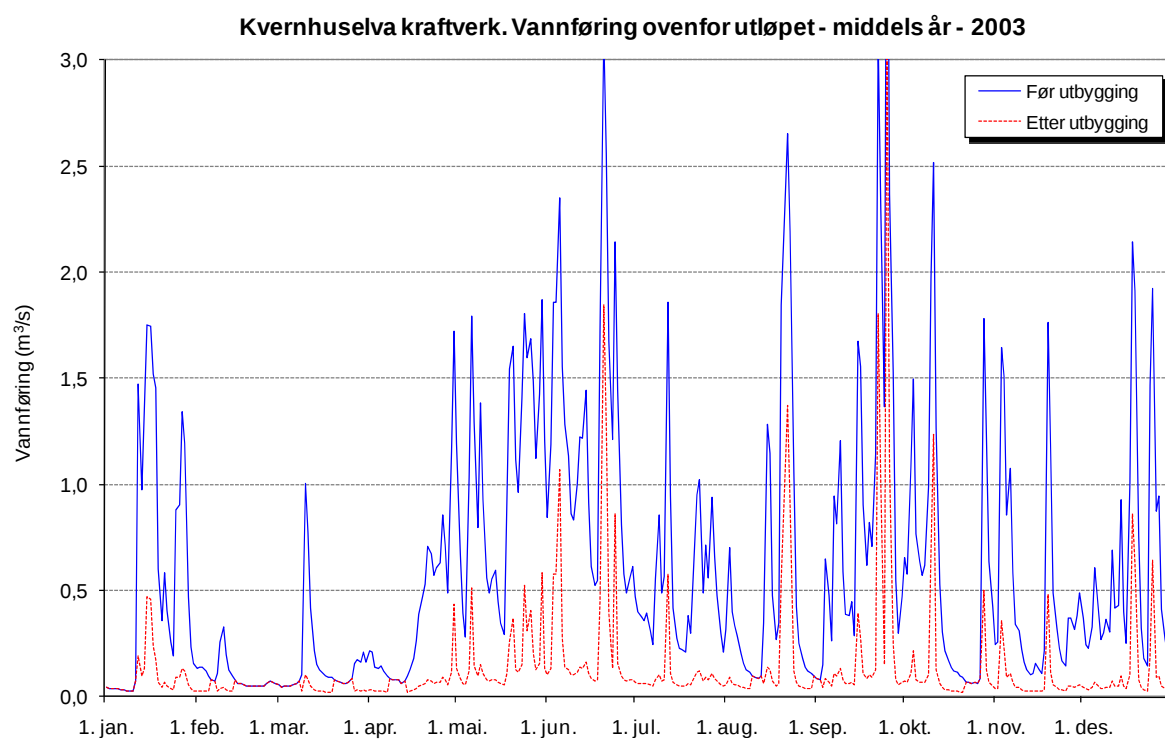
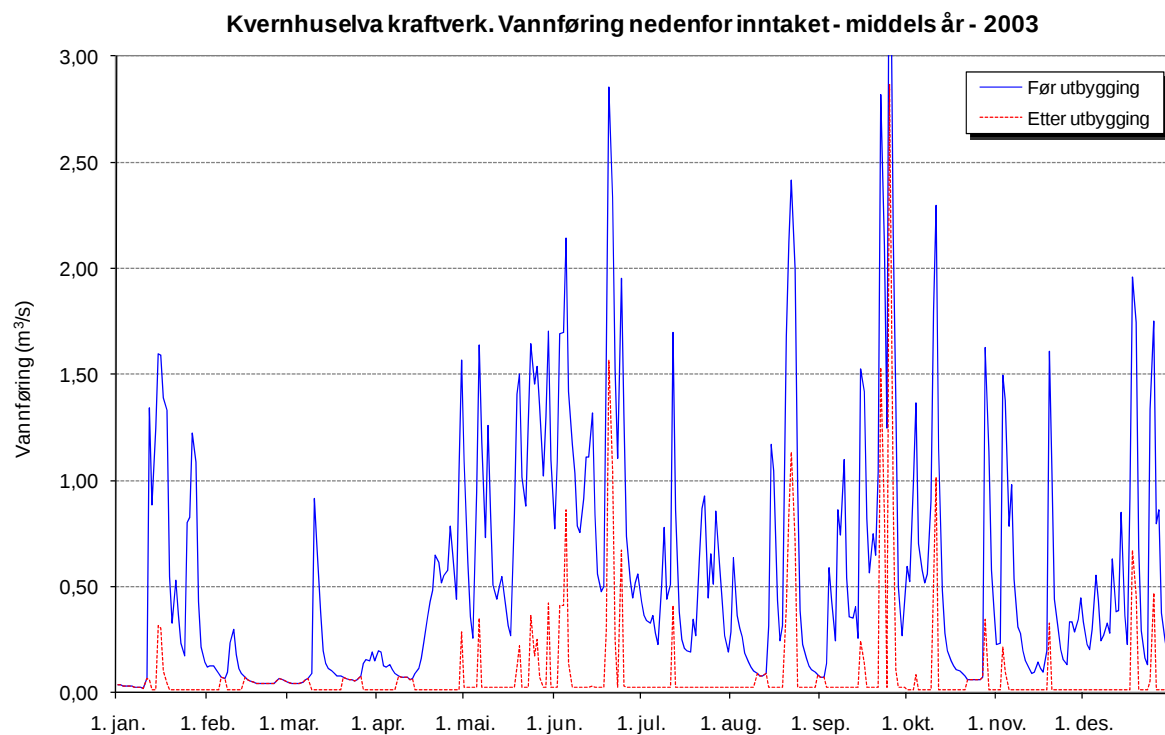
Figur 4. Plott som viser maksimumsvannføringer (døgndata).¹⁴



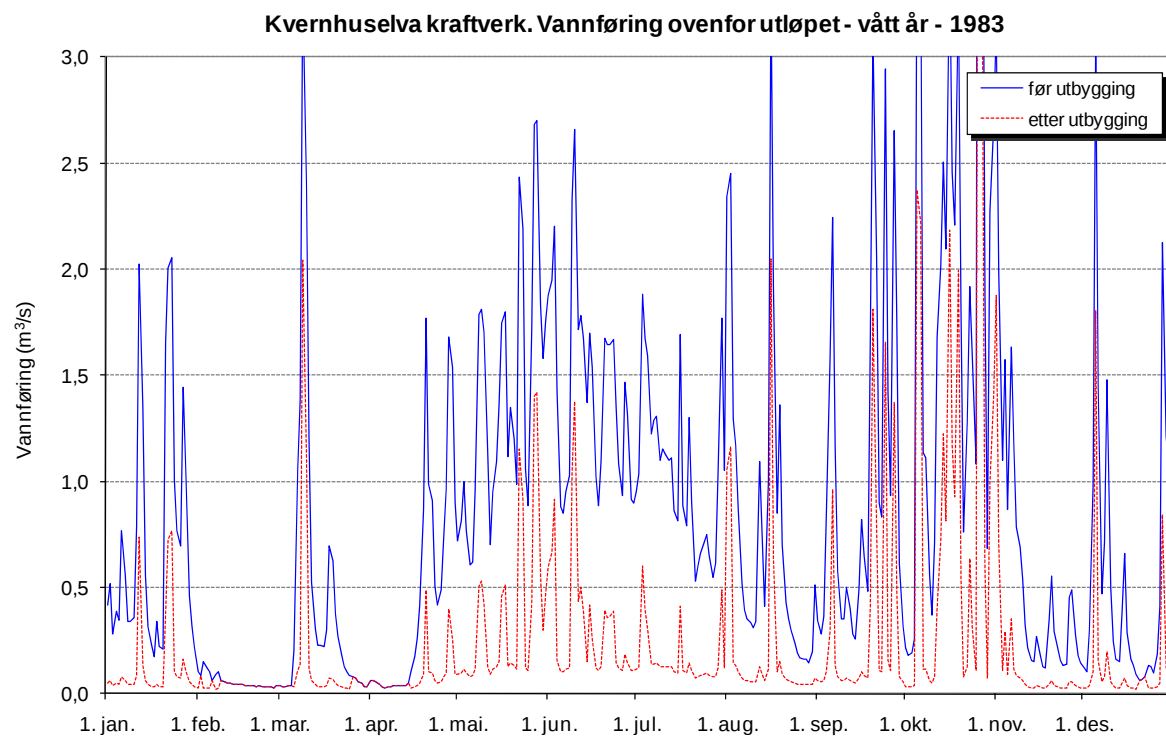
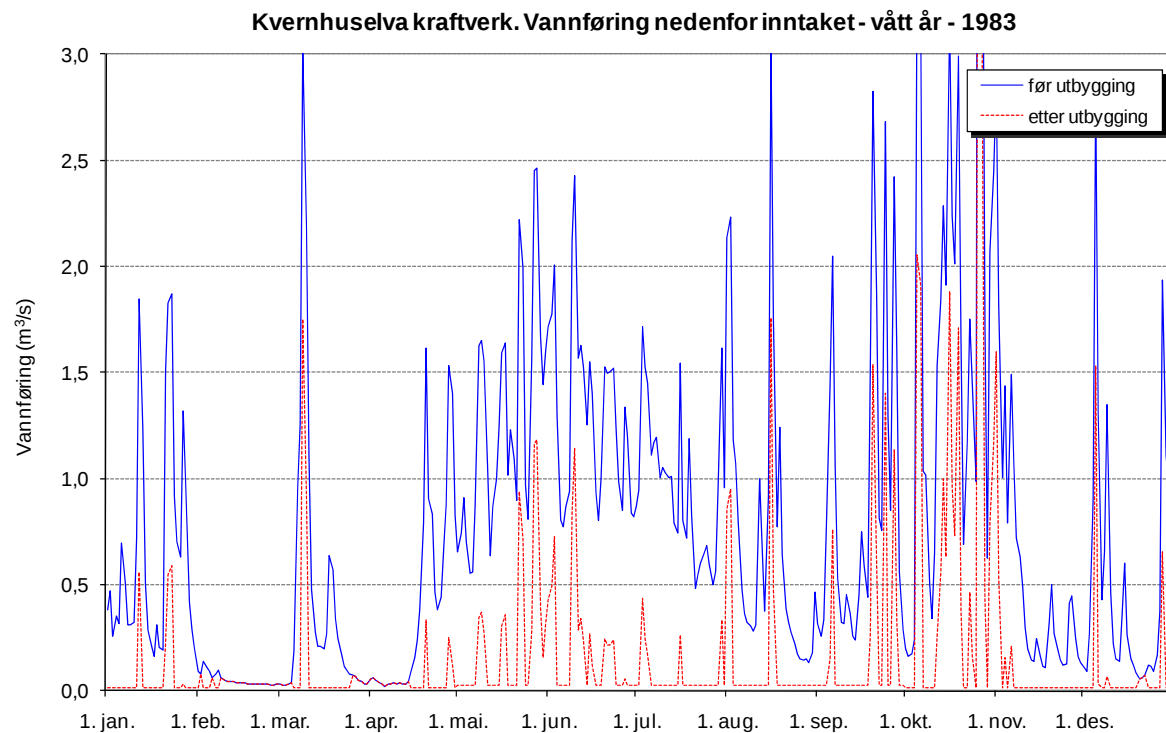
Figur 5. Plott som viser variasjoner i vannføring fra år til år.¹⁵



Figur 6. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et tørt (1996) år (før og etter utbygging).¹⁶



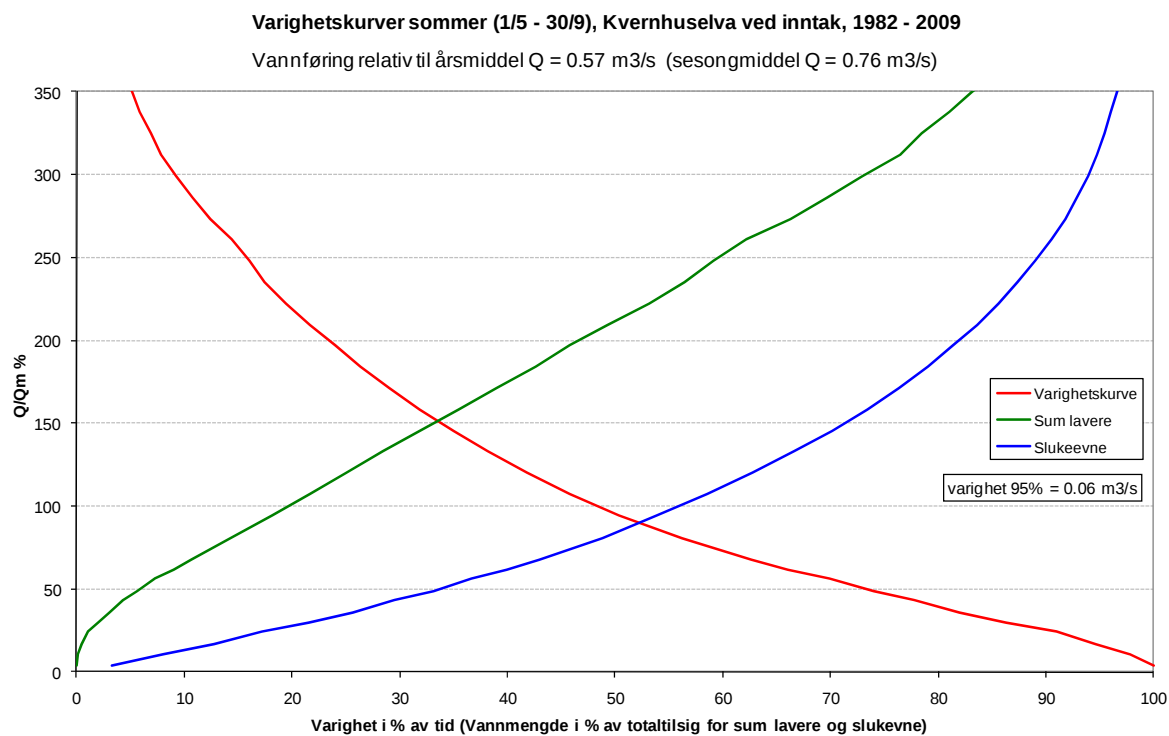
Figur 7. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et middels (2003) år (før og etter utbygging).¹⁷



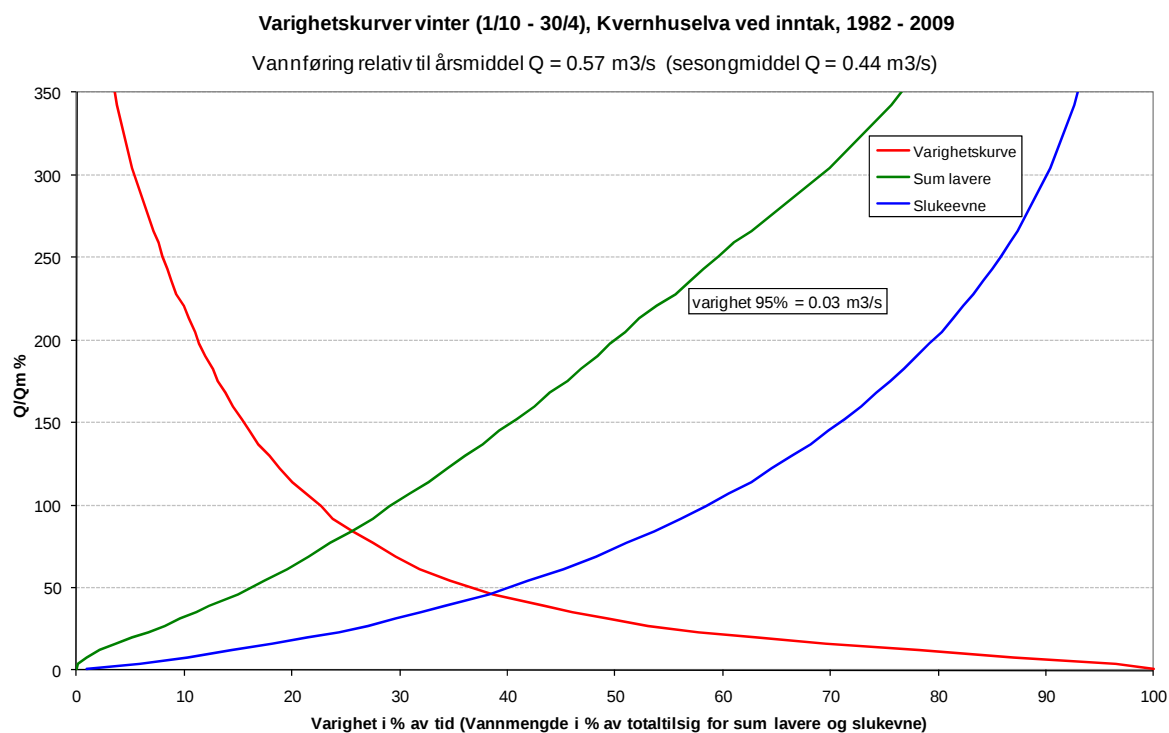
Figur 8. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et vått (1983) år (før og etter utbygging).¹⁸

Kommentarer ved behov.

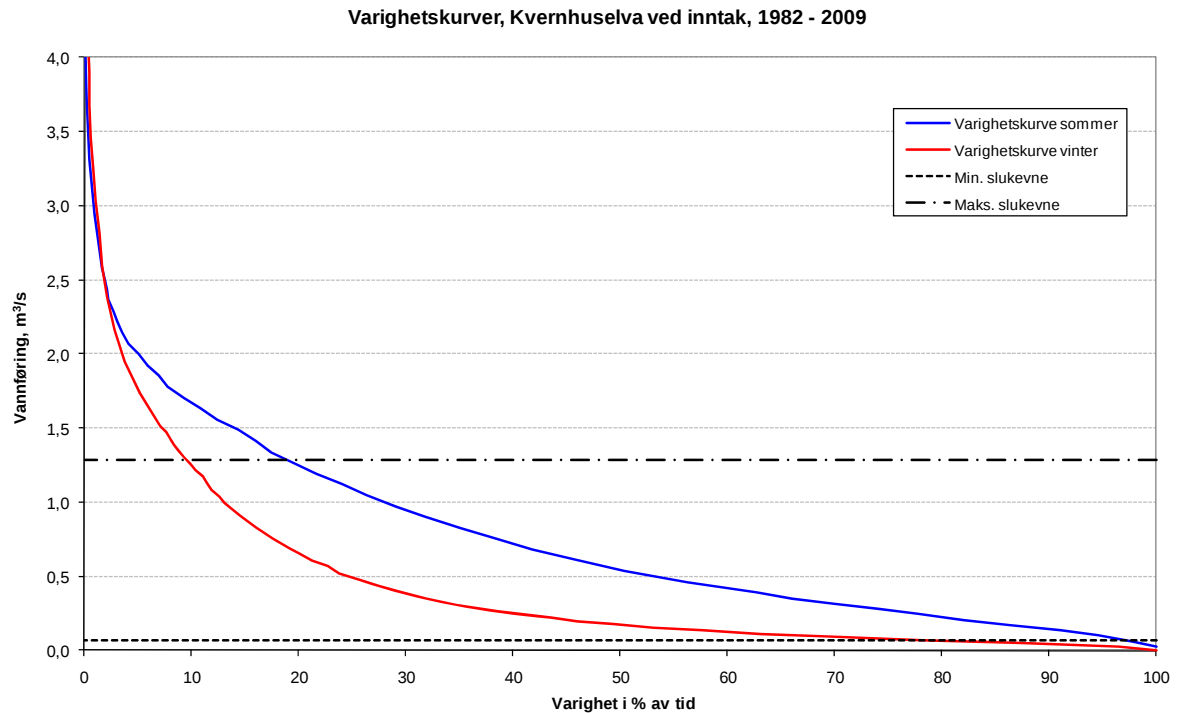
1.3 Varighetskurve¹⁹ og beregning av nyttbar vannmengde



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



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



Figur 11. Varighetskurve, kurve for flomtap og for tap av vann i lavvannsperioden (år).

1.3.1 Kraftverkets største og minste slukeevne

	Maks	Min
Kraftverkets slukeevne (m ³ /s)	1,28	0,06

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

	Tørt år	Middels år	Vått år
Antall dager med vannføring > maksimal slukeevne	24	49	83
Antall dager med vannføring < planlagt minste vannføring + minste slukeevne	157	62	50

1.3.3 Beregning av nyttbar vannmengde til produksjon ved hjelp av hydrologiske data.

Tilgjengelig vannmengde ²⁰	18,0 mill m ³ *
Beregnet vanntap fordi vannføringen er større enn maks slukeevne (% av middelvannføring)	15,6
Beregnet vanntap fordi vannføringen er mindre enn min slukeevne (% av middelvannføring)	1,0
Beregnet vanntap på grunn av slipp av minstevannføring (% av middelvannføring)	3,9
Nyttbar vannmengde til produksjon	14,3 mill m ³

Kommentarer ved behov.

* Basert på vannføringsmåling

1.4 Restfeltet²¹

1.4.1 Informasjon om restfelt.

Inntaket og kraftverkets høyde (moh)	400	110
Lengde på elva mellom inntak og kraftverk ²² (m)	1170	
Restfeltets areal (km ²)	0,9	
Tilslig fra restfeltet ved kraftverket (m ³ /s)	0,06	

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)	0,03	-----	-----
5-persentil ²³ (m ³ /s)	0,04	0,057	0,031
Planlagt minstevannføring (m ³ /s)	-	0,029	0,015

Kommentarer ved behov.

--

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 fratrasket eventuelle breer, sjøer og myrer over skoggrensen.

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

¹⁰ Middelavrenning 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 Årsmiddel for hvert år i observasjonsperioden.

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

¹⁹ 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.

²⁰ Normalavløp 1961-1990 (eller forventet gjennomsnittlig årlig avløp).

²¹ Med restfelt menes arealet mellom inntakspunkt og kraftverk.

²² Lengde i opprinnelig elveløp og ikke korteste avstand.

²³ Den vannføringen som underskrides 5% av tiden.

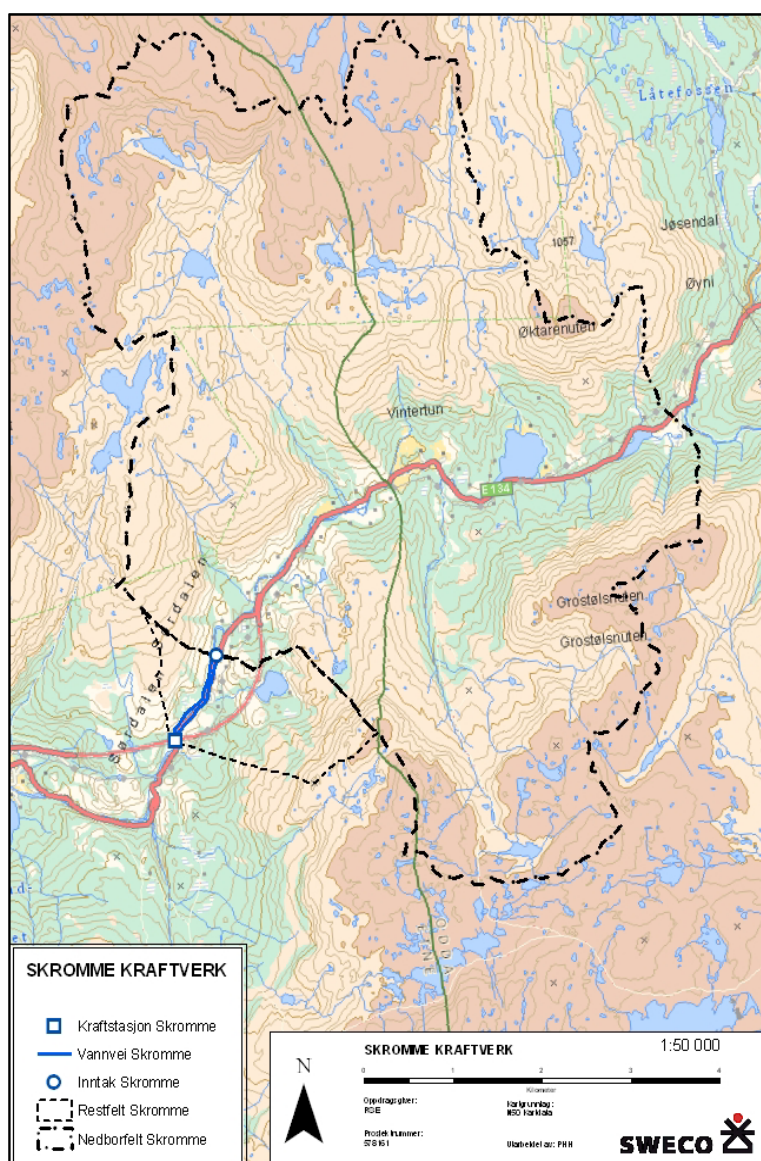
Skromme kraftverk

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 og restfelt. Kraftverket og inntakspunkt er tegnet inn.

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.

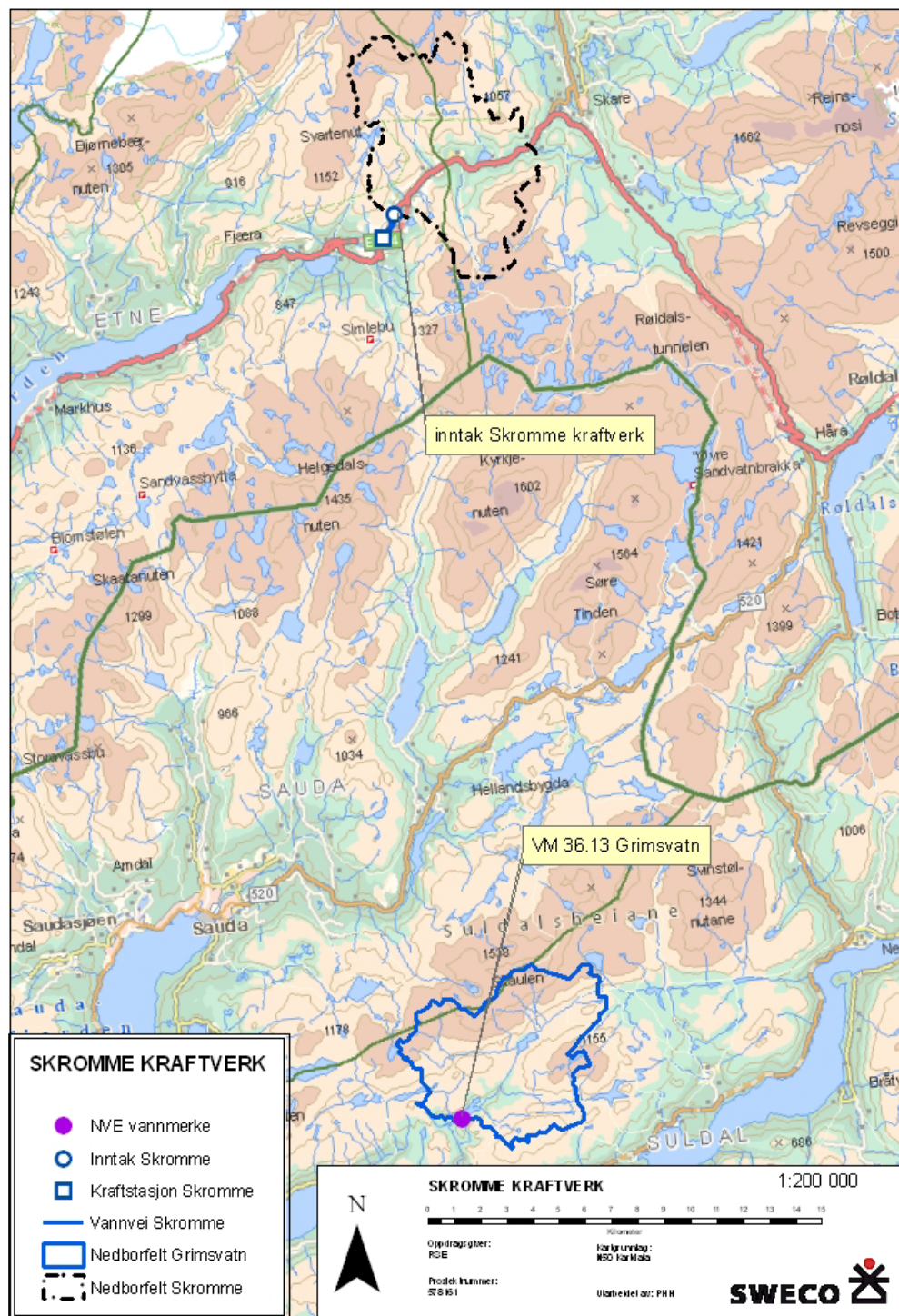
Magasinvolum (mill m ³)	-	
Normalvannstand (moh)	-	
Laveste og høyeste vannstand etter regulering (moh)	359,9	360
Planlegges effektkjøring av magasinet?	nei	

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

Stasjonsnummer og stasjonsnavn ³	36.13 Grimsvatn
Skaleringsfaktor ⁴	1,082
Periode med data som er benyttet	1974 – 2008
Totalt antall år med data	35
Er sammenligningsstasjonen uregulert? ⁵	ja

1.1.4 Feltparametre for kraftverkets og sammenligningsstasjonens nedbørfelt.

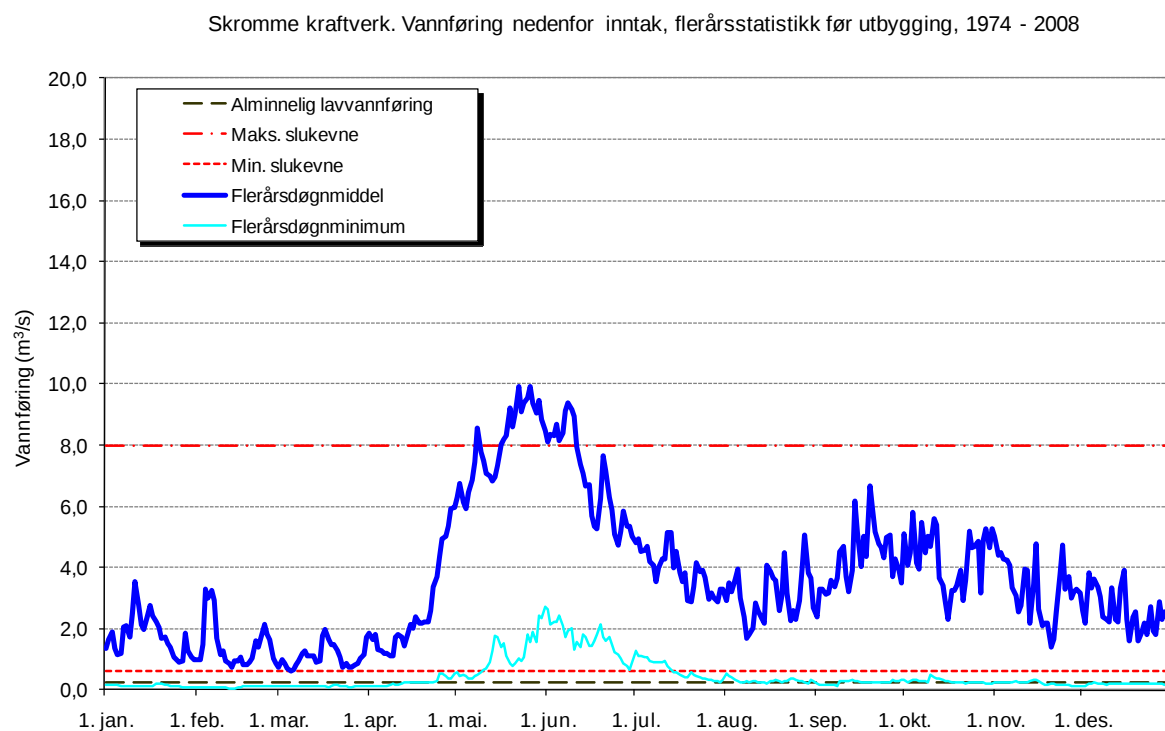
	Kraftverkets nedbørfelt ovenfor inntak		Sammenligningsstasjonens nedbørfelt ⁶	
Areal (km ²)	40,1		34,37	
Høyeste og laveste kote (moh)	1369	360	1537	563
Effektiv sjøprosent ⁷	0,23		1,31	
Breandel (%)	0		0	
Snaufjellandel (%) ⁸	78,4		87,49	
Hydrologisk regime ⁹	Vårflom/Høstflom Vinterlavvann		Vårflom/Høstflom Vinterlavvann	
Middelavrenning/ midlere årstilsig (1961-1990) fra avrenningskartet ¹⁰	3,38 m ³ /s		3,18 m ³ /s	
	84,3 l/s km ²		92,4 l/s km ²	
	106,6 mill m ³		100,2 mill m ³	
Middelavrenning (1974 – 2008) for sammenligningsstasjonen beregnet i observasjonsperioden ¹¹	-----		3,28 m ³ /s	95,4 l/s/km ²
Kort begrunnelse for valg av sammenligningsstasjon	Det ble etablert vannføringsmåling i Dalelva ved Skromme i 2005. Målingene pågår fortsatt. Analyse av måleresultatene fra perioden 2005 - 2009 er brukt for å vurdere hvilket vannmerke som bør benyttes for hydrologiske og produksjonsmessige beregninger for Skromme kraftverk. Tilsigsserier fra vannmerker i samme region er sammenlignet med den målte tilsigsserien fra Dalelva. Vannmerket 36.13 Grimsvatn er det vannmerket som samsvarer best med måleserien til Dalelva. Data fra Grimsvatn vannmerke fra perioden 1974 til 2008 er skalert til Dalelva og benyttet i fremstilling av vannføringsgrafer, varighetskurver og i produksjonsberegninger. Måleserien for Dalelva er benyttet til å beregne 5-prosentil, og til å fastlegge minstevannføring. Analyse av måledata fra vannmerker i regionen viser at den målte perioden var våtere enn normalavrenningen for perioden 1961-1990. Måleserien for Dalelva er justert opp med 5 %. Dette gir spesifikk middelavrenning ved inntaket lik 88,5 l/(s*km²) (3,55 m³/s) som er noe høyere enn spesifikk middelavrenning fra NVEs avrenningskart (61-90), 84,3 l/(s*km²). Middelavrenning basert på målingen er benyttet i hydrologiske beregninger og produksjonsberegninger for Skromme kraftverk.			



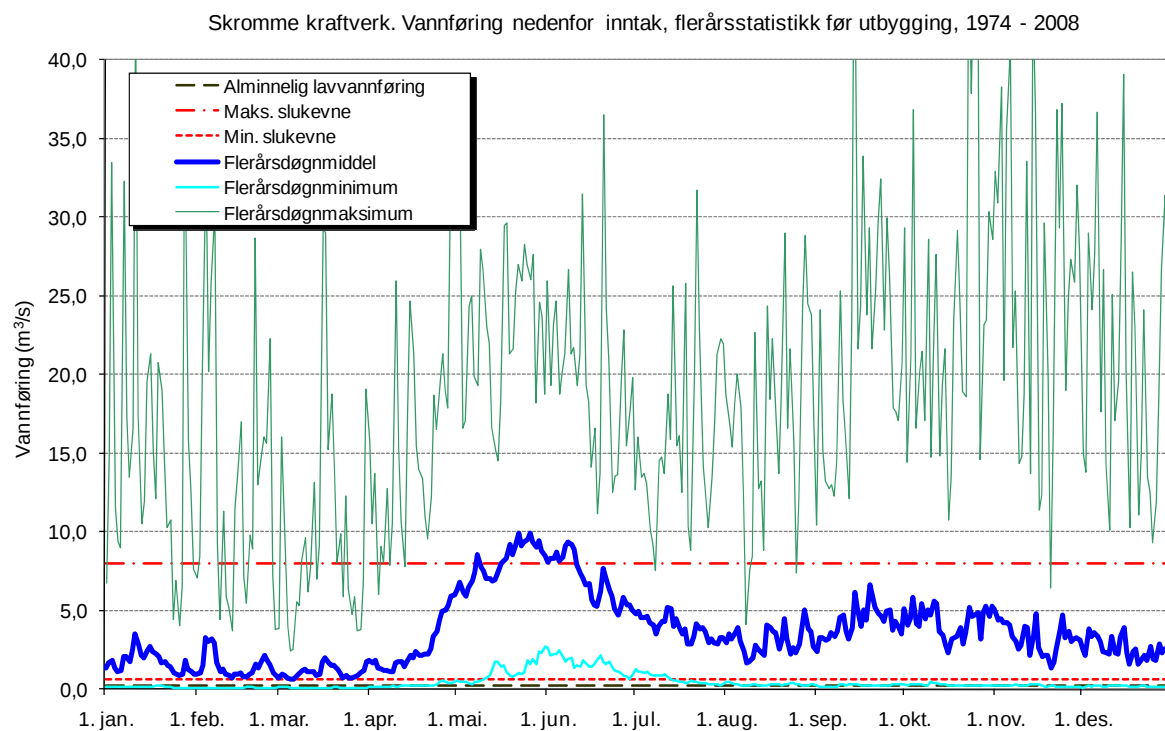
Figur 2. Kart med inntegnet nedbørfelt til kraftverket og til benyttet sammenligningsstasjon.

Kommentarer ved behov.

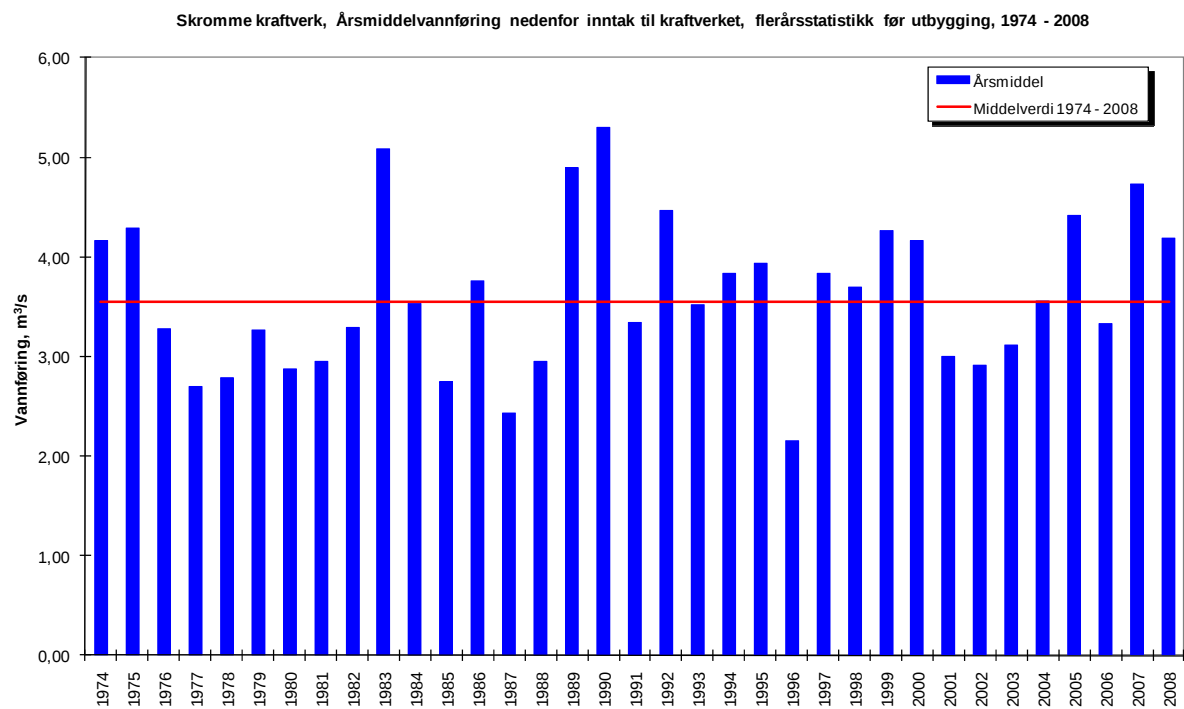
1.2 Vannføringsvariasjoner før og etter utbygging¹²



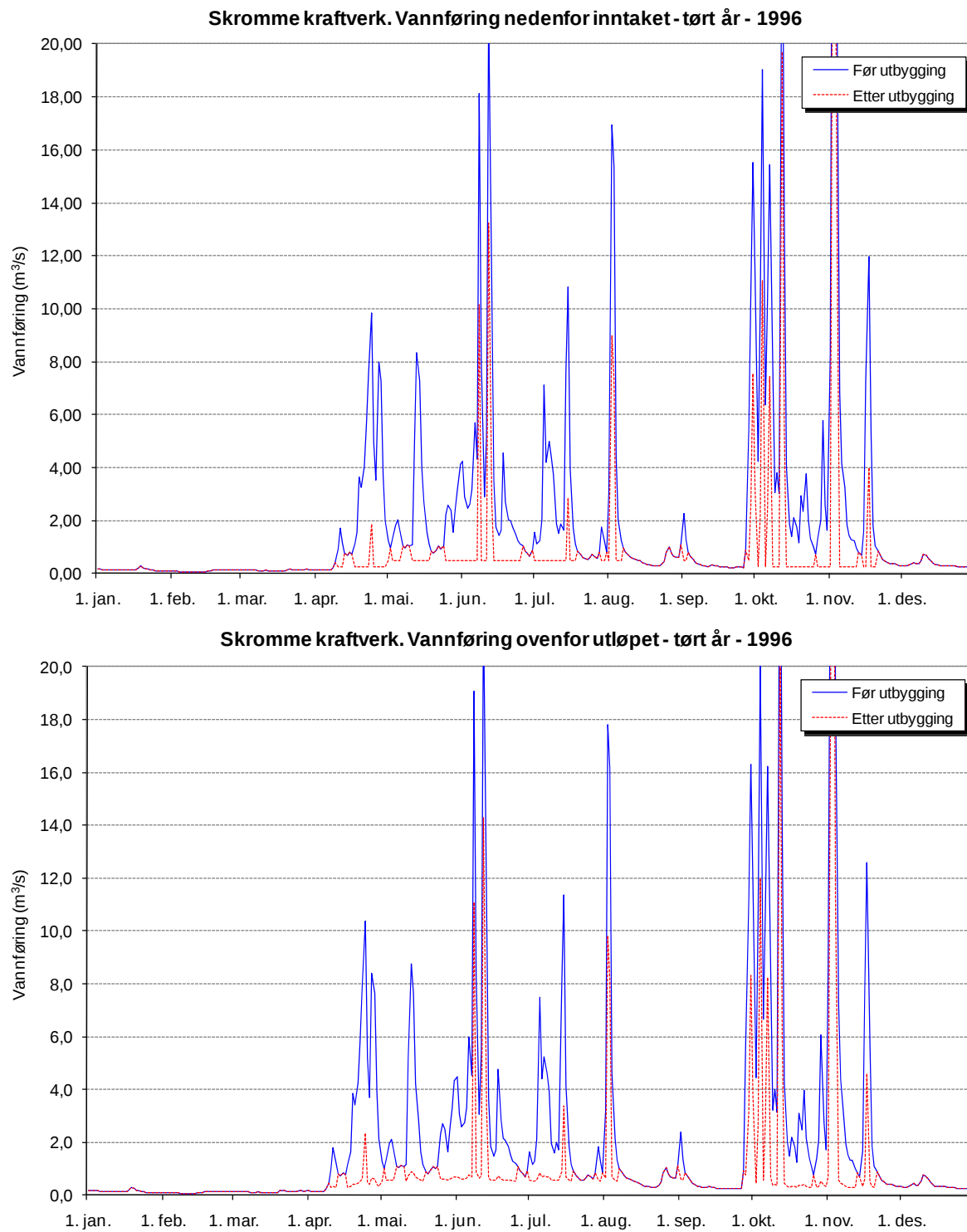
Figur 3. Plott som viser middel/median- og minimumsvannføringer (døgndata).¹³



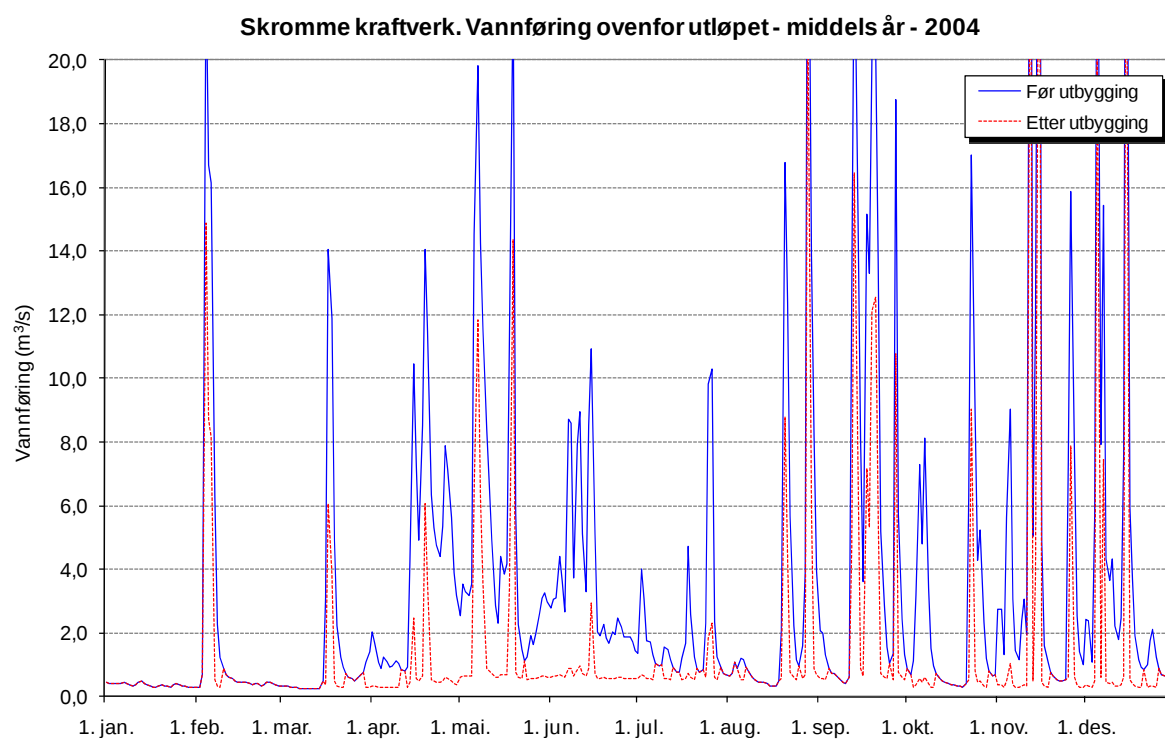
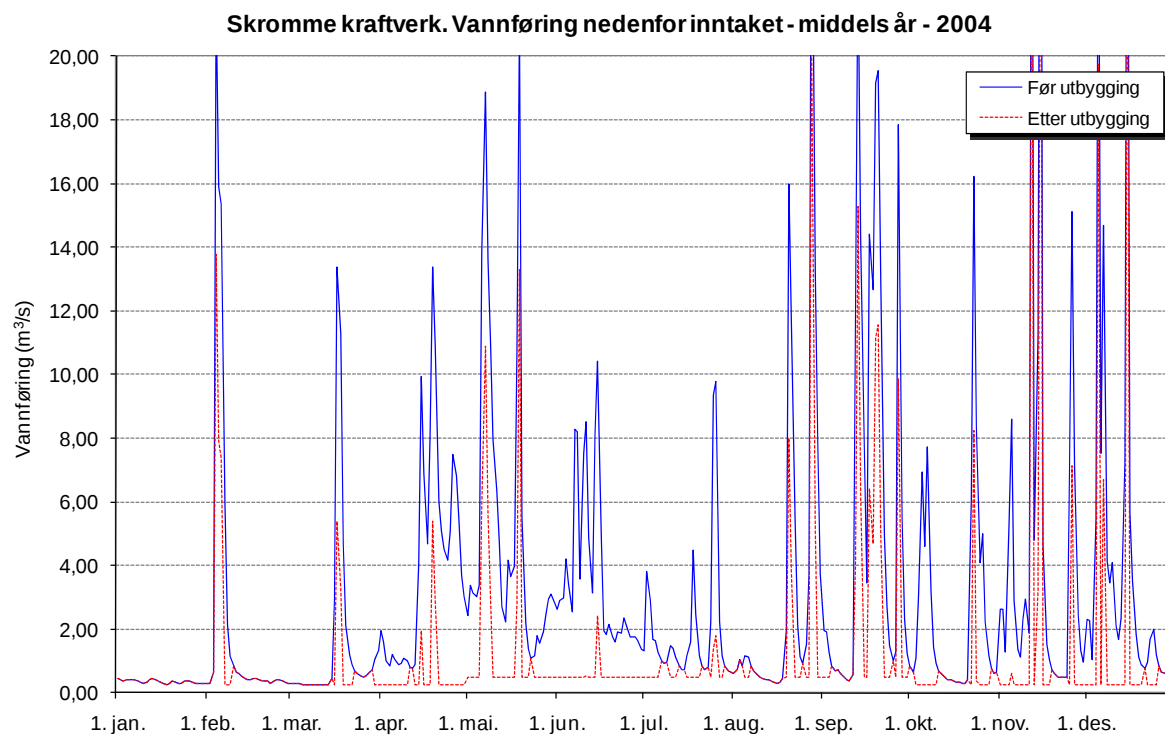
Figur 4. Plott som viser maksimumsvannføringer (døgndata).¹⁴



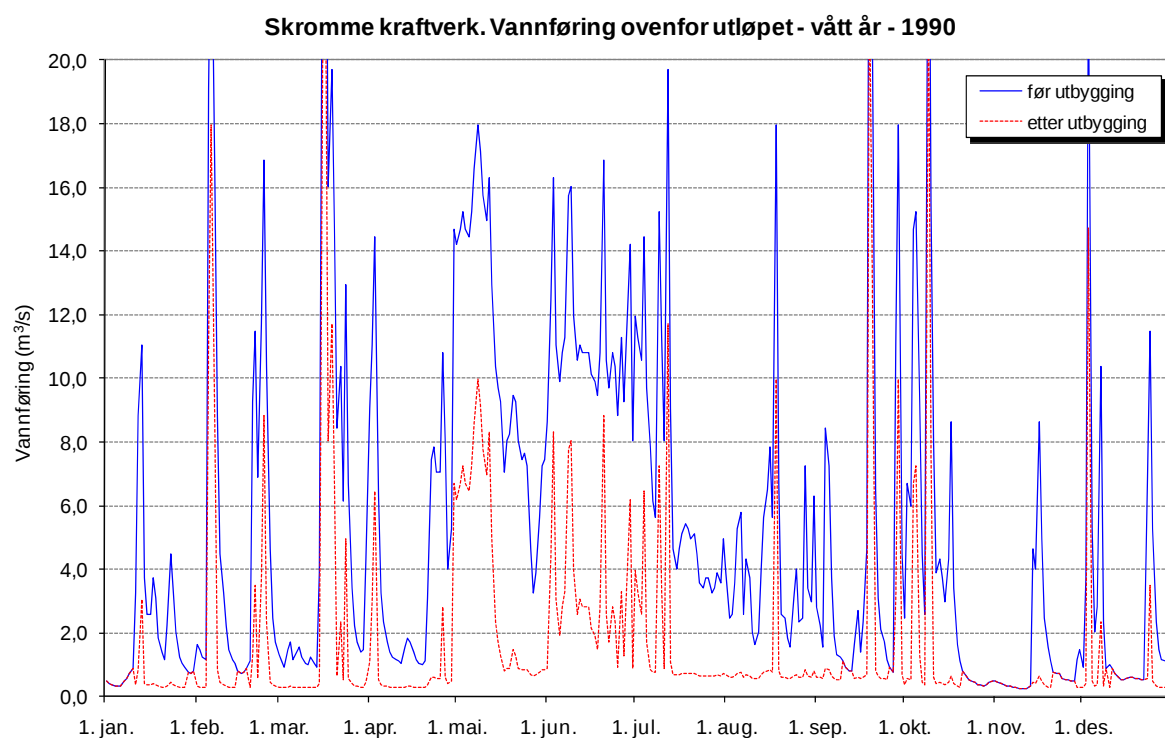
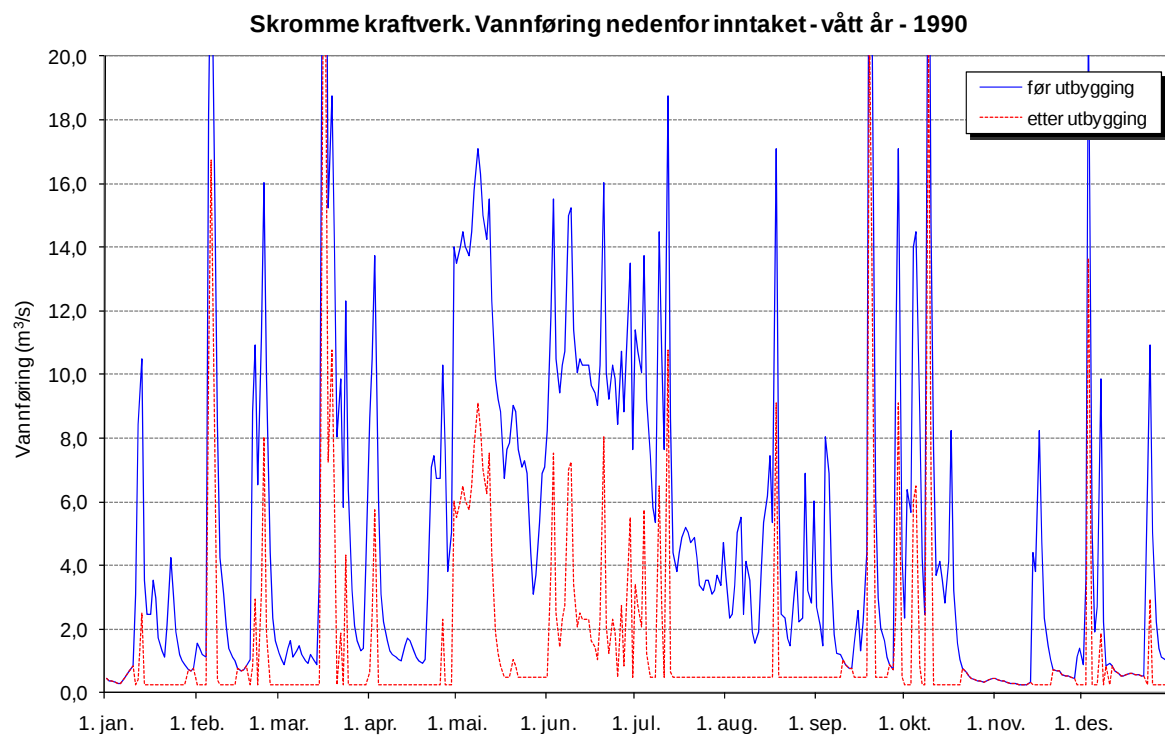
Figur 5. Plott som viser variasjoner i vannføring fra år til år.¹⁵



Figur 6. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et tørt (1996) år (før og etter utbygging).¹⁶



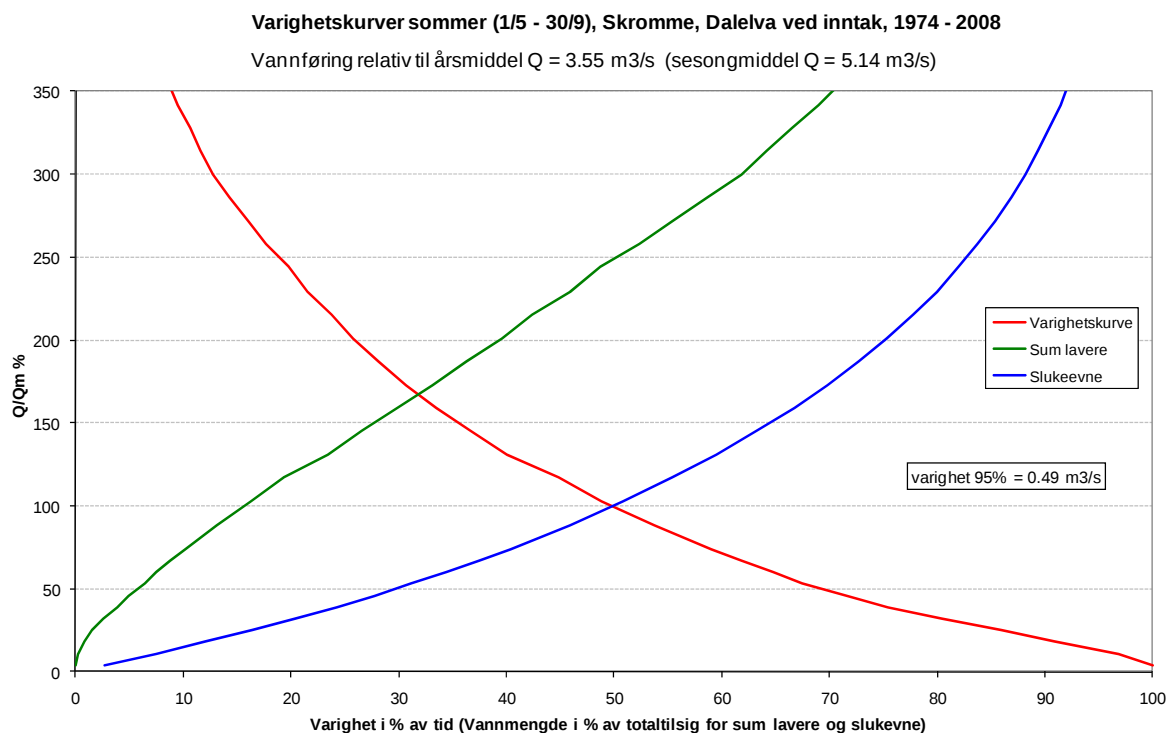
Figur 7. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et middels (2004) år (før og etter utbygging).¹⁷



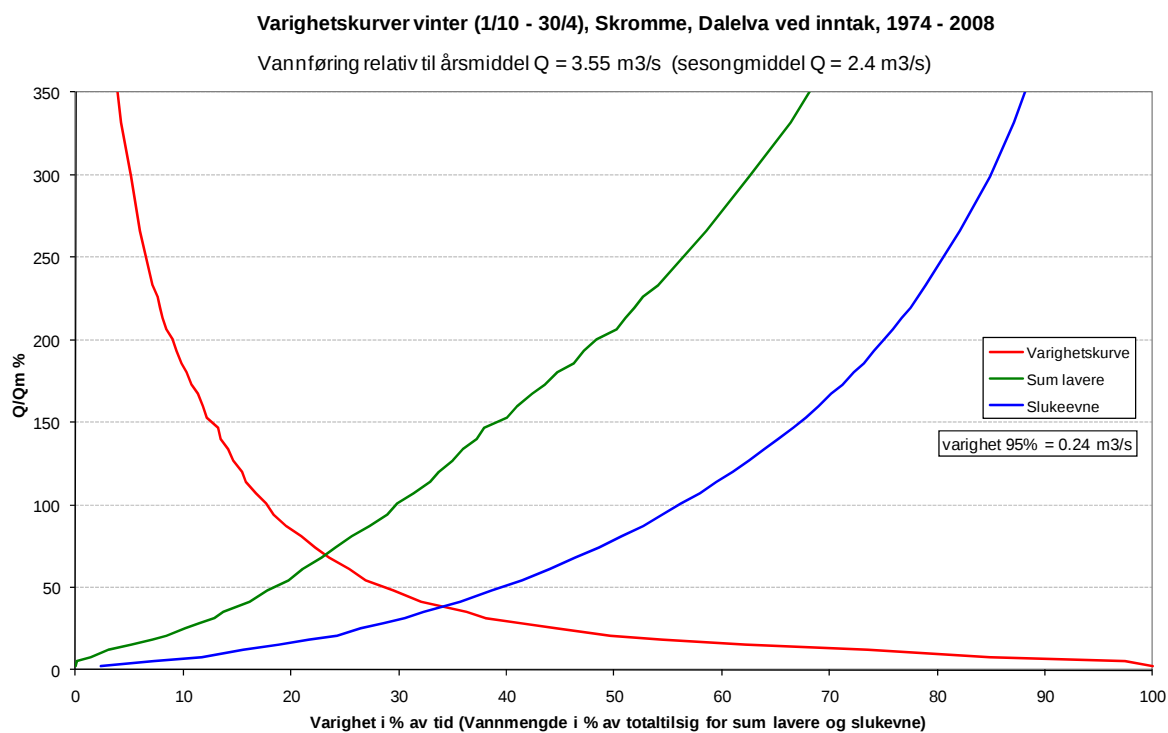
Figur 8. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et vått (1990) år (før og etter utbygging).¹⁸

Kommentarer ved behov.

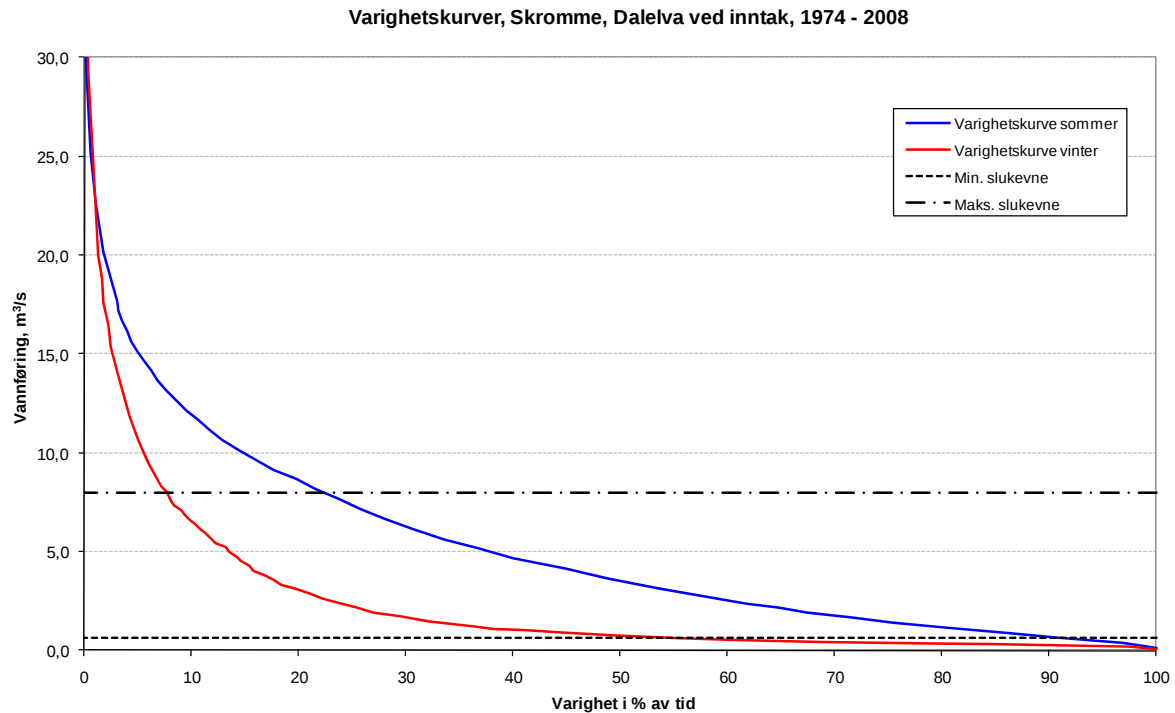
1.3 Varighetskurve¹⁹ og beregning av nyttbar vannmengde



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



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



Figur 11. Varighetskurve, kurve for flomtap og for tap av vann i lavvannsperioden (år).

1.3.1 Kraftverkets største og minste slukeevne

	Maks	Min
Kraftverkets slukeevne (m ³ /s)	7,99	0,61

1.3.2 Antall dager med vannføring større enn maksimal slukeevne 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	24	47	96
Antall dager med vannføring < planlagt minstevannføring + minste slukeevne	225	144	68

1.3.3 Beregning av nyttbar vannmengde til produksjon ved hjelp av hydrologiske data.

Tilgjengelig vannmengde ²⁰ (mill m ³)	112,0*
Beregnet vanntap fordi vannføringen er større enn maks slukeevne (% av middelvannføring)	19,9
Beregnet vanntap fordi vannføringen er mindre enn min slukeevne (% av middelvannføring)	2,3
Beregnet vanntap på grunn av slipp av minstevannføring (% av middelvannføring)	9,5
Nyttbar vannmengde til produksjon (mill m ³)	76,5

Kommentarer ved behov.

* Basert på måling

1.4 Restfeltet²¹

1.4.1 Informasjon om restfelt.

Inntaket og kraftverkets høyde (moh)	360	303
Lengde på elva mellom inntak og kraftverk ²² (m)	1090	
Restfeltets areal (km ²)	2,5	
Tilslut fra restfeltet ved kraftverket (m ³ /s)	0,18	

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)	0,23	-----	-----
5-persentil ²³ (m ³ /s)	0,25	0,49	0,24
Planlagt minstevannføring (m ³ /s)	-	0,49	0,24

Kommentarer ved behov.

--

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 fratrasket eventuelle breer, sjøer og myrer over skoggrensen.

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

¹⁰ Middelavrenning 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 Årsmiddel for hvert år i observasjonsperioden.

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

¹⁹ 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.

²⁰ Normalavløp 1961-1990 (eller forventet gjennomsnittlig årlig avløp).

²¹ Med restfelt menes arealet mellom inntakspunkt og kraftverk.

²² Lengde i opprinnelig elveløp og ikke korteste avstand.

²³ Den vannføringen som underskrides 5% av tiden.

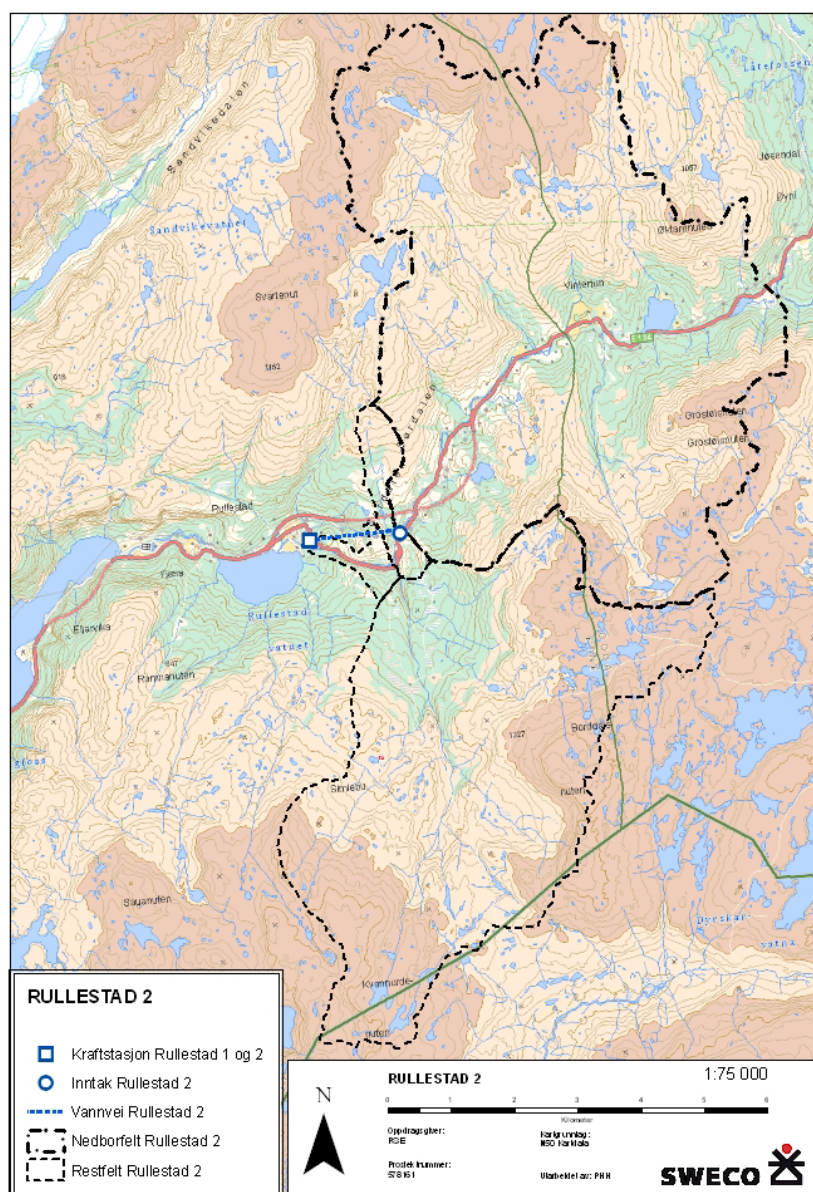
Rullestad 2 kraftverk

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 og restfelt. Kraftverket og inntakspunkt er tegnet inn.

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.

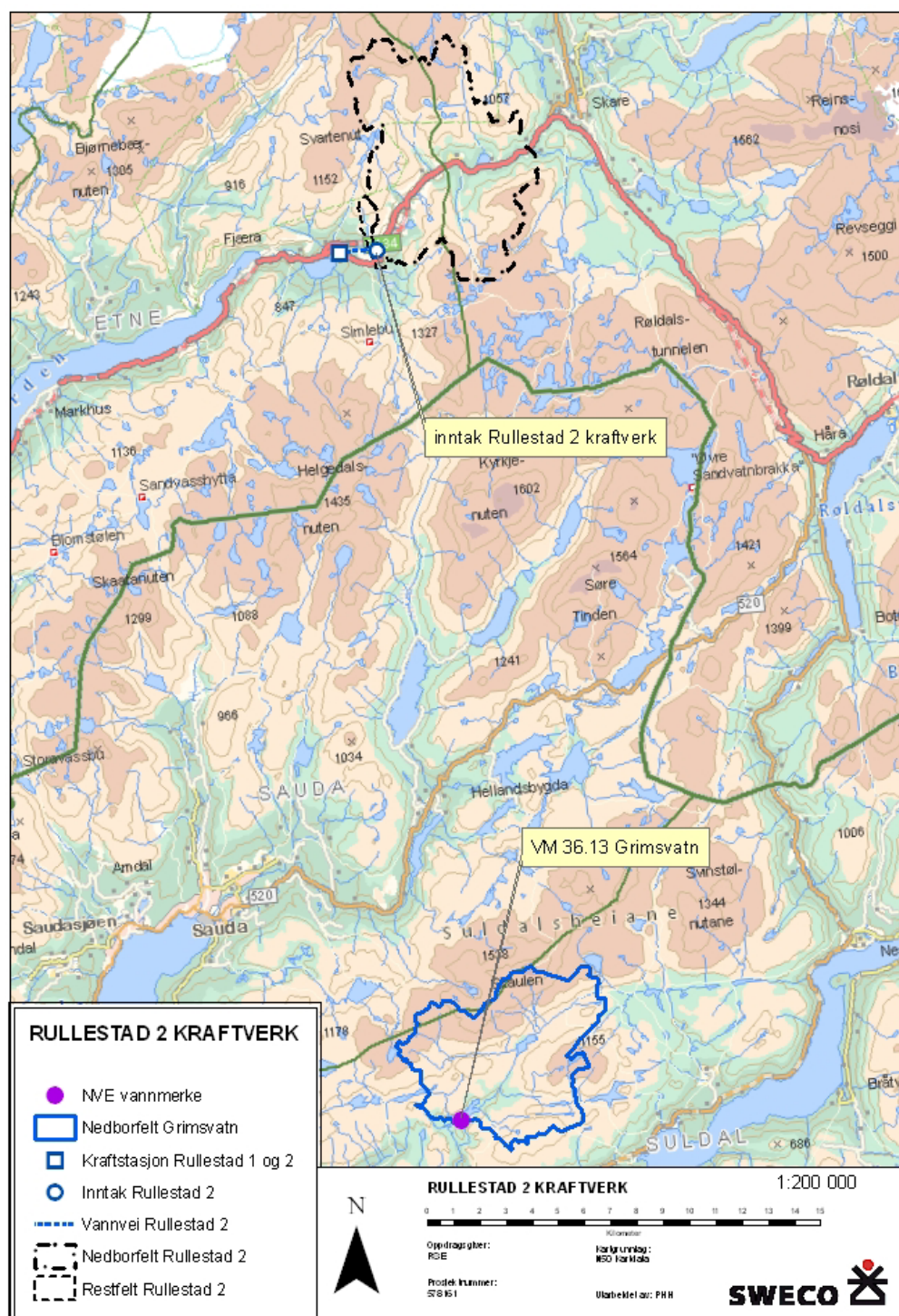
Magasinvolum (mill m ³)	-	
Normalvannstand (moh)	-	
Laveste og høyeste vannstand etter regulering (moh)	295,9	296
Planlegges effektkjøring av magasinet?	nei	

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

Stasjonsnummer og stasjonsnavn ³	36.13 Grimsvatn
Skaleringsfaktor ⁴	1,162
Periode med data som er benyttet	1974 – 2008
Totalt antall år med data	35
Er sammenligningsstasjonen uregulert? ⁵	ja

1.1.4 Feltparametre for kraftverkets og sammenligningsstasjonens nedbørfelt.

	Kraftverkets nedbørfelt ovenfor inntak		Sammenligningsstasjonens nedbørfelt ⁶	
Areal (km ²)	43,7		34,37	
Høyeste og laveste kote (moh)	1369	296	1537	563
Effektiv sjøprosent ⁷	0,2		1,31	
Breandel (%)	0		0	
Snaufjellandel (%) ⁸	78,0		87,49	
Hydrologisk regime ⁹	Vårflom/Høstflom Vinterlavvann		Vårflom/Høstflom Vinterlavvann	
Middelavrenning/ midlere årstilsig (1961-1990) fra avrenningskartet ¹⁰	3,63 m ³ /s		3,18 m ³ /s	
	83,0 l/s km ²		92,4 l/s km ²	
	114,4 mill m ³		100,2 mill m ³	
Middelavrenning (1974 – 2008) for sammenligningsstasjonen beregnet i observasjonsperioden ¹¹	-----		3,28 m ³ /s	95,4 l/s/km ²
Kort begrunnelse for valg av sammenligningsstasjon	Det ble etablert vannføringsmåling i Dalelva i 2005. Målingene pågår fortsatt. Analyse av måleresultatene fra perioden 2005 - 2009 er brukt for å vurdere hvilket vannmerke som bør benyttes for hydrologiske og produksjonsmessige beregninger for kraftverk Rullestad 2. Tilsigsserier fra vannmerker i samme region er sammenlignet med den målte tilsigsserien fra Dalelva. Vannmerket 41.8 Hellaugsvatn er det vannmerket som samsvarer best med måleserien til Dalelva. Data fra Hellaugsvatn vannmerke fra perioden 1982 til 2009 er skalert til Dalelva og benyttet i fremstilling av vannføringsgrafer, varighetskurver og i produksjonsberegninger. Måleserien for Dalelva er benyttet til å beregne 5-prosentil, og til å fastlegge minstevannføring. Analyse av måledata fra vannmerker i regionen viser at den målte perioden var våtere enn normalavrenningen for perioden 1961-1990. Måleserien for Dalelva er justert opp med 5 %. Dette gir spesifikk middelavrenning ved inntaket lik 87,2 l/(s*km²) (3,81 m³/s) som er noe høyere enn spesifikk middelavrenning fra NVEs avrenningskart (61-90), 83,0 l/(s*km²). Middelavrenning basert på målingen er benyttet i hydrologiske beregninger og produksjonsberegninger for kraftverk Rullestad 2.			

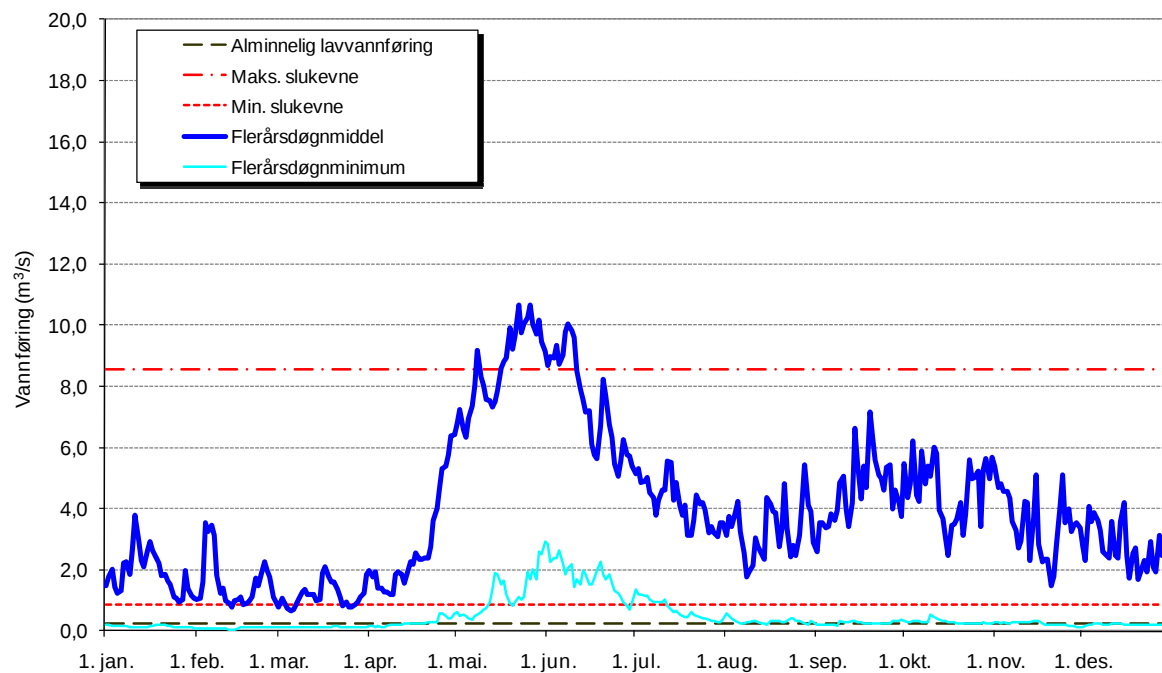


Figur 2. Kart med inntegnet nedbørfelt til kraftverket og til benyttet sammenligningsstasjon.

Kommentarer ved behov.

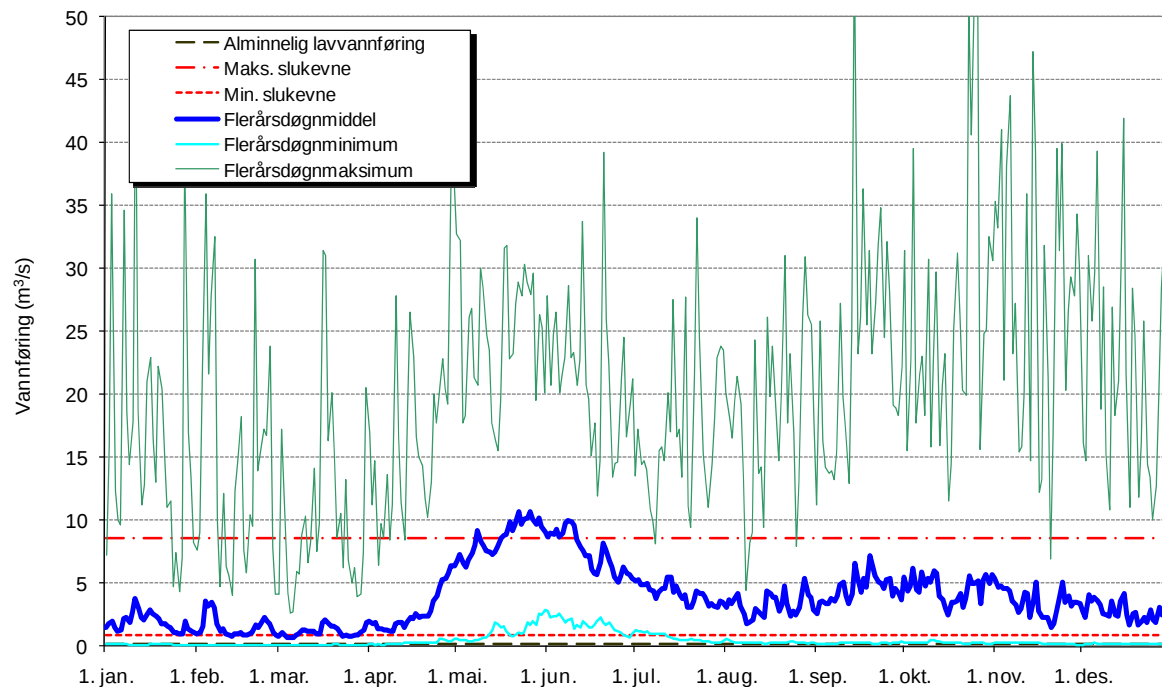
1.2 Vannføringsvariasjoner før og etter utbygging¹²

Rullestad 2 kraftverk. Vannføring nedenfor inntak, flerårsstatistikk før utbygging, 1974 - 2008

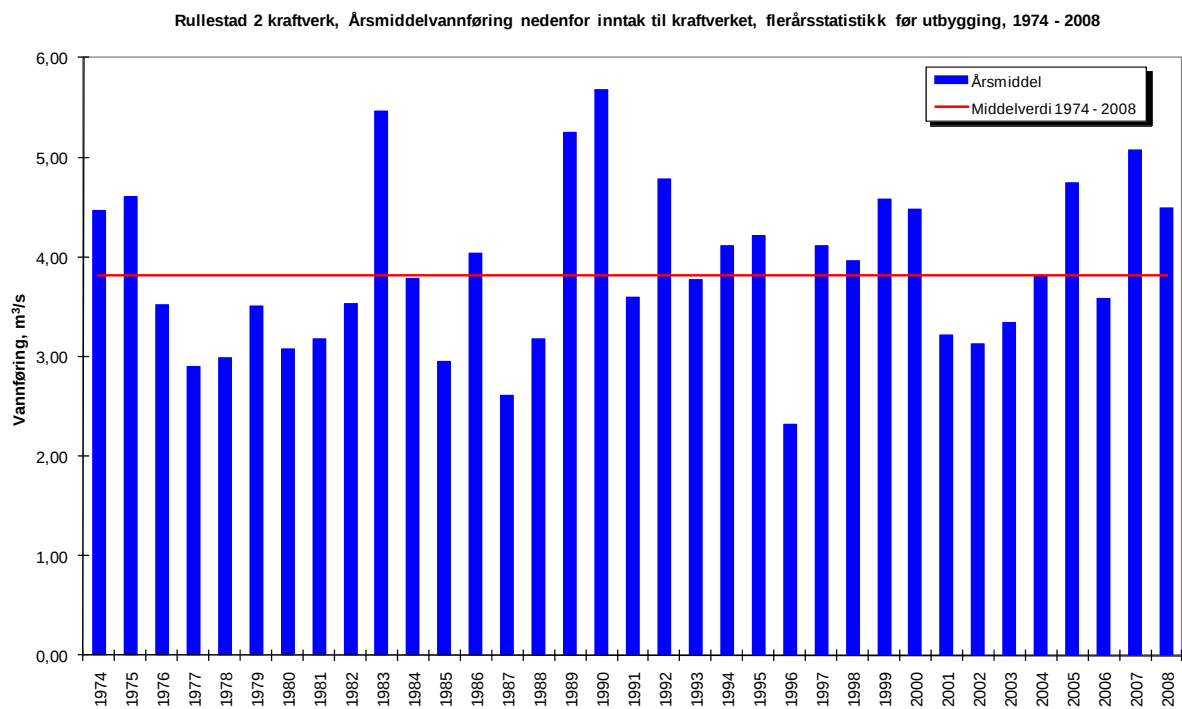


Figur 3. Plott som viser middel/median- og minimumsvannføringer (døgndata).¹³

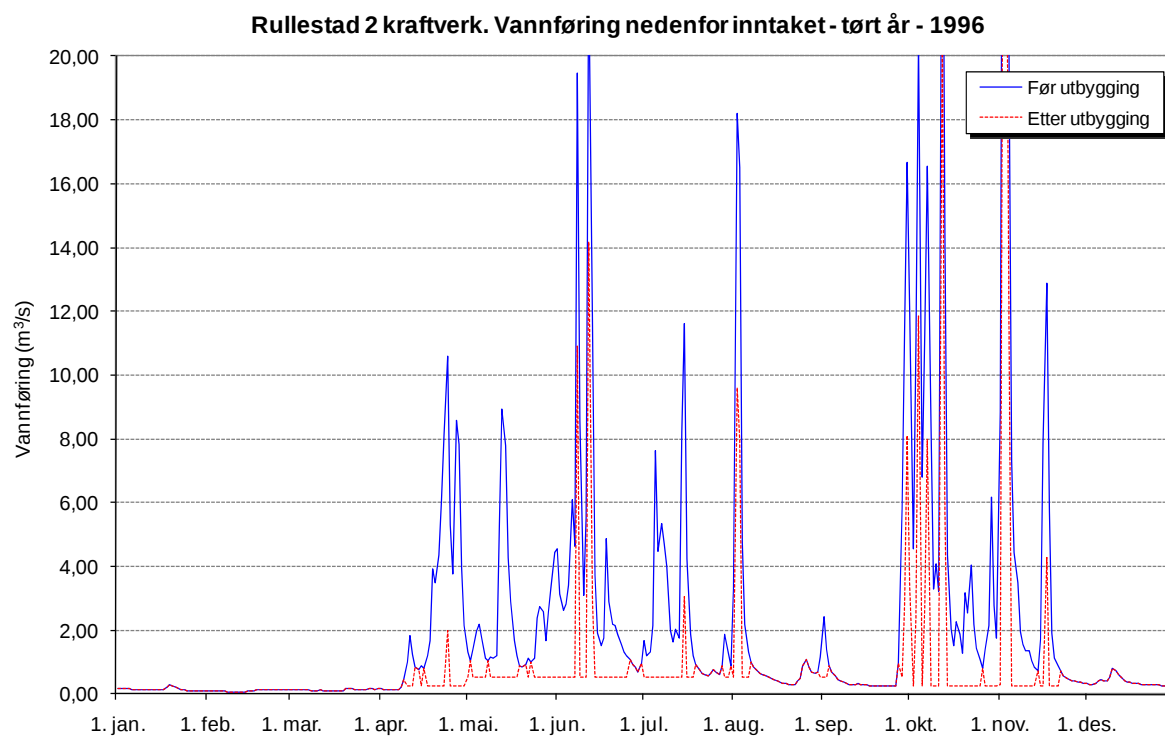
Rullestad 2 kraftverk. Vannføring nedenfor inntak, flerårsstatistikk før utbygging, 1974 - 2008

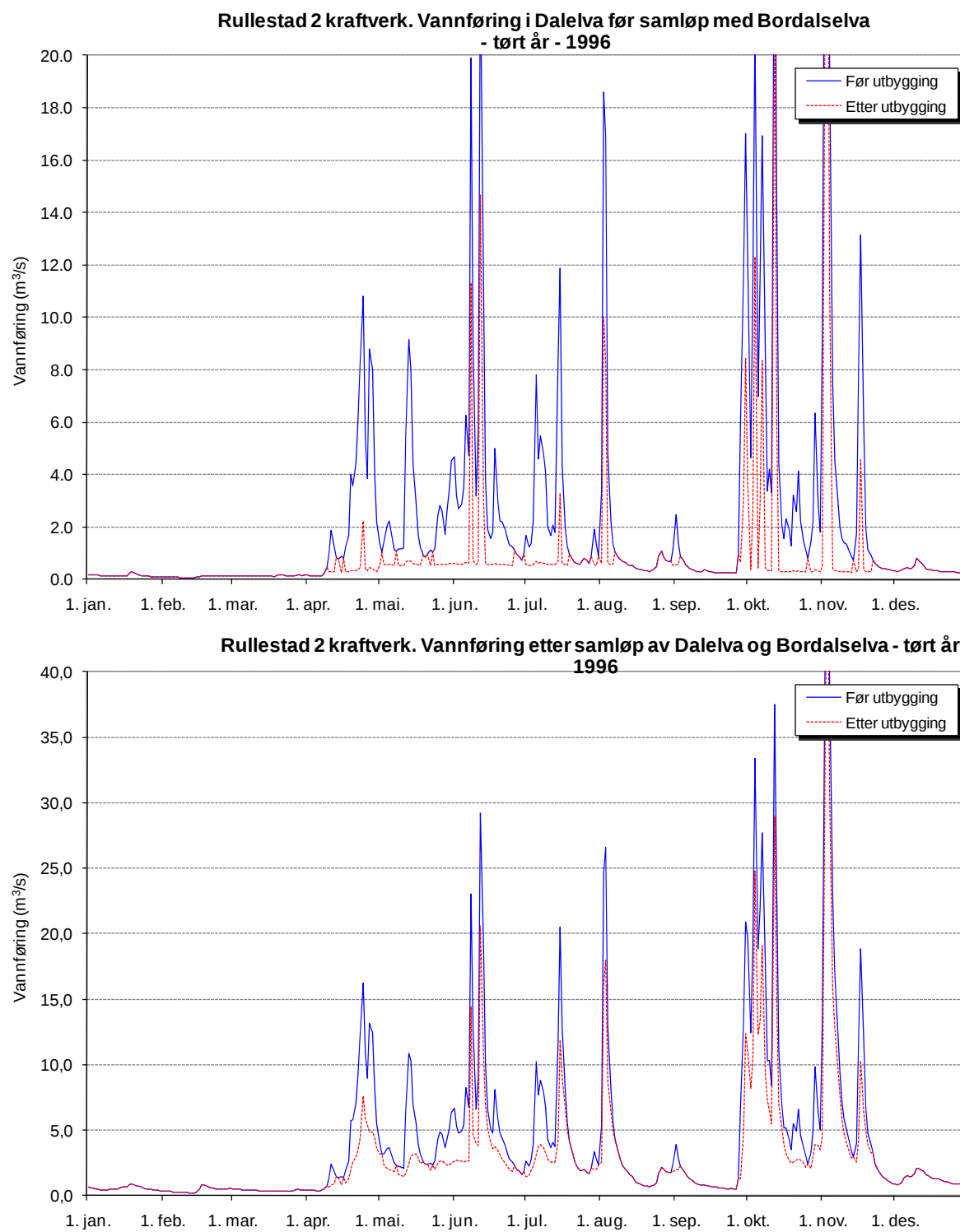


Figur 4. Plott som viser maksimumsvannføringer (døgndata).¹⁴



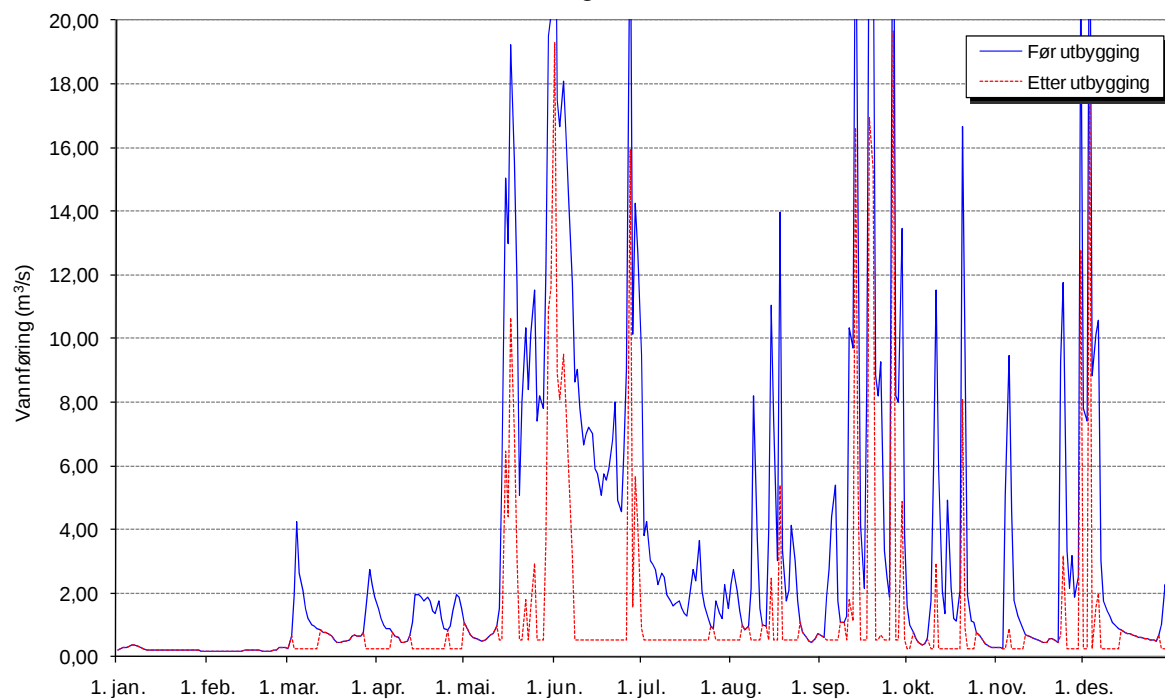
Figur 5. Plott som viser variasjoner i vannføring fra år til år.¹⁵



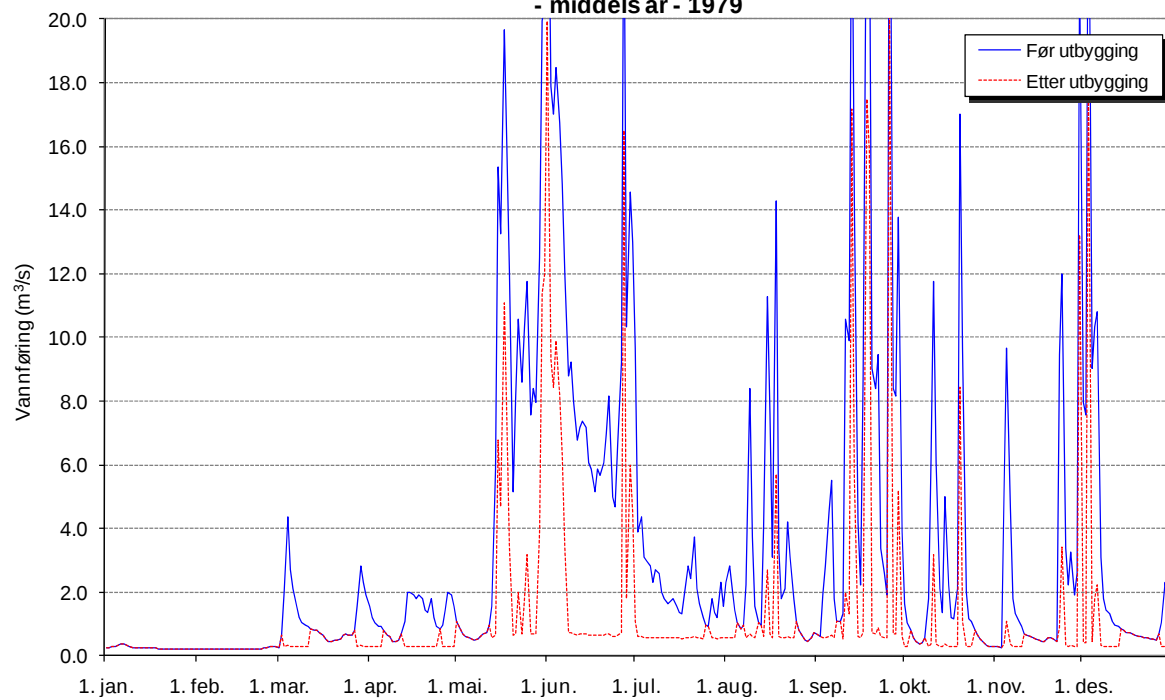


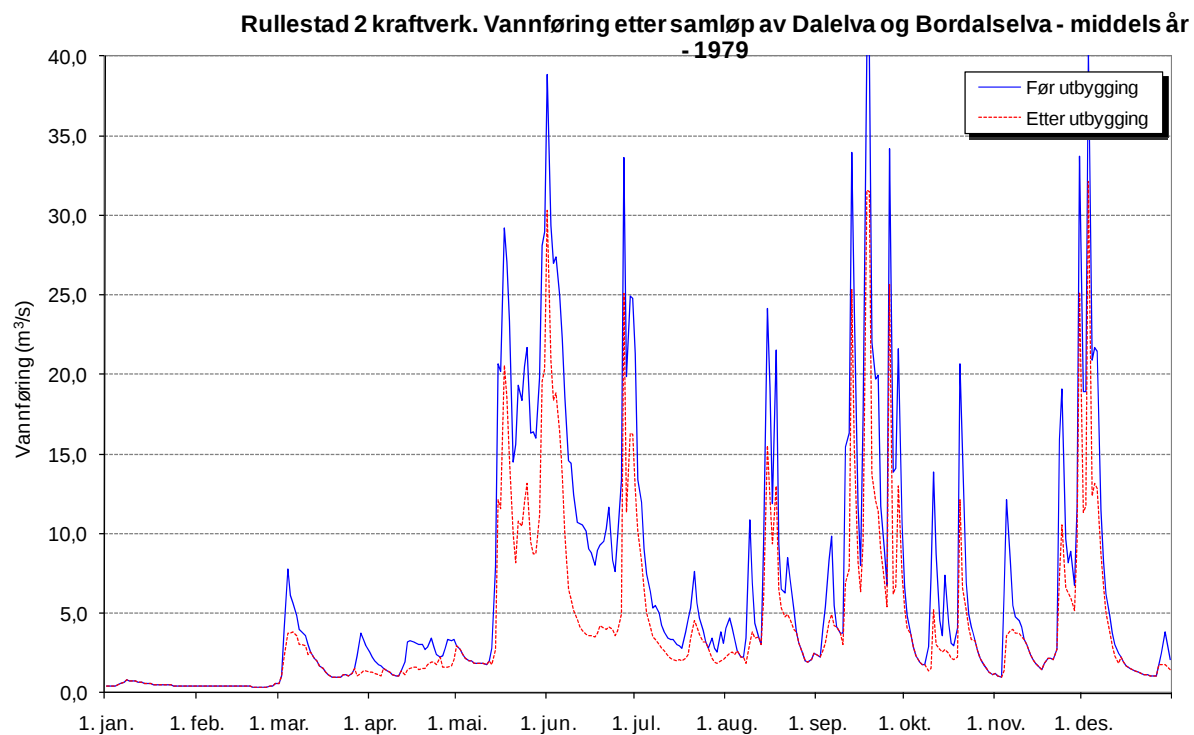
Figur 6. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et tørt (1996) år (før og etter utbygging).¹⁶

Rullestad 2 kraftverk. Vannføring nedenfor inntaket - middels år - 1979

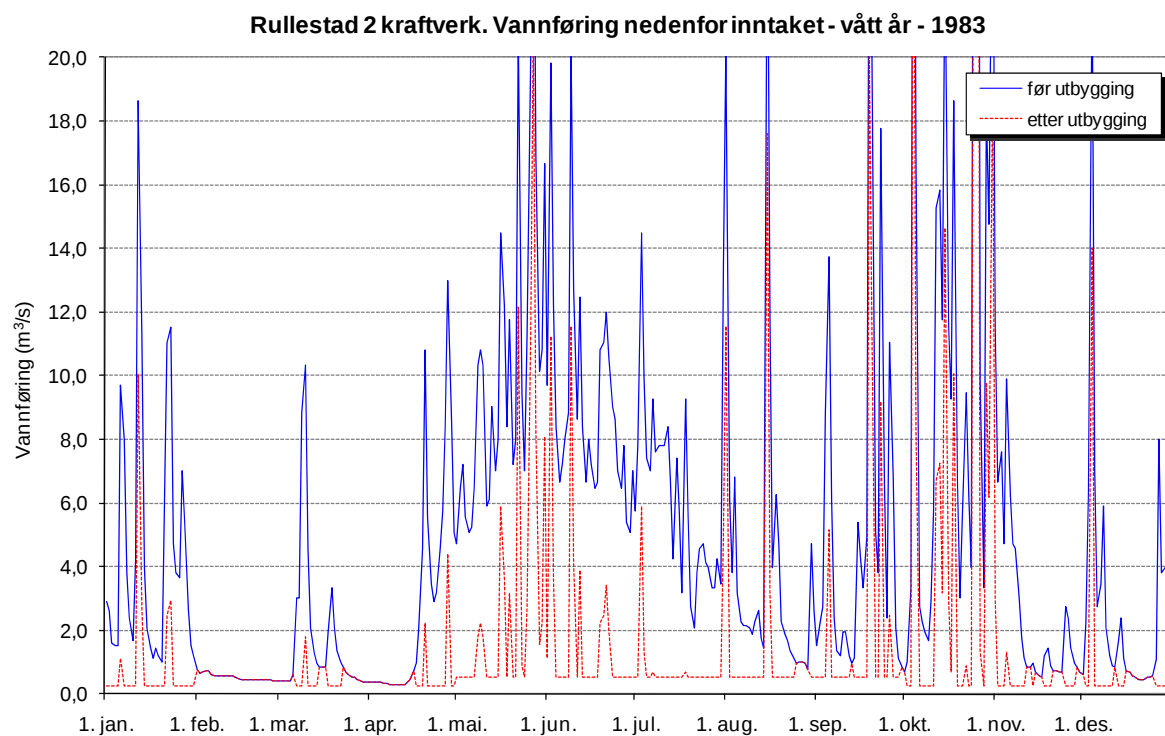


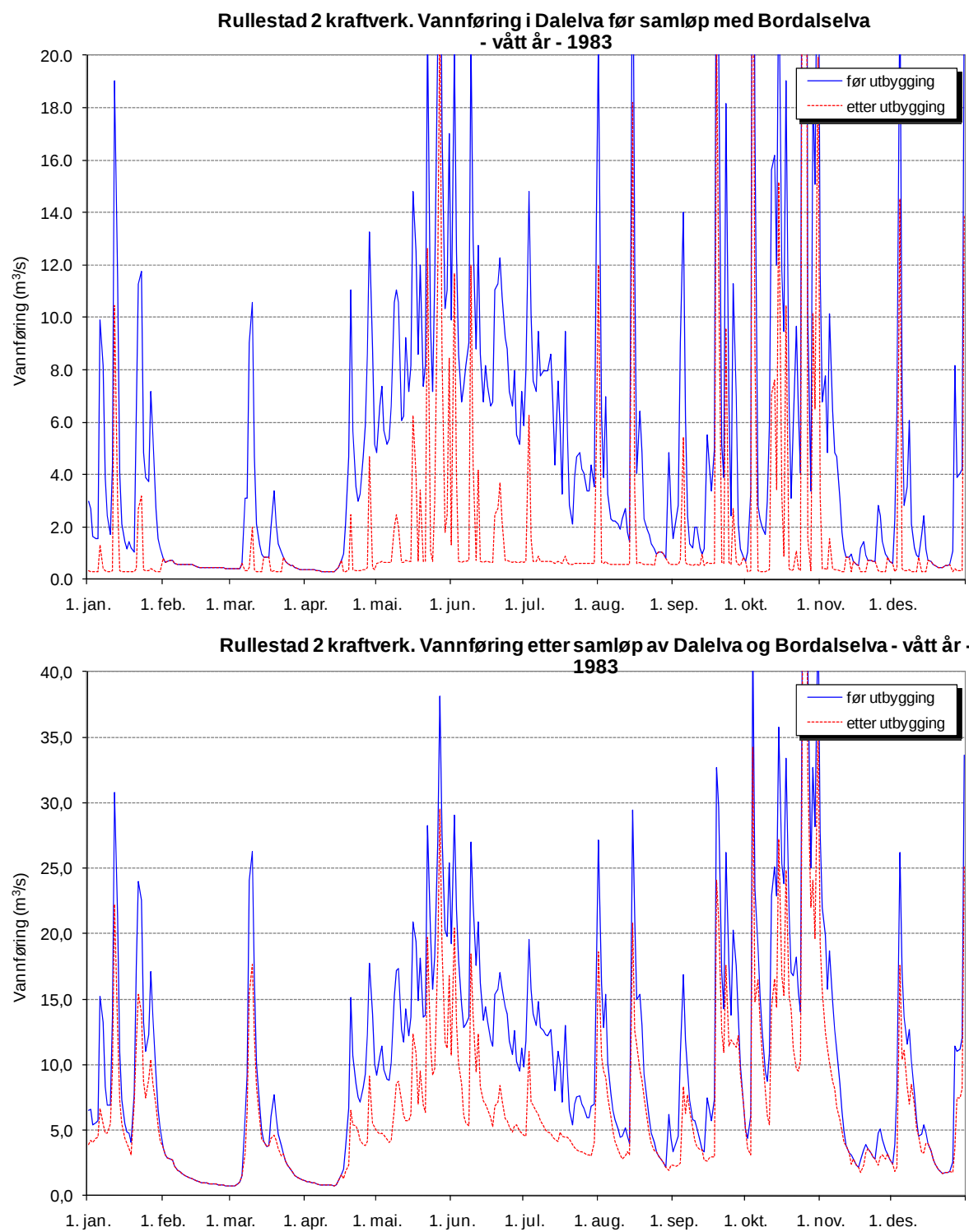
Rullestad 2 kraftverk. Vannføring i Dalelva før samløp med Bordalselva - middels år - 1979





Figur 7. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et middels (1979) år (før og etter utbygging).¹⁷





Figur 8. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et vått (1983) år (før og etter utbygging).¹⁸

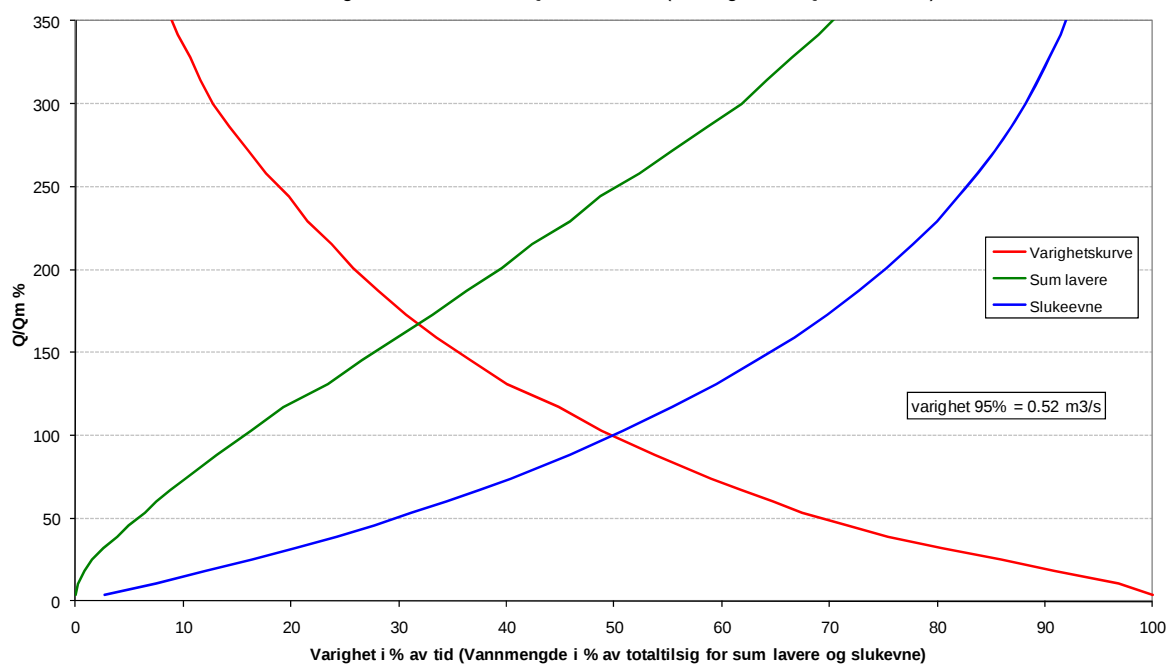
Kommentarer ved behov.

For å vise endringene i vannføringsforholdene i Dalelva er det valgt tre referansepunkter i vassdraget. Det første punktet er nedstrøms inntaket (dam). Det andre punktet er rett oppstrøms samløpet mellom Dalelva og Bordalselva. På strekningen som får redusert vannføring, ligger Rullestadgjuvet. For å illustrere vannføringen gjennom Rullestadgjuvet er det valgt et tredje referansepunkt rett nedstrøms samløpet mellom Dalelva og Bordalselva. Restfeltet fra samløpet mellom Dalelva og Bordalselva til utløpet av kraftverket er lite og bidrar med lite tilsig til Dalelva ($A = 0,71 \text{ km}^2$, $Q_m = 0,042 \text{ m}^3/\text{s}$). Vannføringen ved referansepunktet etter samløpet er derfor representativ for hele elvestrekningen i Rullestadgjuvet.

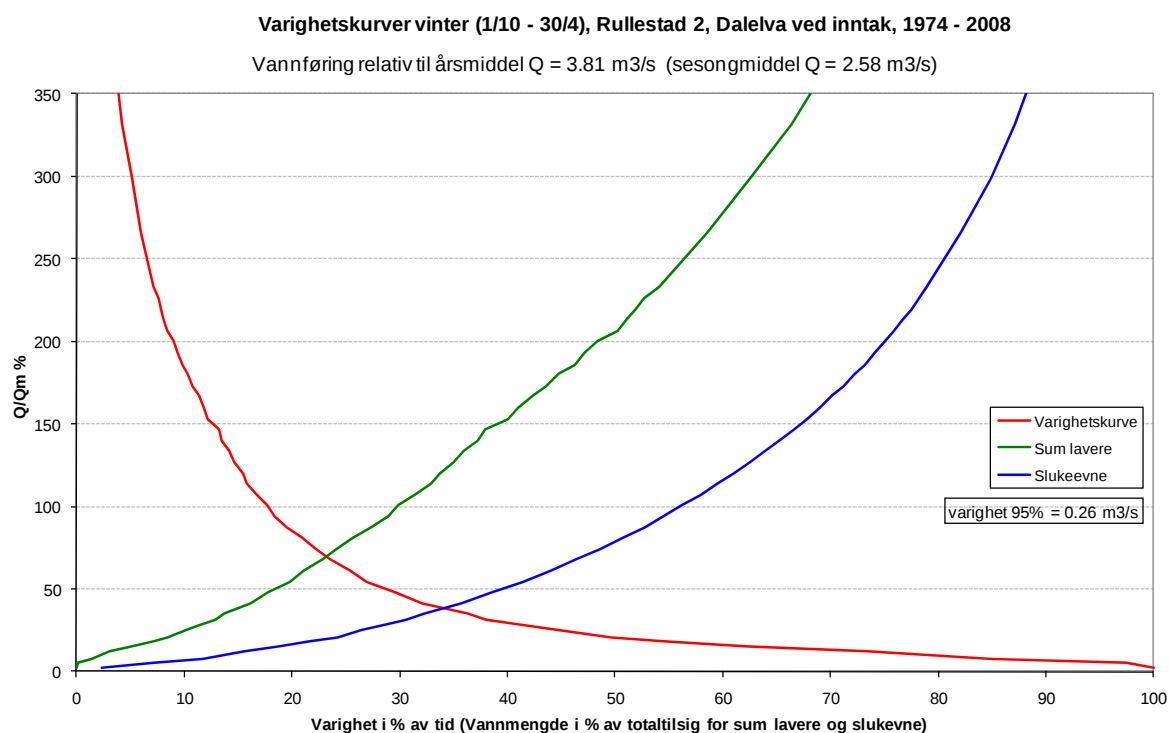
1.3 Varighetskurve¹⁹ og beregning av nyttbar vannmengde

Varighetskurver sommer (1/5 - 30/9), Rullestad 2, Dalelva ved inntak, 1974 - 2008

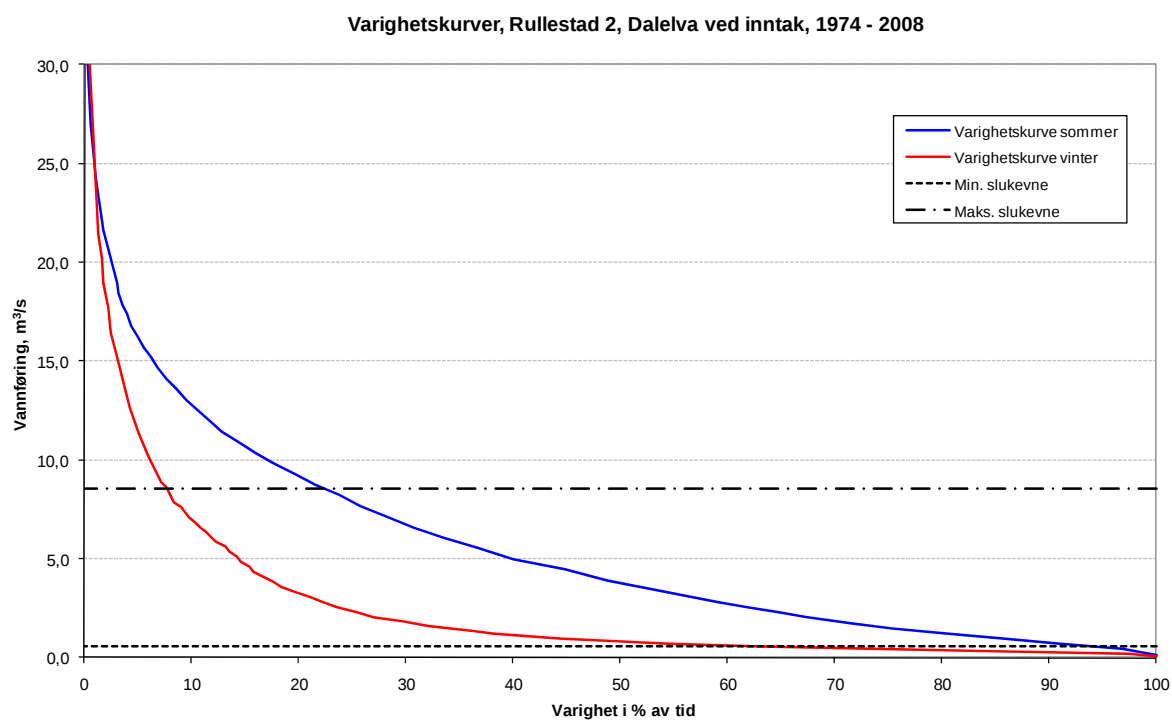
Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 3.81 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddel $Q = 5.52 \text{ m}^3/\text{s}$)



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



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



Figur 11. Varighetskurve, kurve for flomtap og for tap av vann i lavvannsperioden (år).

1.3.1 Kraftverkets største og minste slukeevne

	Maks	Min
Kraftverkets slukeevne (m ³ /s)	8,57	0,59

1.3.2 Antall dager med vannføring større enn maksimal slukeevne 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	24	50	74
Antall dager med vannføring < planlagt minstevannføring + minste slukeevne	216	157	93

1.3.3 Beregning av nyttbar vannmengde til produksjon ved hjelp av hydrologiske data.

Tilgjengelig vannmengde ²⁰ (mill m ³)	120,2*
Beregnet vanntap fordi vannføringen er større enn maks slukeevne (% av middelvannføring)	19,6
Beregnet vanntap fordi vannføringen er mindre enn min slukeevne (% av middelvannføring)	1,9
Beregnet vanntap på grunn av slipp av minstevannføring (% av middelvannføring)	9,5
Nyttbar vannmengde til produksjon (mill m ³)	82,9

Kommentarer ved behov.

* Basert på måling

1.4 Restfeltet²¹

1.4.1 Informasjon om restfelt.

Inntaket og kraftverkets høyde (moh)	296	105
Lengde på elva mellom inntak og kraftverk ²² (m)	2130	
Restfeltets areal (km ²)	30,68	
Tilslig fra restfeltet ved kraftverket (m ³ /s)	3,33	

Kommentarer ved behov.

Om det blir bygd et alternativ av Bordalen kraftverk, så blir restfeltet til Rullestad 2 kraftverk betydelig redusert.

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)	0,24	-----	-----
5-persentil ²³ (m ³ /s)	0,27	0,52	0,26
Planlagt minstevannføring (m ³ /s)	-	0,52	0,26

Kommentarer ved behov.

--

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 fratrasket eventuelle breer, sjøer og myrer over skoggrensen.

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

¹⁰ Middelavrenning 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 Årsmiddel for hvert år i observasjonsperioden.

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

¹⁹ 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.

²⁰ Normalavløp 1961-1990 (eller forventet gjennomsnittlig årlig avløp).

²¹ Med restfelt menes arealet mellom inntakspunkt og kraftverk.

²² Lengde i opprinnelig elveløp og ikke korteste avstand.

²³ Den vannføringen som underskrides 5% av tiden.

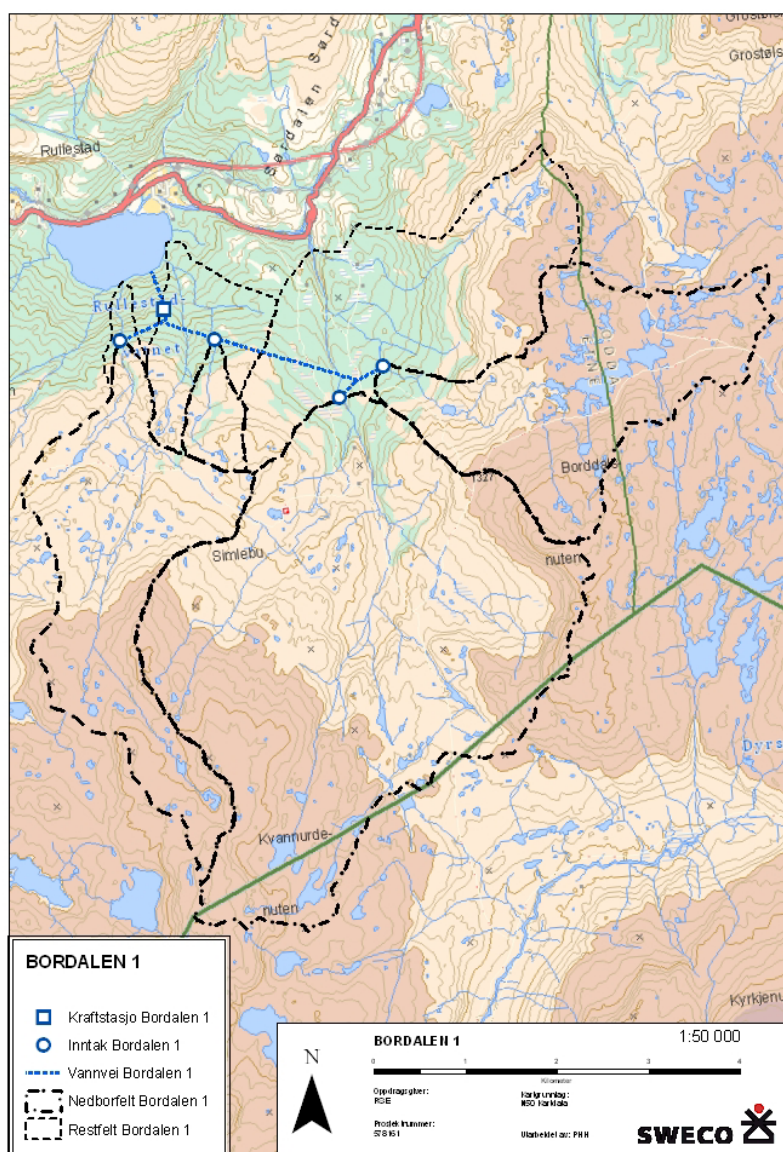
Bordalen 1

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 og restfelt. Kraftverket og inntakspunkt er tegnet inn.

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)	-	
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	41.1 Stordalvatn
Skaleringsfaktor ^{4*}	0,254*
Periode med data som er benyttet	1961 – 2009
Totalt antall år med data	49
Er sammenligningsstasjonen uregulert? ⁵	ja

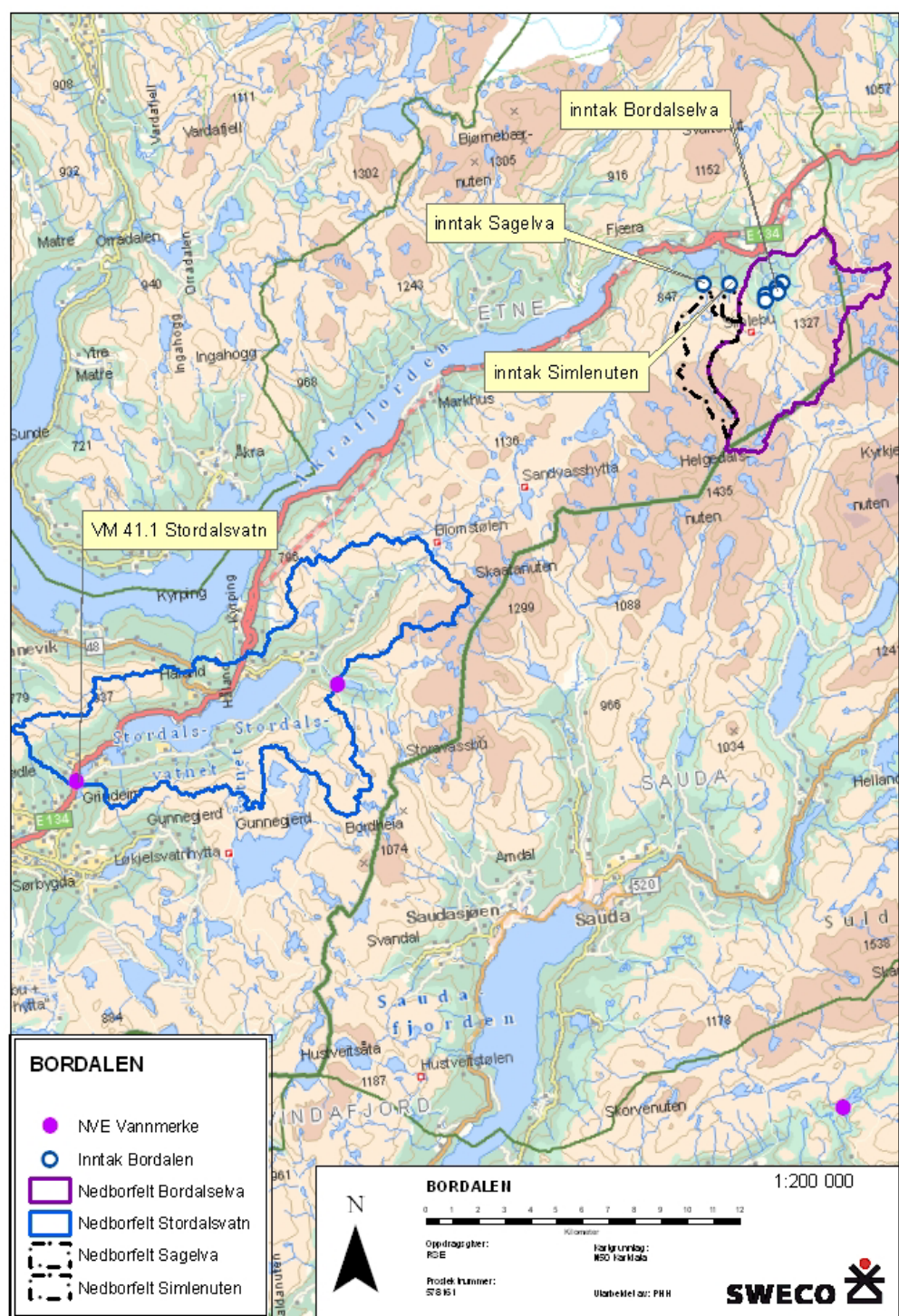
* For hele Bordalen 1 kraftverk. Skaleringsfaktorene til de enkelte inntak er vist i tabeller i kapittel 1.1.4.

1.1.4 Feltparametre for kraftverkets og sammenligningsstasjonens nedbørfelt.

Bordalselva + overføringer	Kraftverkets nedbørfelt ovenfor inntakene		Sammenligningsstasjonens nedbørfelt ⁶	
Areal (km ²)	29,7		129,4	
Høyeste og laveste kote (moh)	1392	508	1297	51
Effektiv sjøprosent ⁷	0,14		6,68	
Breandel (%)	0		0	
Snaufjellandel (%) ⁸	96,36		57,49	
Hydrologisk regime ⁹	Vårflom/Høstflom Vinterlavvann		Vårflom/Høstflom Vinterlavvann	
Middelavrenning/ midlere årstilsig (1961-1990) fra avrenningskartet ¹⁰	3,51 m ³ /s		10,7 m ³ /s	
	118,0 l/s km ²		82,5 l/s km ²	
	110,5 mill m ³		100,2 mill m ³	
Middelavrenning (1961 – 2009) for sammenligningsstasjonen beregnet i observasjonsperioden ¹¹	-----		13,8 m ³ /s	106,6 l/s/km ²
Kort begrunnelse for valg av sammenligningsstasjon	Det ble etablert vannføringsmåling i Bordalselva i 2005. Målingene pågår fortsatt. Analyse av måleresultatene fra perioden 2005 - 2009 er brukt for å vurdere hvilket vannmerke som bør benyttes for hydrologiske og produksjonsmessige beregninger for Bordalen kraftverk. Tilsigsserier fra vannmerker i samme region er sammenlignet med den målte tilsigsserien fra Bordalselva. Vannmerket 41.1 Stordalsvatn er det vannmerket som samsvarer best med måleserien til Bordalselva. Data fra Stordalsvatn vannmerke fra perioden 1961 til 2009 er skalert til Bordalselva og benyttet i fremstilling av vannføringsgrafer, varighetskurver og i produksjonsberegninger. Måleserien for Bordalselva er benyttet til å beregne 5-prosentil og fastlegge minstevannføring. Måleserien for Bordalselva gir spesifikk middelavrenning ved utløpet i Dalelva lik 111,1 l/(s*km²) (3,22 m³/s). Dette tilsvarer spesifikk middelavrenning fra NVEs avrenningskart (61-90).			

Overføringer	Inntak Sagelva		Raudbekken	
Skaleringsfaktor	0,055		0,004	
Areal (km ²)	6,1		0,7	
Høyeste og laveste kote (moh)	1392	508	864	510
Effektiv sjøprosent ¹²	0,1		0,0	
Breandel (%)	0		0	
Snaufjellandel (%) ¹³	99,4		82,0	
Middelavrenning/ midlere årstilsig (1961-1990) fra avrenningskartet ¹⁴	0,76 m ³ /s		0,06 m ³ /s	
	124,8 l/s km ²		88,9 l/s km ²	
	24,01 mill m ³		1,96 mill m ³	

Overføringer	Inntak Bordalsstølen		Inntak Skårselva	
Skaleringsfaktor	0,142		0,051	
Areal (km ²)	16,8		6,1	
Høyeste og laveste kote (moh)	1392	520	1328	520
Effektiv sjøprosent ¹⁵	0,1		2,52	
Breandel (%)	0		0	
Snaufjellandel (%) ¹⁶	95,9		96,3	
Middelavrenning/ midlere årstilsig (1961-1990) fra avrenningskartet ¹⁷	1,97 m ³ /s		0,71 m ³ /s	
	117,3 l/s km ²		116,6 l/s km ²	
	62,15 mill m ³		22,43 mill m ³	



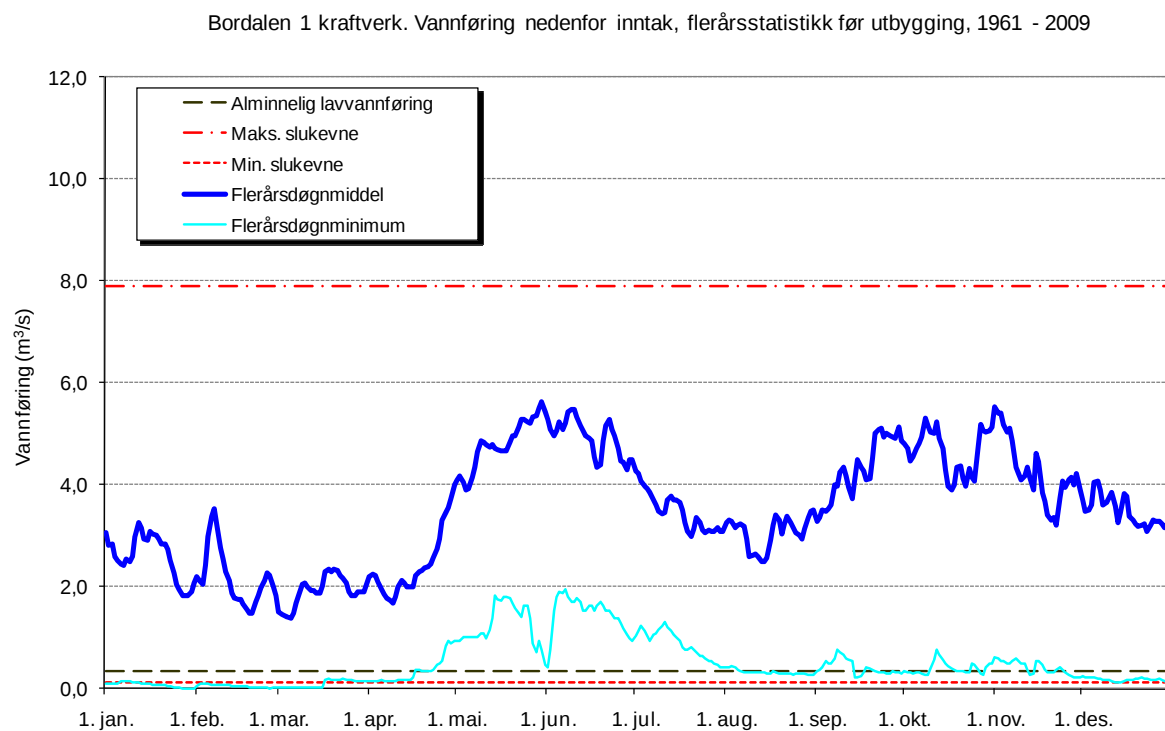
Figur 2. Kart med inntegnet nedbørfelt til kraftverket og til benyttet sammenligningsstasjon.

Kommentarer ved behov.

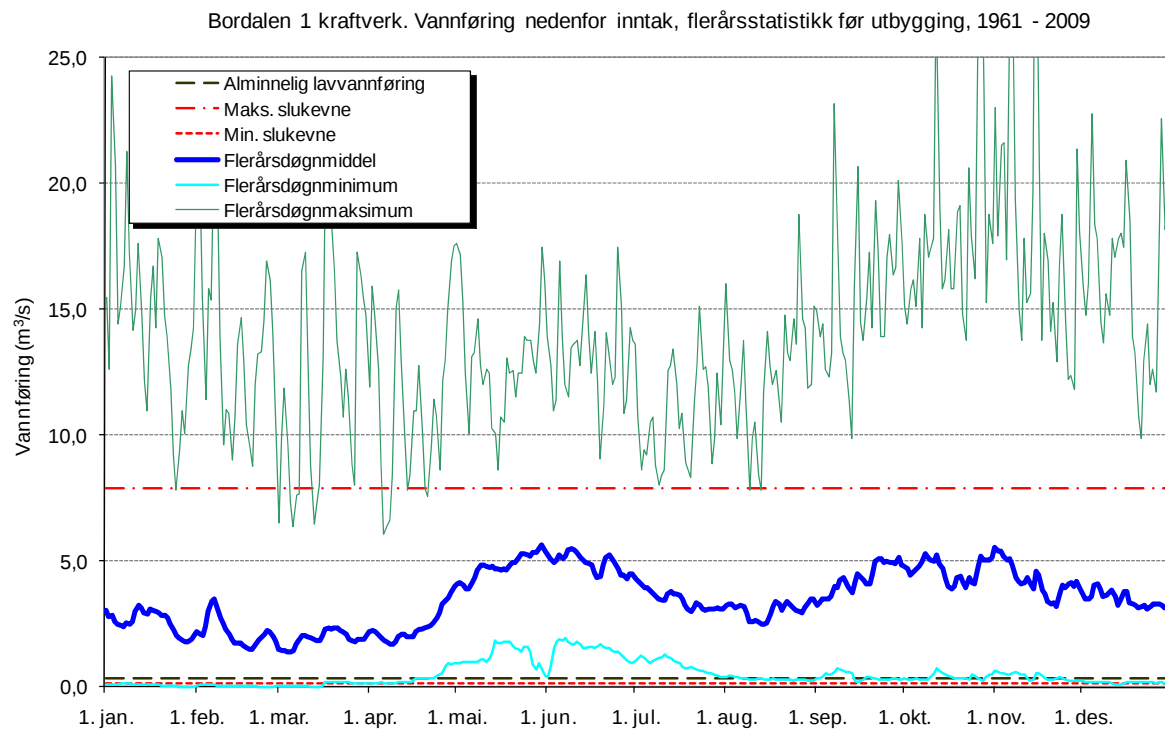
Gjelder for alle alternativer av Bordalen kraftverk (1,2 og 3), og for overføring fra Bordalselva til Rullestad 1 kraftverk.

1.2 Vannføringsvariasjoner før og etter utbygging¹⁸

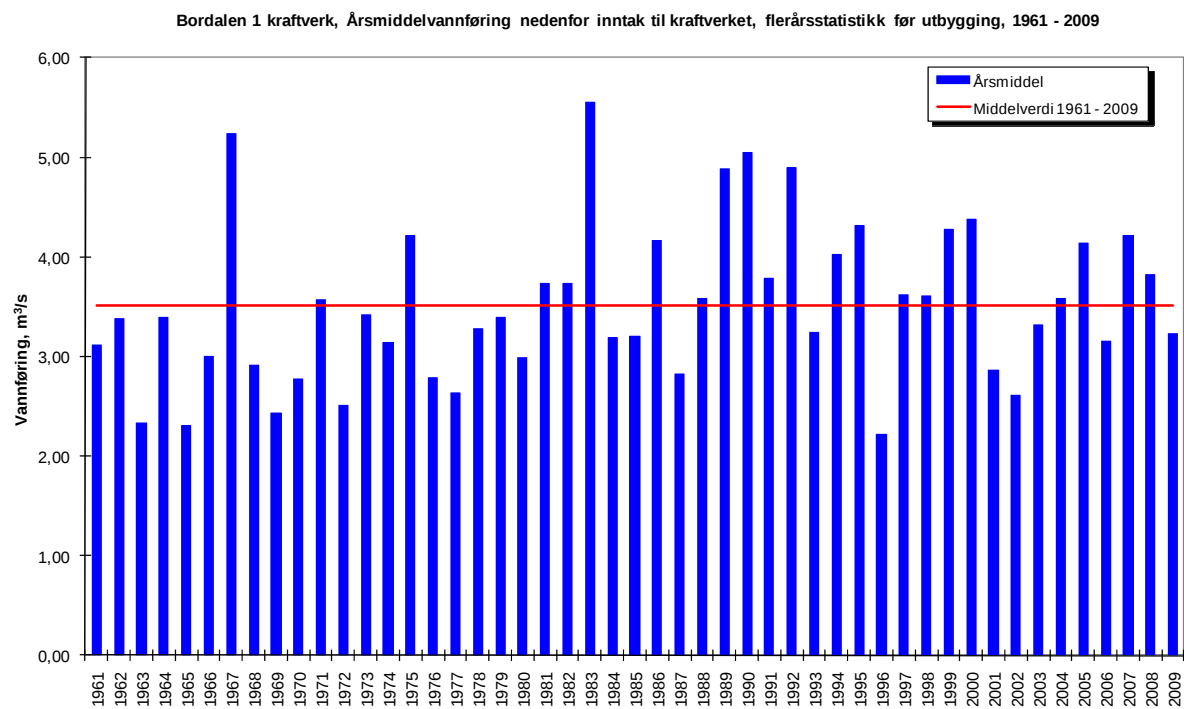
Plott som viser middel/median - og minimum/maksimumvannføringer er vist for Bordalen 1 kraftverk samlet (Bordalselva + overføringer).



Figur 3. Plott som viser middel/median- og minimumsvannføringer (døgndata).¹⁹

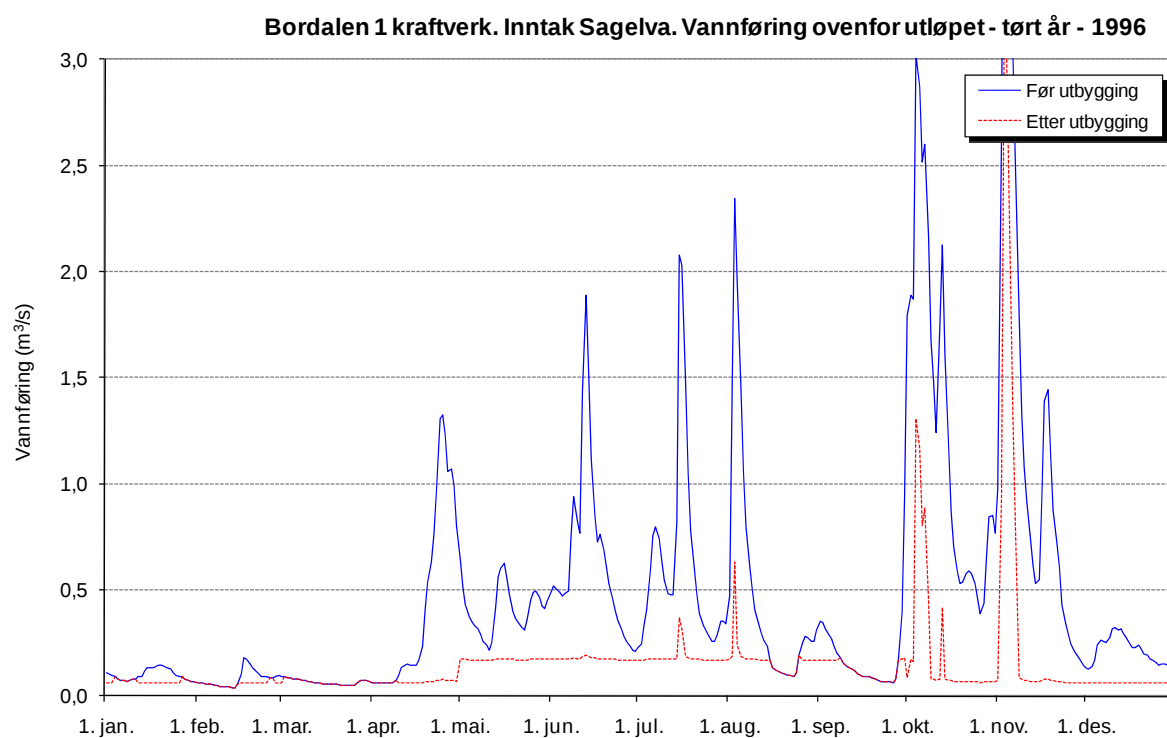
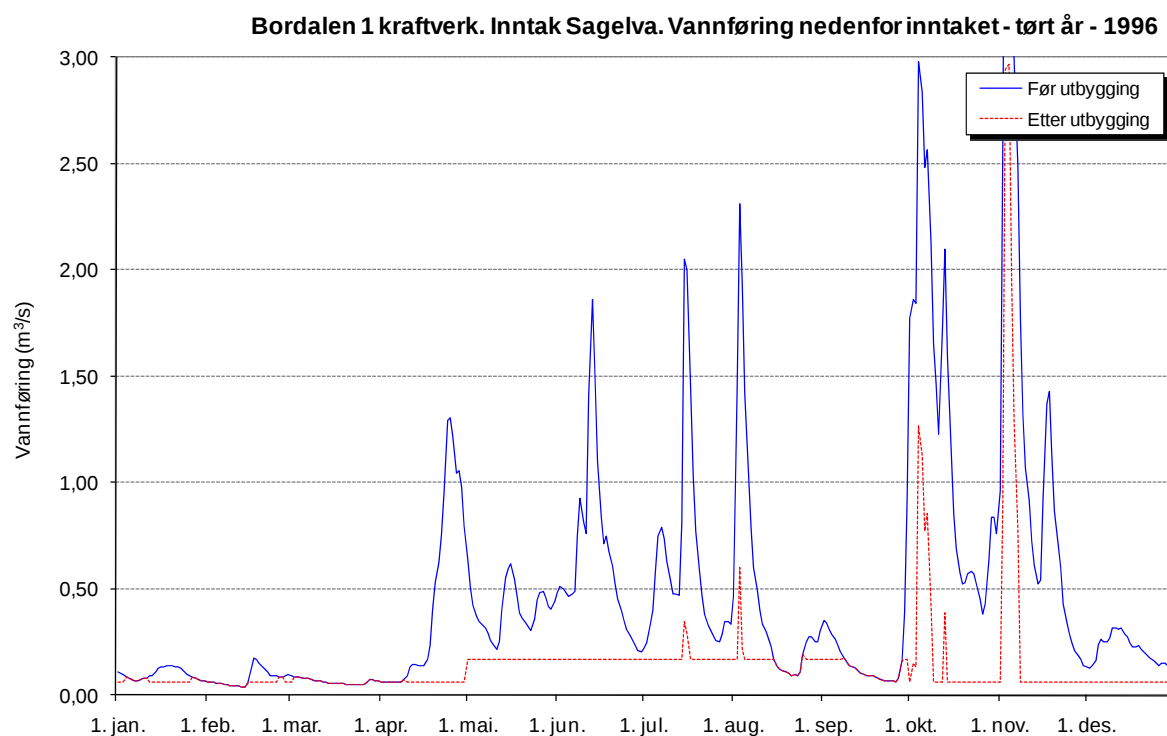


Figur 4. Plott som viser maksimumsvannføringer (døgndata).²⁰

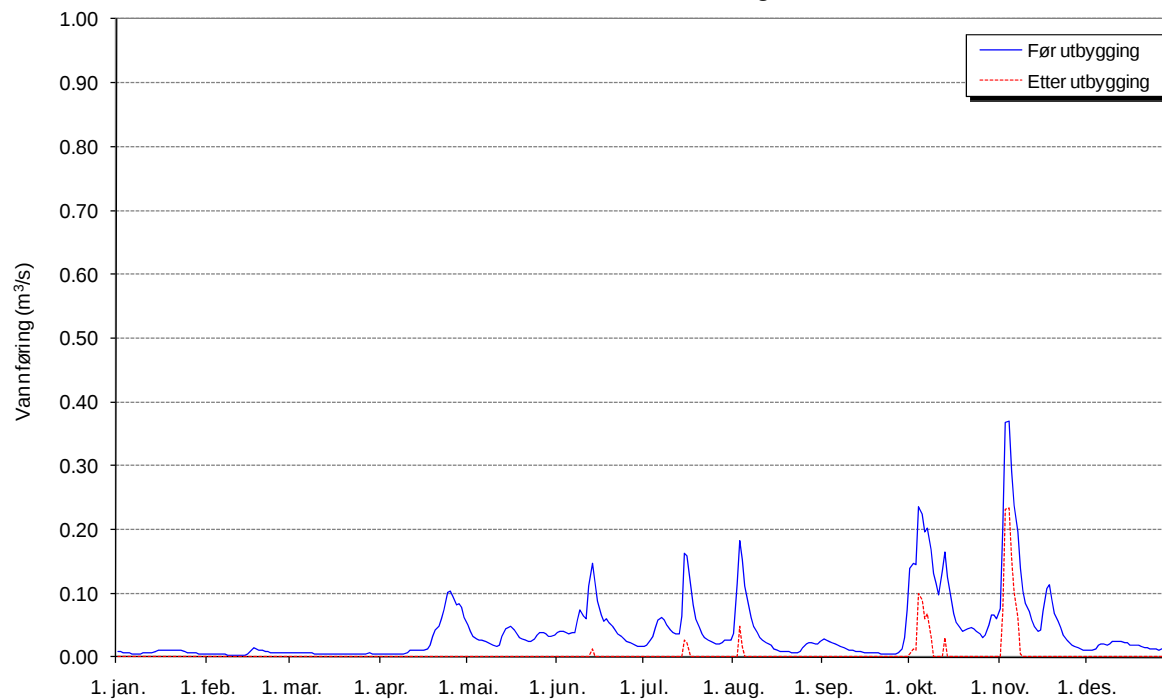


Figur 5. Plott som viser variasjoner i vannføring fra år til år.²¹

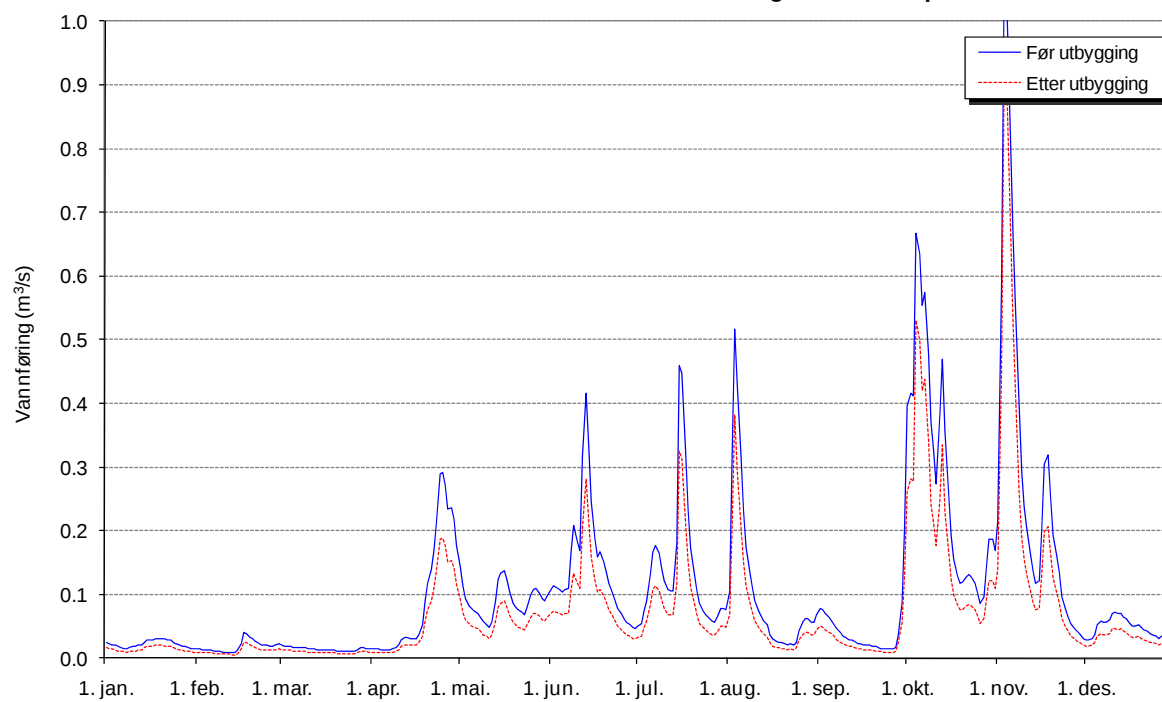
Plott som viser vannføringsvariasjoner for tørt, middels og vått år er vist for hver elv.



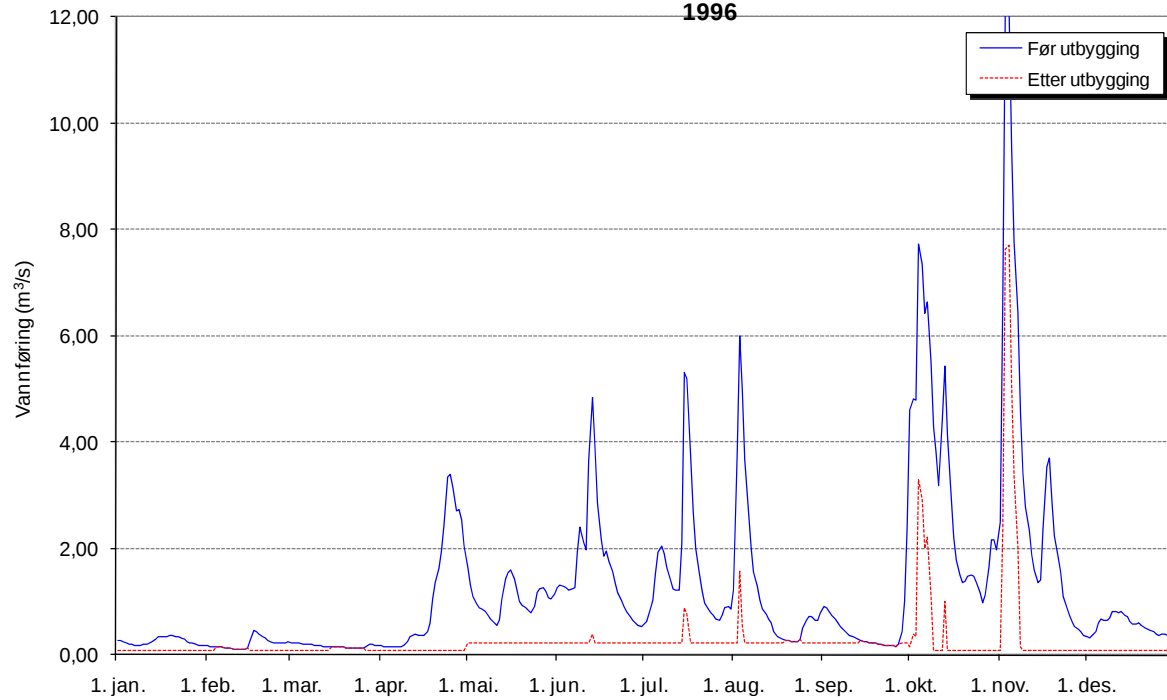
Bordalen 1 kraftverk. Raudbekken. Vannføring nedenfor inntaket - tørt år - 1996



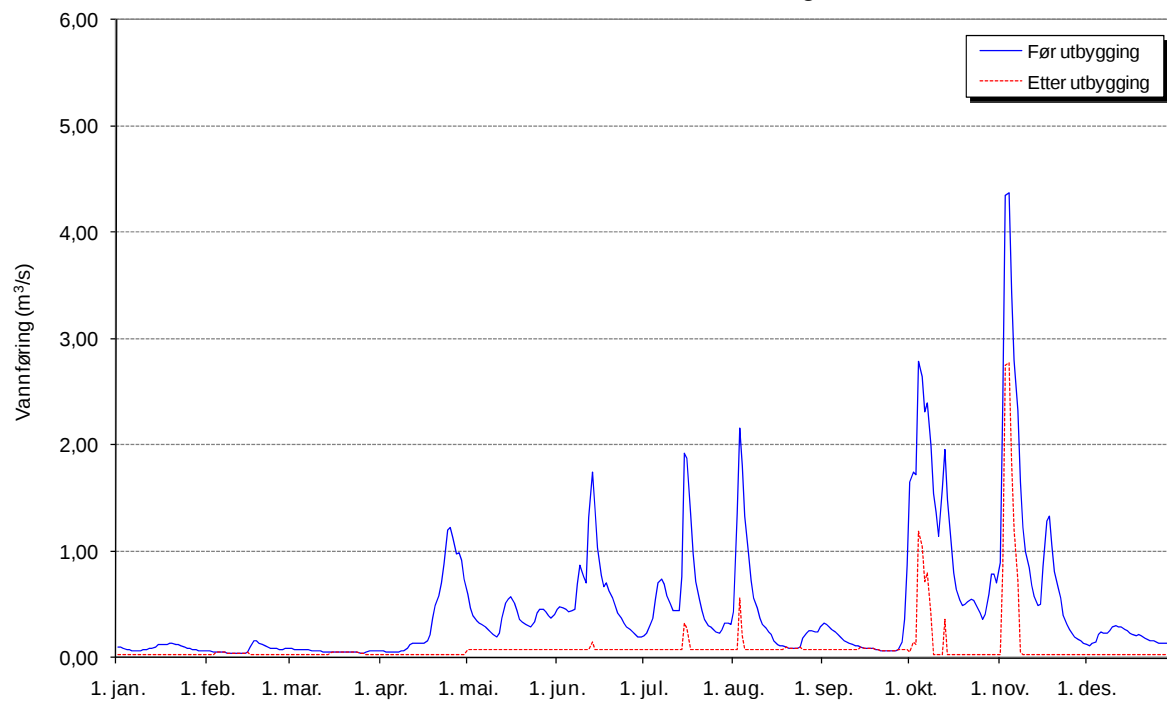
Bordalen 1 kraftverk. Raudbekken. Vannføring ovenfor utløpet - tørt år - 1996

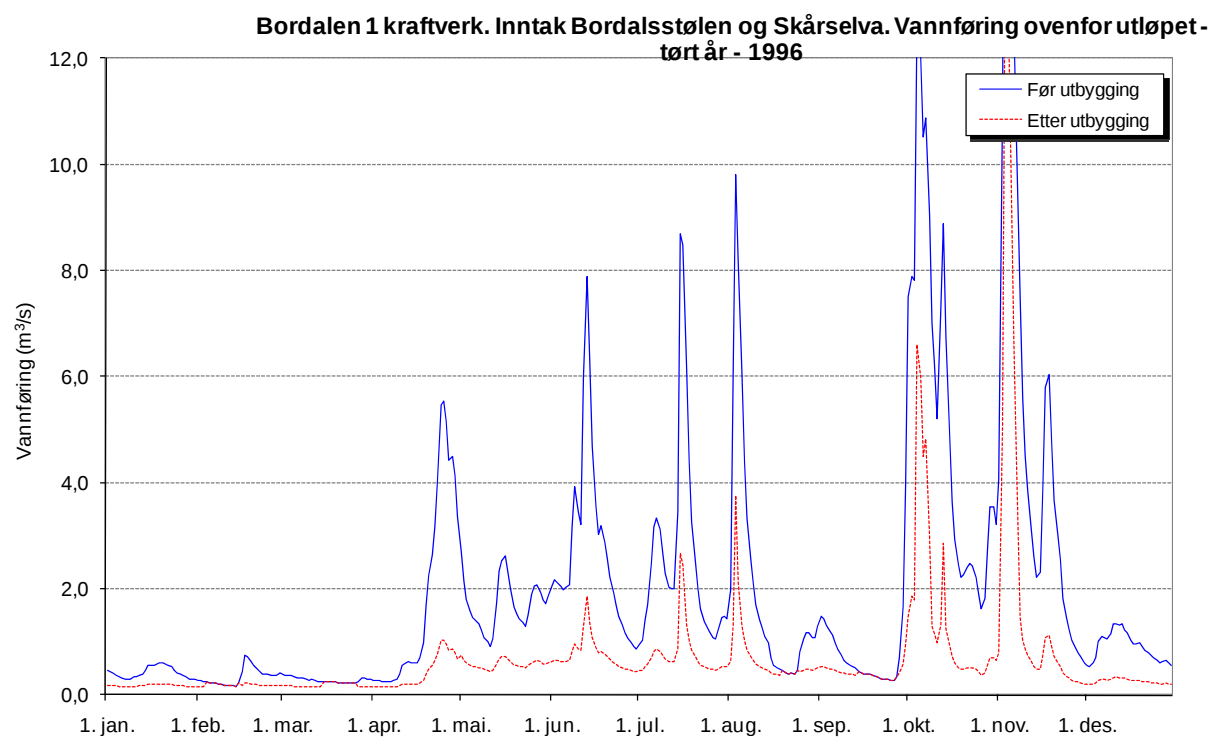


Bordalen 1 kraftverk. Inntak Bordalsstølen. Vannføring nedenfor inntaket - tørt år - 1996



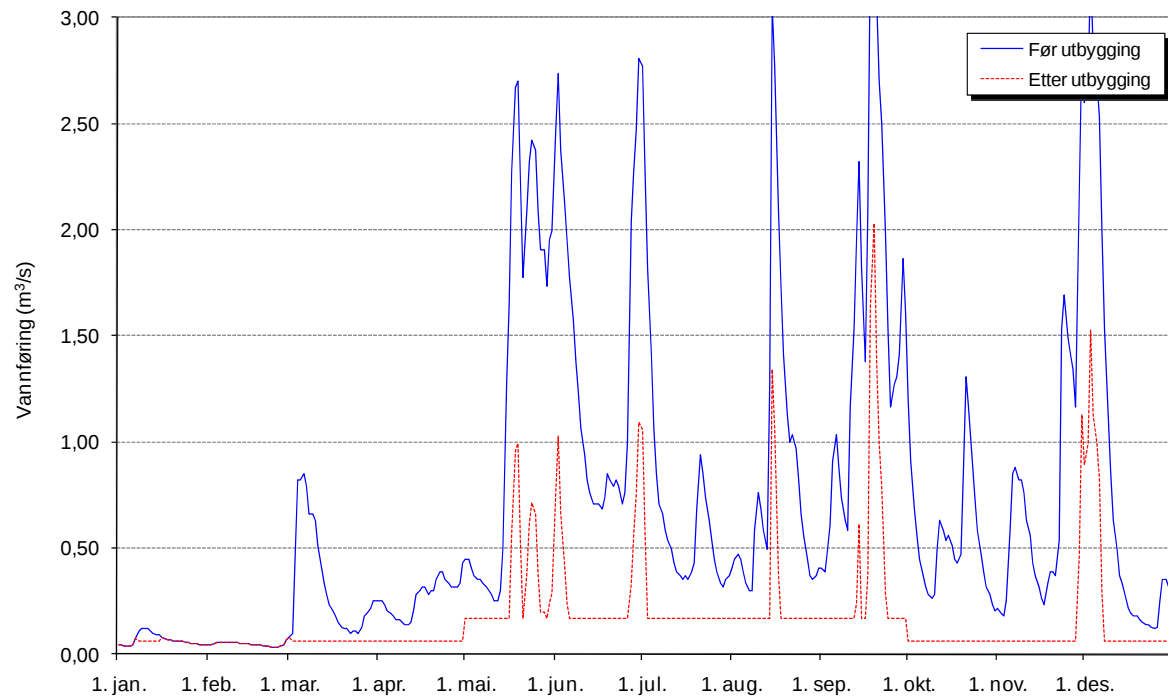
Bordalen 1 kraftverk. Inntak Skårselva. Vannføring nedenfor inntaket - tørt år - 1996



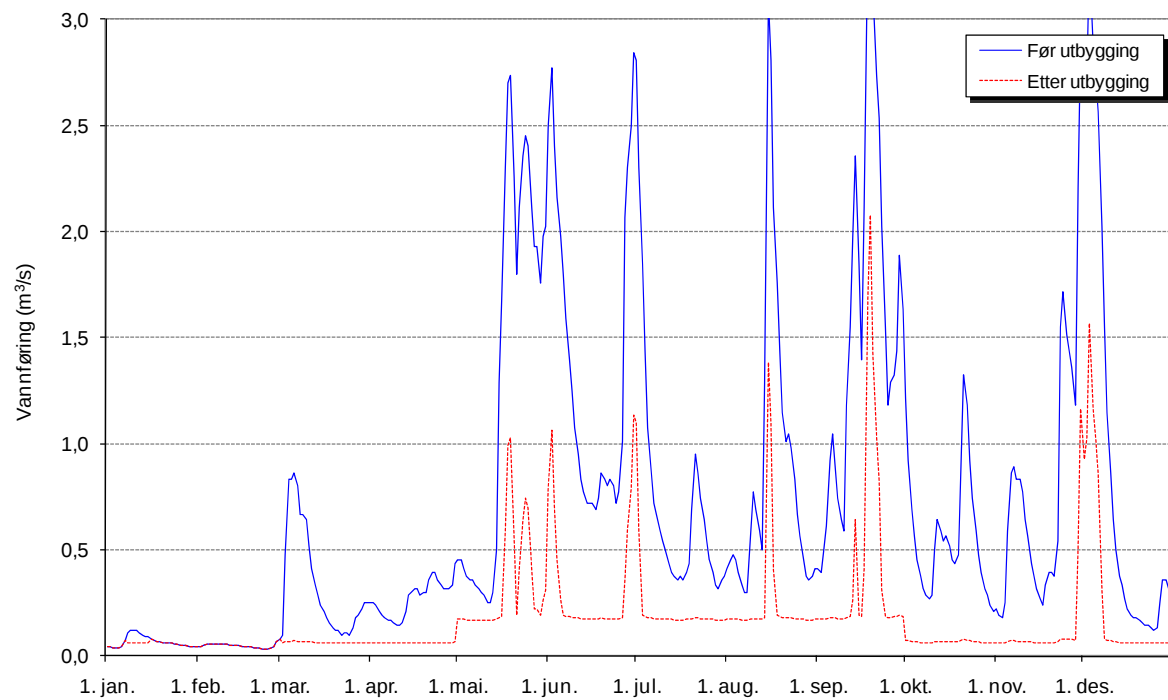


Figur 6. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et tørt (1996) år (før og etter utbygging).²²

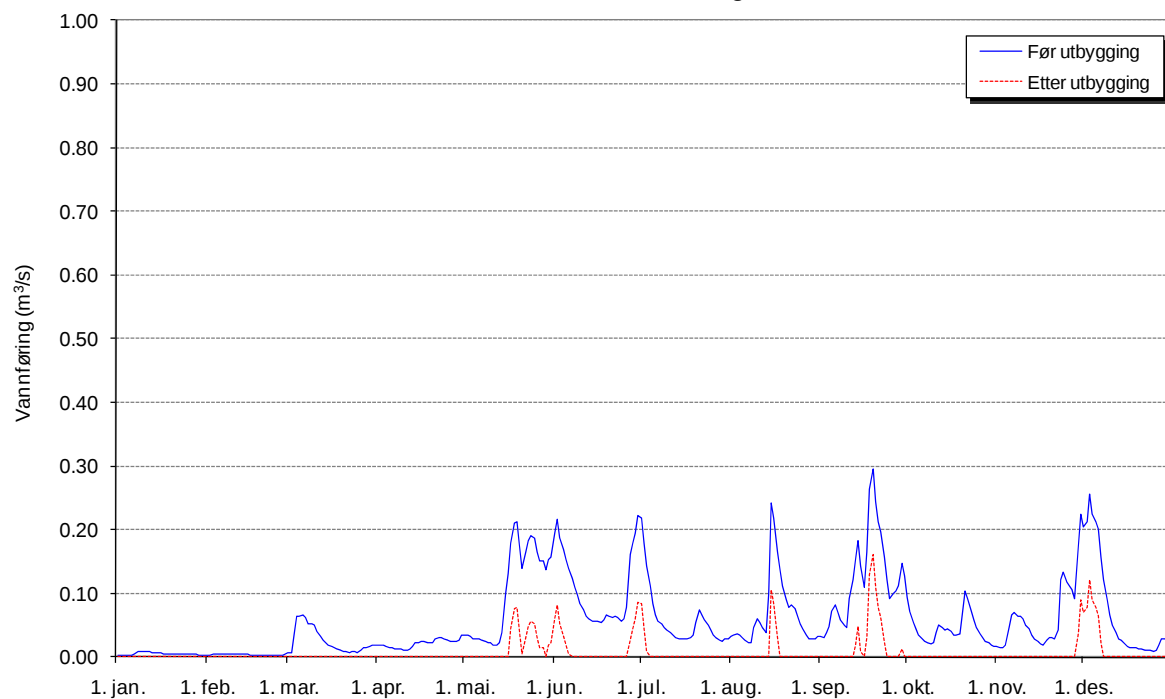
Bordalen 1 kraftverk. Inntak Sagelva. Vannføring nedenfor inntaket - middels år - 1979



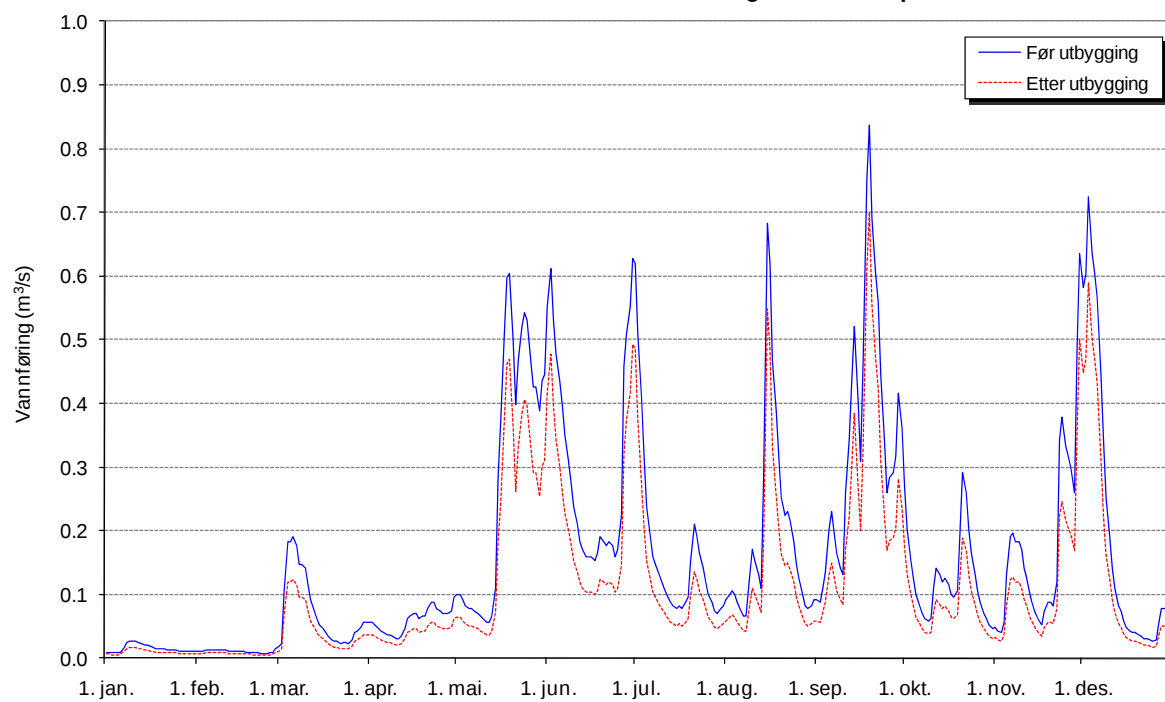
Bordalen 1 kraftverk. Inntak Sagelva. Vannføring ovenfor utløpet - middels år - 1979



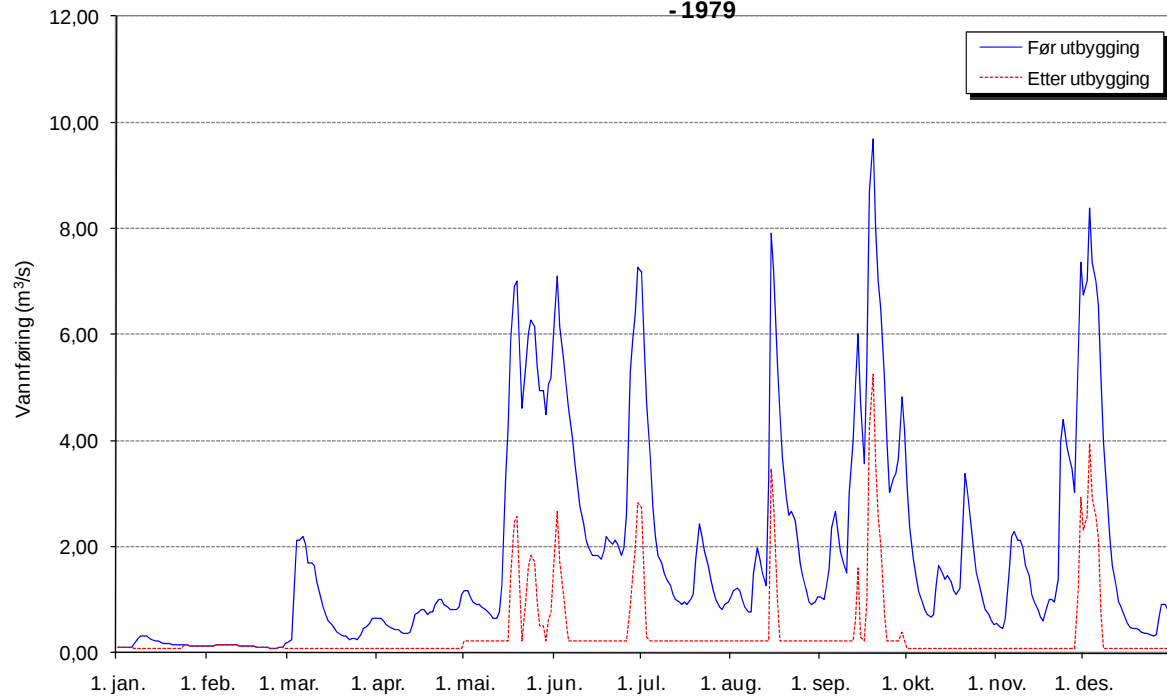
Bordalen 1 kraftverk. Raudbekken. Vannføring nedenfor inntaket - middels år - 1979



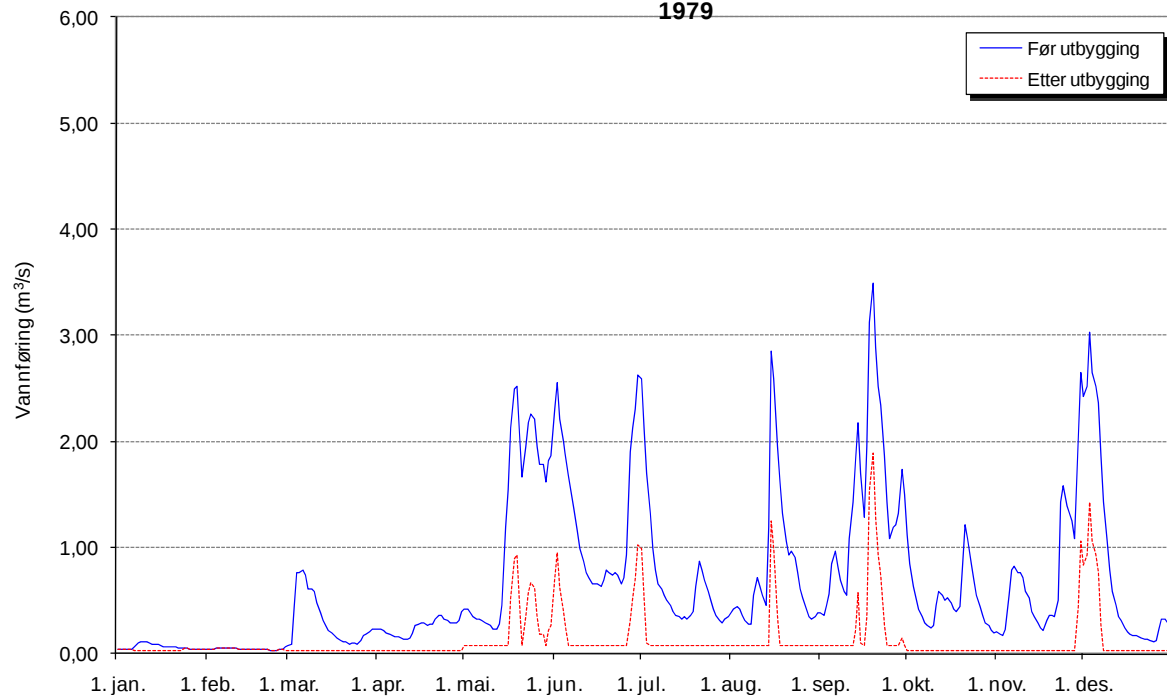
Bordalen 1 kraftverk. Raudbekken. Vannføring ovenfor utløpet - middels år - 1979

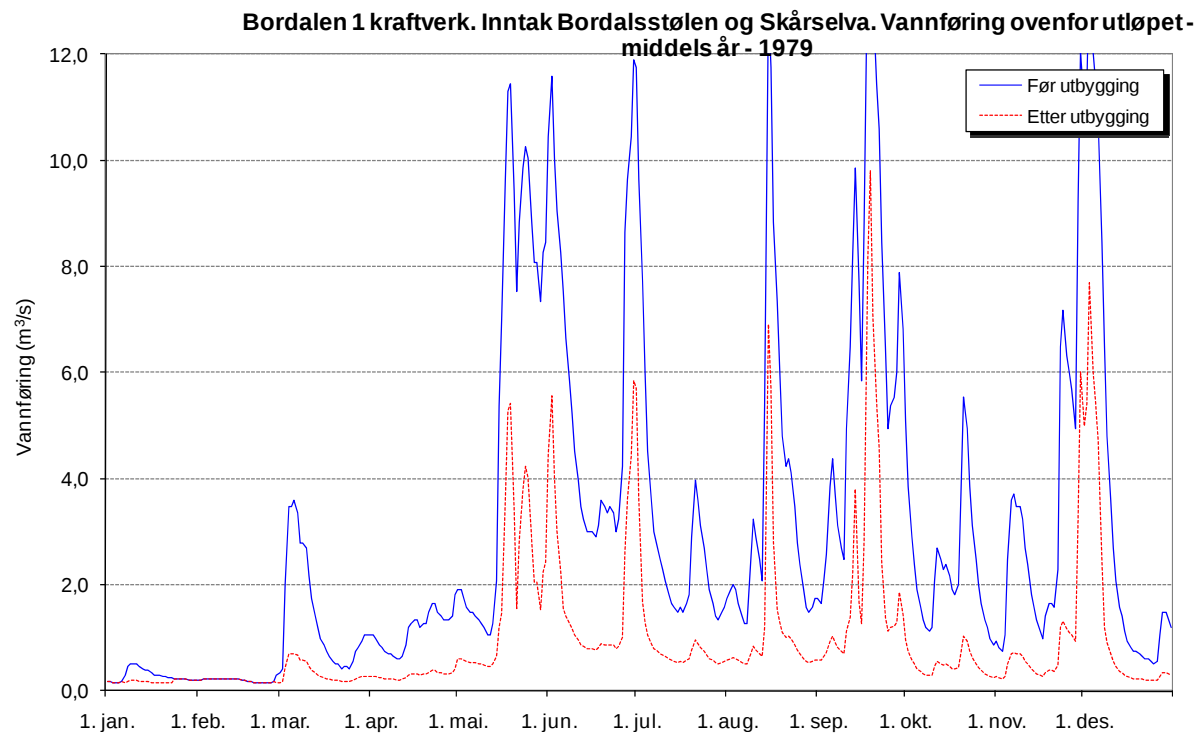


Bordalen 1 kraftverk. Inntak Bordalsstølen. Vannføring nedenfor inntaket - middels år - 1979



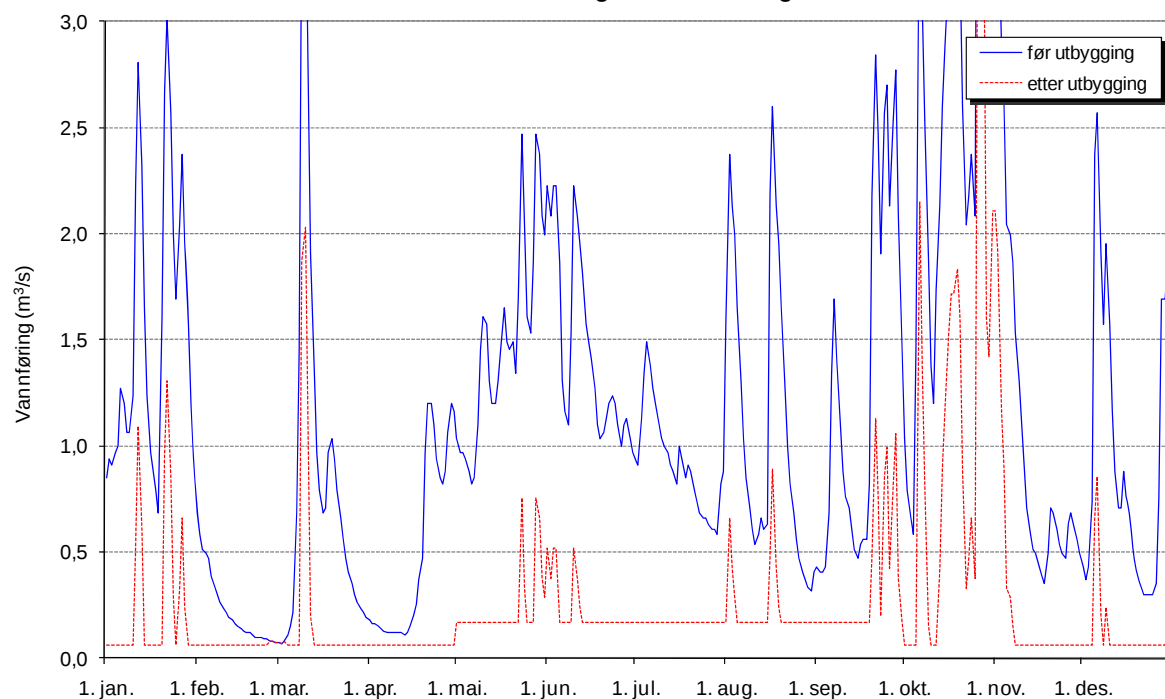
Bordalen 1 kraftverk. Inntak Skårselva. Vannføring nedenfor inntaket - middels år - 1979



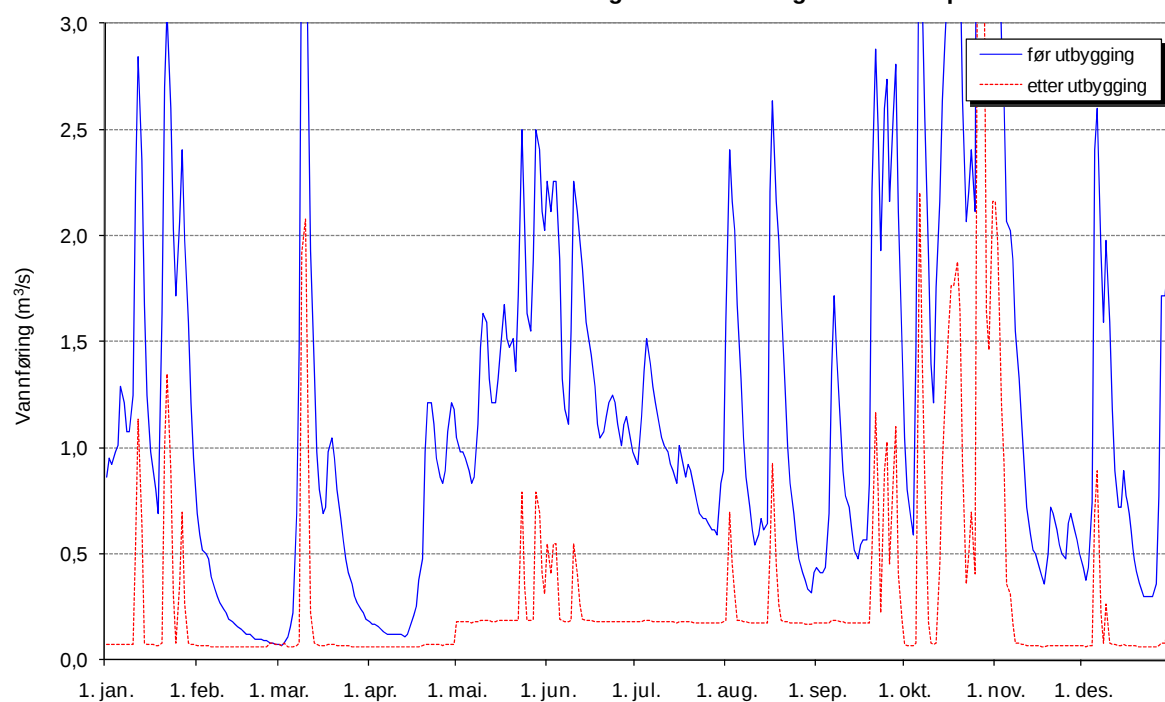


Figur 7. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et middels (1979) år (før og etter utbygging).²³

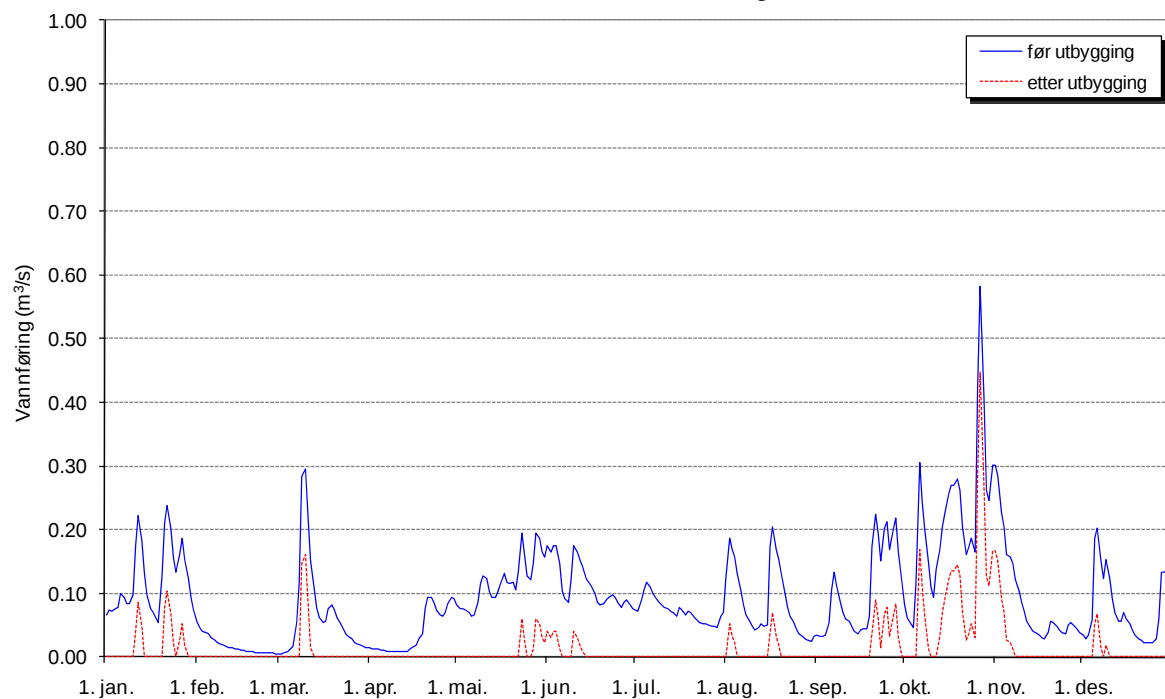
Bordalen 1 kraftverk. Inntak Sagelva. Vannføring nedenfor inntaket - vått år - 1983



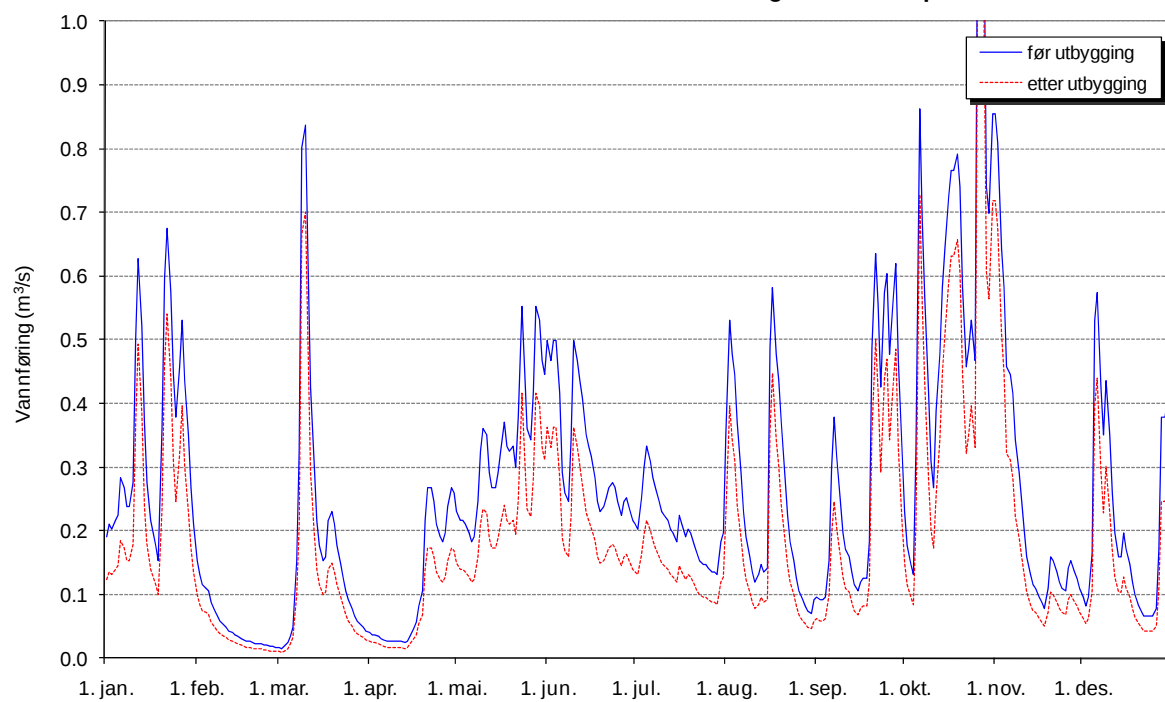
Bordalen 1 kraftverk. Inntak Sagelva. Vannføring ovenfor utløpet - vått år - 1983



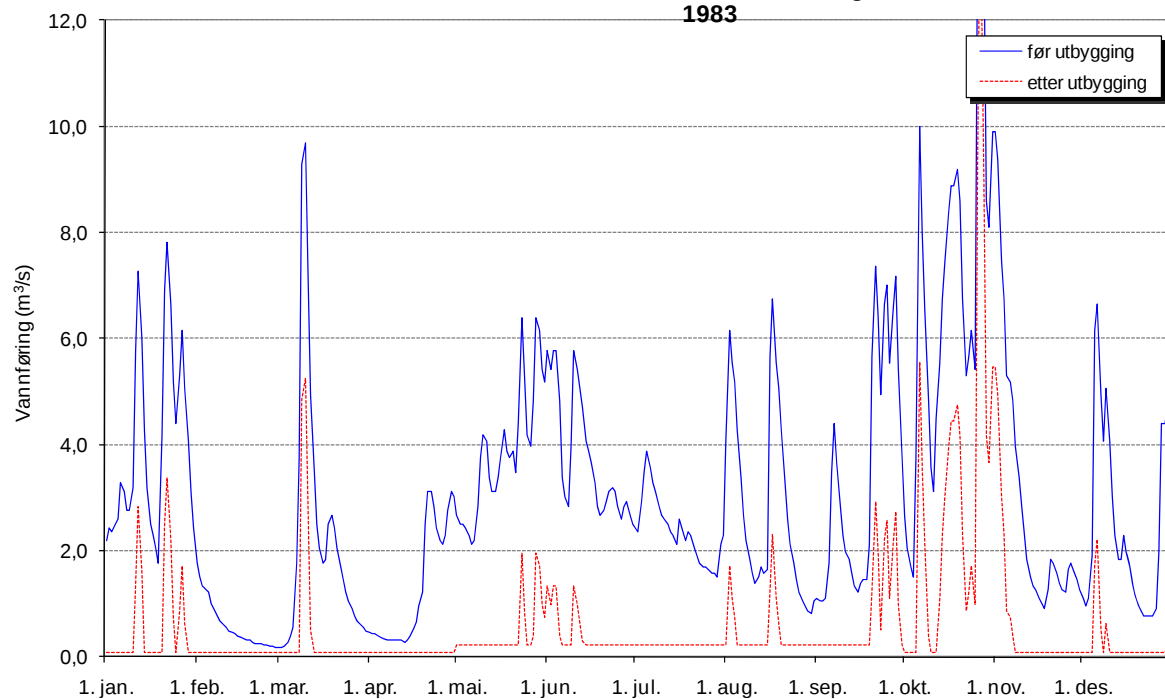
Bordalen 1 kraftverk. Raudbekken. Vannføring nedenfor inntaket - vått år - 1983



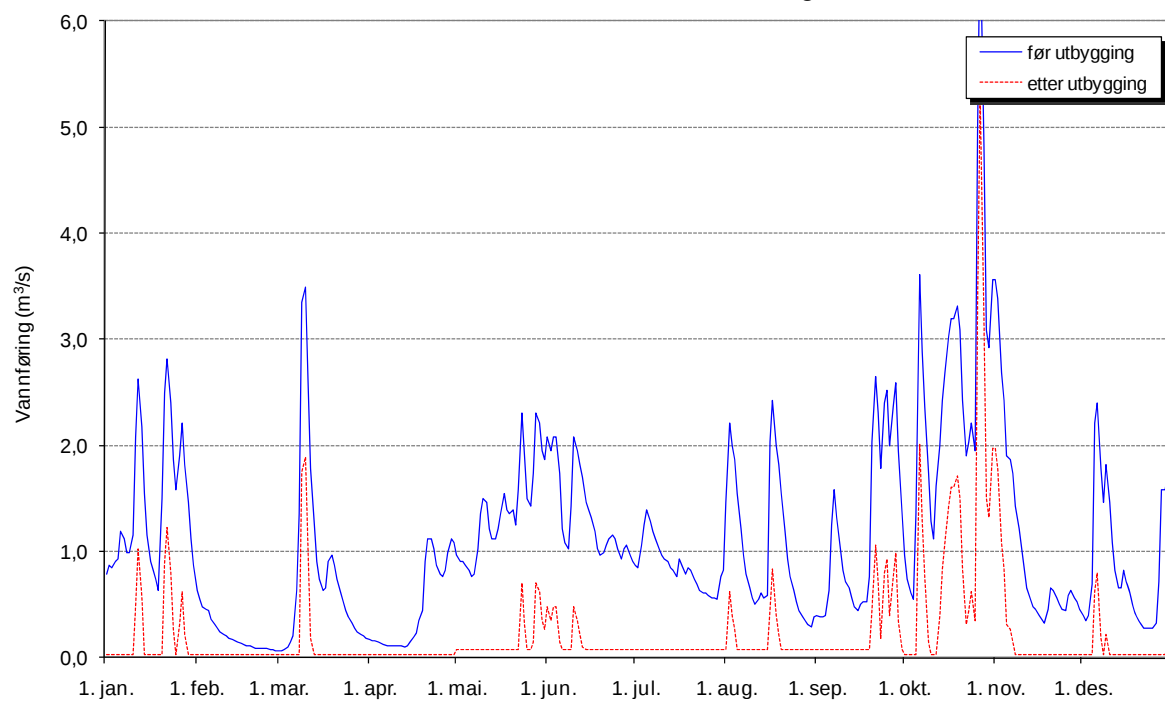
Bordalen 1 kraftverk. Raudbekken. Vannføring ovenfor utløpet - vått år - 1983

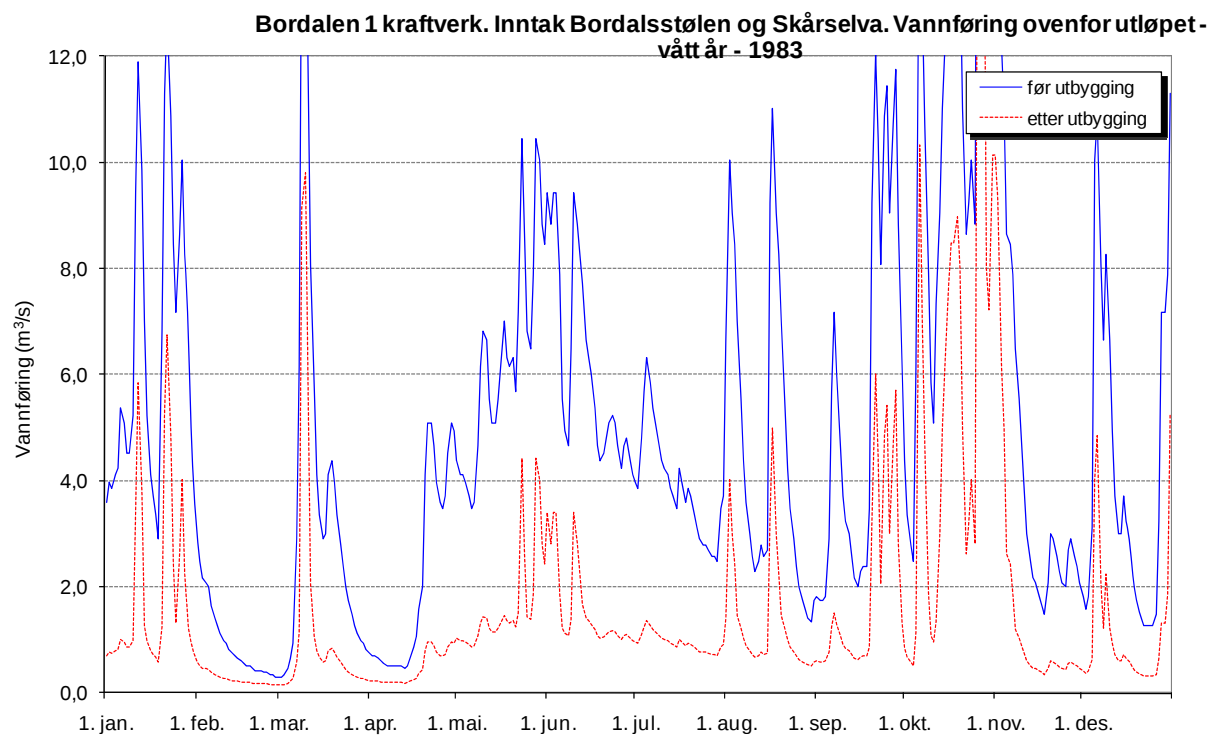


Bordalen 1 kraftverk. Inntak Bordalsstølen. Vannføring nedenfor inntaket - vått år - 1983



Bordalen 1 kraftverk. Inntak Skårselva. Vannføring nedenfor inntaket - vått år - 1983





Figur 8. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et vått (1983) år (før og etter utbygging).²⁴

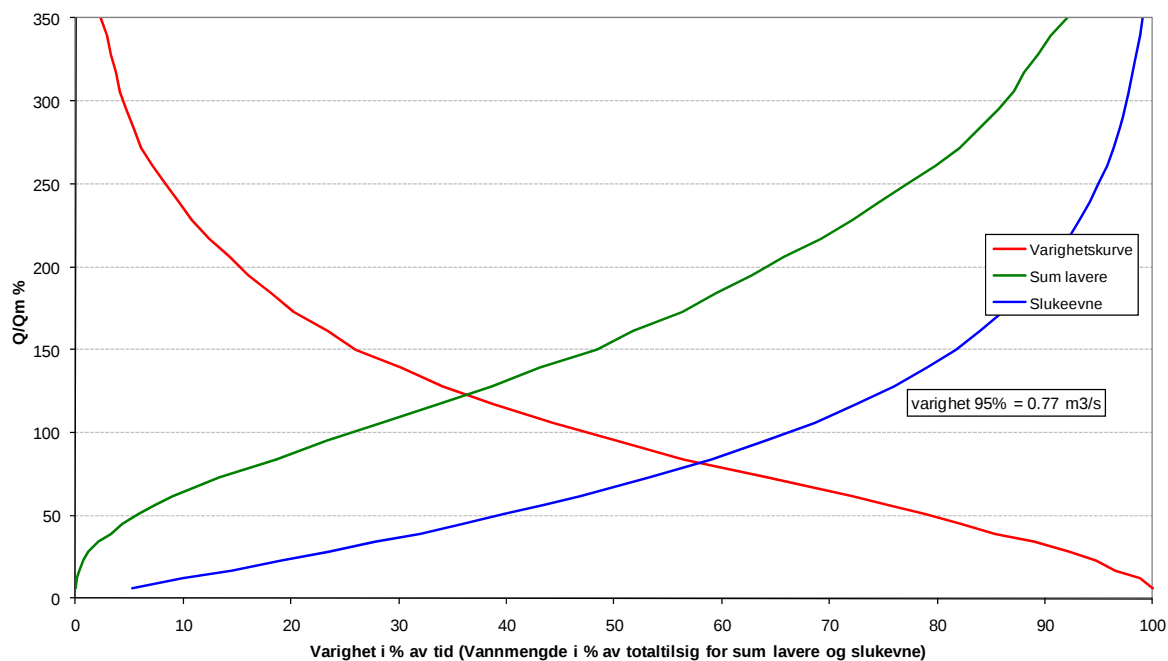
Kommentarer ved behov.

Figur 3, 4 og 5 er for Bordalen kraftverk samlet med alle inntakene (skalert data med samlet middelvannføring). Figurene 6, 7 og 8 viser kurvene for hvert enkelt inntak. Sagelva og elva ved Simlenuten løper ut i Rullestadsvatn. Skårselva løper sammen med Bordalselva og etter på ut i Dalelva.

1.3 Varighetskurve²⁵ og beregning av nyttbar vannmengde

Varighetskurver sommer (1/5 - 30/9), Bordalen 1 ved inntak, 1961 - 2009

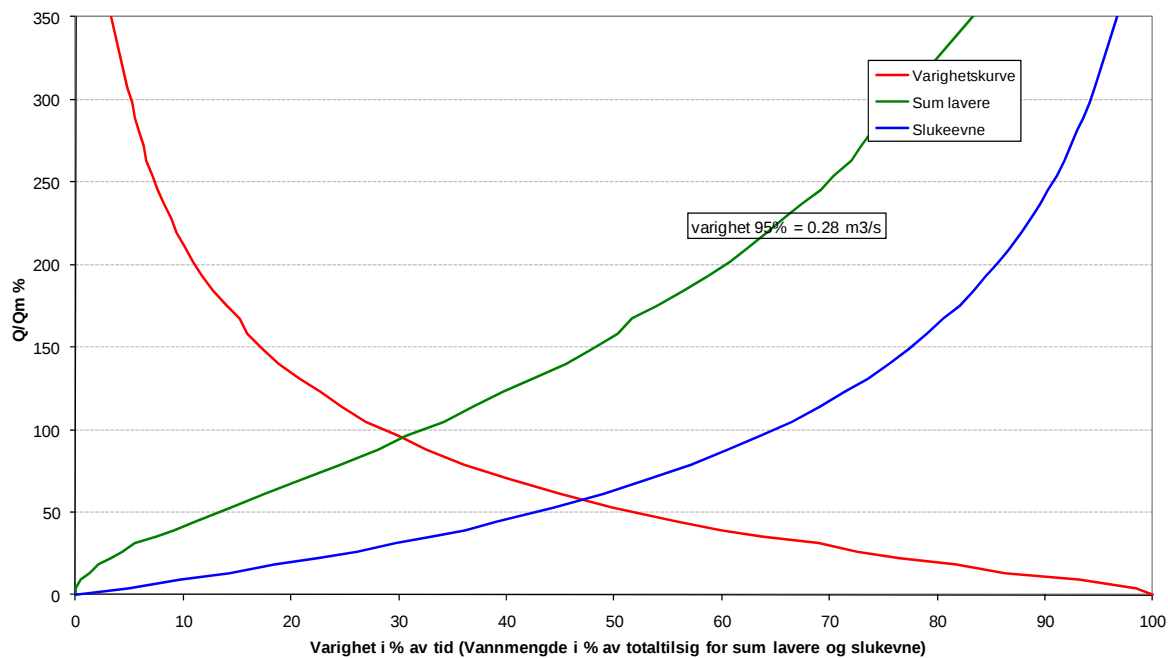
Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 3.51 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddel $Q = 4.11 \text{ m}^3/\text{s}$)



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

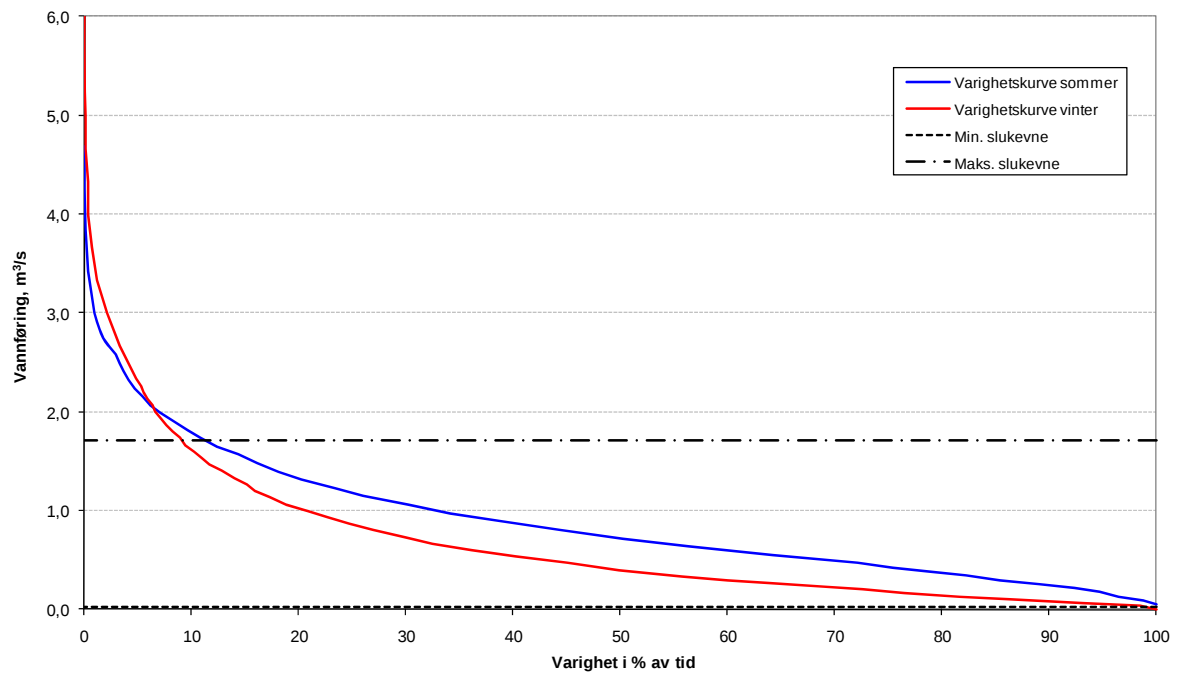
Varighetskurver vinter (1/10 - 30/4), Bordalen 1 ved inntak, 1961 - 2009

Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 3.51 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddel $Q = 3.08 \text{ m}^3/\text{s}$)

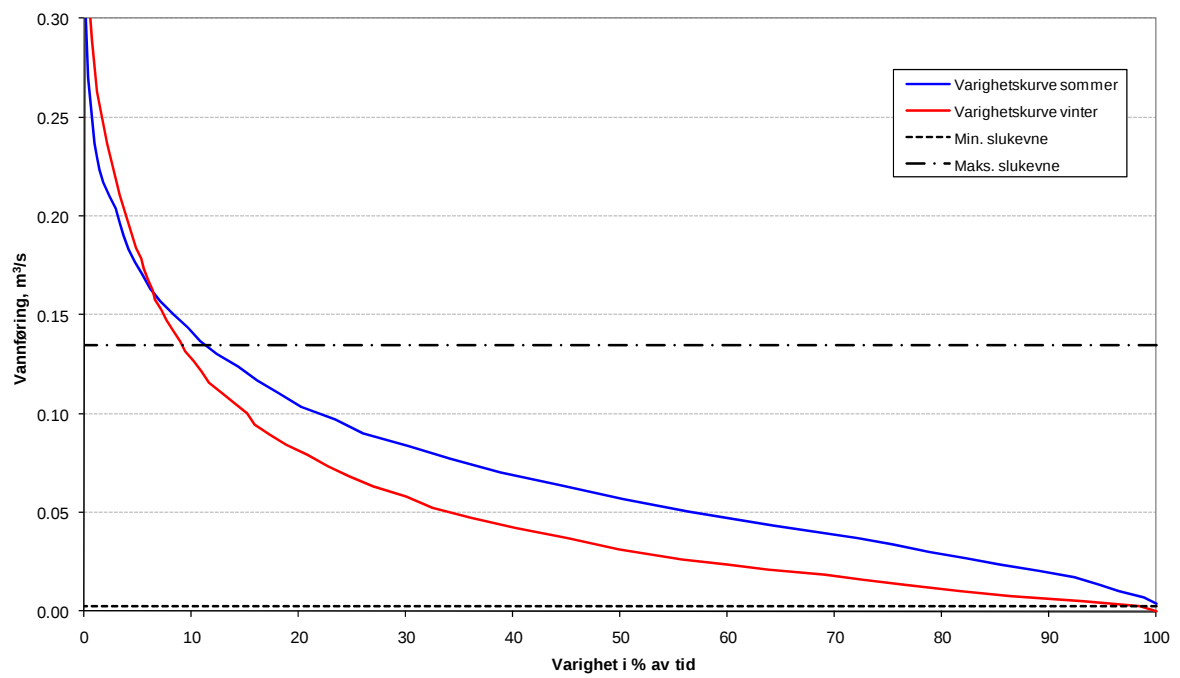


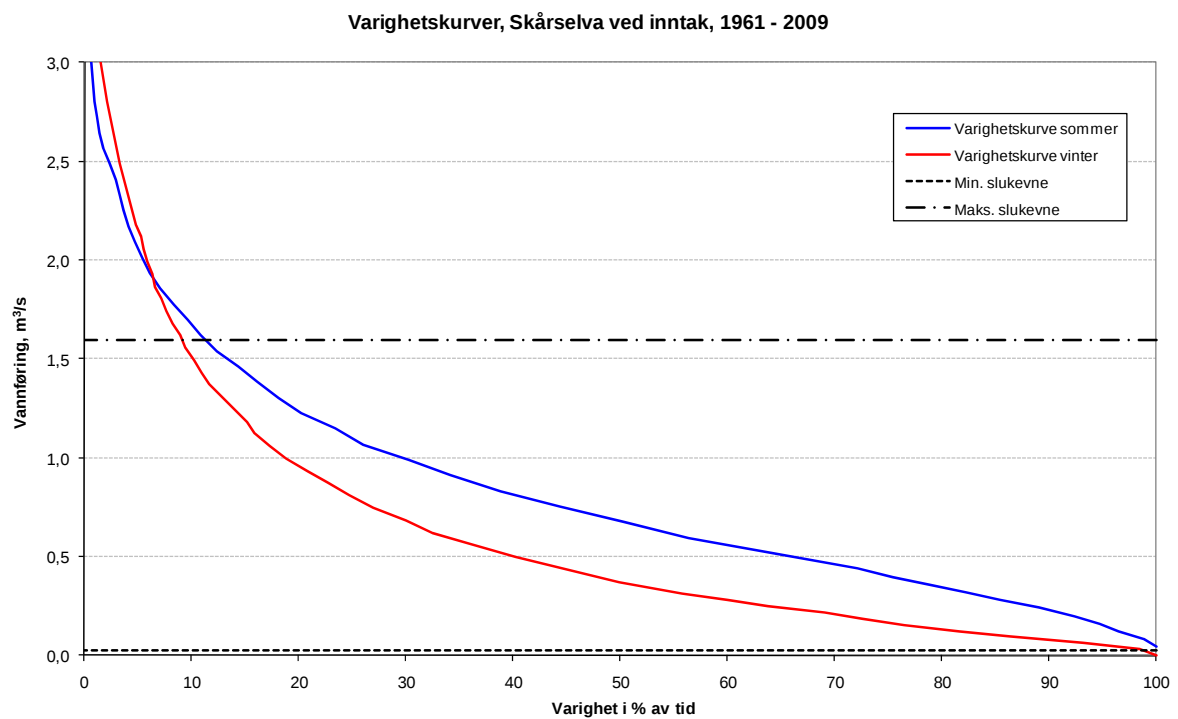
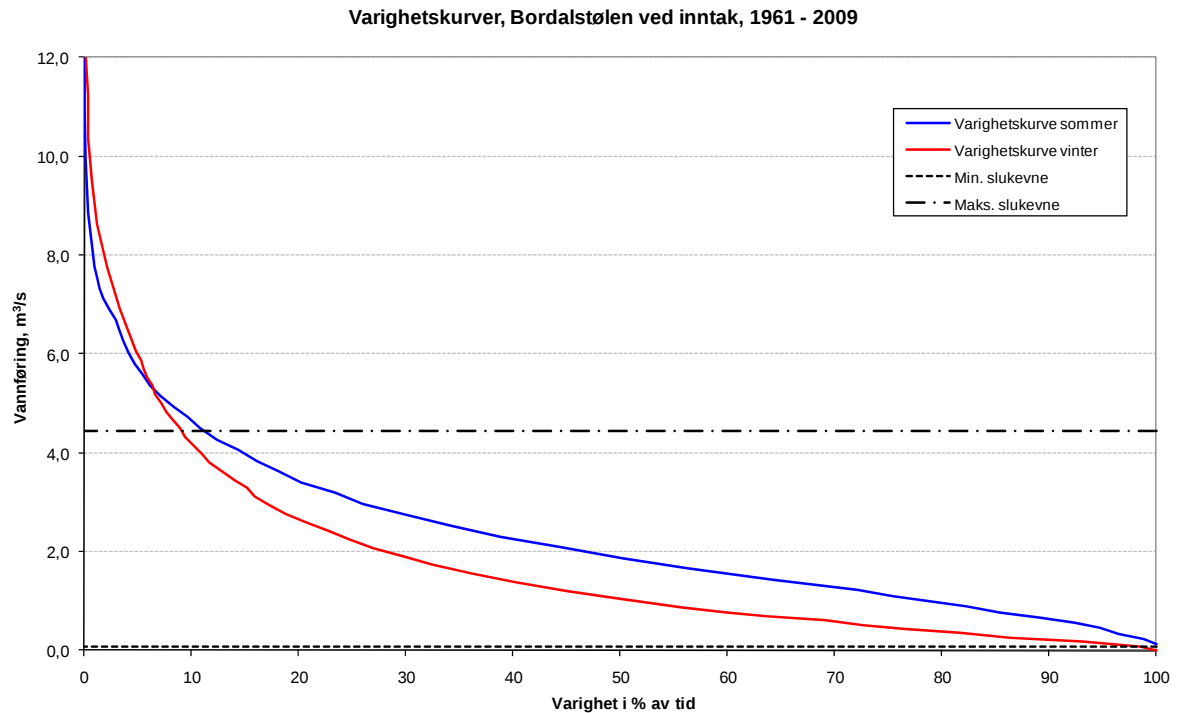
Figur 10. Varighetskurve for vintersesongen (1/10 – 30/4).

Varighetskurver, Sagelva ved inntak, 1961 - 2009



Varighetskurver, Raudbekken ved inntak, 1961 - 2009





Figur 11. Varighetskurve, kurve for flomtap og for tap av vann i lavvannsperioden (år).

1.3.1 Kraftverkets største og minste slukeevne

	Maks	Min
Kraftverkets slukeevne (m ³ /s)	7,90	0,13

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

Inntak Sagelva	Tørt år	Middels år	Vått år
Antall dager med vannføring > maksimal slukeevne	21	52	84
Antall dager med vannføring < planlagt minstevannføring + minste slukeevne	101	52	6

Inntak Raudbekken	Tørt år	Middels år	Vått år
Antall dager med vannføring > maksimal slukeevne	21	52	84
Antall dager med vannføring < planlagt minstevannføring + minste slukeevne	0	0	0

Inntak Bordalsstølen	Tørt år	Middels år	Vått år
Antall dager med vannføring > maksimal slukeevne	21	52	84
Antall dager med vannføring < planlagt minstevannføring + minste slukeevne	44	41	0

Inntak Skårselva	Tørt år	Middels år	Vått år
Antall dager med vannføring > maksimal slukeevne	21	52	84
Antall dager med vannføring < planlagt minstevannføring + minste slukeevne	44	41	0

1.3.3 Beregning av nyttbar vannmengde til produksjon ved hjelp av hydrologiske data.

Tilgjengelig vannmengde ²⁶ (mill m ³)	110,7
Beregnet vanntap fordi vannføringen er større enn maks slukeevne (% av middelvannføring)	8,31
Beregnet vanntap fordi vannføringen er mindre enn min slukeevne (% av middelvannføring)	0,06
Beregnet vanntap på grunn av slipp av minstevannføring (% av middelvannføring)	8,22
Nyttbar vannmengde til produksjon (mill m ³)	92,3

Kommentarer ved behov.

--

1.4 Restfeltet²⁷

1.4.1 Informasjon om restfelt.

Sagelva

Inntaket og utløpets høyde (moh)	508	100
Lengde på elva mellom inntak og utløp i Rullestadvatn ²⁸ (m)	665	
Restfeltets areal	0,2	
Tilslig fra restfeltet ved utløpet (m ³ /s)	0,01	

Raudbekken

Inntaket og utløpets høyde (moh)	510	100
Lengde på elva mellom inntak og utløp i Rullestadvatn (m)	1410	
Restfeltets areal	1,6	
Tilslig fra restfeltet ved utløpet (m ³ /s)	0,11	

Bordalselva og Skårselva

Inntaket og utløpets høyde (moh)	520	230
Lengde på elva mellom inntak og samløp med Dalelva ²⁹ (m)	1970	
Restfeltets areal	5,9	
Tilslig fra restfeltet ved utløpet (m ³ /s)	0,54	

1.5 Karakteristiske vannføringer i lavvannsperioden og minstevannføring.

1.5.1 Karakteristiske vannføringer i lavvannsperioden og planlagt minstevannføring.

Sagelva	År	Sommer (1/5 – 30/9)	Vinter (1/10 – 30/4)
Alminnelig lavvannføring (m ³ /s)	0,073	-----	-----
5-persentil ³⁰ (m ³ /s)	0,072	0,167	0,060
Planlagt minstevannføring (m ³ /s)	-	0,167	0,060

Raudbekken	År	Sommer (1/5 – 30/9)	Vinter (1/10 – 30/4)
Alminnelig lavvannføring (m ³ /s)	0,006	-----	-----
5-persentil ³¹ (m ³ /s)	0,006	0,014	0,005
Planlagt minstevannføring (m ³ /s)	-	0	0

Bordalselva	År	Sommer (1/5 – 30/9)	Vinter (1/10 – 30/4)
Alminnelig lavvannføring (m ³ /s)	0,189	-----	-----
5-persentil ³² (m ³ /s)	0,186	0,431	0,156
Planlagt minstevannføring (m ³ /s)	-	0,216	0,078

Skårselva	År	Sommer (1/5 – 30/9)	Vinter (1/10 – 30/4)
Alminnelig lavvannføring (m ³ /s)	0,068	-----	-----
5-persentil ³³ (m ³ /s)	0,067	0,156	0,056
Planlagt minstevannføring (m ³ /s)	-	0,078	0,028

Kommentarer ved behov.

--

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 fratrasket eventuelle breer, sjøer og myrer over skoggrensen.

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

¹⁰ Middelavrenning 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 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.

¹³ Snaufjellandel. Andel snaufjell beregnes som arealandel over skoggrensen fratrasket eventuelle breer, sjøer og myrer over skoggrensen.

¹⁴ Middelavrenning i normalperioden 1961-1990. Inneholder usikkerhet på i størrelsesorden $\pm 20\%$.

¹⁵ 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.

¹⁶ Snaufjellandel. Andel snaufjell beregnes som arealandel over skoggrensen fratrasket eventuelle breer, sjøer og myrer over skoggrensen.

¹⁷ Middelavrenning i normalperioden 1961-1990. Inneholder usikkerhet på i størrelsesorden $\pm 20\%$.

¹⁸ For tilsiget til kraftverkets inntakspunkt

¹⁹ For hver dag gjennom året (døgnverdi: januar-desember) plottes hhv middel/median- og minimumsvannføringen over en lang årrekke (helst 20-30 år med døgndata).

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

²¹ Årsmiddel for hvert år i observasjonsperioden.

²² Tørt år må angis (f.eks året i observasjonsperioden med laveste årsvolum). Vannføringsvariasjoner (døgnmiddel) før og etter inngrep vises i samme diagram (januar – desember).

²³ 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).

²⁴ Vått år må angis (f.eks året i observasjonsperioden med høyest årsvolum). Vannføringsvariasjoner (døgnmiddel) før og etter vises i samme diagram (januar – desember).

²⁵ 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.

²⁶ Normalavløp 1961-1990 (eller forventet gjennomsnittlig årlig avløp).

²⁷ Med restfelt menes arealet mellom inntakspunkt og kraftverk.

²⁸ Lengde i opprinnelig elveløp og ikke korteste avstand.

²⁹ Lengde i opprinnelig elveløp og ikke korteste avstand.

³⁰ Den vannføringen som underskrides 5% av tiden.

³¹ Den vannføringen som underskrides 5% av tiden.

³² Den vannføringen som underskrides 5% av tiden.

³³ Den vannføringen som underskrides 5% av tiden.

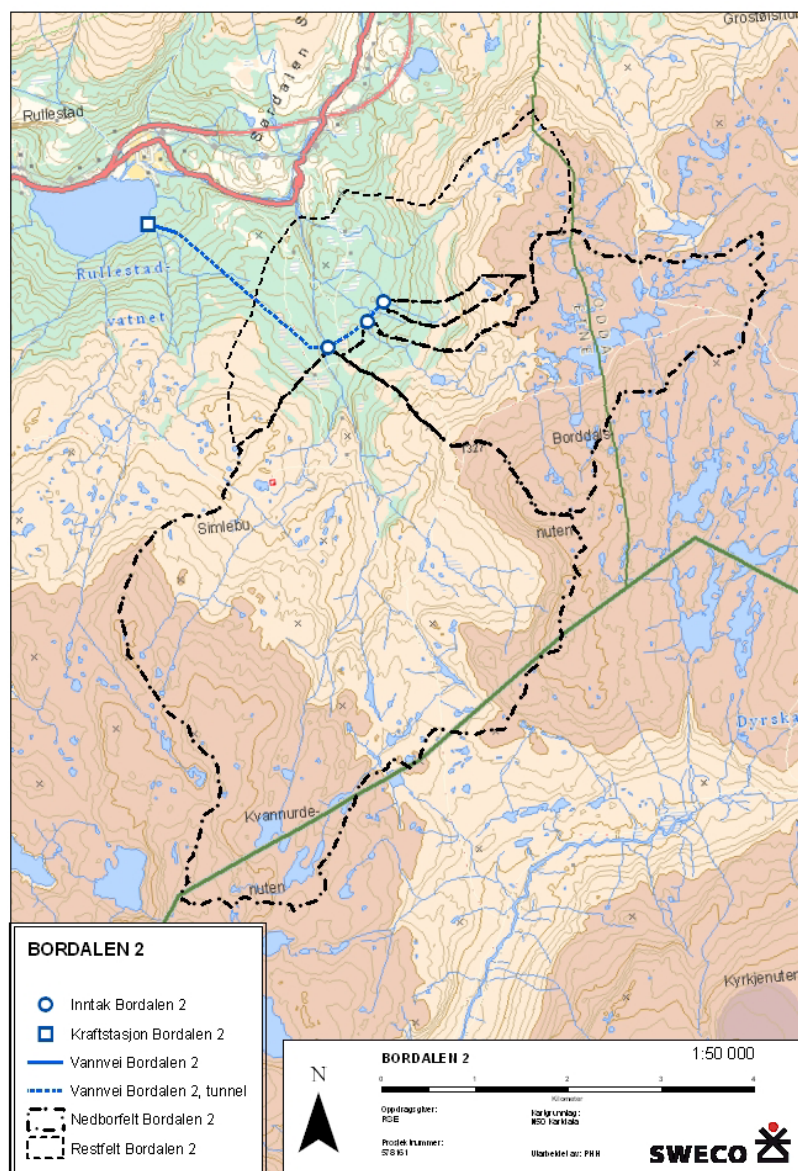
Bordalen 2

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 og restfelt. Kraftverket og inntakspunkt er tegnet inn.

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)	-	
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.

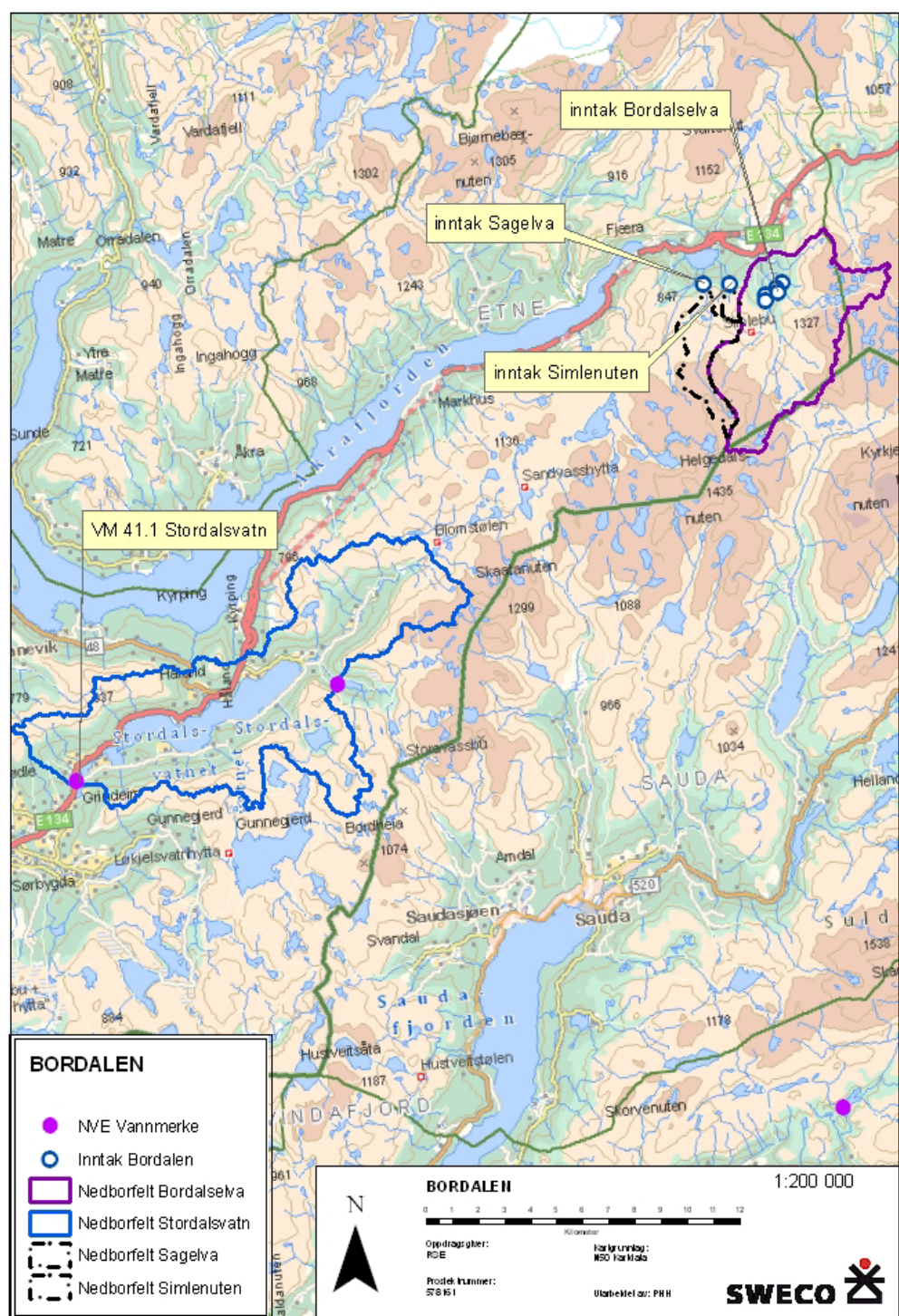
Stasjonsnummer og stasjonsnavn ³	41.1 Stordalsvatn
Skaleringsfaktor ^{4*}	0,196*
Periode med data som er benyttet	1961 – 2009
Totalt antall år med data	49
Er sammenligningsstasjonen uregulert? ⁵	ja

* For hele Bordalen 2 kraftverk. Skaleringsfaktorene til de enkelte inntak er vist i tabeller i kapittel 1.1.4.

1.1.4 Feltparametre for kraftverkets og sammenligningsstasjonens nedbørfelt.

Bordalselva + overføringer	Kraftverkets nedbørfelt ovenfor inntakene		Sammenligningsstasjonens nedbørfelt ⁶	
Areal (km ²)	23,2		129,4	
Høyeste og laveste kote (moh)	1392	520	1297	51
Effektiv sjøprosent ⁷	0,22		6,68	
Breandel (%)	0		0	
Snaufjellandel (%) ⁸	95,5		57,49	
Hydrologisk regime ⁹	Vårflom/Høstflom Vinterlavvann		Vårflom/Høstflom Vinterlavvann	
Middelavrenning/ midlere årstilsig (1961-1990) fra avrenningskartet ¹⁰	2,71m ³ /s		10,7 m ³ /s	
	116,8 l/s km ²		82,5 l/s km ²	
	85,45 mill m ³		100,2 mill m ³	
Middelavrenning (1961 – 2009) for sammenligningsstasjonen beregnet i observasjonsperioden ¹¹	-----		13,8 m ³ /s	106,6 l/s/km ²
Kort begrunnelse for valg av sammenligningsstasjon	Det ble etablert vannføringsmåling i Bordalselva i 2005. Målingene pågår fortsatt. Analyse av måleresultatene fra perioden 2005 - 2009 er brukt for å vurdere hvilket vannmerke som bør benyttes for hydrologiske og produksjonsmessige beregninger for Bordalen kraftverk. Tilsigsserier fra vannmerker i samme region er sammenlignet med den målte tilsigsserien fra Bordalselva. Vannmerket 41.1 Stordalsvatn er det vannmerket som samsvarer best med måleserien til Bordalselva, Data fra Stordalsvatn vannmerke fra perioden 1961 til 2009 er skalert til Bordalselva og benyttet i fremstilling av vannføringsgrafer, varighetskurver og i produksjonsberegninger. Måleserien for Bordalselva er benyttet til å beregne 5-prosentil og fastlegge minstevannføring. Måleserien for Bordalselva gir spesifikk middelavrenning ved utløpet i Dalelva lik 111,1 l/(s*km²) (3,22 m³/s). Dette tilsvarer spesifikk middelavrenning fra NVEs avrenningskart (61-90).			

Overføringer	Inntak Bordalsstølen		Inntak Skårselva	
Skaleringsfaktor	0,142		0,051	
Areal (km ²)	16,8		6,1	
Høyeste og laveste kote (moh)	1392	500	1328	510
Effektiv sjøprosent ¹²	0,1		2,52	
Breandel (%)	0		0	
Snau fjellandel (%) ¹³	95,9		96,3	
Middelavrenning/ midlere årstilsig (1961-1990) fra avrenningskartet ¹⁴	1,97 m ³ /s		0,71 m ³ /s	
	117,2 l/s km ²		116,6 l/s km ²	
	62,09 mill m ³		22,43 mill m ³	



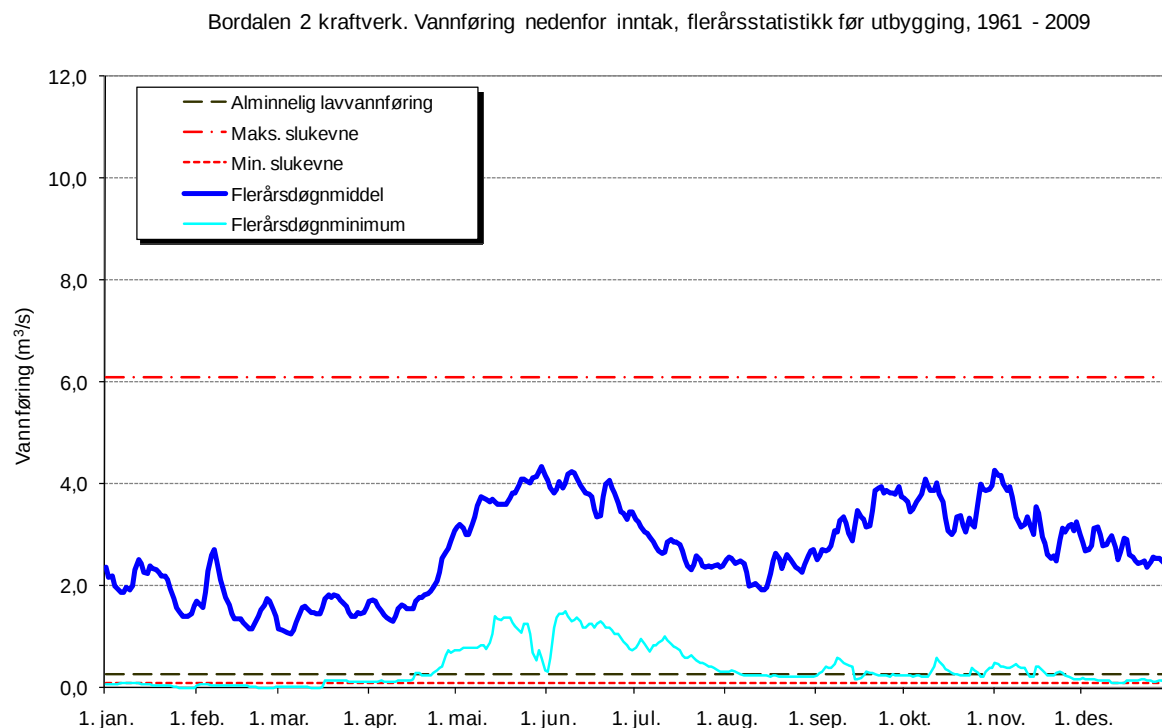
Figur 2. Kart med inntegnet nedbørfelt til kraftverket og til benyttet sammenligningsstasjon.

Kommentarer ved behov.

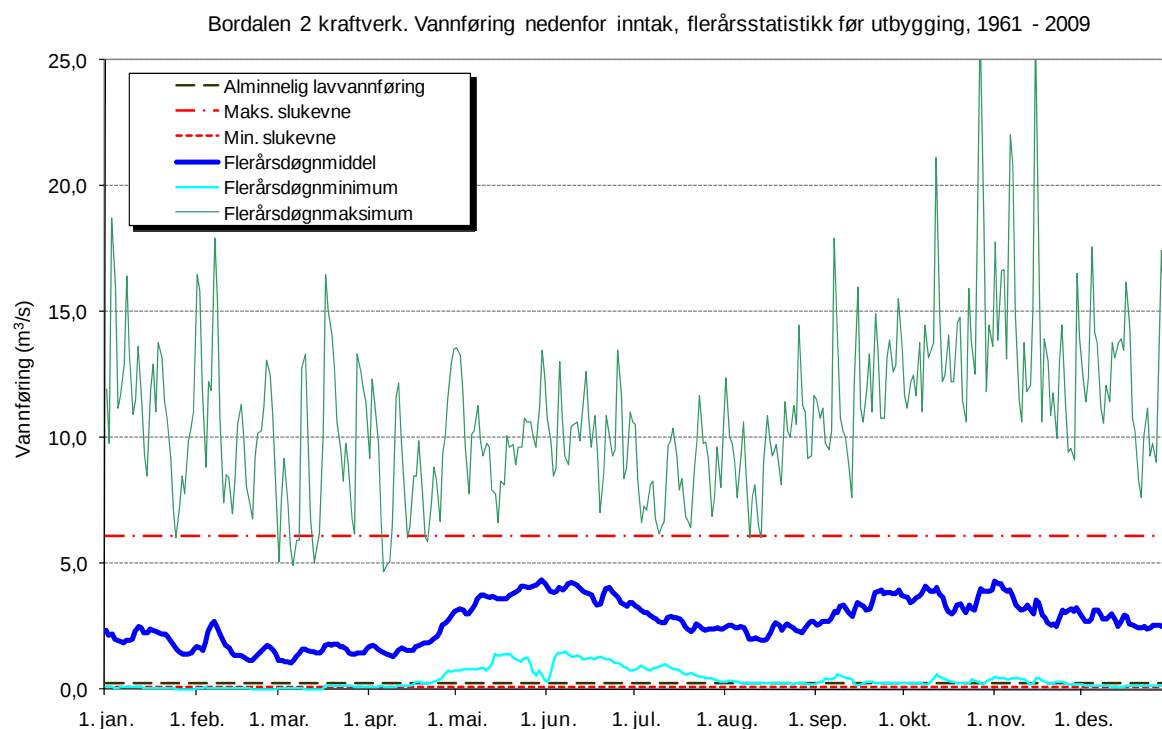
Gjelder for alle alternativer av Bordalen kraftverk og for overføring fra Bordalselva til Rullestad 1 kraftverk.

1.2 Vannføringsvariasjoner før og etter utbygging¹⁵

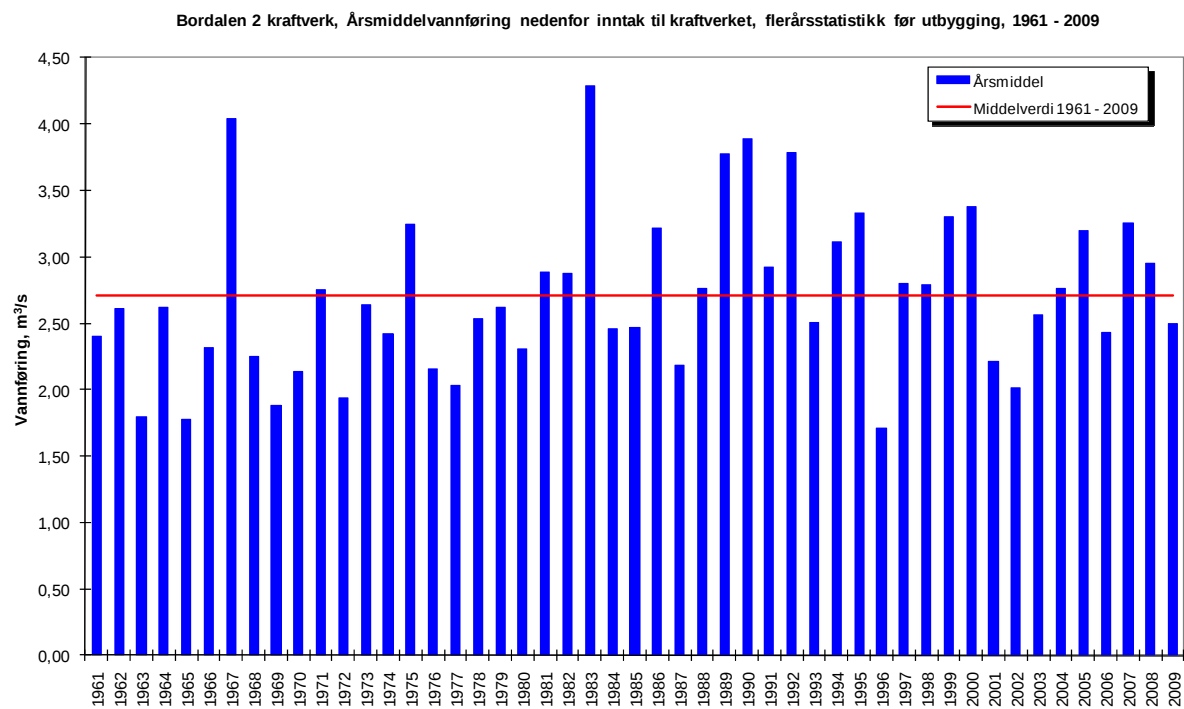
Plott som viser middel/median - og minimum/maksimumvannføringer er vist for Bordalen 2 kraftverk samlet (Bordalselva + overføringer).



Figur 3. Plott som viser middel/median- og minimumsvannføringer (døgndata).¹⁶

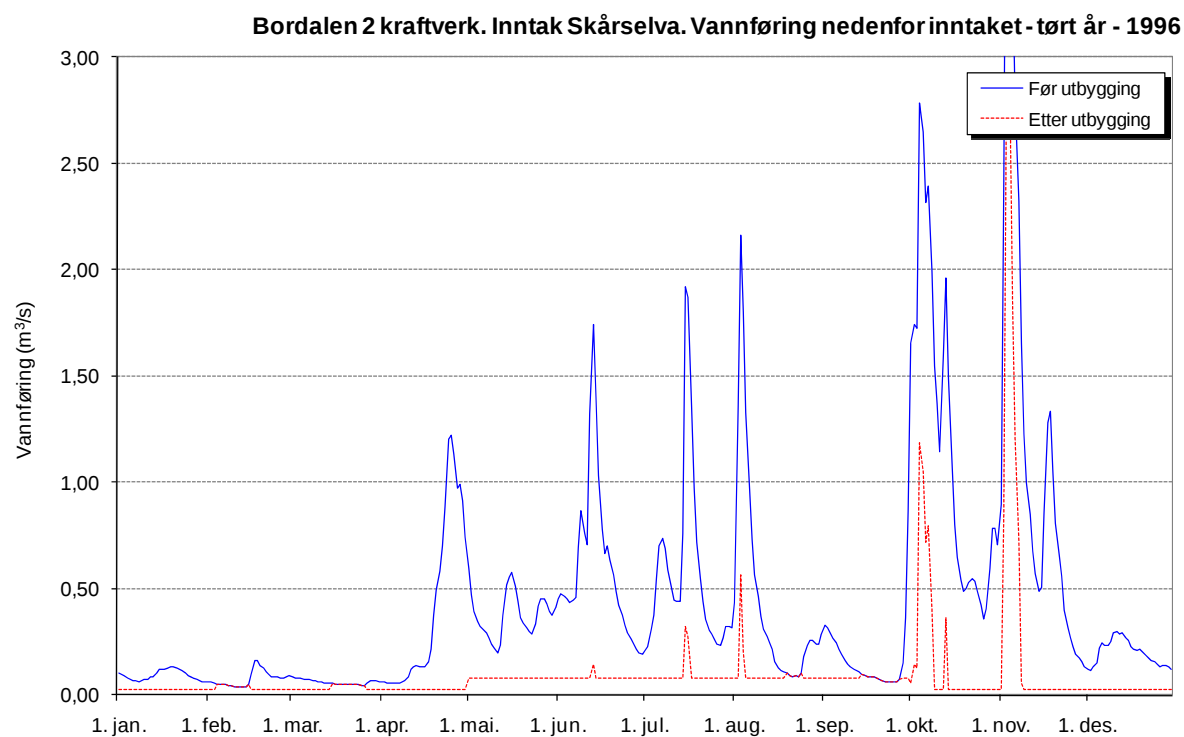
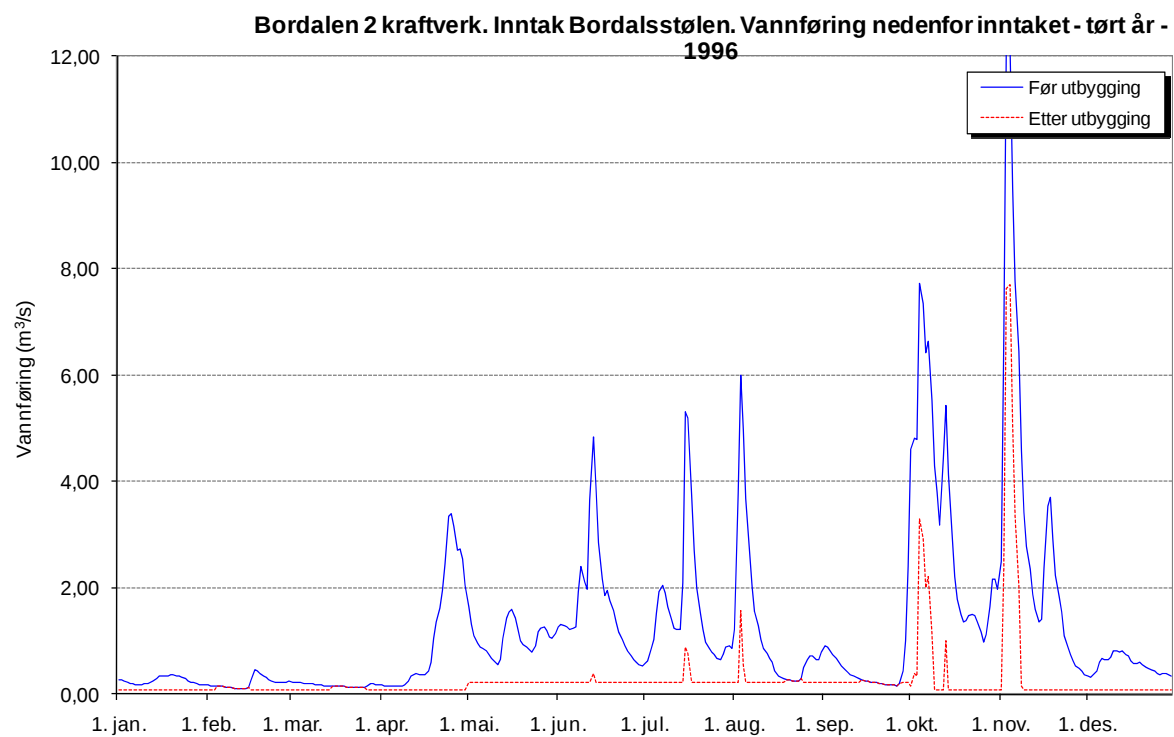


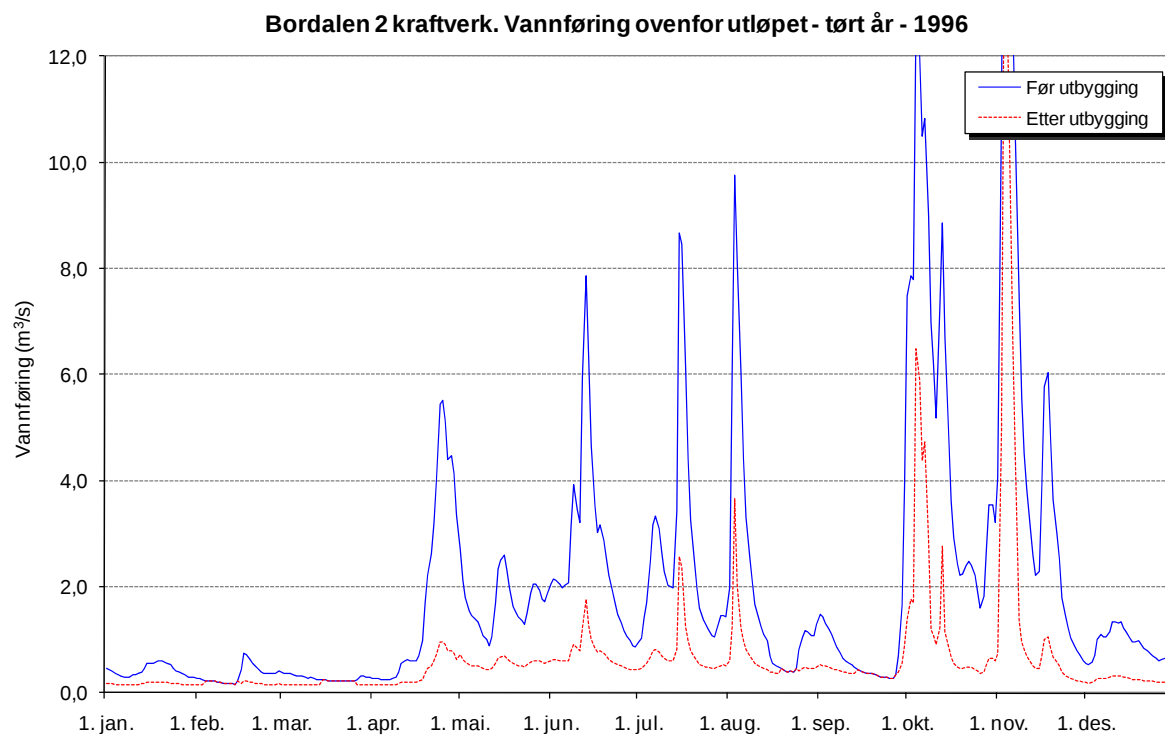
Figur 4. Plott som viser maksimumsvannføringer (døgndata).¹⁷



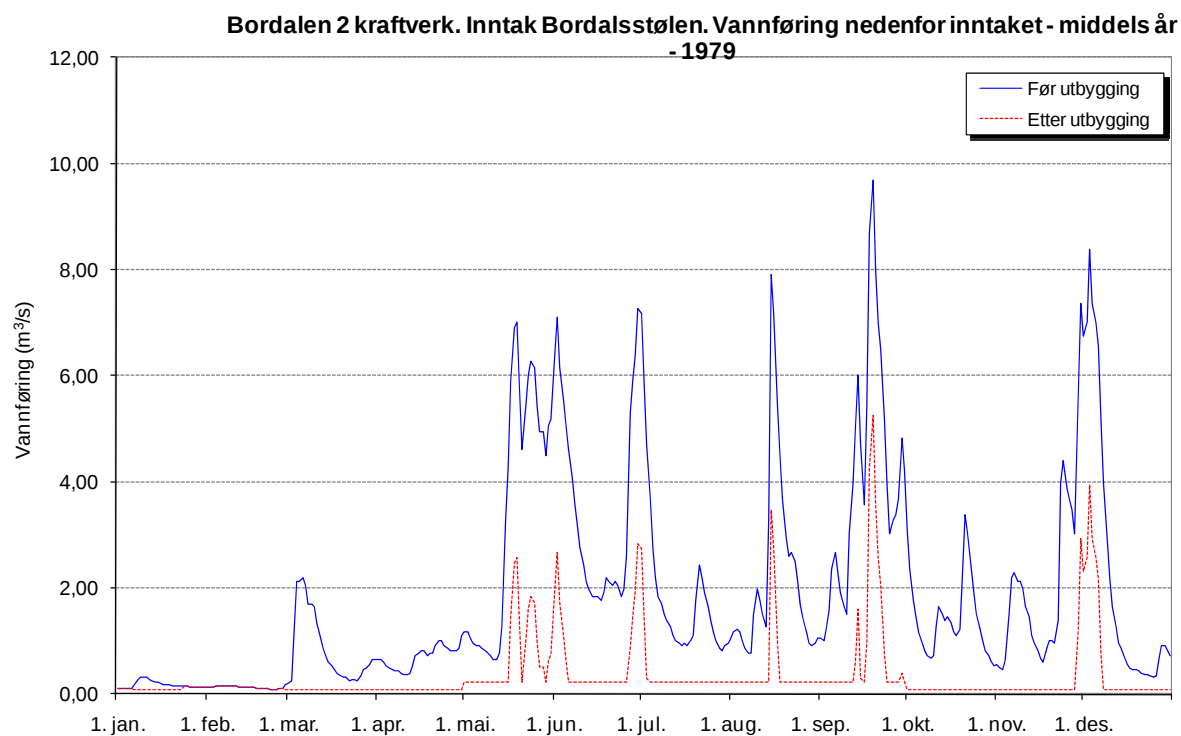
Figur 5. Plott som viser variasjoner i vannføring fra år til år.¹⁸

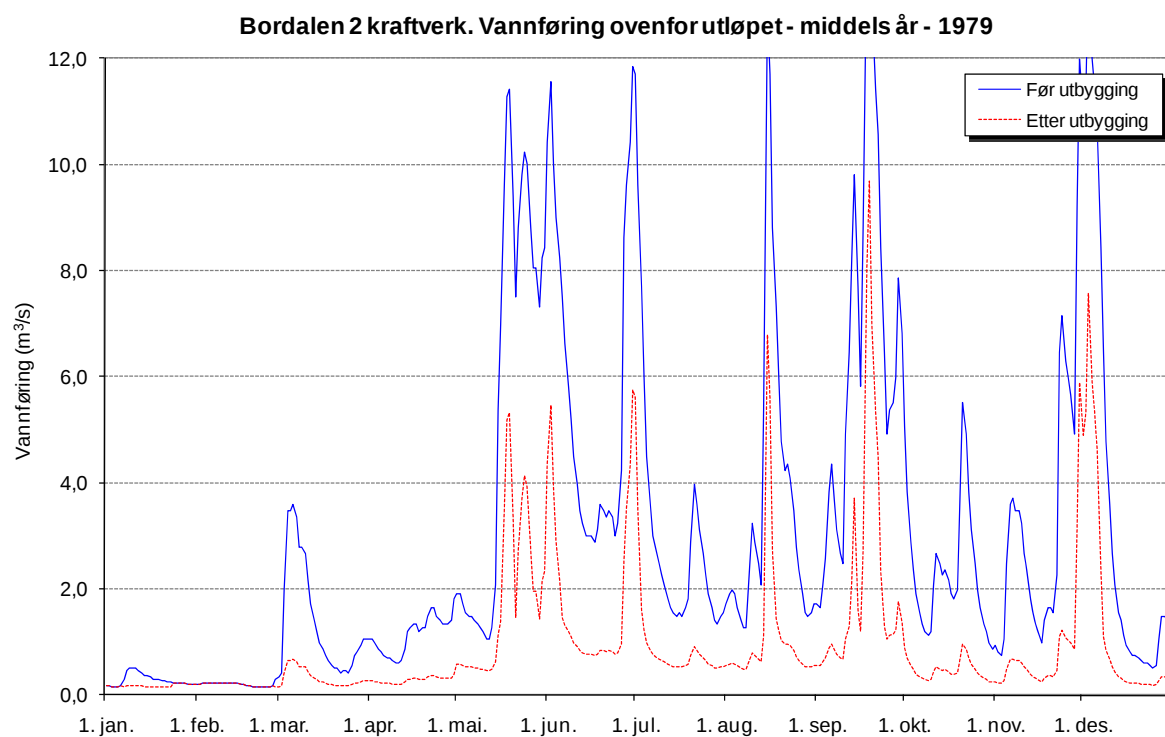
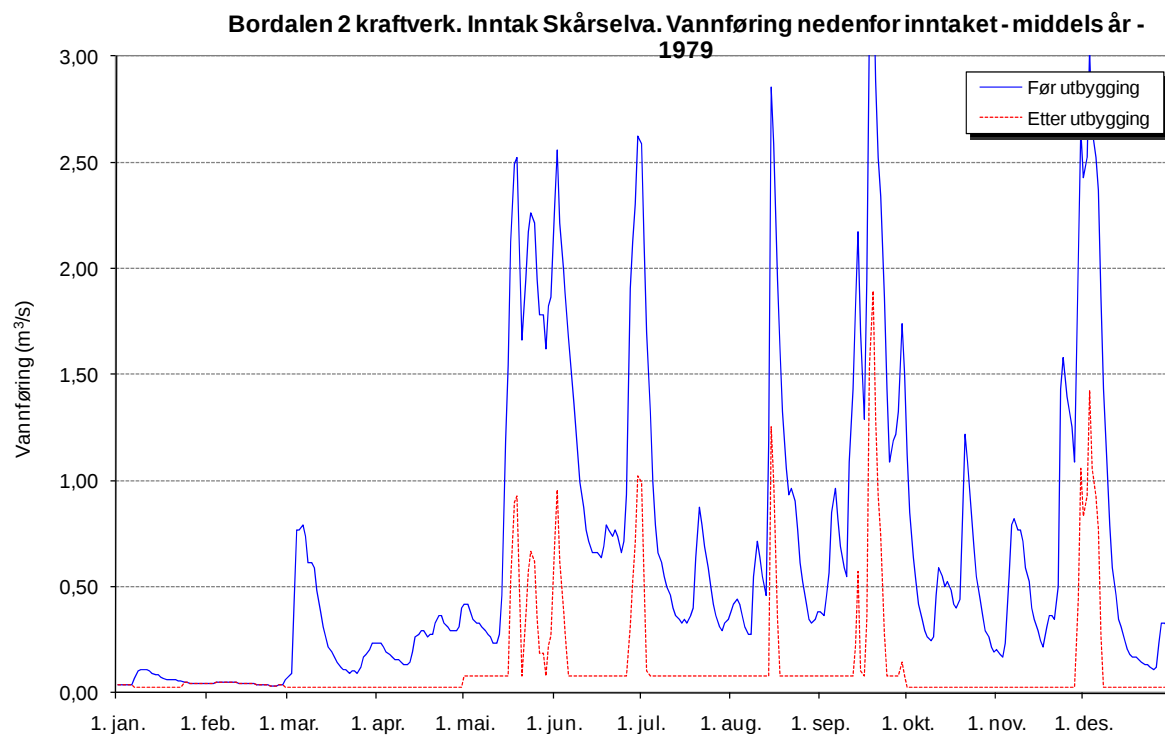
Plott som viser vannføringsvariasjoner for tørt, middels og vått år er vist for hver elv.





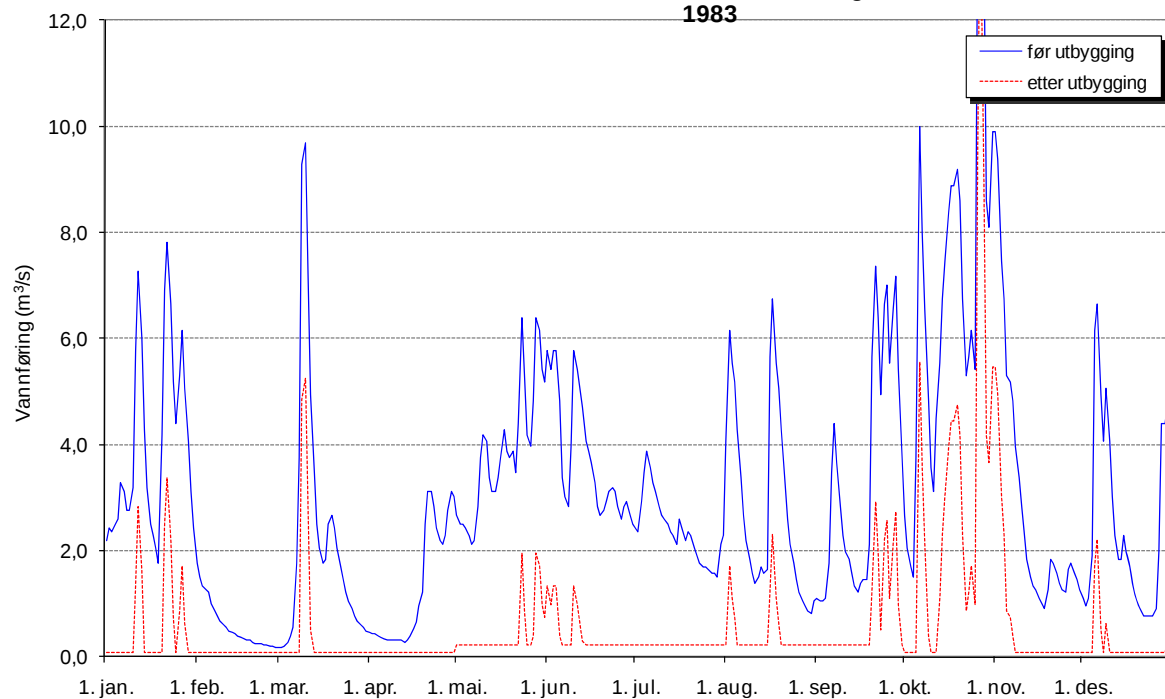
Figur 6. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et tørt (1996) år (før og etter utbygging).¹⁹



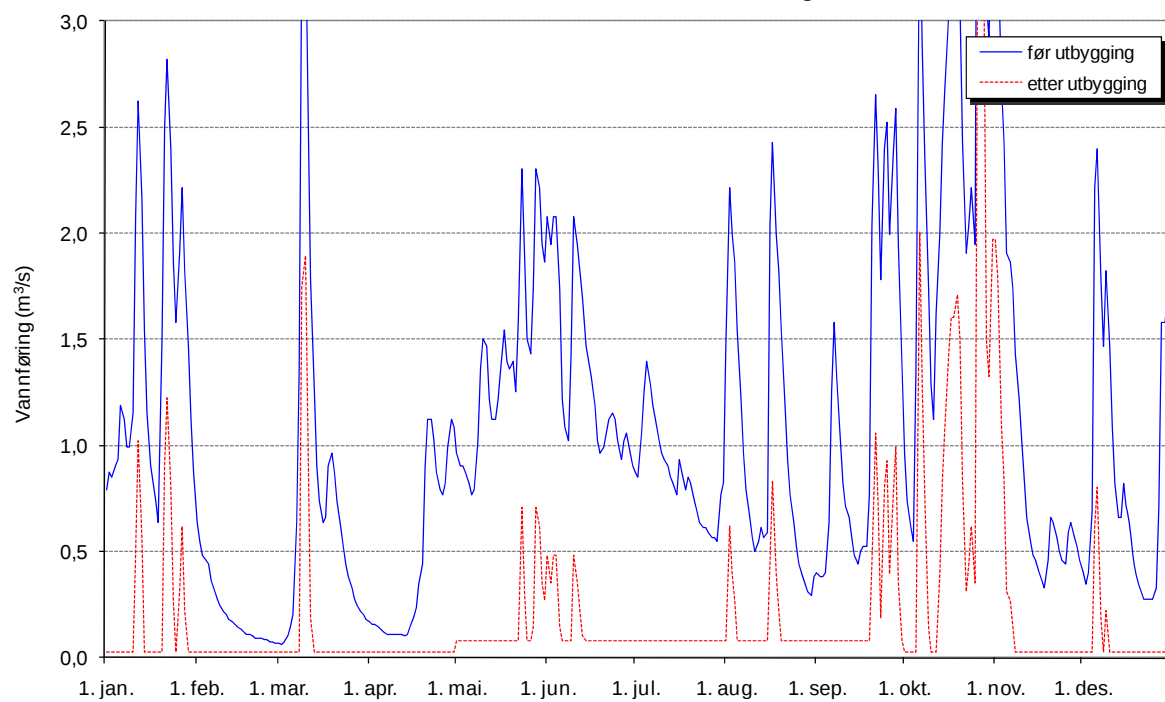


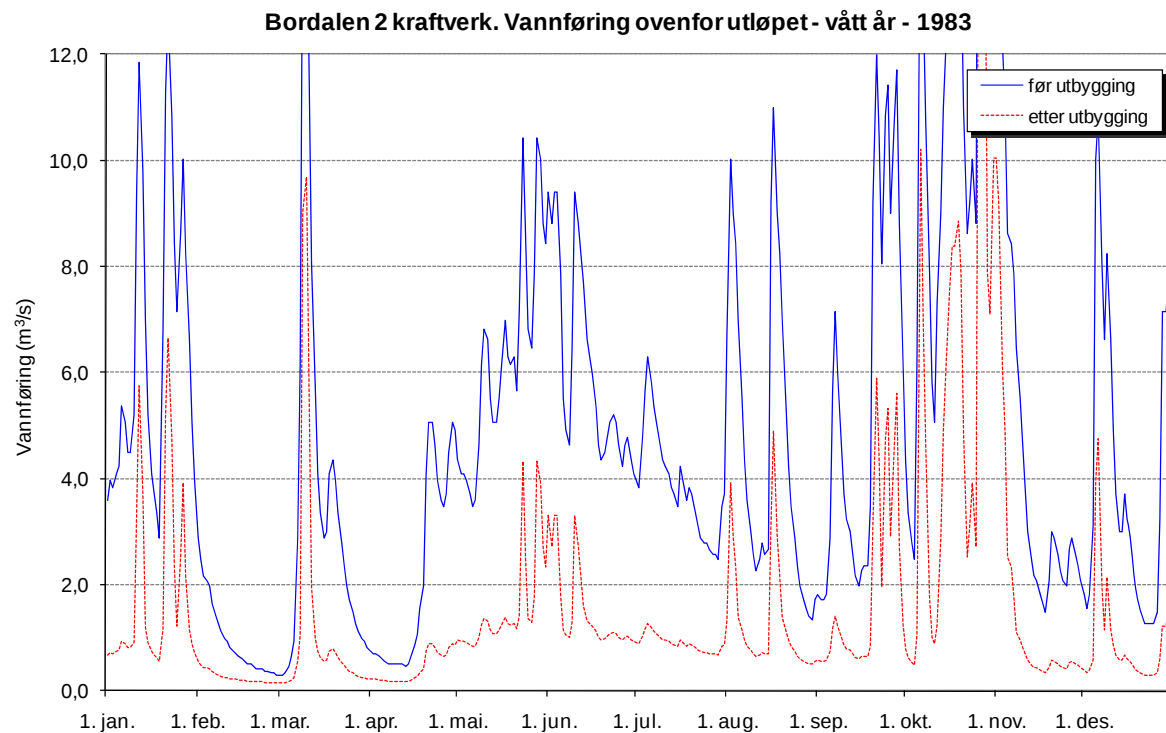
Figur 7. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et middels (1979) år (før og etter utbygging).²⁰

Bordalen 2 kraftverk. Inntak Bordalsstølen. Vannføring nedenfor inntaket - vått år - 1983



Bordalen 2 kraftverk. Inntak Skårselva. Vannføring nedenfor inntaket - vått år - 1983





Figur 8. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et vått (1983) år (før og etter utbygging).²¹

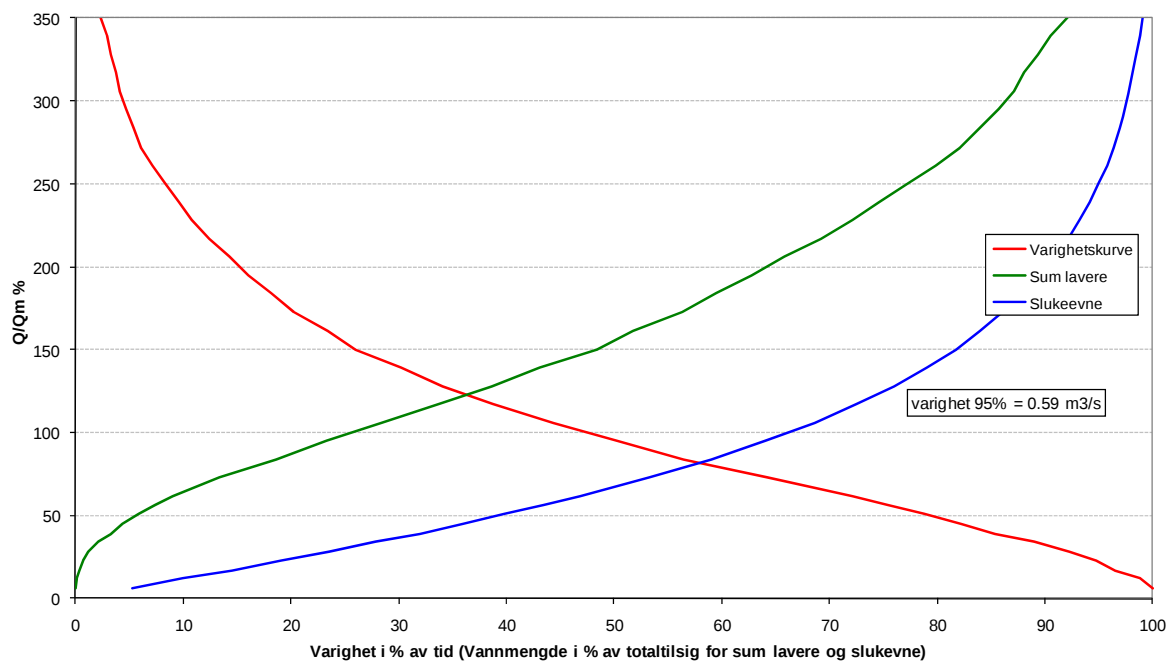
Kommentarer ved behov.

Figur 3, 4 og 5 er for Bordalen kraftverk samlet med alle inntakene (skalert data med samlet middelvannføring). Figurene 6, 7 og 8 viser kurvene for hvert enkelt inntak. Skårselfa og den navnløse elv løper ut i Bordalselva. Bordalselva har utløp i Dalelva.

1.3 Varighetskurve²² og beregning av nyttbar vannmengde

Varighetskurver sommer (1/5 - 30/9), Bordalen 2 ved inntak, 1961 - 2009

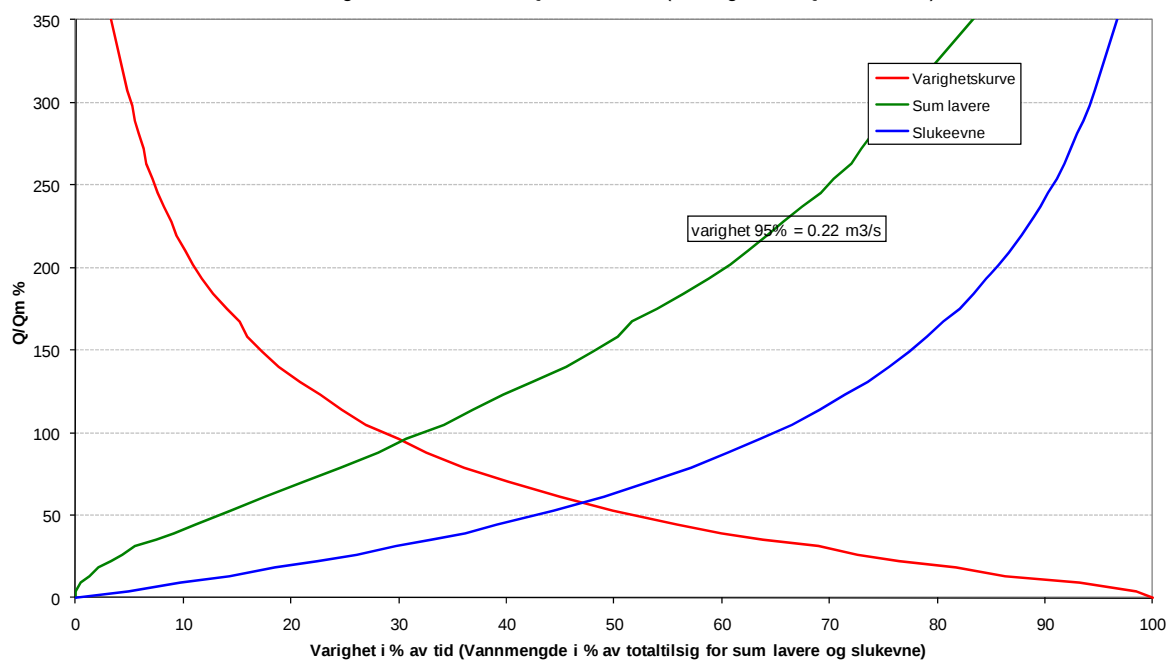
Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 2.71 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddel $Q = 3.17 \text{ m}^3/\text{s}$)



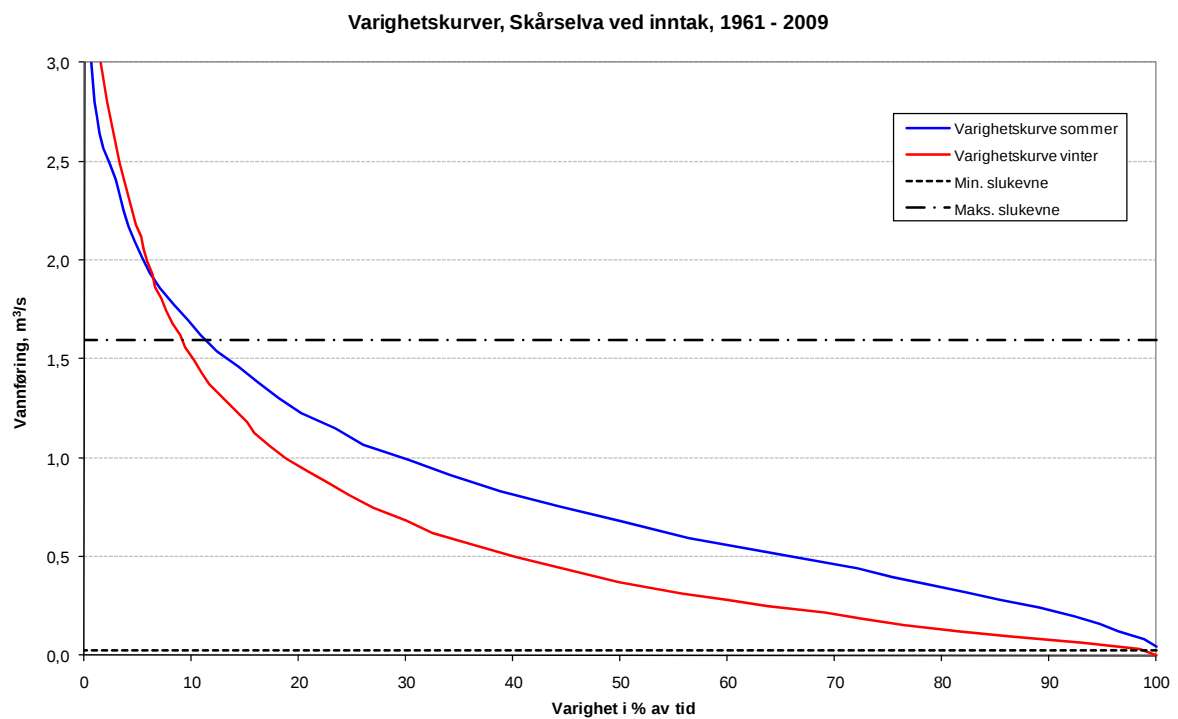
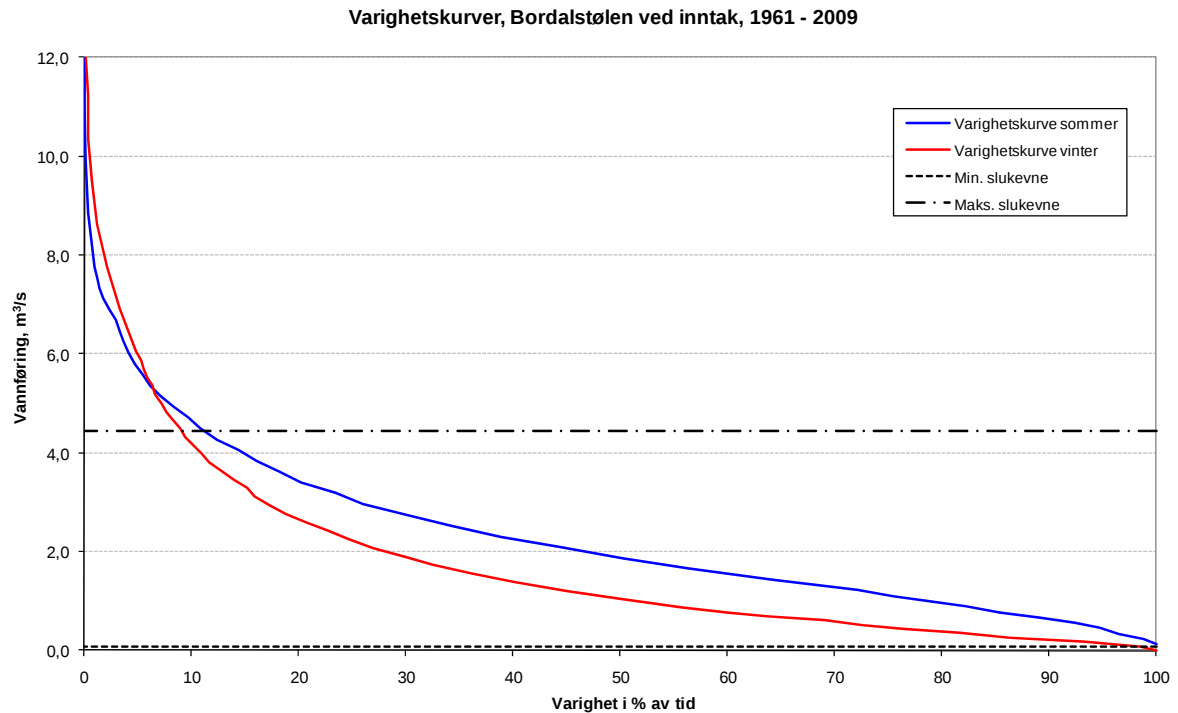
Figur 9. Varighetskurve for sommersesongen (1/5 – 30/9).

Varighetskurver vinter (1/10 - 30/4), Bordalen 2 ved inntak, 1961 - 2009

Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 2.71 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddel $Q = 2.38 \text{ m}^3/\text{s}$)



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



Figur 11. Varighetskurve, kurve for flomtap og for tap av vann i lavvannsperioden (år).

1.3.1 Kraftverkets største og minste slukeevne

	Maks	Min
Kraftverkets slukeevne (m ³ /s)	6,10	0,10

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

Inntak Bordalsstølen	Tørt år	Middels år	Vått år
Antall dager med vannføring > maksimal slukeevne	21	52	84
Antall dager med vannføring < planlagt minstevannføring + minste slukeevne	44	41	0

Inntak Skårselva	Tørt år	Middels år	Vått år
Antall dager med vannføring > maksimal slukeevne	21	52	84
Antall dager med vannføring < planlagt minstevannføring + minste slukeevne	44	41	0

1.3.3 Beregning av nyttbar vannmengde til produksjon ved hjelp av hydrologiske data.

Tilgjengelig vannmengde ²³ (mill m ³)	85,5
Beregnet vanntap fordi vannføringen er større enn maks slukeevne (% av middelvannføring)	8,31
Beregnet vanntap fordi vannføringen er mindre enn min slukeevne (% av middelvannføring)	0,02
Beregnet vanntap på grunn av slipp av minstevannføring (% av middelvannføring)	6,79
Nyttbar vannmengde til produksjon (mill m ³)	72,5

Kommentarer ved behov.

--

1.4 Restfeltet²⁴

1.4.1 Informasjon om restfelt.

Inntaket og utløpets høyde (moh)	500	230
Lengde på elva mellom inntak og utløp i Rullestadvatn ²⁵ (m)	1770	
Restfeltets areal	5,5	
Tilslutning fra restfeltet ved utløpet (m ³ /s)	0,5	

1.5 Karakteristiske vannføringer i lavvannsperioden og minstevannføring.

1.5.1 Karakteristiske vannføringer i lavvannsperioden og planlagt minstevannføring.

Bordalselva	År	Sommer (1/5 – 30/9)	Vinter (1/10 – 30/4)
Alminnelig lavvannføring (m ³ /s)	0,189	-----	-----
5-persentil ²⁶ (m ³ /s)	0,186	0,431	0,156
Planlagt minstevannføring (m ³ /s)	-	0,216	0,078

Skårselva	År	Sommer (1/5 – 30/9)	Vinter (1/10 – 30/4)
Alminnelig lavvannføring (m ³ /s)	0,068	-----	-----
5-persentil ²⁷ (m ³ /s)	0,067	0,156	0,056
Planlagt minstevannføring (m ³ /s)	-	0,078	0,028

Kommentarer ved behov.

--

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 fratrasket eventuelle breer, sjøer og myrer over skoggrensen.

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

¹⁰ Middelavrenning 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 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.

¹³ Snaufjellandel. Andel snaufjell beregnes som arealandel over skoggrensen fratrasket eventuelle breer, sjøer og myrer over skoggrensen.

¹⁴ Middelavrenning i normalperioden 1961-1990. Inneholder usikkerhet på i størrelsesorden $\pm 20\%$.

¹⁵ For tilsiget til kraftverkets inntakspunkt

¹⁶ For hver dag gjennom året (døgnverdi: januar-desember) plottes hhv middel/median- og minimumsvannføringen over en lang årrekke (helst 20-30 år med døgndata).

¹⁷ For hver dag gjennom året (døgnverdi: januar-desember) plottes maksimumsvannføringen over en lang årrekke (helst 20-30 år med døgndata).

¹⁸ Årsmiddel for hvert år i observasjonsperioden.

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

²⁰ 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).

²¹ Vått år må angis (f.eks året i observasjonsperioden med høyest årsvolum). Vannføringsvariasjoner (døgnmiddel) før og etter vises i samme diagram (januar – desember).

²² 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.

²³ Normalavløp 1961-1990 (eller forventet gjennomsnittlig årlig avløp).

²⁴ Med restfelt menes arealet mellom inntakspunkt og kraftverk.

²⁵ Lengde i opprinnelig elveløp og *ikke* korteste avstand.

²⁶ Den vannføringen som underskrides 5% av tiden.

²⁷ Den vannføringen som underskrides 5% av tiden.

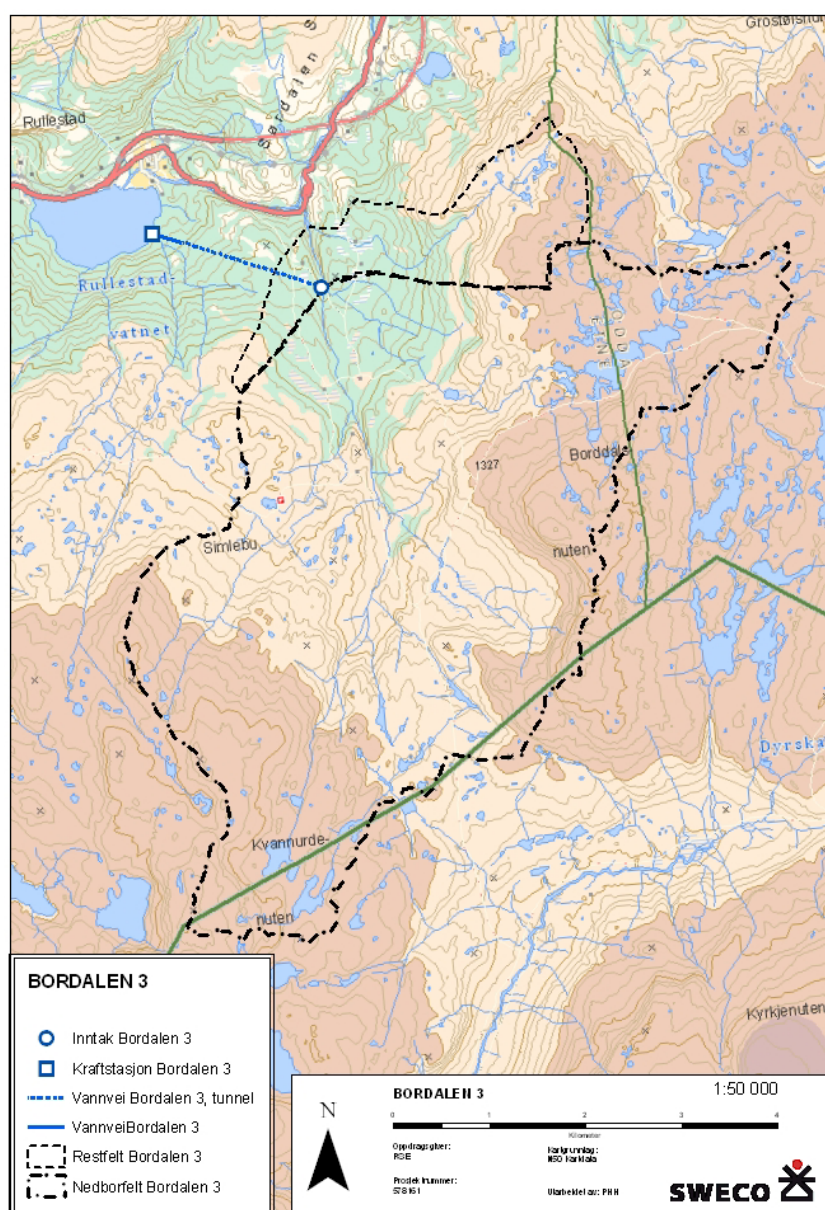
Bordalen 3

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 og restfelt. Kraftverket og inntakspunkt er tegnet.

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.

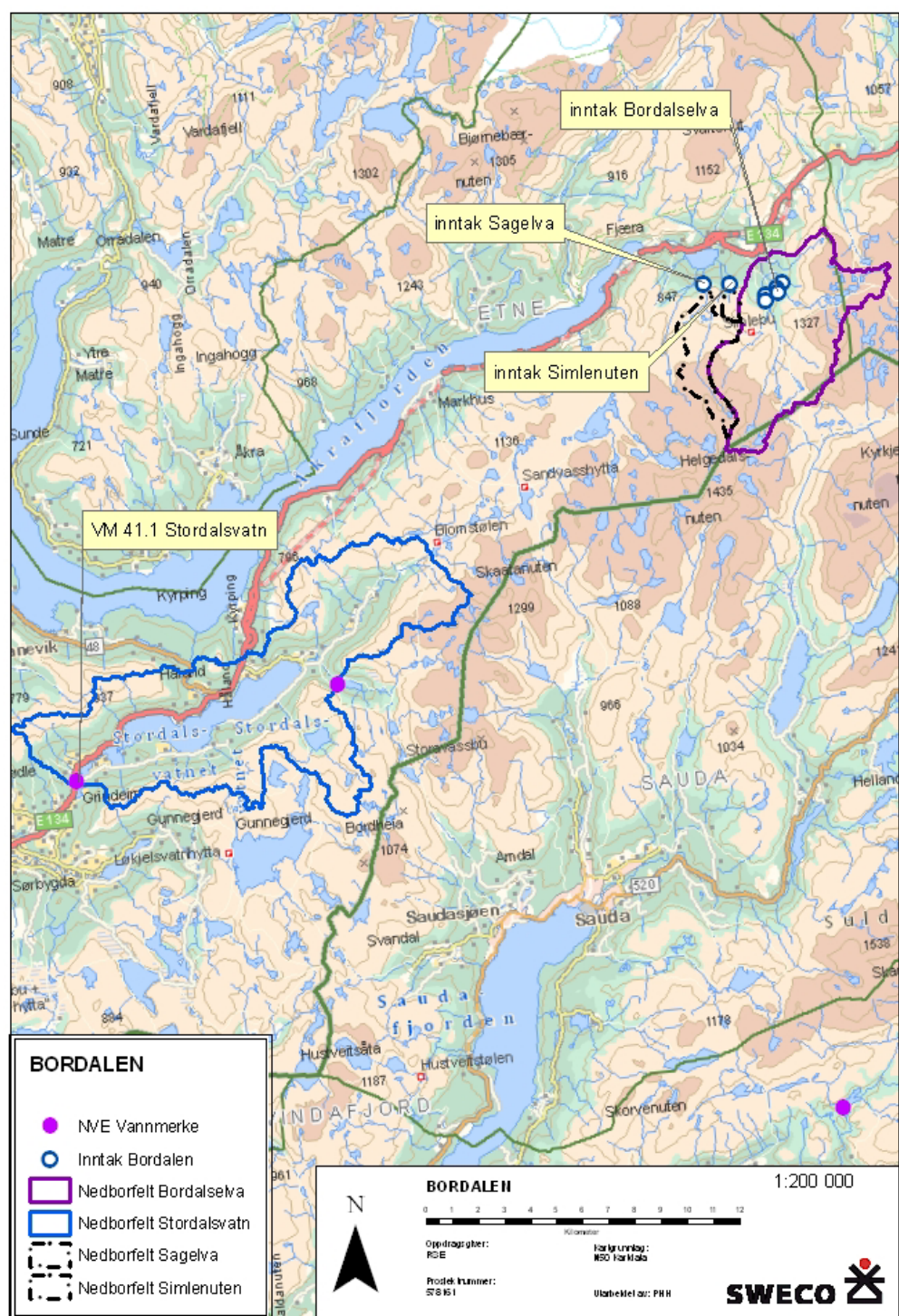
Magasinvolum (mill m ³)	-	
Normalvannstand (moh)	-	
Laveste og høyeste vannstand etter regulering (moh)	-	-
Planlegges effektkjøring av magasinet?	nei	

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

Stasjonsnummer og stasjonsnavn ³	41.1 Stordalvatn
Skaleringsfaktor ⁴	0,21
Periode med data som er benyttet	1961 – 2009
Totalt antall år med data	49
Er sammenligningsstasjonen uregulert? ⁵	ja

1.1.4 Feltparametre for kraftverkets og sammenligningsstasjonens nedbørfelt.

	Kraftverkets nedbørfelt ovenfor inntak		Sammenligningsstasjonens nedbørfelt ⁶	
Areal (km ²)	25,5		129,4	
Høyeste og laveste kote (moh)	1392	387	1297	51
Effektiv sjøprosent ⁷	0,19		6,68	
Breandel (%)	0		0	
Snaufjellandel (%) ⁸	89,69		57,49	
Hydrologisk regime ⁹	Vårflom/Høstflom Vinterlavvann		Vårflom/Høstflom Vinterlavvann	
Middelavrenning/ midlere årstilsig (1961-1990) fra avrenningskartet ¹⁰	2,90 m ³ /s		10,7 m ³ /s	
	113,6 l/s km ²		82,5 l/s km ²	
	91,35 mill m ³		100,2 mill m ³	
Middelavrenning (1961 – 2009) for sammenligningsstasjonen beregnet i observasjonsperioden ¹¹	-----		13,8 m ³ /s	106,6 l/s/km ²
Kort begrunnelse for valg av sammenligningsstasjon	Det ble etablert vannføringsmåling i Bordalselva i 2005. Målingene pågår fortsatt. Analyse av måleresultatene fra perioden 2005 - 2009 er brukt for å vurdere hvilket vannmerke som bør benyttes for hydrologiske og produksjonsmessige beregninger for Bordalen kraftverk. Tilsigsserier fra vannmerker i samme region er sammenlignet med den målte tilsigsserien fra Bordalselva. Vannmerket 41.1 Stordalsvatn er det vannmerket som samsvarer best med måleserien til Bordalselva. Data fra Stordalsvatn vannmerke fra perioden 1961 til 2009 er skalert til Bordalselva og benyttet i fremstilling av vannføringsgrafer, varighetskurver og i produksjonsberegninger. Måleserien for Bordalselva er benyttet til å beregne 5-prosentil og fastlegge minstevannføring. Måleserien for Bordalselva gir spesifikk middelavrenning ved utløpet i Dalelva lik 111,1 l/(s*km²) (3,22 m³/s). Dette tilsvarer spesifikk middelavrenning fra NVEs avrenningskart (61-90).			



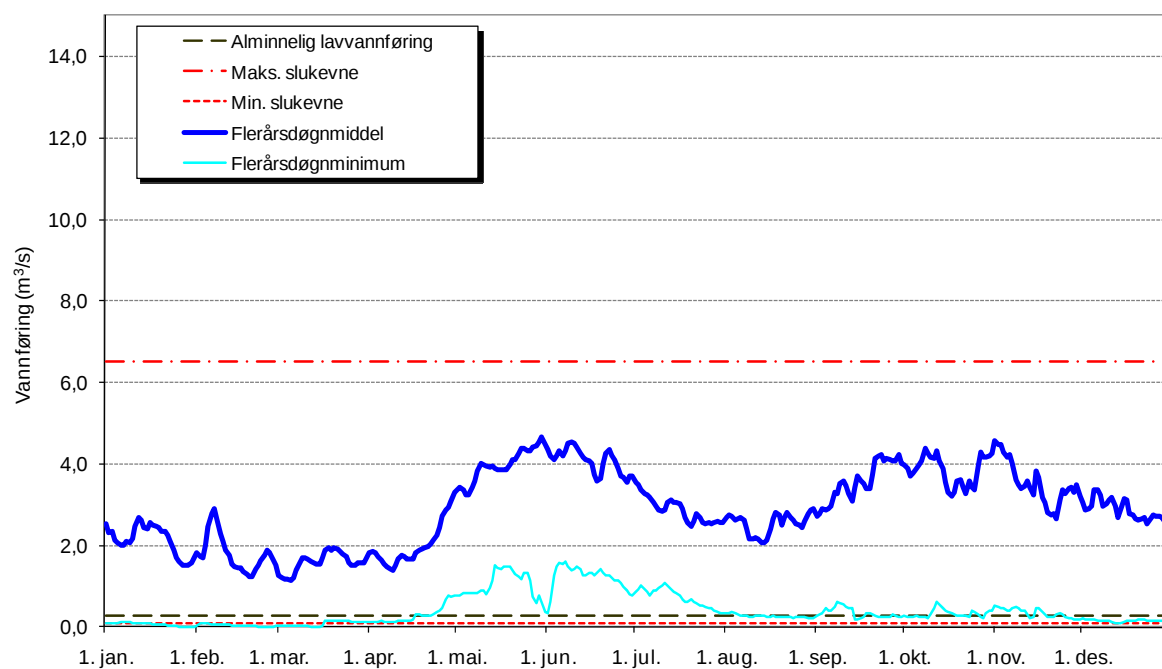
Figur 2. Kart med inntegnet nedbørfelt til kraftverket og til benyttet sammenligningsstasjon.

Kommentarer ved behov.

Gjelder for alle alternativ av Bordalen kraftverk og for overføring fra Bordalselva til Rullestad 1 kraftverk.

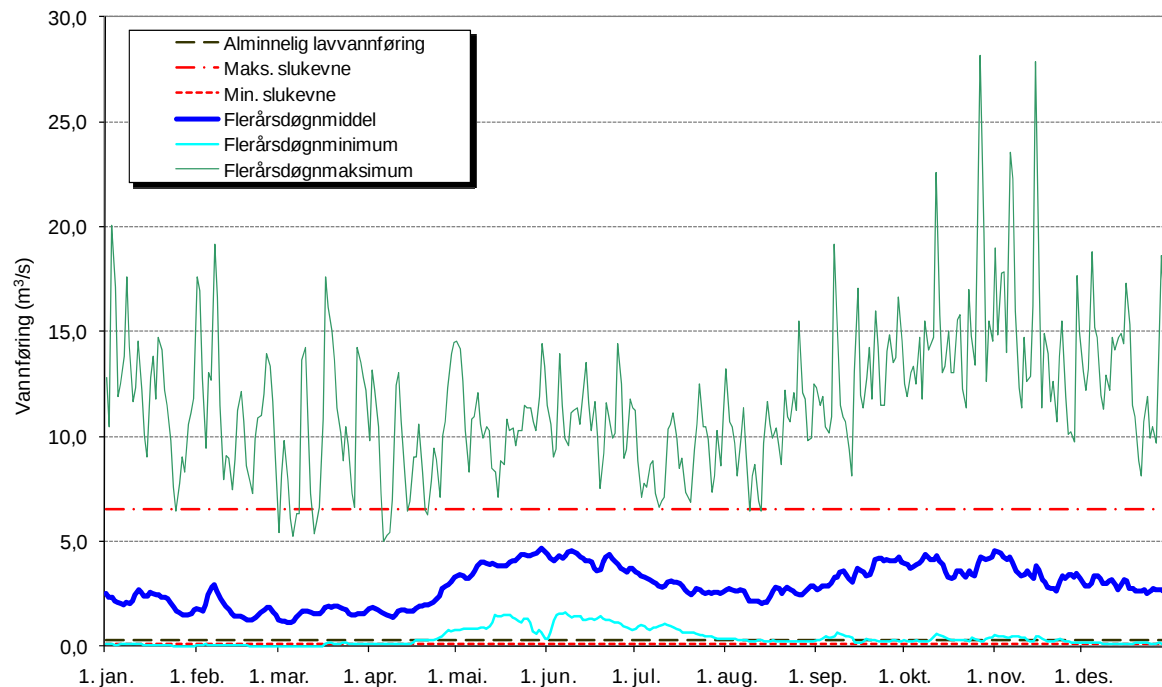
1.2 Vannføringsvariasjoner før og etter utbygging¹²

Bordalen 3 kraftverk. Vannføring nedenfor inntak, flerårsstatistikk før utbygging, 1961 - 2009

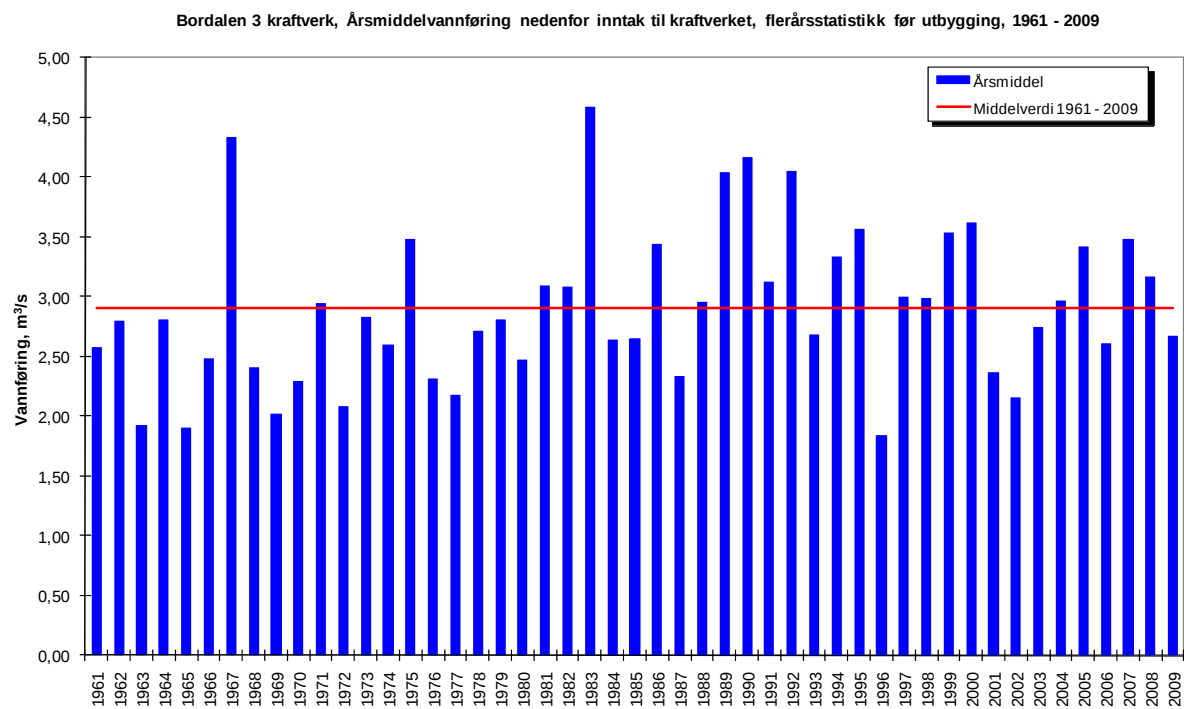


Figur 3. Plott som viser middel/median- og minimumsvannføringer (døgndata).¹³

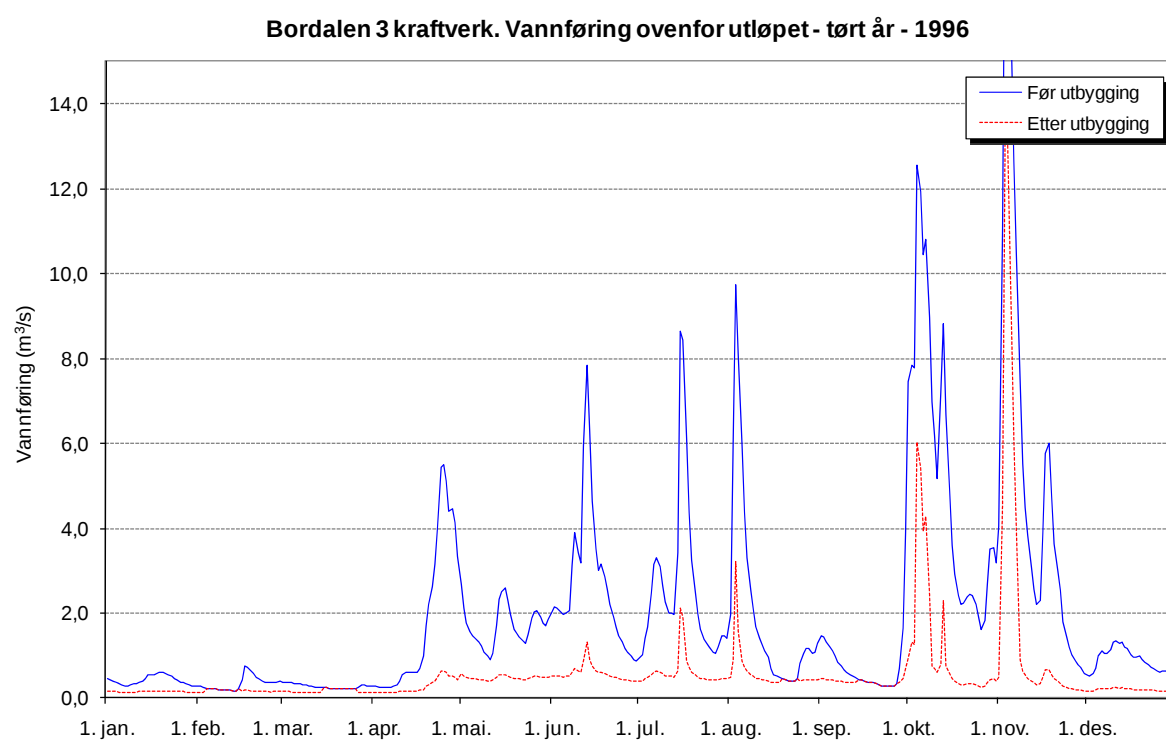
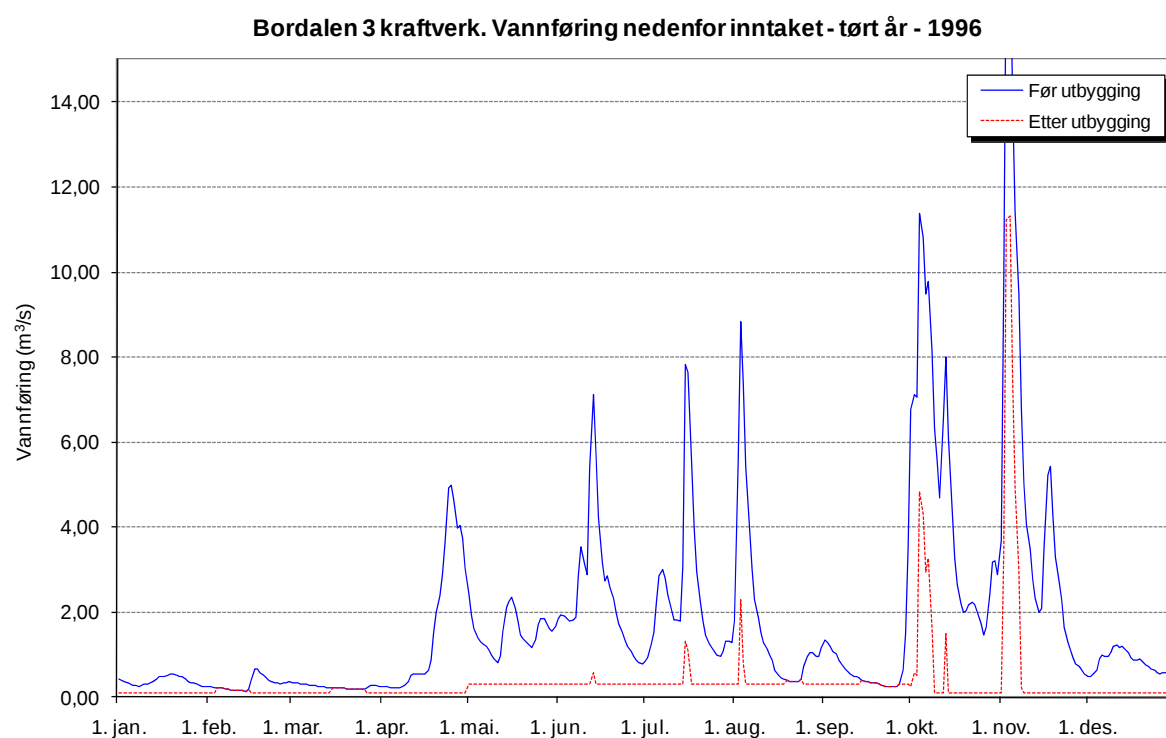
Bordalen 3 kraftverk. Vannføring nedenfor inntak, flerårsstatistikk før utbygging, 1961 - 2009



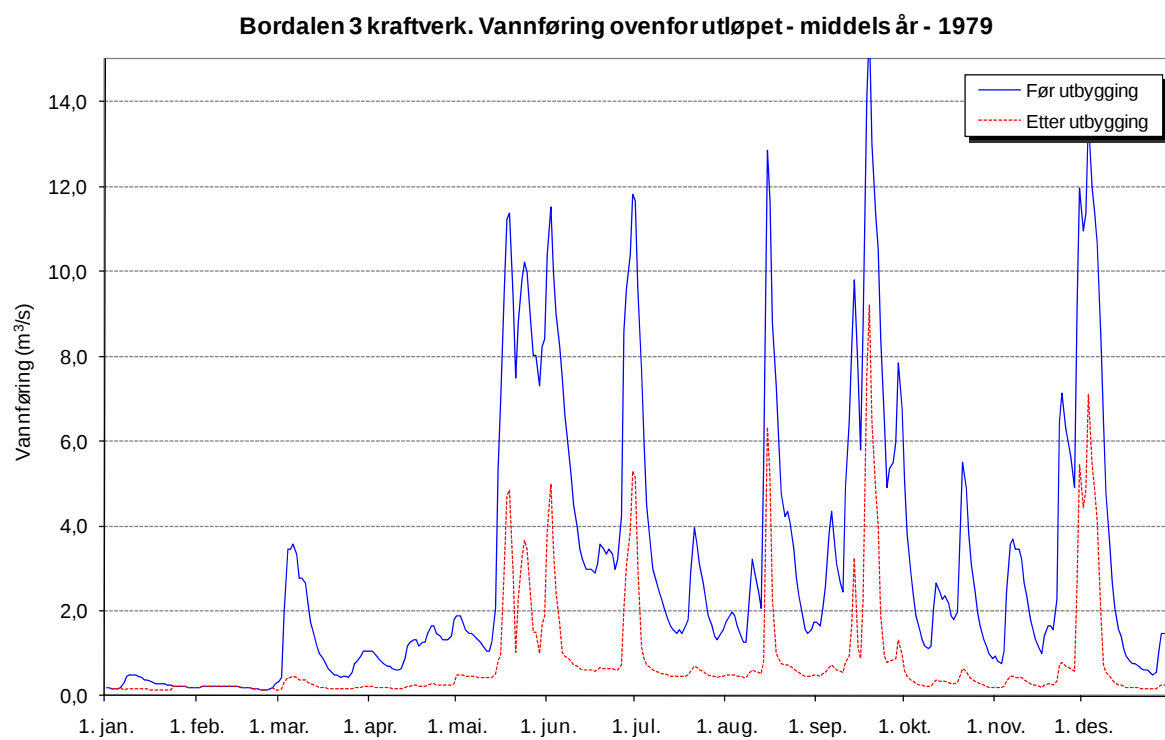
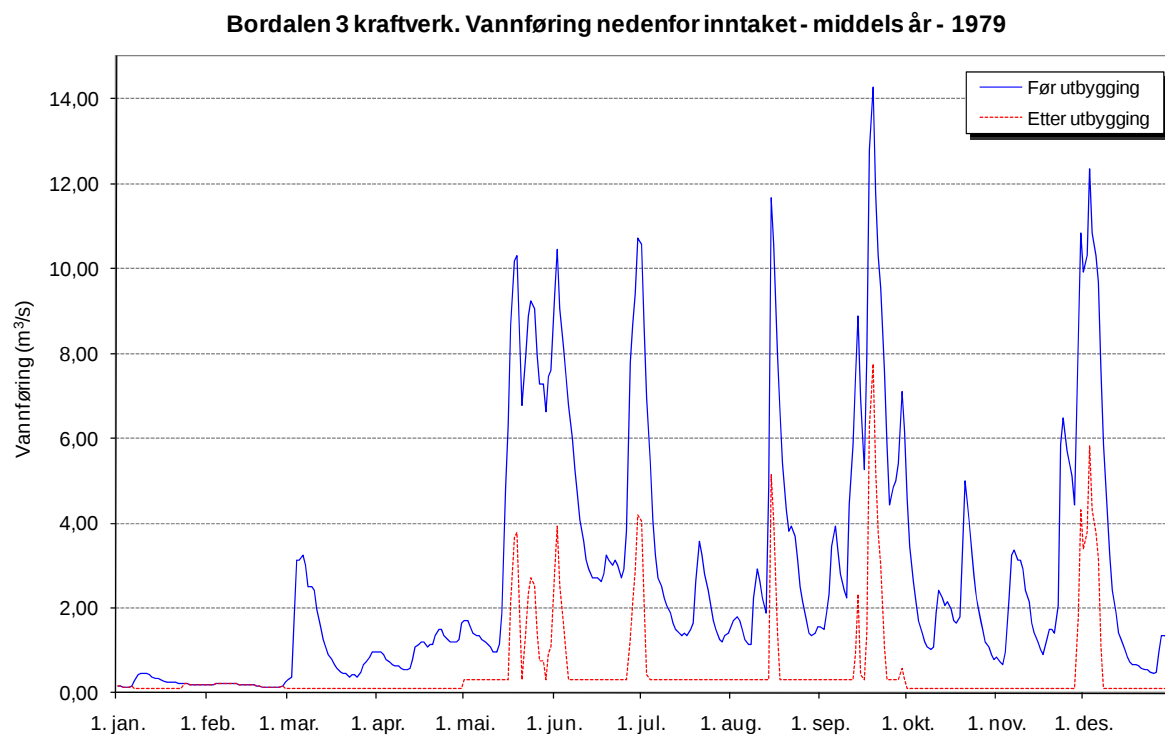
Figur 4. Plott som viser maksimumsvannføringer (døgndata).¹⁴



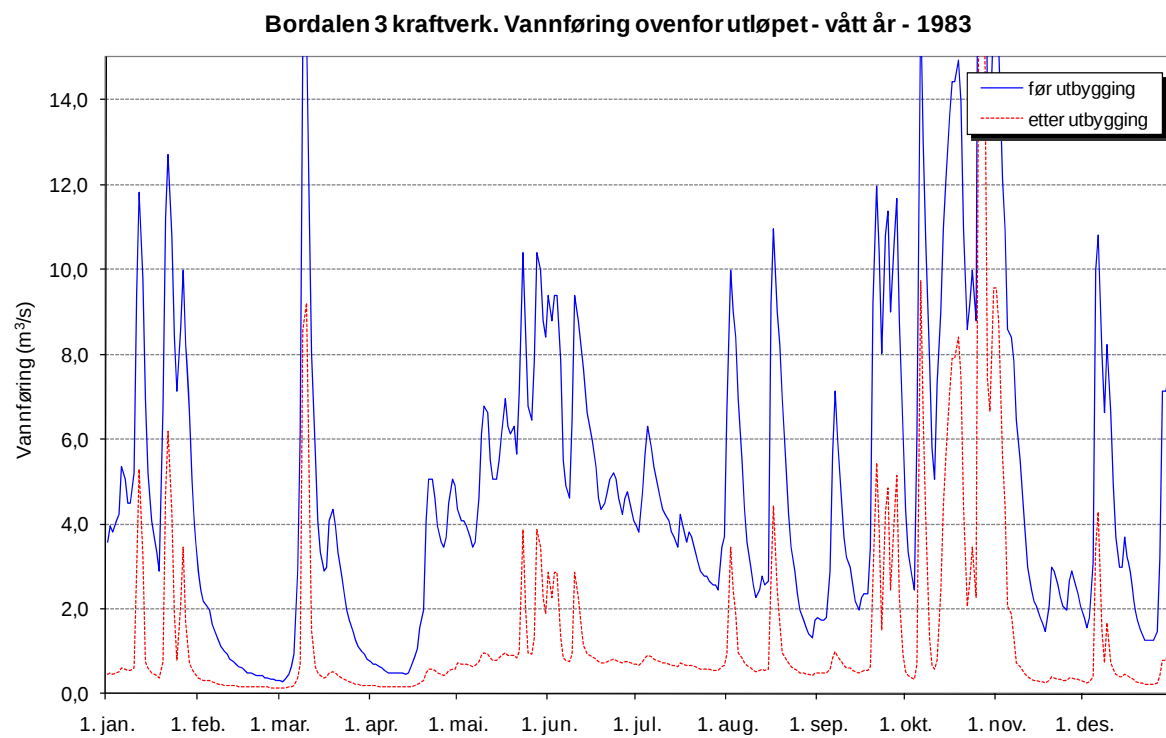
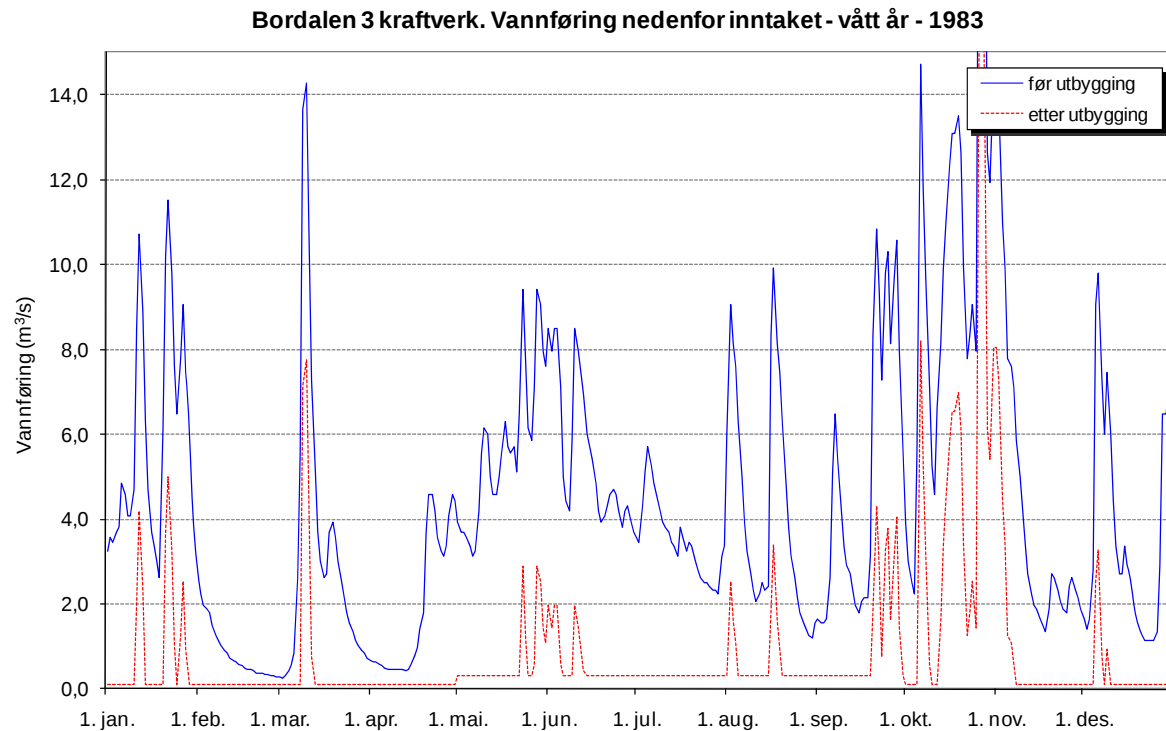
Figur 5. Plott som viser variasjoner i vannføring fra år til år.¹⁵



Figur 6. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et tørt (1996) år (før og etter utbygging).¹⁶



Figur 7. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et middels (1979) år (før og etter utbygging).¹⁷



Figur 8. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et vått (1983) år (før og etter utbygging).¹⁸

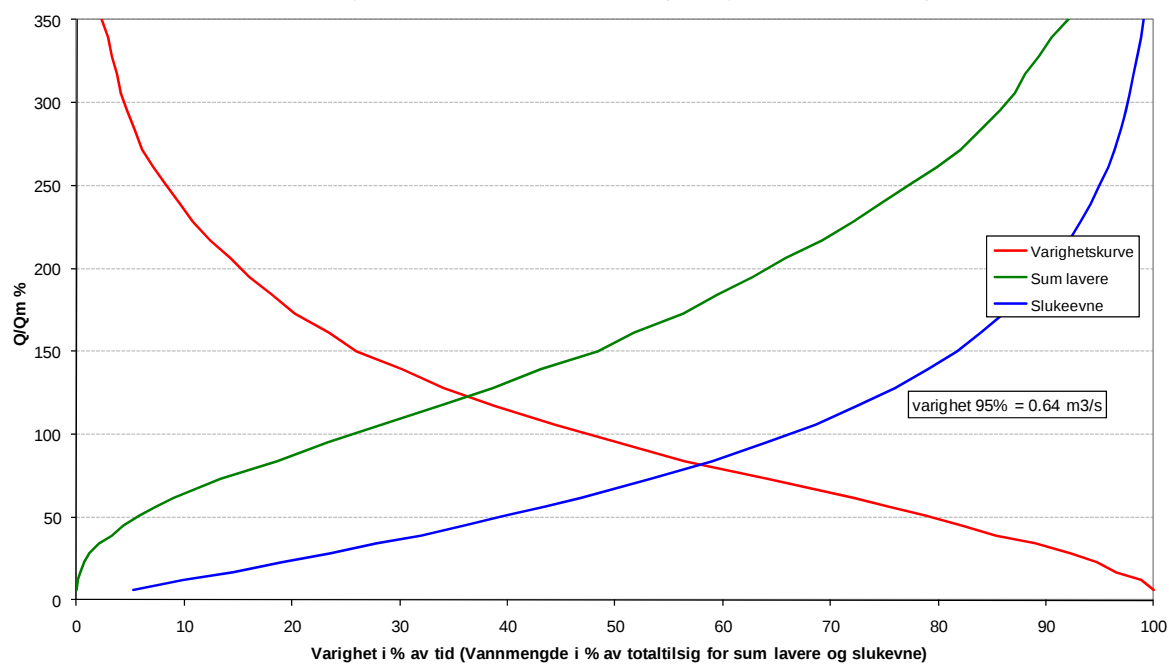
Kommentarer ved behov.

Bordalselva har utløp i Dalelva.

1.3 Varighetskurve¹⁹ og beregning av nyttbar vannmengde

Varighetskurver sommer (1/5 - 30/9), Bordalselva, Bjørnastølen ved inntak, 1961 - 2009

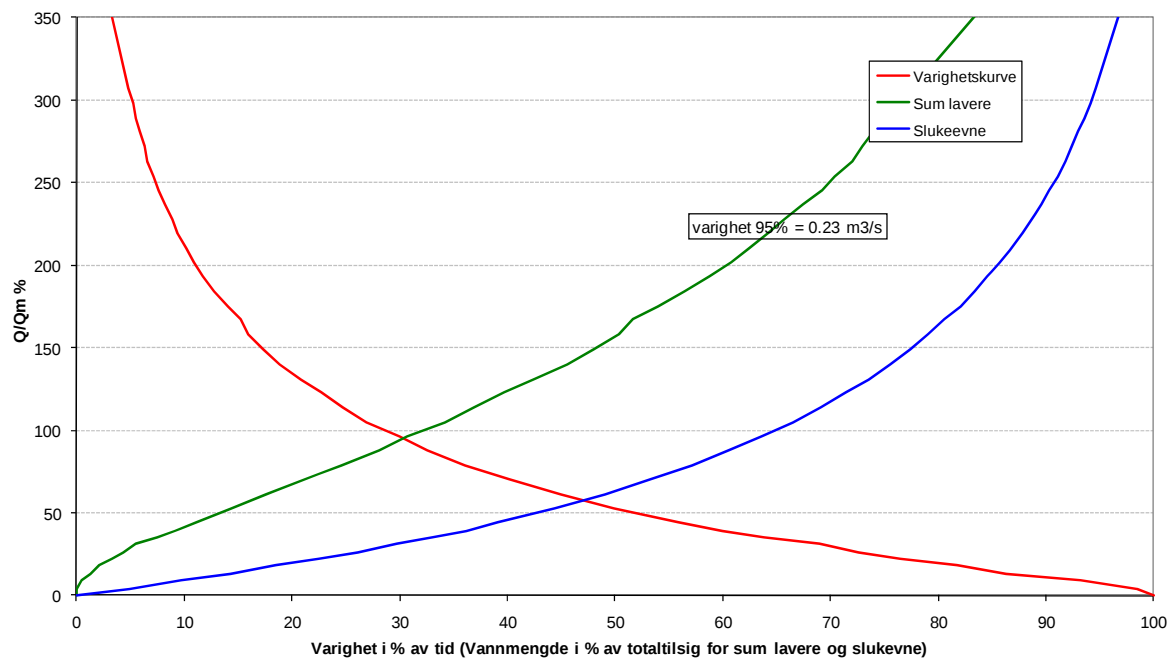
Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 2.9 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddel $Q = 3.39 \text{ m}^3/\text{s}$)



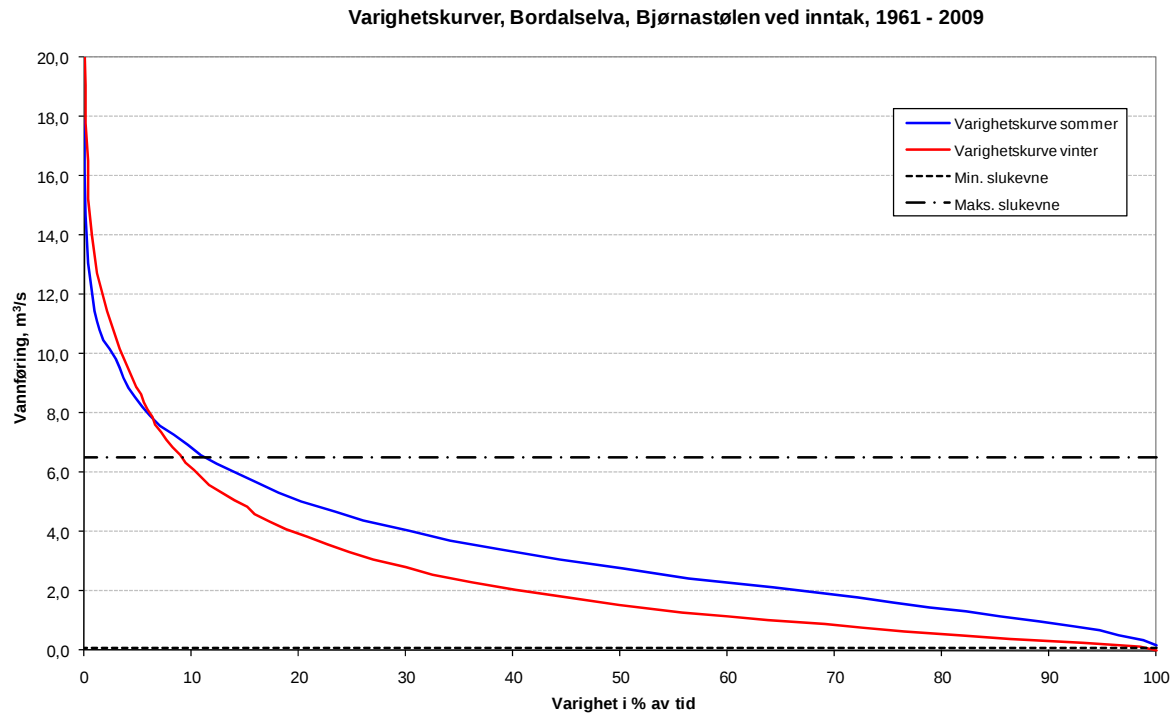
Figur 9. Varighetskurve for sommersesongen (1/5 – 30/9).

Varighetskurver vinter (1/10 - 30/4), Bordalselva, Bjørnastølen ved inntak, 1961 - 2009

Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 2.9 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddel $Q = 2.54 \text{ m}^3/\text{s}$)



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



Figur 11. Varighetskurve, kurve for flomtap og for tap av vann i lavvannsperioden (år).

1.3.1 Kraftverkets største og minste slukeevne

	Maks	Min
Kraftverkets slukeevne (m ³ /s)	6,53	0,10

1.3.2 Antall dager med vannføring større enn maksimal slukeevne 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	21	52	84
Antall dager med vannføring < planlagt minstevannføring + minste slukeevne	44	41	0

1.3.3 Beregning av nyttbar vannmengde til produksjon ved hjelp av hydrologiske data.

Tilgjengelig vannmengde ²⁰ (mill m ³)	91,5
Beregnet vanntap fordi vannføringen er større enn maks slukeevne (% av middelvannføring)	8,12
Beregnet vanntap fordi vannføringen er mindre enn min slukeevne (% av middelvannføring)	0,00
Beregnet vanntap på grunn av slipp av minstevannføring (% av middelvannføring)	6,89
Nyttbar vannmengde til produksjon (mill m ³)	77,5

Kommentarer ved behov.

--

1.4 Restfeltet²¹

1.4.1 Informasjon om restfelt.

Inntaket og utløpets høyde (moh)	387	230
Lengde på elva mellom inntak og kraftverk ²² (m)	950	
Restfeltets areal	3,3	
Tilslig fra restfeltet ved utløpet (m ³ /s)	0,3	

1.5 Karakteristiske vannføringer i lavvannsperioden og minste vannføring.

1.5.1 Karakteristiske vannføringer i lavvannsperioden og planlagt minste vannføring.

	År	Sommer (1/5 – 30/9)	Vinter (1/10 – 30/4)
Alminnelig lavvannføring (m ³ /s)	0,28	-----	-----
5-persentil ²³ (m ³ /s)	0,27	0,63	0,23
Planlagt minste vannføring (m ³ /s)	-	0,32	0,11

Kommentarer ved behov.

--

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 fratrasket eventuelle breer, sjøer og myrer over skoggrensen.

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

¹⁰ Middelavrenning 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 Årsmiddel for hvert år i observasjonsperioden.

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

¹⁹ 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.

²⁰ Normalavløp 1961-1990 (eller forventet gjennomsnittlig årlig avløp).

²¹ Med restfelt menes arealet mellom inntakspunkt og kraftverk.

²² Lengde i opprinnelig elveløp og ikke korteste avstand.

²³ Den vannføringen som underskrides 5% av tiden.

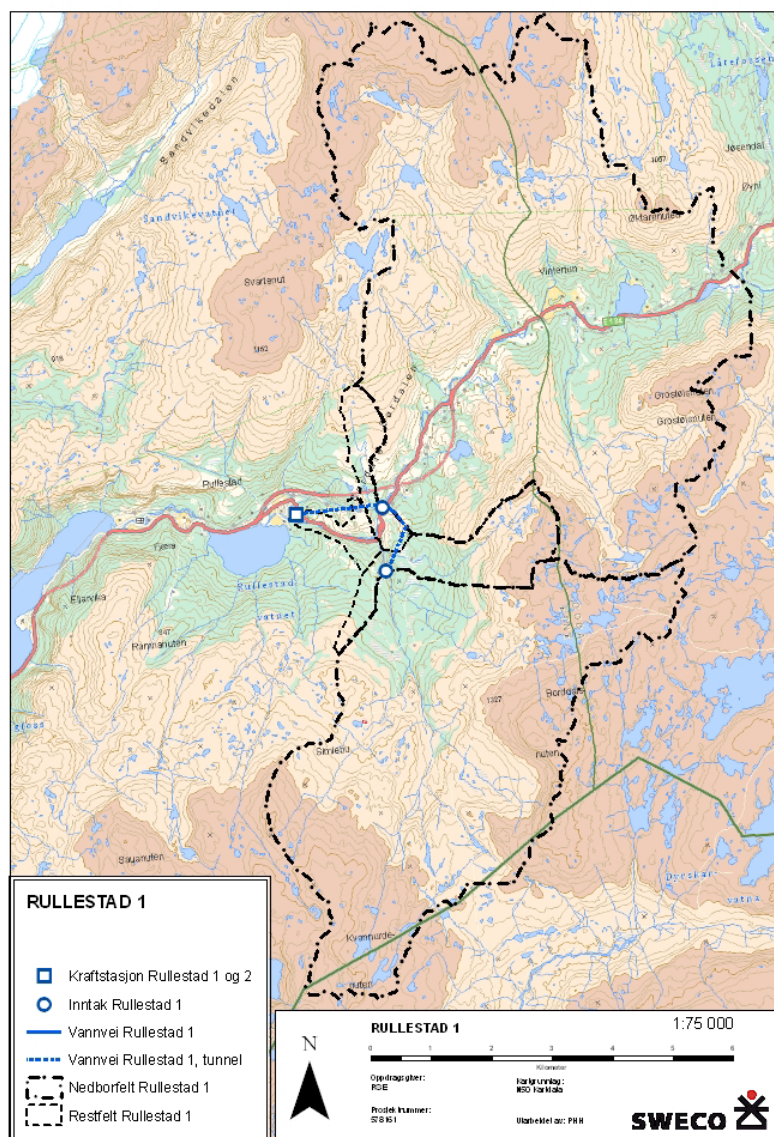
Rullestad 1 kraftverk

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 og restfelt. Kraftverket og inntakspunkt er tegnet.

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)	-	
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.

Inntak Dalelva

Stasjonsnummer og stasjonsnavn ³	36.13 Grimsvatn
Skaleringsfaktor ⁴	1,162
Periode med data som er benyttet	1974 – 2008
Totalt antall år med data	35
Er sammenligningsstasjonen uregulert? ⁵	ja

Overføring Bordalselva

Stasjonsnummer og stasjonsnavn ⁶	41.1 Stordalvatn
Skaleringsfaktor ⁷	0,21
Periode med data som er benyttet	1961 – 2009
Totalt antall år med data	49
Er sammenligningsstasjonen uregulert? ⁸	ja

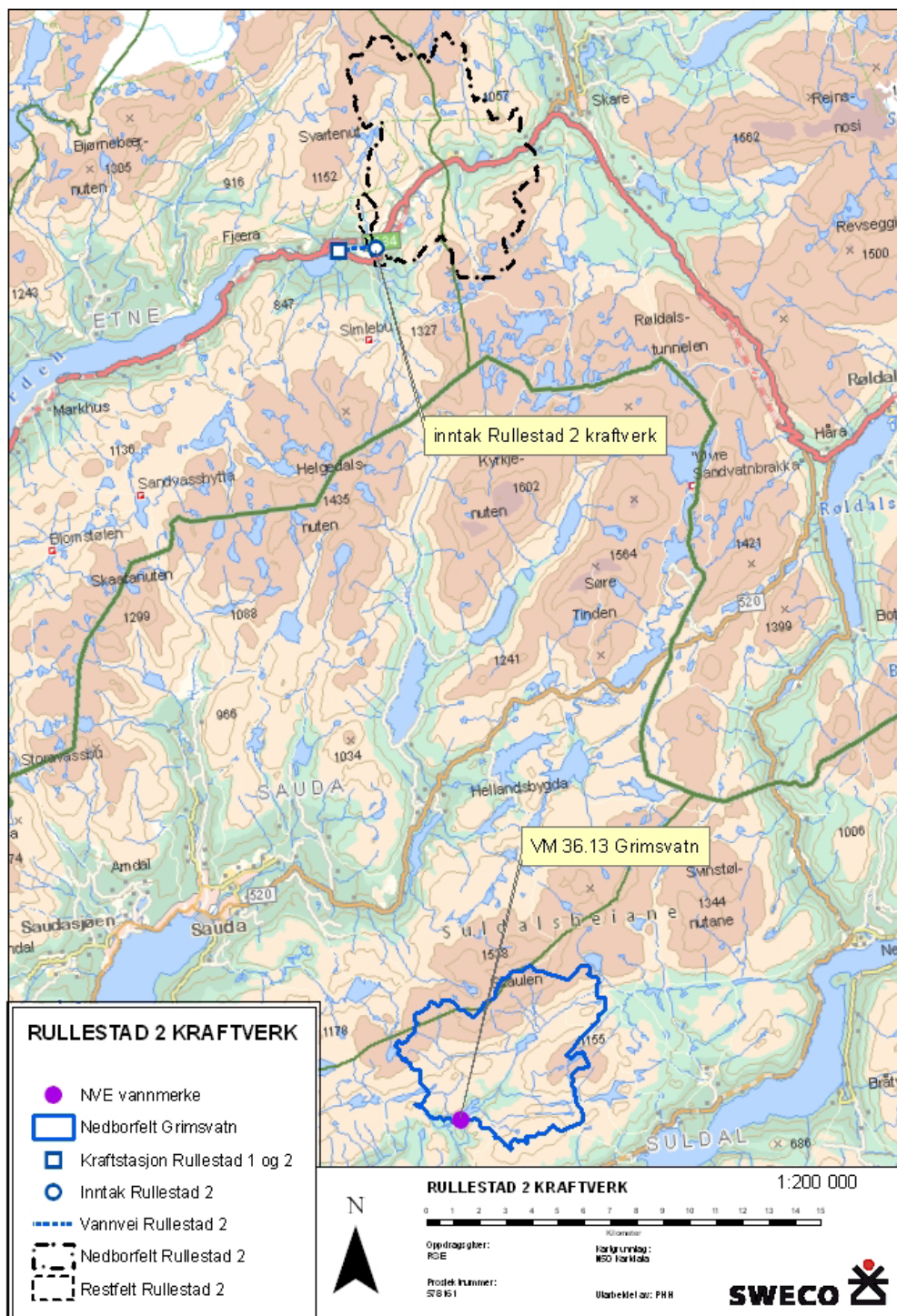
1.1.4 Feltparametre for kraftverkets og sammenligningsstasjonens nedbørfelt.

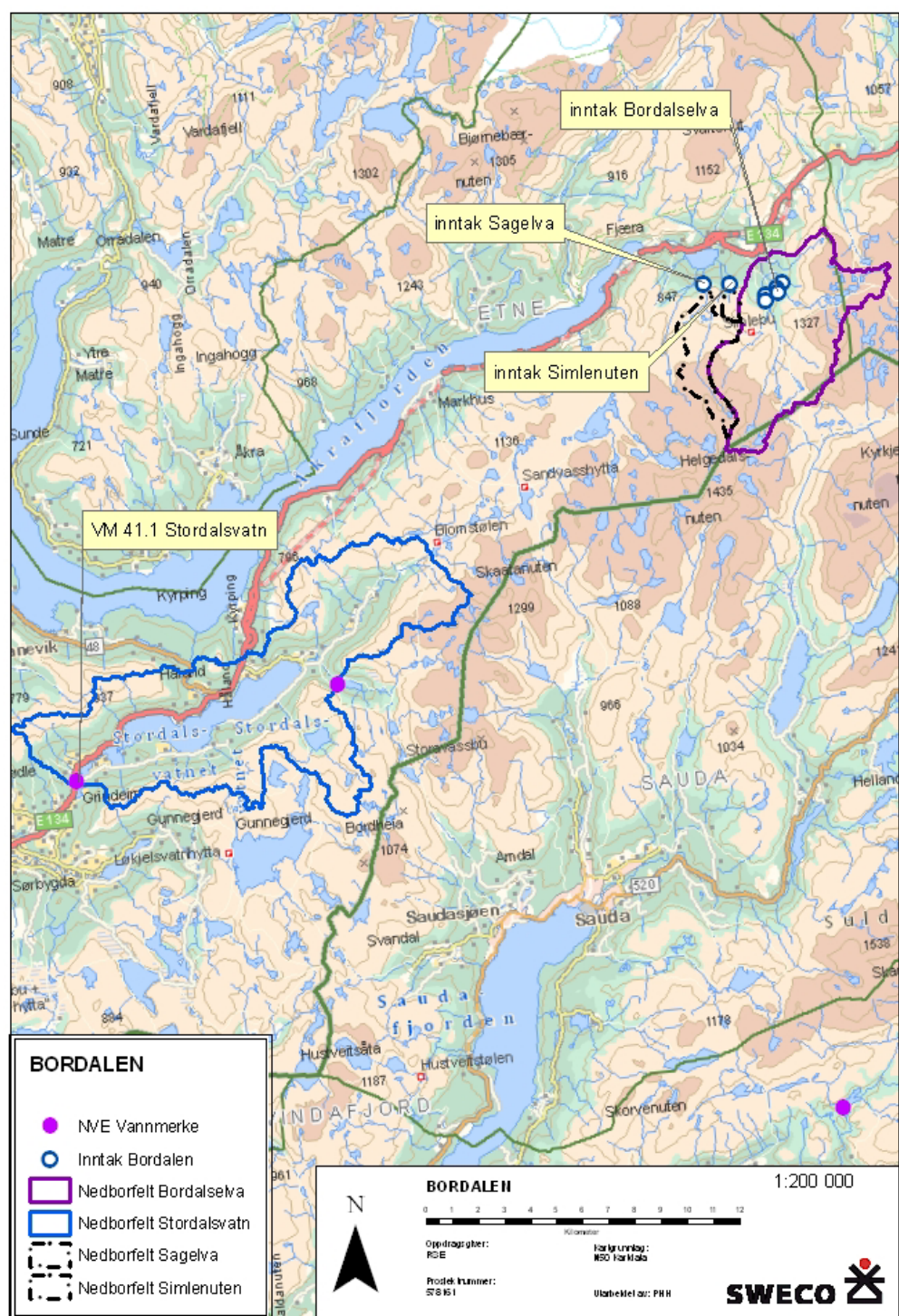
Inntak Dalelva

	Kraftverkets nedbørfelt ovenfor inntak		Sammenligningsstasjonens nedbørfelt ⁹	
Areal (km ²)	43,7		34,37	
Høyeste og laveste kote (moh)	1369	296	1537	563
Effektiv sjøprosent ¹⁰	0,2		1,31	
Breandel (%)	0		0	
Snau fjellandel (%) ¹¹	78,0		87,49	
Hydrologisk regime ¹²	Vårflom/Høstflom Vinterlavvann		Vårflom/Høstflom Vinterlavvann	
Middelavrenning/ midlere årstilsig (1961-1990) fra avrenningskartet ¹³	3,63 m ³ /s		3,18 m ³ /s	
	83,0 l/s km ²		92,4 l/s km ²	
	114,4 mill m ³		100,2 mill m ³	
Middelavrenning (1974 – 2008) for sammenligningsstasjonen beregnet i observasjonsperioden ¹⁴	-----		3,28 m ³ /s	95,4 l/s/km ²
Kort begrunnelse for valg av sammenligningsstasjon	Det ble etablert vannføringsmåling i Dalelva i 2005. Målingene pågår fortsatt. Analyse av måleresultatene fra perioden 2005 - 2009 er brukt for å vurdere hvilket vannmerke som bør benyttes for hydrologiske og produksjonsmessige beregninger for kraftverk Rullestad 1. Tilsigsserier fra vannmerker i samme region er sammenlignet med den målte tilsigsserien fra Dalelva. Vannmerket 41.8 Hellaugsvatn er det vannmerket som samsvarer best med måleserien til Dalelva. Data fra Hellaugsvatn vannmerke fra perioden 1982 til 2009 er skalert til Dalelva og benyttet i fremstilling av vannføringsgrafer, varighetskurver og i produksjonsberegninger. Måleserien for Dalelva er benyttet til å beregne 5-prosentil, og til å fastlegge minste vannføring. Analyse av måledata fra vannmerker i regionen viser at den målte perioden var våtere enn normalavrenningen for perioden 1961-1990. Måleserien for Dalelva er justert opp med 5 %. Dette gir spesifikk middelavrenning ved inntaket lik 87,2 l/(s*km²) (3,81 m³/s) som er noe høyere enn spesifikk middelavrenning fra NVEs avrenningskart (61-90), 83,0 l/(s*km²). Middelavrenning basert på målingen er benyttet i hydrologiske beregninger og produksjonsberegninger for kraftverk Rullestad 1.			

Overføring Bordalselva

	Kraftverkets nedbørfelt ovenfor inntak		Sammenligningsstasjonens nedbørfelt ¹⁵	
Areal (km ²)	25,6		129,4	
Høyeste og laveste kote (moh)	1392	296	1297	51
Effektiv sjøprosent ¹⁶	0,18		6,68	
Breandel (%)	0		0	
Snaufjellandel (%) ¹⁷	89,34		57,49	
Hydrologisk regime ¹⁸	Vårflom/Høstflom Vinterlavvann		Vårflom/Høstflom Vinterlavvann	
Middelavrenning/ midlere årstilsig (1961-1990) fra avrenningskartet ¹⁹	2,90 m ³ /s		10,7 m ³ /s	
	113,2 l/s km ²		82,5 l/s km ²	
	91,39 mill m ³		100,2 mill m ³	
Middelavrenning (1961 – 2009) for sammenligningsstasjonen beregnet i observasjonsperioden ²⁰	-----		13,8 m ³ /s	106,6 l/s/km ²
Kort begrunnelse for valg av sammenligningsstasjon	Det ble etablert vannføringsmåling i Bordalselva i 2005. Målingene pågår fortsatt. Analyse av måleresultatene fra perioden 2005 - 2009 er brukt for å vurdere hvilket vannmerke som bør benyttes for hydrologiske og produksjonsmessige beregninger for Rullestad 1 kraftverk. Tilsigsserier fra vannmerker i samme region er sammenlignet med den målte tilsigsserien fra Bordalselva. Vannmerket 41.1 Stordalsvatn er det vannmerket som samsvarer best med måleserien til Bordalselva, Data fra Stordalsvatn vannmerke fra perioden 1961 til 2009 er skalert til Bordalselva og benyttet i fremstilling av vannføringsgrafer, varighetskurver og i produksjonsberegninger. Måleserien for Bordalselva er benyttet til å beregne 5-prosentil og fastlegge minstevannføring. Måleserien for Bordalselva gir spesifikk middelavrenning ved utløpet i Dalelva lik 111,1 l/(s*km²) (3,22 m³/s). Dette tilsvarer spesifikk middelavrenning fra NVEs avrenningskart (61-90).			



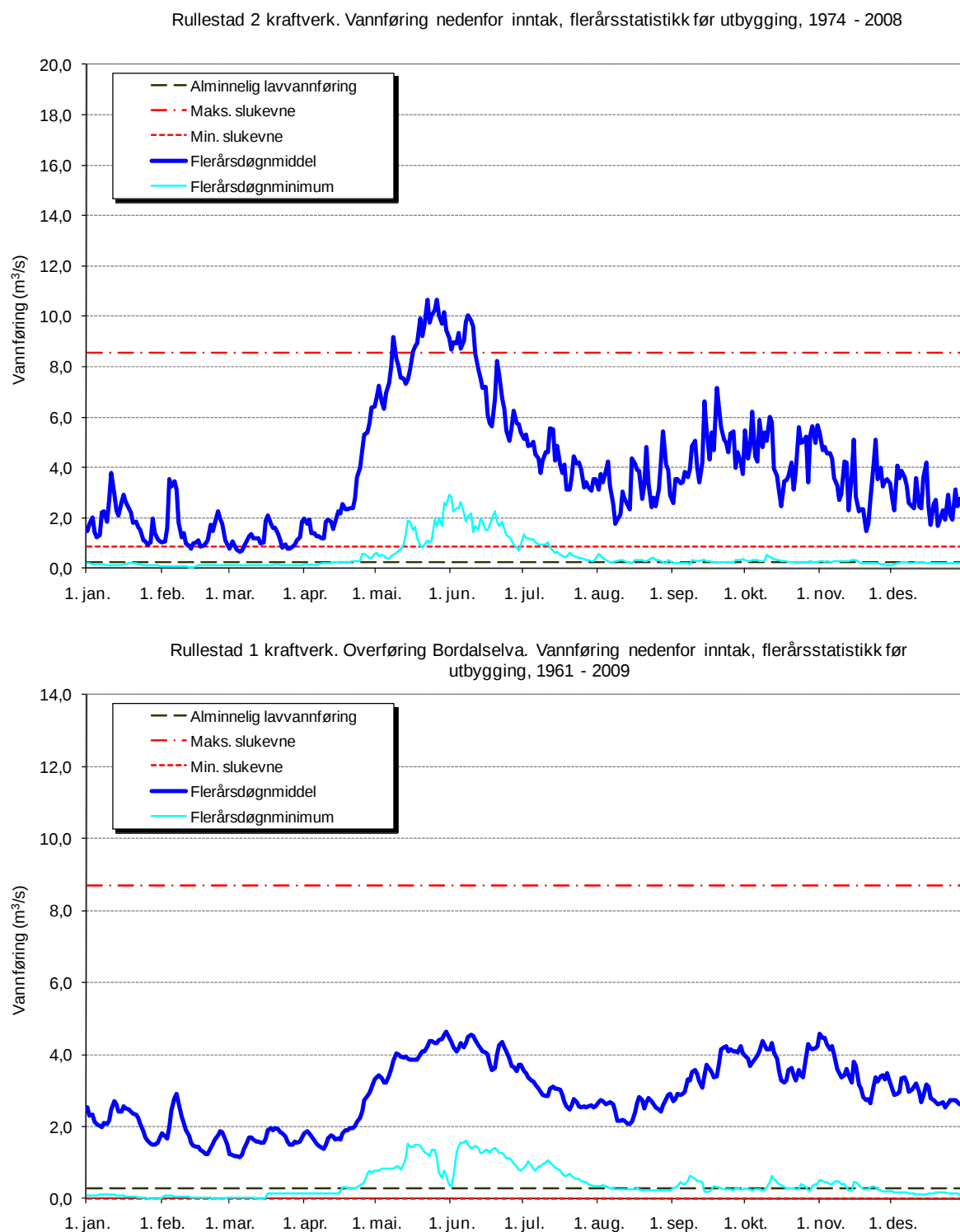


Figur 2. Kart med inntegnet nedbørfelt til kraftverket og til benyttet sammenligningsstasjon.

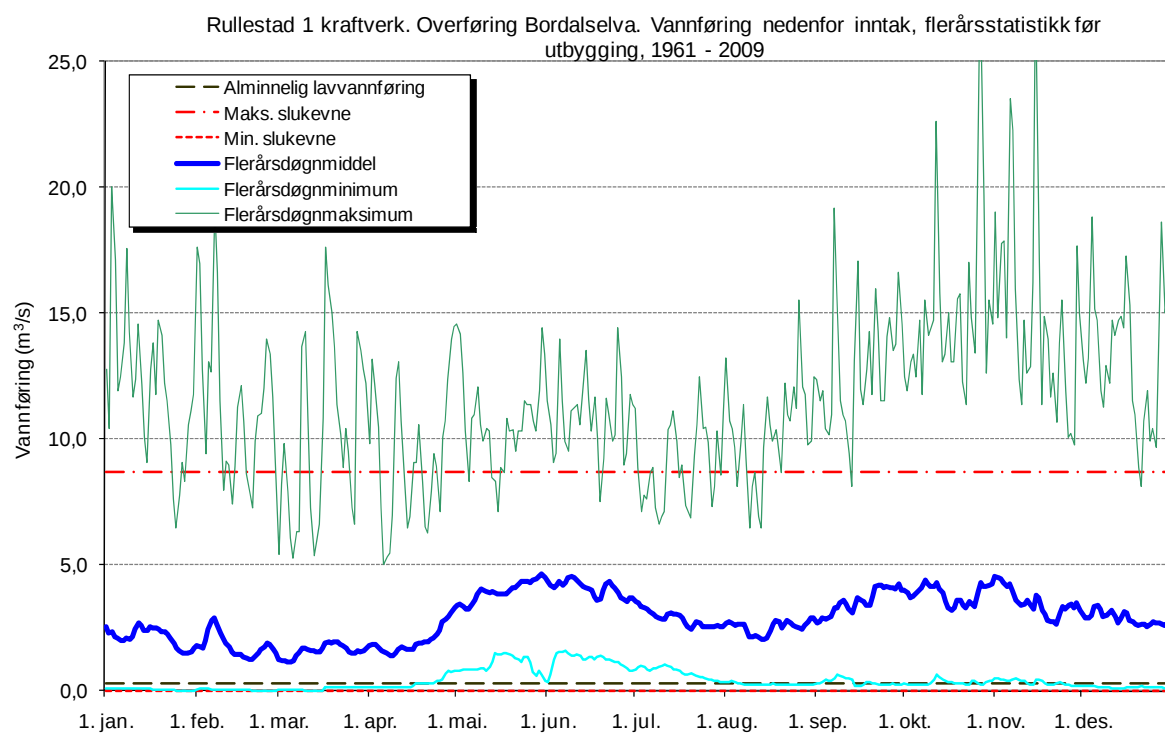
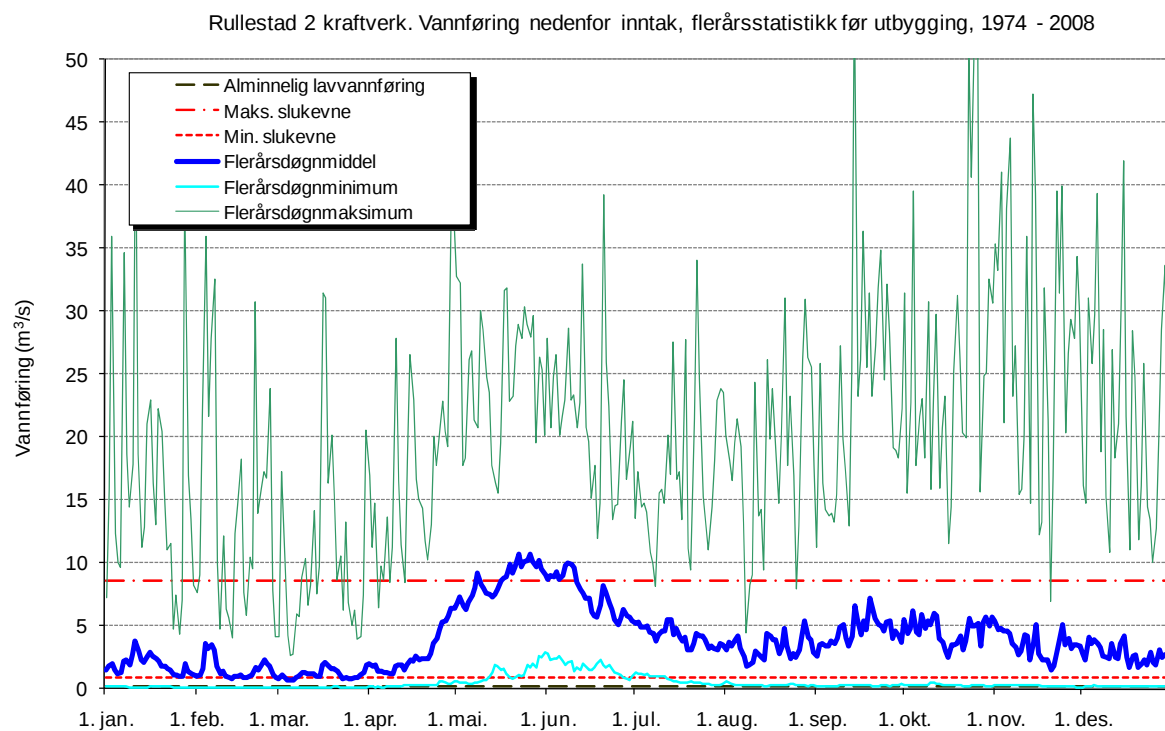
Kommentarer ved behov.

Det er to kart fordi det ble brukt to ulike sammenligningsstasjoner for de to delfeltene. Delfelt i Dalelva er likt Rullestad 2 og delfeltet i Bordalselva er ganske likt Borden.

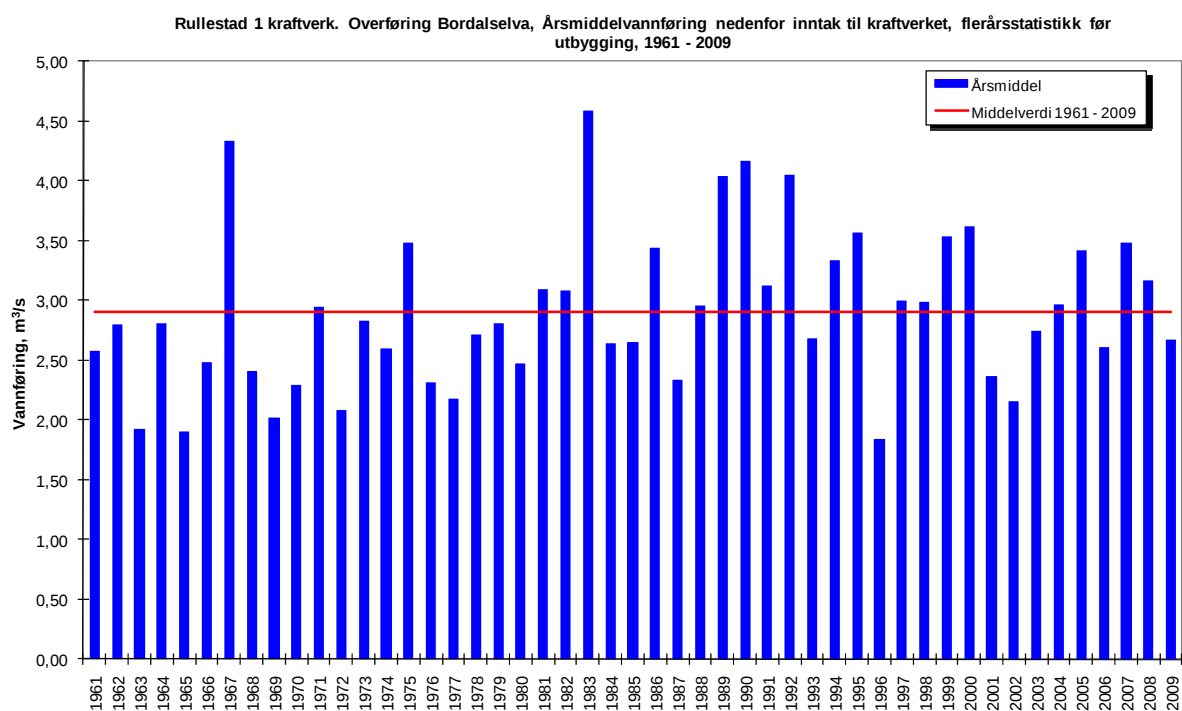
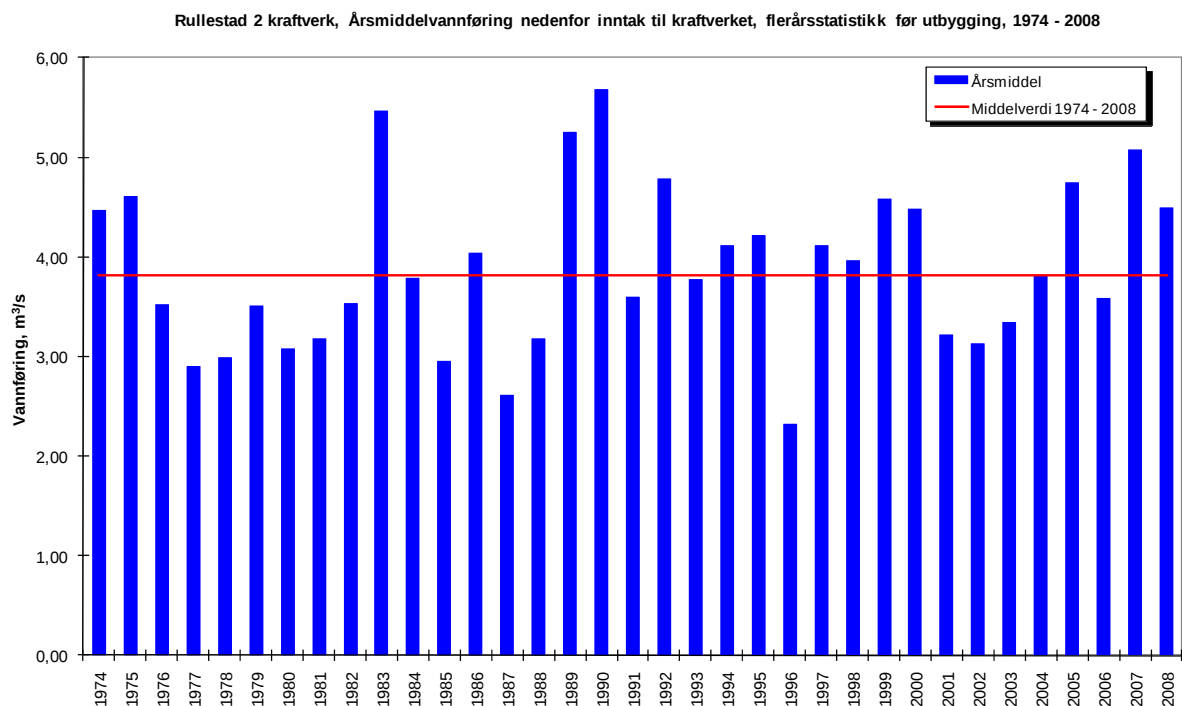
1.2 Vannføringsvariasjoner før og etter utbygging²¹



Figur 3. Plott som viser middel/median- og minimumsvannføringer (døgndata).²²

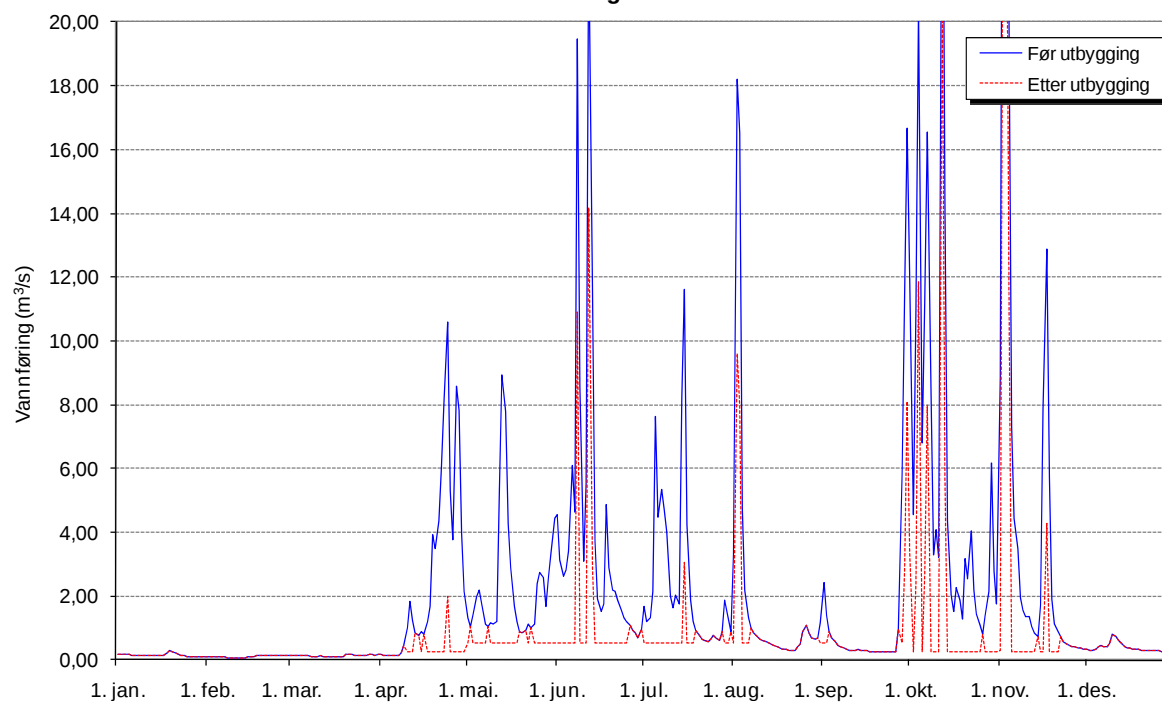


Figur 4. Plott som viser maksimumsvannføringer (døgndata).²³

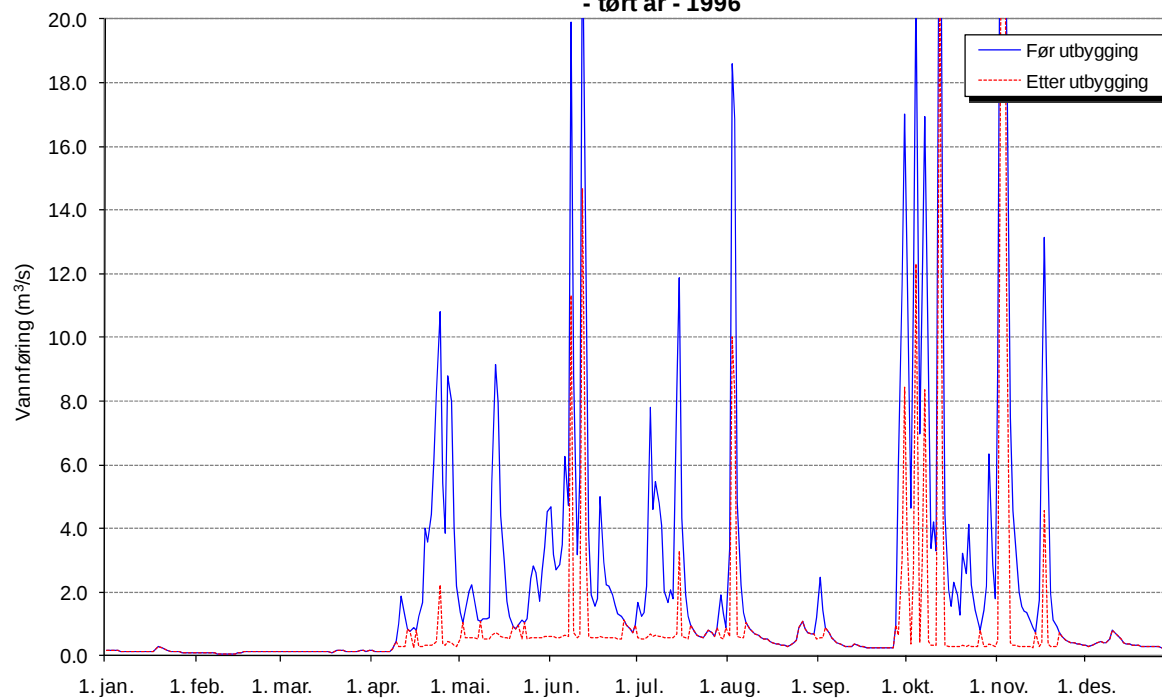


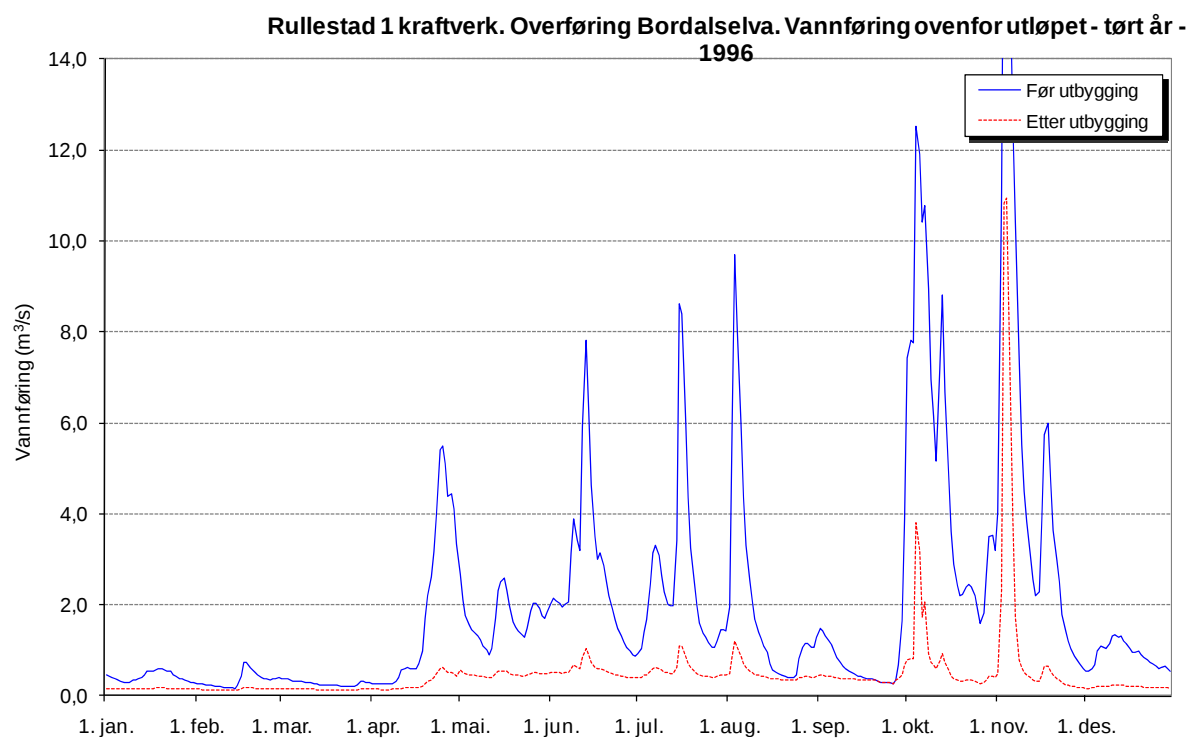
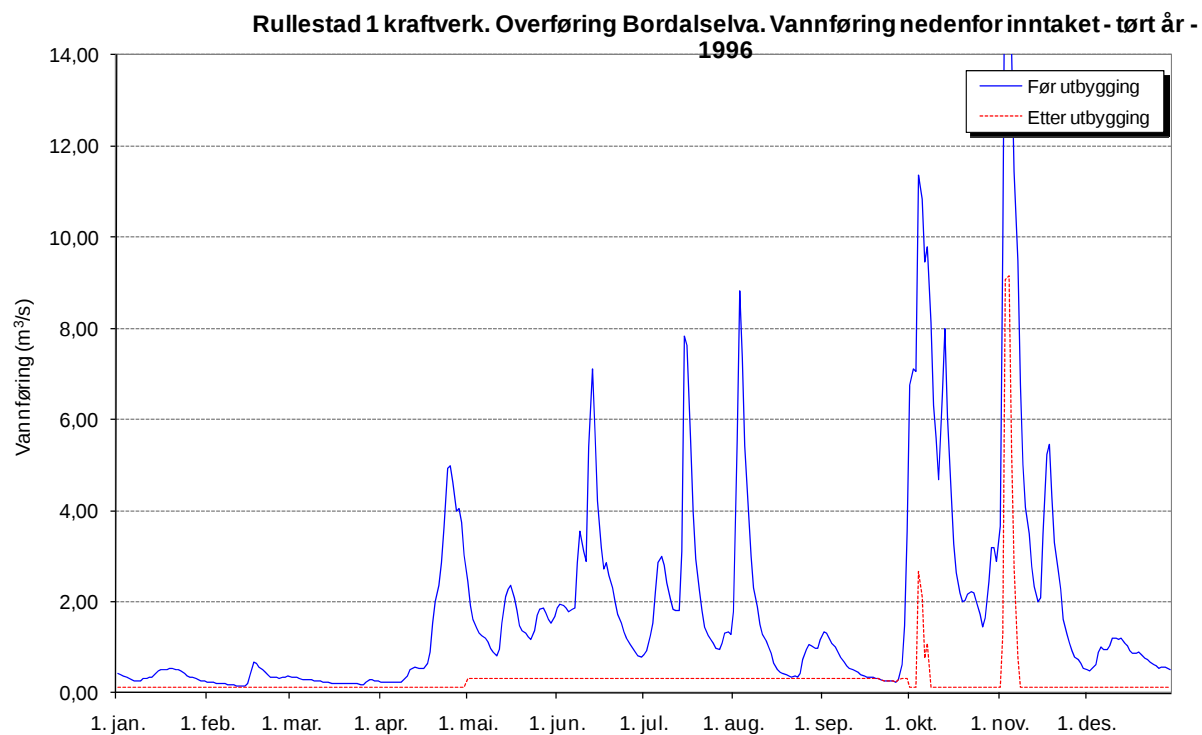
Figur 5. Plott som viser variasjoner i vannføring fra år til år.²⁴

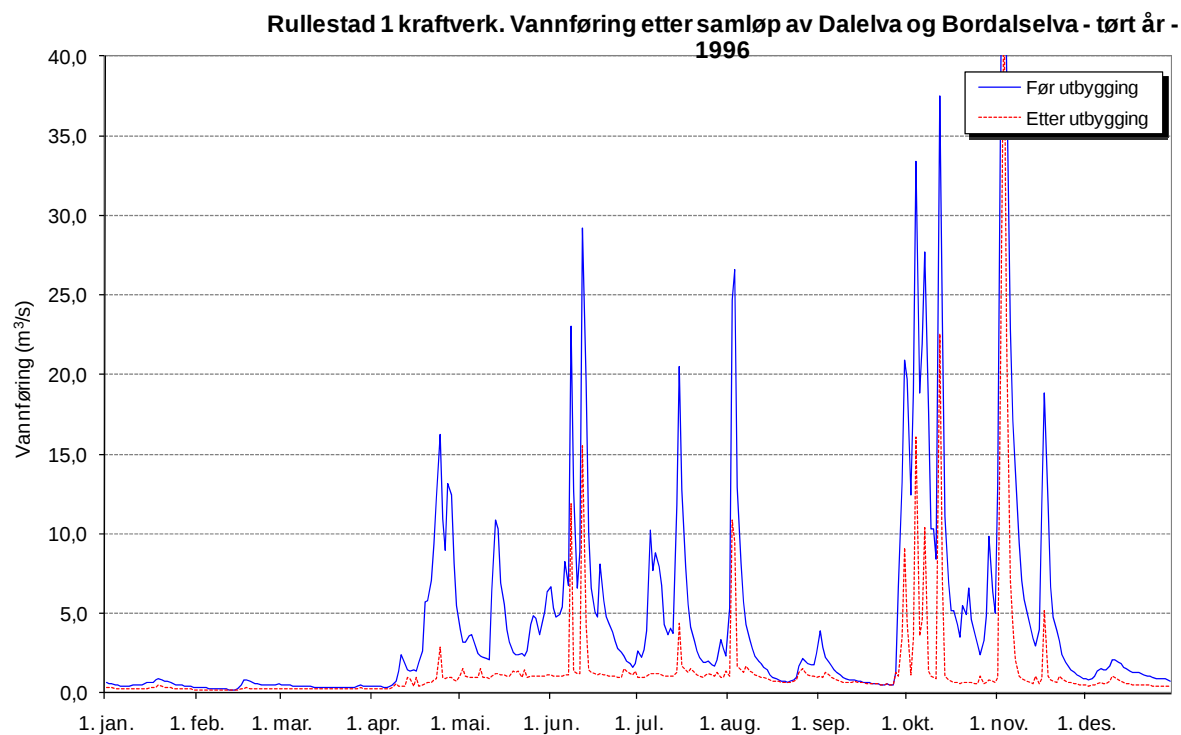
Rullestad 2 kraftverk. Vannføring nedenfor inntaket - tørt år - 1996



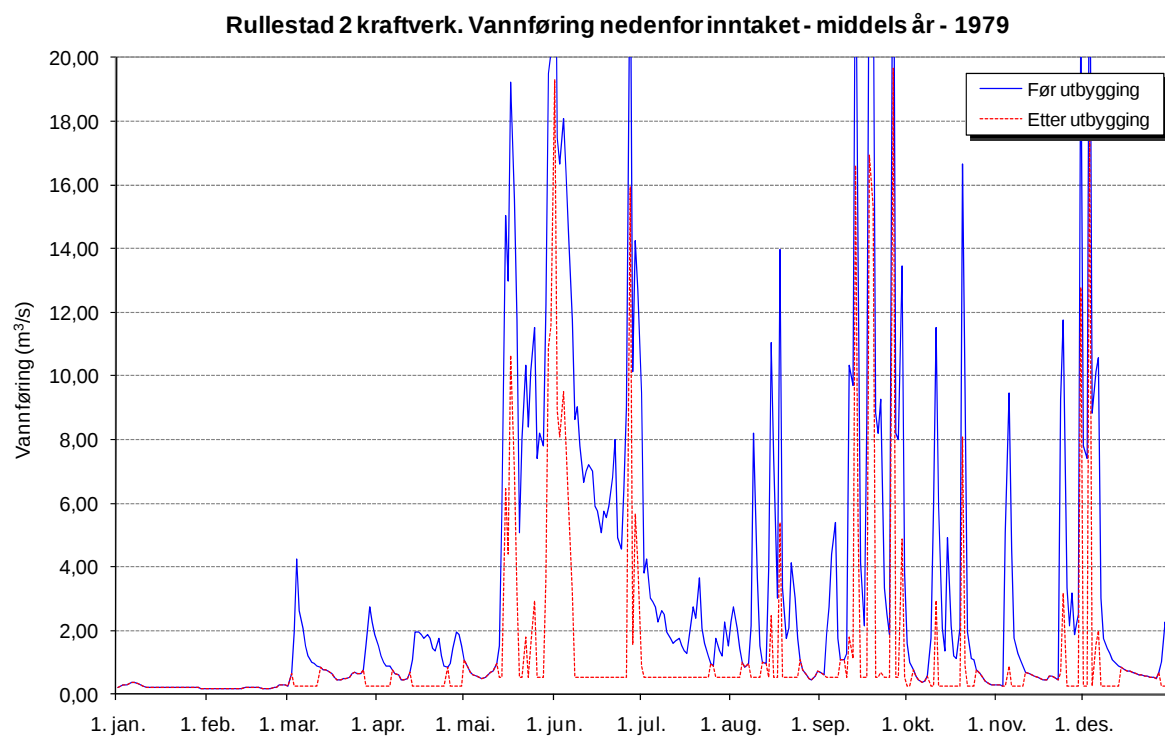
Rullestad 2 kraftverk. Vannføring i Dalelva før samløp med Bordalselva - tørt år - 1996



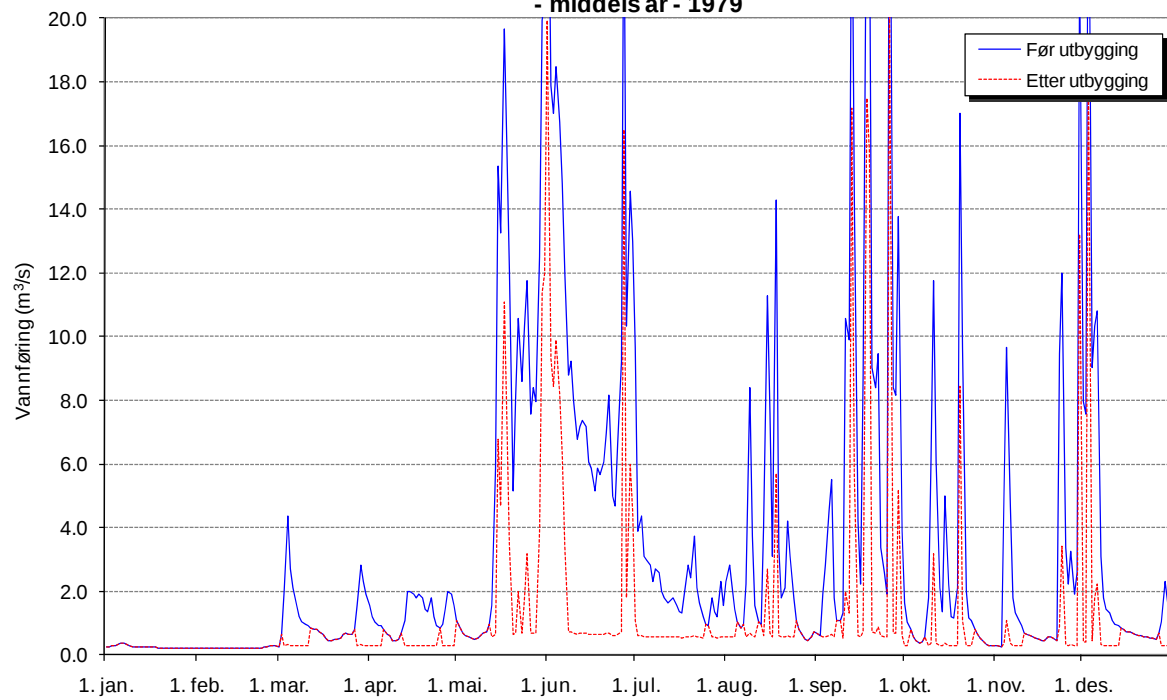




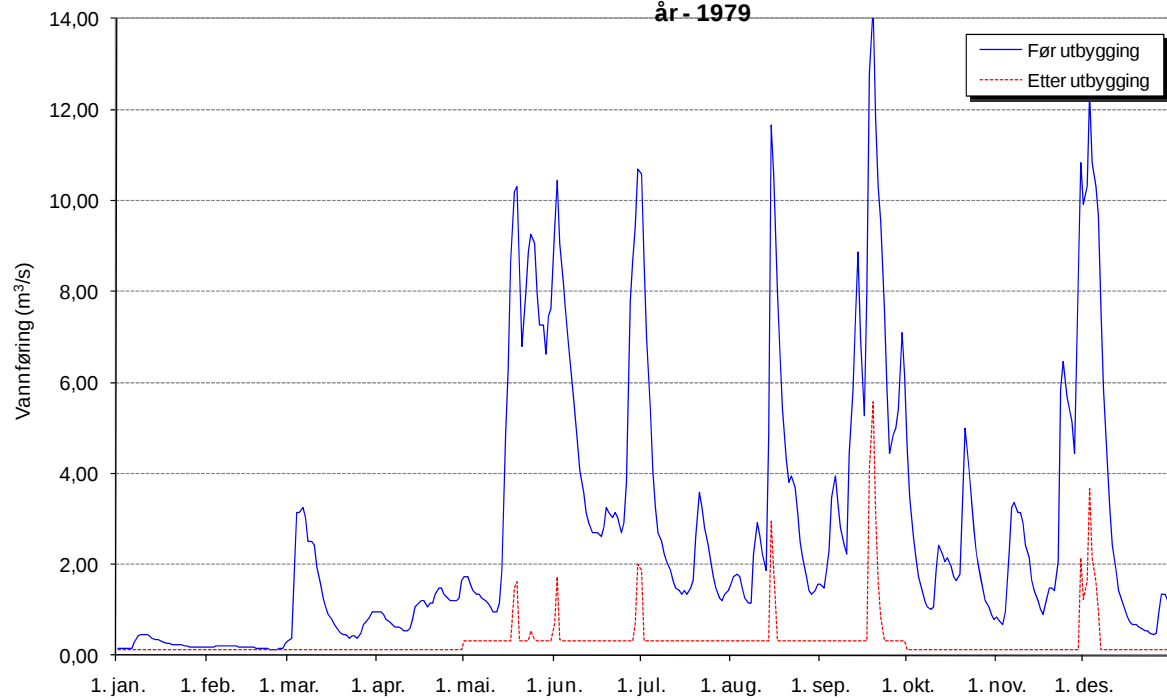
Figur 6. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et tørt (1996) år (før og etter utbygging).²⁵

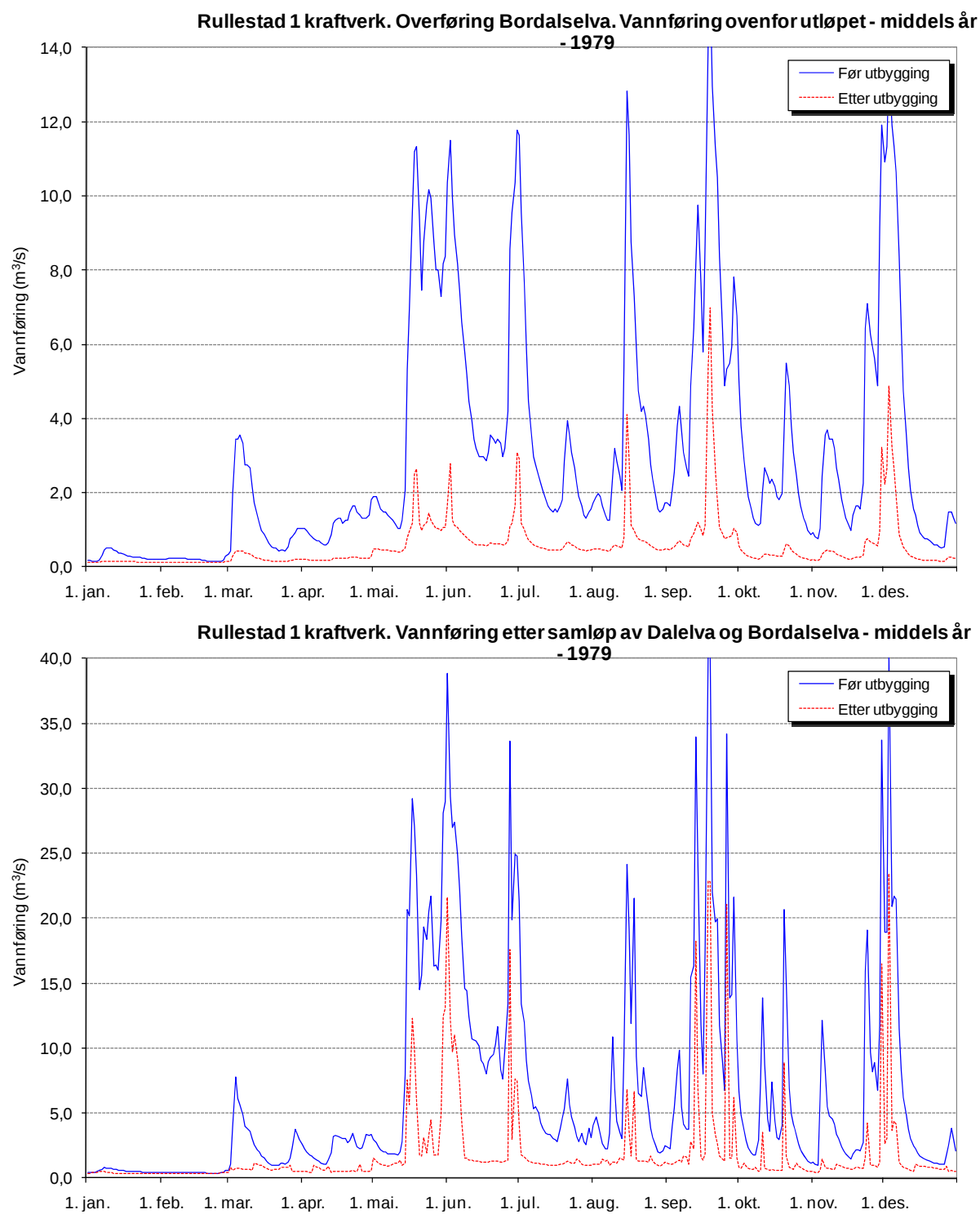


**Rullestad 2 kraftverk. Vannføring i Dalelva før samløp med Bordalselva
- middels år - 1979**



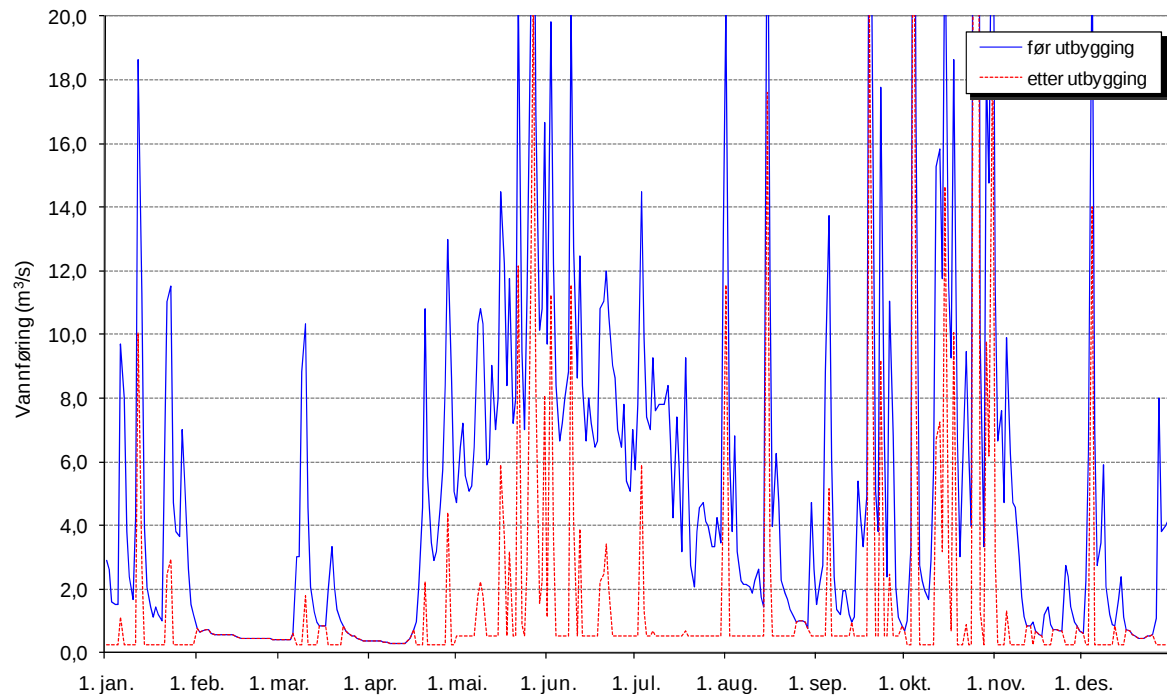
**Rullestad 1 kraftverk. Overføring Bordalselva. Vannføring nedenfor inntaket - middels
år - 1979**



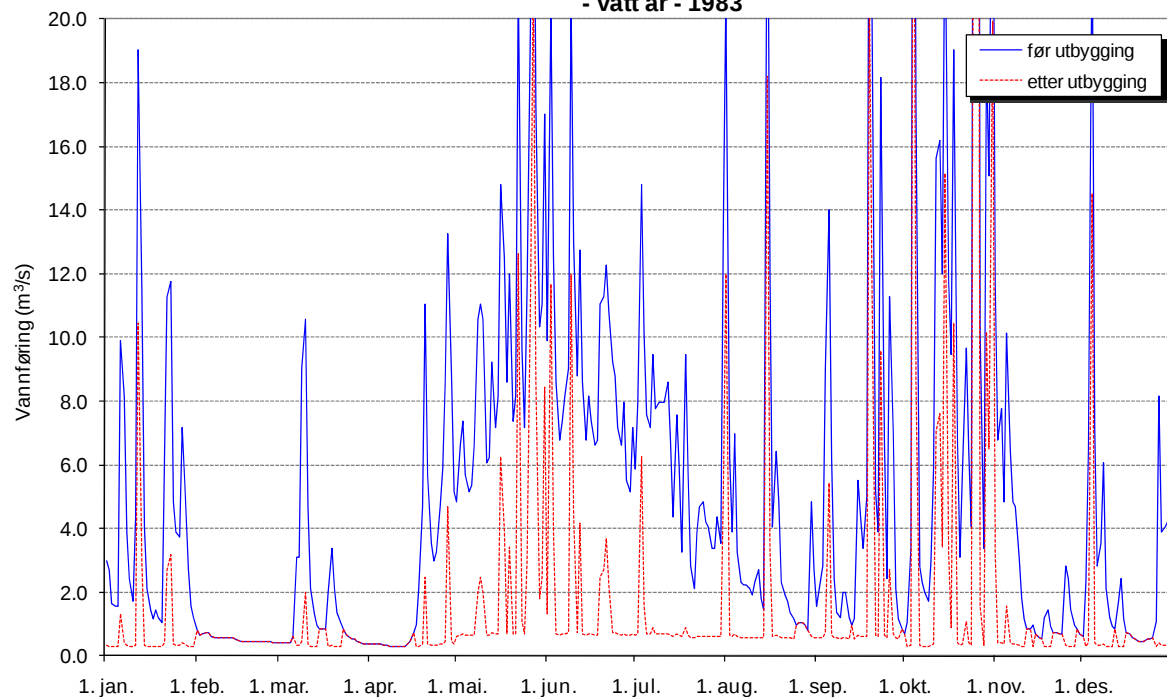


Figur 7. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et middels (1979) år (før og etter utbygging).²⁶

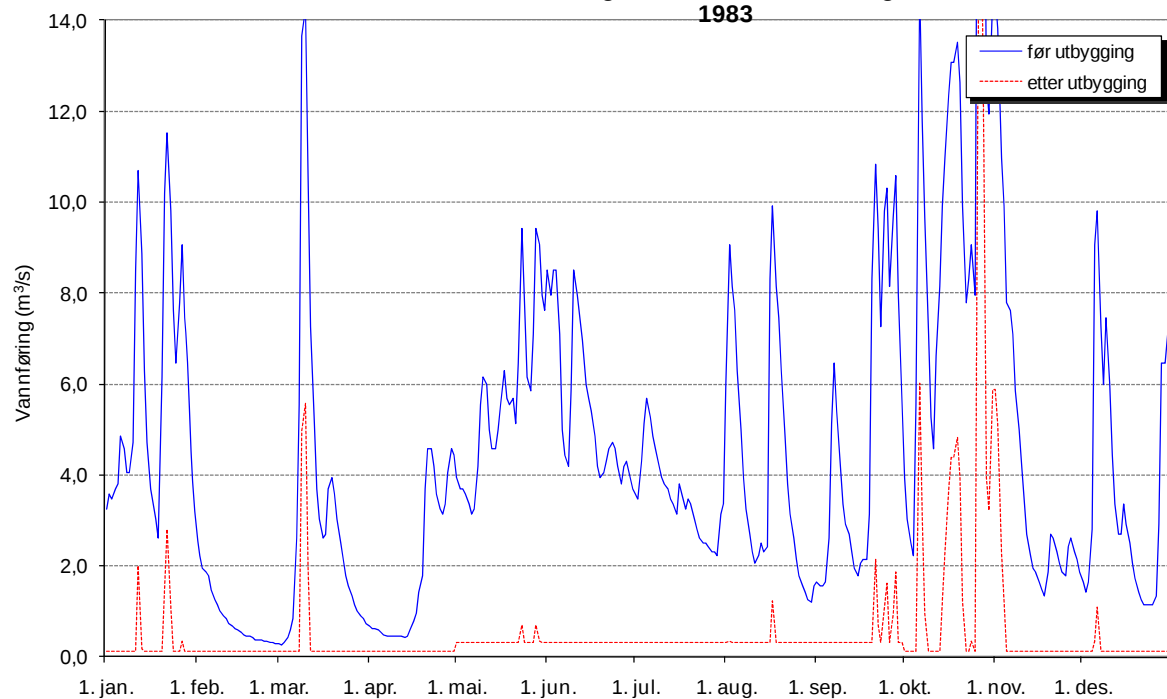
Rullestad 2 kraftverk. Vannføring nedenfor inntaket - vått år - 1983



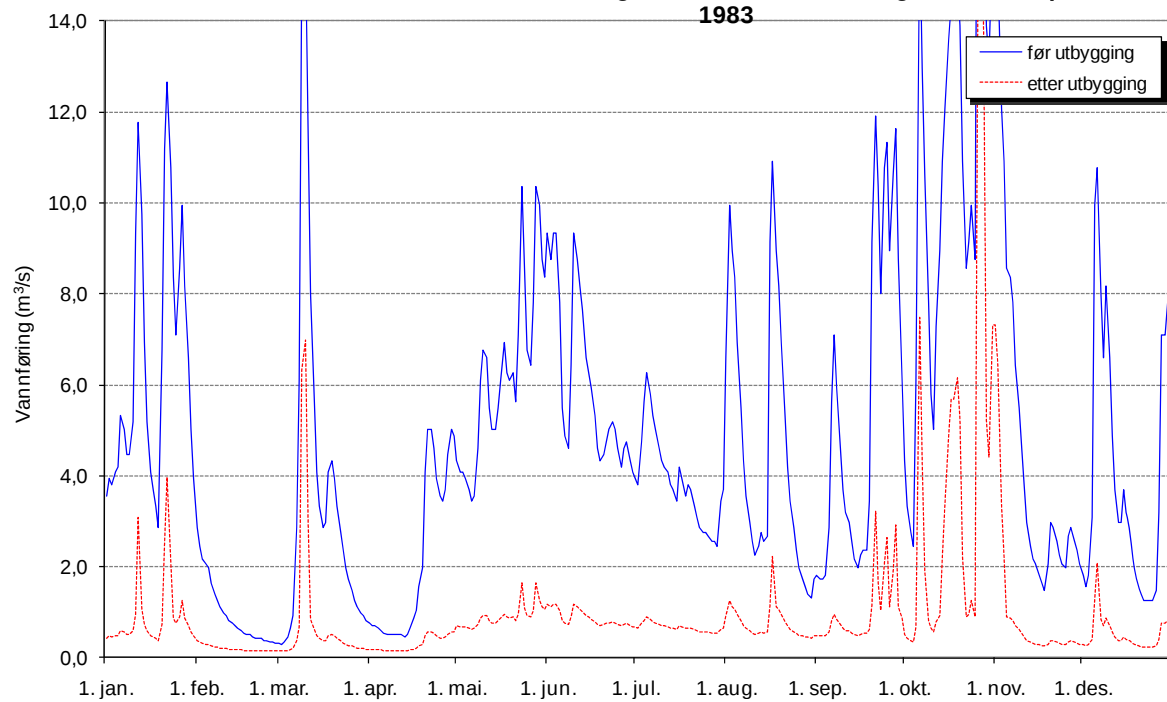
Rullestad 2 kraftverk. Vannføring i Dalelva før samløp med Bordalselva - vått år - 1983

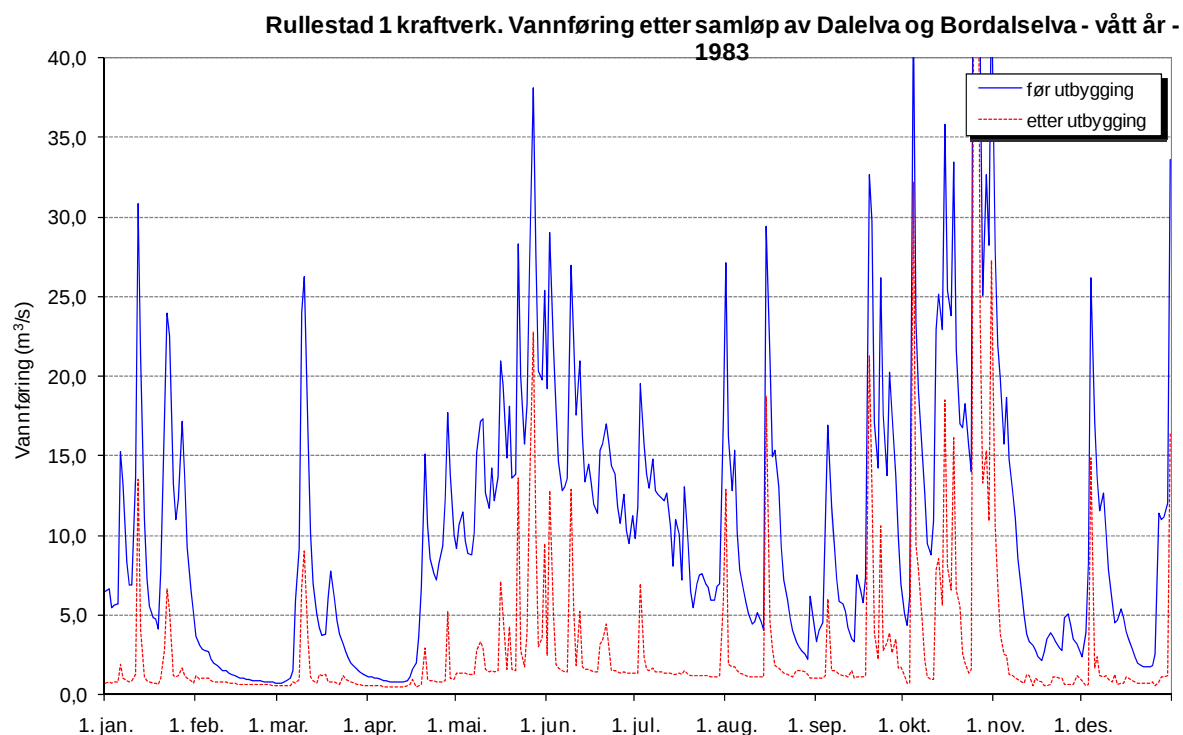


Rullestad 1 kraftverk. Overføring Bordalselva. Vannføring nedenfor inntaket - vått år - 1983



Rullestad 1 kraftverk. Overføring Bordalselva. Vannføring ovenfor utløpet - vått år - 1983





Figur 8. Plott som viser vannføringsvariasjoner i et vått (1983) år (før og etter utbygging).²⁷

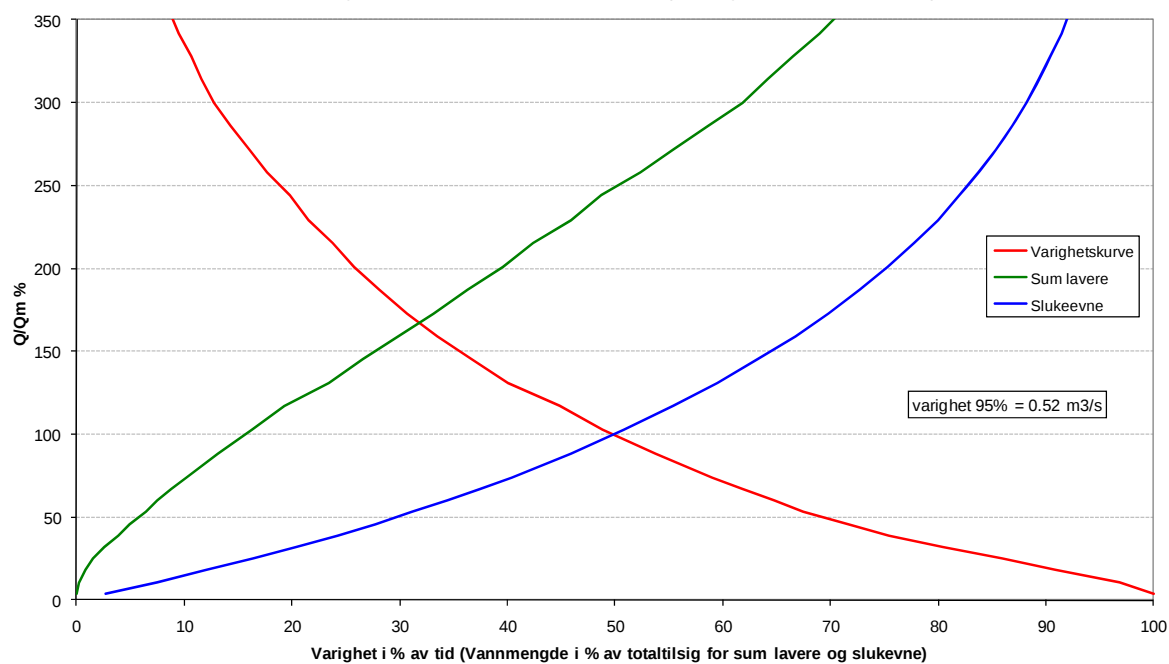
Kommentarer ved behov.

For å vise endringene i vannføringsforholdene i Dalelva er det valgt tre referansepunkter i vassdraget. Det første punktet er nedstrøms inntaket (dam). Det andre punktet er rett oppstrøms samløpet mellom Dalelva og Bordalselva. På strekningen som får redusert vannføring, ligger Rullestadgjuvet. For å illustrere vannføringen gjennom Rullestadgjuvet er det valgt et tredje referansepunkt rett nedstrøms samløpet mellom Dalelva og Bordalselva. Restfeltet fra samløpet mellom Dalelva og Bordalselva til utløpet av kraftverket er lite og bidrar med lite tilsig til Dalelva ($A = 0,71 \text{ km}^2$, $Q_m = 0,042 \text{ m}^3/\text{s}$). Vannføringen ved referansepunktet etter samløpet er derfor representativ for hele elvestrekningen i Rullestadgjuvet.

1.3 Varighetskurve²⁸ og beregning av nyttbar vannmengde

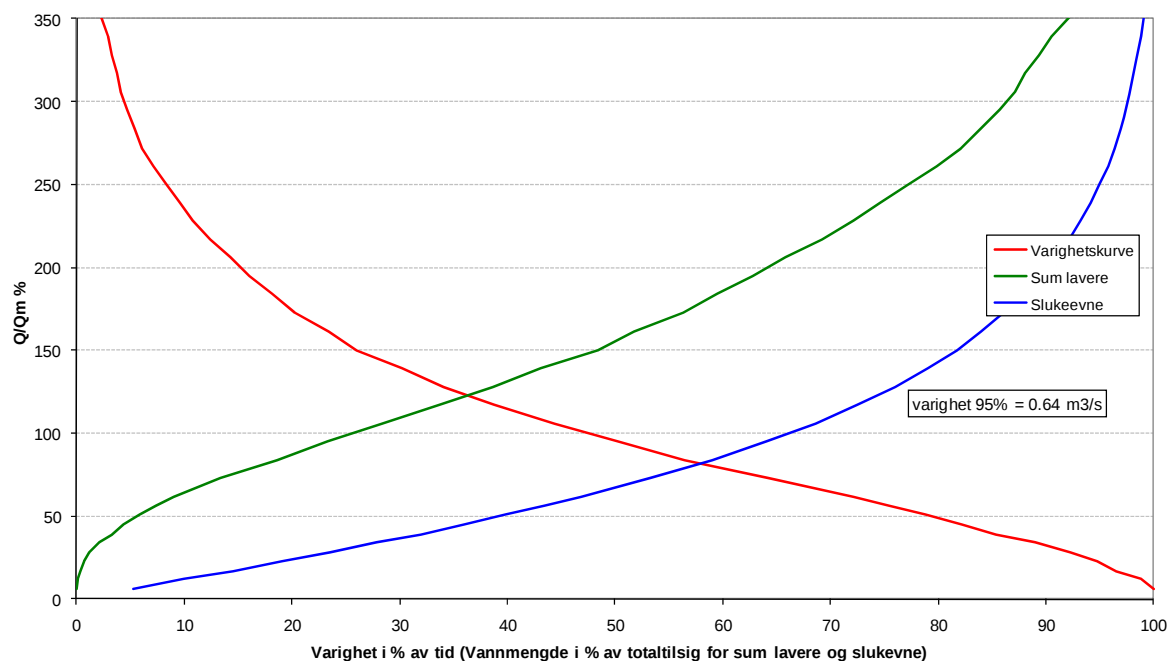
Varighetskurver sommer (1/5 - 30/9), Rullestad 2, Dalelva ved inntak, 1974 - 2008

Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 3.81 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddel $Q = 5.52 \text{ m}^3/\text{s}$)

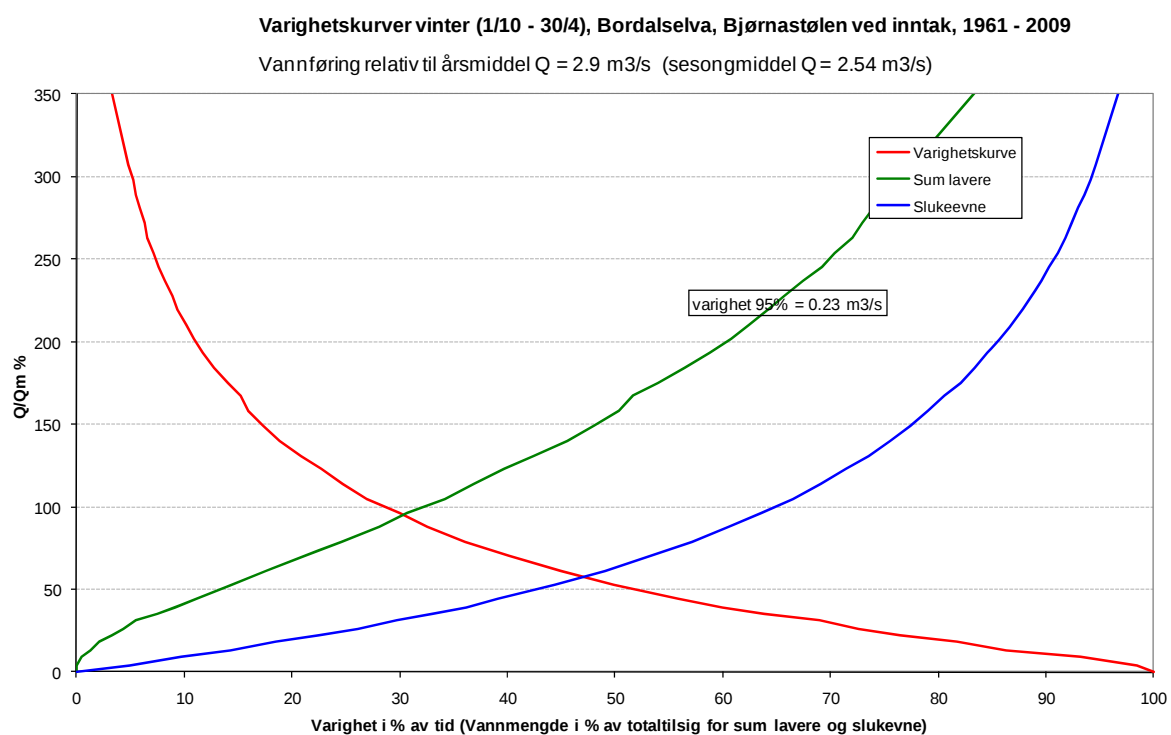
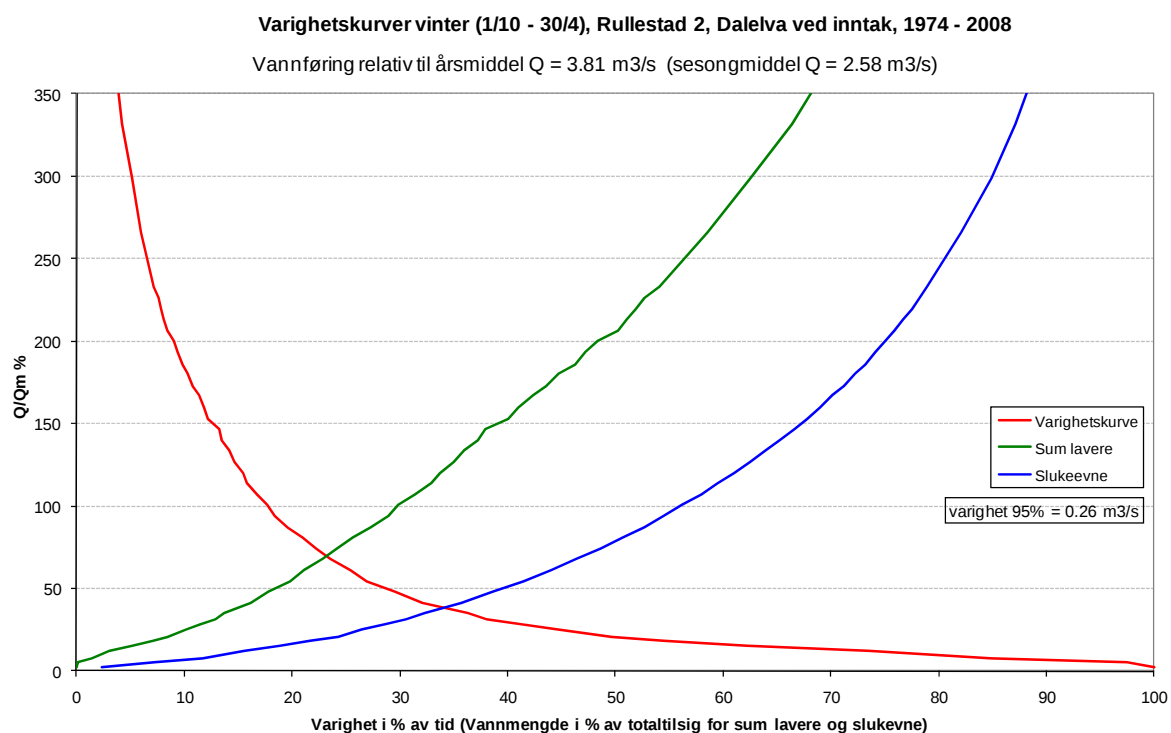


Varighetskurver sommer (1/5 - 30/9), Bordalselva, Bjørnastølen ved inntak, 1961 - 2009

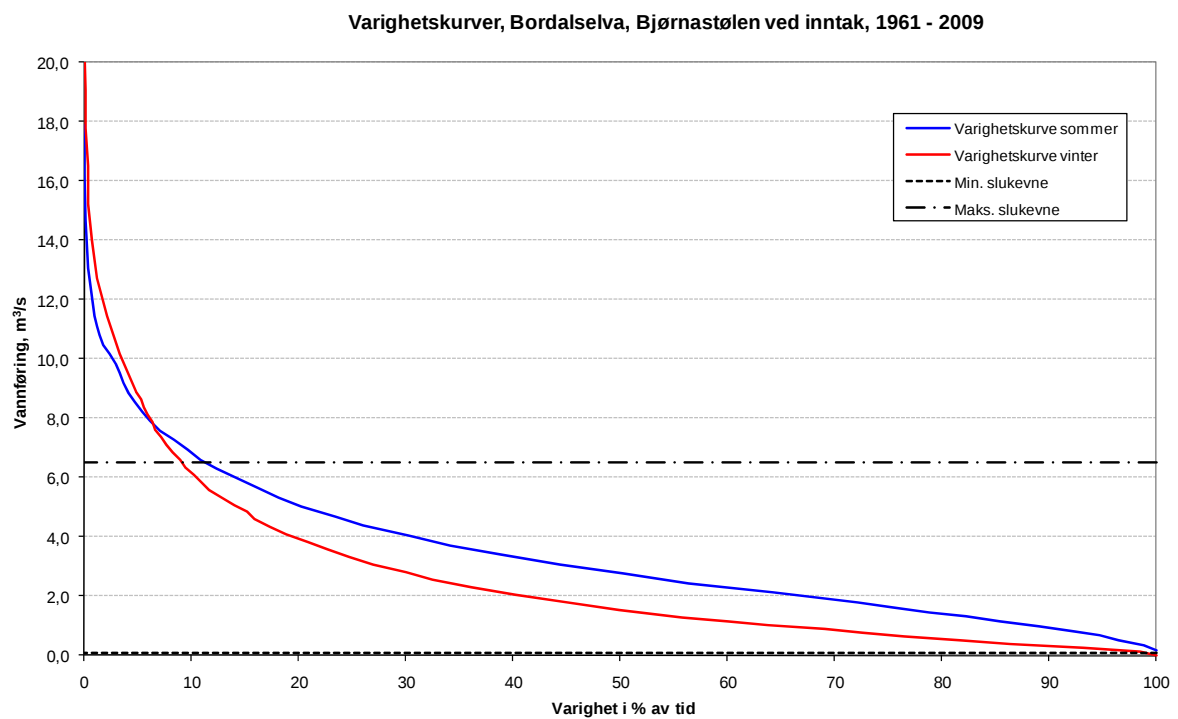
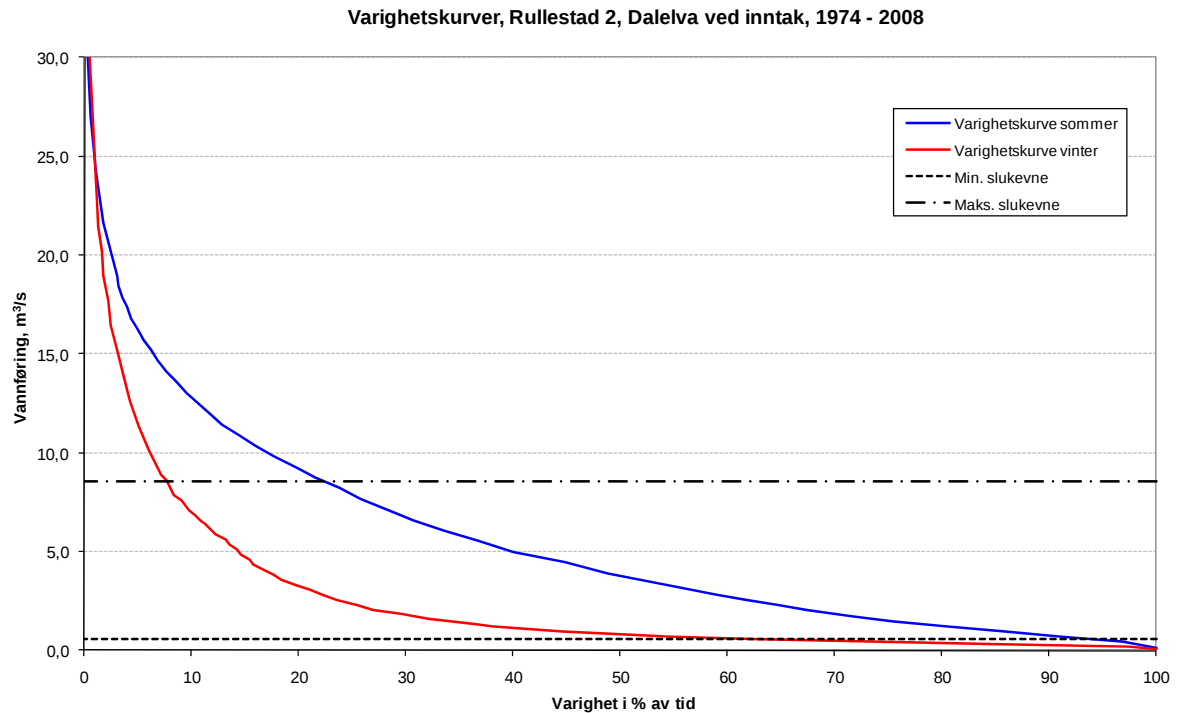
Vannføring relativ til årsmiddel $Q = 2.9 \text{ m}^3/\text{s}$ (sesongmiddel $Q = 3.39 \text{ m}^3/\text{s}$)



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



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



Figur 11. Varighetskurve, kurve for flomtap og for tap av vann i lavvannsperioden (år).

1.3.1 Kraftverkets største og minste slukeevne

	Maks	Min
Kraftverkets slukeevne (m ³ /s)	15,10	1,01

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

Inntak Dalelva	Tørt år	Middels år	Vått år
Antall dager med vannføring > maksimal slukeevne	24	50	74
Antall dager med vannføring < planlagt minstevannføring + minste slukeevne	216	157	93

Overføring Bordalselva	Tørt år	Middels år	Vått år
Antall dager med vannføring > maksimal slukeevne	11	26	45
Antall dager med vannføring < planlagt minstevannføring + minste slukeevne	8	0	0

1.3.3 Beregning av nyttbar vannmengde til produksjon ved hjelp av hydrologiske data.

Tilgjengelig vannmengde ²⁹ (mill m ³)	211,6
Beregnet vanntap fordi vannføringen er større enn maks slukeevne (% av middelvannføring)	11,96
Beregnet vanntap fordi vannføringen er mindre enn min slukeevne (% av middelvannføring)	0,99
Beregnet vanntap på grunn av slipp av minstevannføring (% av middelvannføring)	8,36
Nyttbar vannmengde til produksjon (mill m ³)	166,5

Kommentarer ved behov.

--

1.4 Restfeltet³⁰

1.4.1 Informasjon om restfelt.

Inntaket og utløpets høyde (moh)	296	105
Lengde på elva mellom inntak og kraftverk ³¹ (m)	2130	
Restfeltets areal	5,01	
Tilslig fra restfeltet ved utløpet (m ³ /s)	0,42	

1.5 Karakteristiske vannføringer i lavvannsperioden og minstevannføring.

1.5.1 Karakteristiske vannføringer i lavvannsperioden og planlagt minstevannføring.

Inntak Dalelva	År	Sommer (1/5 – 30/9)	Vinter (1/10 – 30/4)
Alminnelig lavvannføring (m ³ /s)	0,24	-----	-----
5-persentil ³² (m ³ /s)	0,27	0,52	0,26
Planlagt minstevannføring (m ³ /s)	-	0,52	0,26

Overføring Bordalselva	År	Sommer (1/5 – 30/9)	Vinter (1/10 – 30/4)
Alminnelig lavvannføring (m ³ /s)	0,28	-----	-----
5-persentil ³³ (m ³ /s)	0,27	0,63	0,23
Planlagt minstevannføring (m ³ /s)	-	0,32	0,12

Kommentarer ved behov.

--

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 I hht NVEs stasjonsnett.

⁷ En konstant som multipliseres med dataserien ved sammenligningsstasjonen for å lage en serie som beskriver variasjoner i vannføringen i kraftverkets nedbørfelt.

⁸ Med reguleringer menes her regulering av innsjø eller overføring inn/ut av naturlig nedbørfelt.

⁹ Feltparametere for sammenligningsstasjon kan leses fra NVEs database Hydra 2 ved bruk av programmet HYSOPP.

¹⁰ 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: $100 \sum (A_i \cdot a_i) / A^2$ 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.

¹¹ Snaufjellandel. Andel snaufjell beregnes som arealandel over skoggrensen fratrukket eventuelle breer, sjøer og myrer over skoggrensen.

¹² På hvilken tid av året (vår, sommer, høst, vinter) inntreffer hhv flom og lavvann?

¹³ Middelavrenning i normalperioden 1961-1990. Inneholder usikkerhet på i størrelsesorden $\pm 20 \%$.

¹⁴ Beregnet for sammenligningsstasjonen i observasjonsperioden eller den perioden som ligger til grunn for beregningen.

¹⁵ Feltparametere for sammenligningsstasjon kan leses fra NVEs database Hydra 2 ved bruk av programmet HYSOPP.

¹⁶ 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: $100 \sum (A_i \cdot a_i) / A^2$ 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.

¹⁷ Snaufjellandel. Andel snaufjell beregnes som arealandel over skoggrensen fratrukket eventuelle breer, sjøer og myrer over skoggrensen.

¹⁸ På hvilken tid av året (vår, sommer, høst, vinter) inntreffer hhv flom og lavvann?

¹⁹ Middelavrenning i normalperioden 1961-1990. Inneholder usikkerhet på i størrelsesorden $\pm 20 \%$.

²⁰ Beregnet for sammenligningsstasjonen i observasjonsperioden eller den perioden som ligger til grunn for beregningen.

²¹ For tilsiget til kraftverkets inntakspunkt

²² For hver dag gjennom året (døgnverdi: januar-desember) plottes hhv middel/median- og minimumsvannføringen over en lang årrekke (helst 20-30 år med døgndata).

²³ For hver dag gjennom året (døgnverdi: januar-desember) plottes maksimumsvannføringen over en lang årrekke (helst 20-30 år med døgndata).

²⁴ Årsmiddel for hvert år i observasjonsperioden.

²⁵ Tørt år må angis (f.eks året i observasjonsperioden med laveste årsvolum). Vannføringsvariasjoner (døgnmiddel) før og etter inngrep vises i samme diagram (januar – desember).

²⁶ 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).

²⁷ Vått år må angis (f.eks året i observasjonsperioden med høyest årsvolum). Vannføringsvariasjoner (døgnmiddel) før og etter vises i samme diagram (januar – desember).

²⁸ 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.

²⁹ Normalavløp 1961-1990 (eller forventet gjennomsnittlig årlig avløp).

³⁰ Med restfelt menes arealet mellom inntakspunkt og kraftverk.

³¹ Lengde i opprinnelig elveløp og ikke korteste avstand.

³² Den vannføringen som underskrides 5% av tiden.

³³ Den vannføringen som underskrides 5% av tiden.