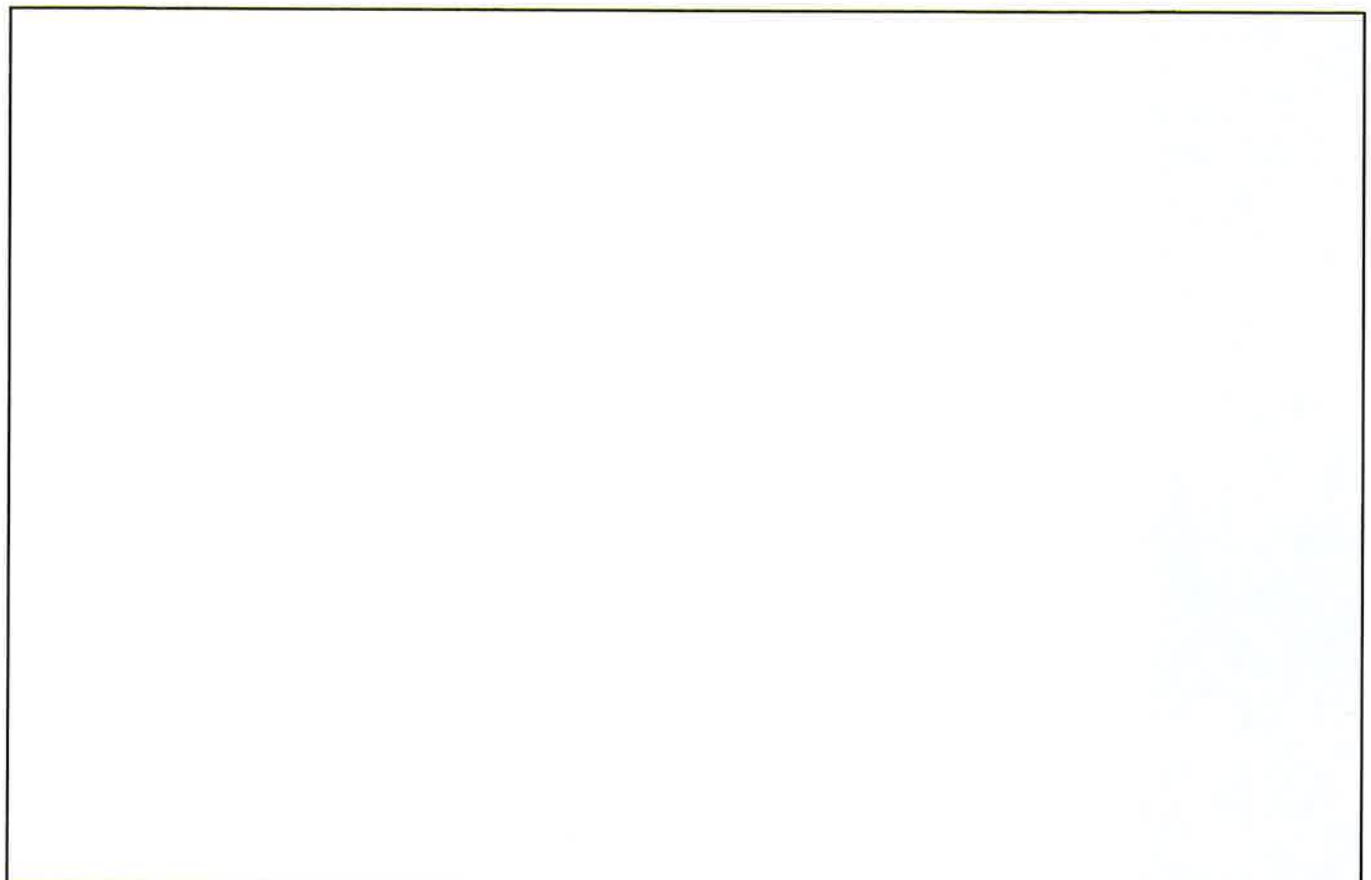


Skagerak Kraft AS

5000089

Konsekvensutredninger Sauland Kraftverk
Hydrologi

September 2009



Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS, og inngår som en delutredning innenfor oppdraget "Sauland Kraftverk". Opphavsretten tilhører Skagerak Kraft AS.

Oppdragsgiver: Skagerak Kraft AS.

Sak Konsekvensutredninger Sauland Kraftverk Konsekvensutredning Hydrologi	Dato September 2009
	Utarbeidet av James Lancaster og Franziska Ludescher-Huber
	Fagkontrollert av Dan Lundquist
	Godkjent av Helge Flæte

Norconsult 	Oppdragsnummer 5000089	Dokumentbetegnelse KU Hydrologi	Revisjon 4
---	---------------------------	------------------------------------	---------------

Sammendrag

Utbyggingsplanene omfatter utbygging av to fall i samme kraftstasjon. Sauland 1 utnytter det ca. 111,5 meter høye fallet i Hjartdøla fra Hjartsjø (kt. 157,5) til nedstrøms Omnesfossen (kt. 46,0), mens Sauland 2 utnytter det ca. 351 m høye fallet mellom Sønderlandsvatnet (kt. 397,25) og Hjartdøla nedstrøms Omnesfossen (kt. 46,0).

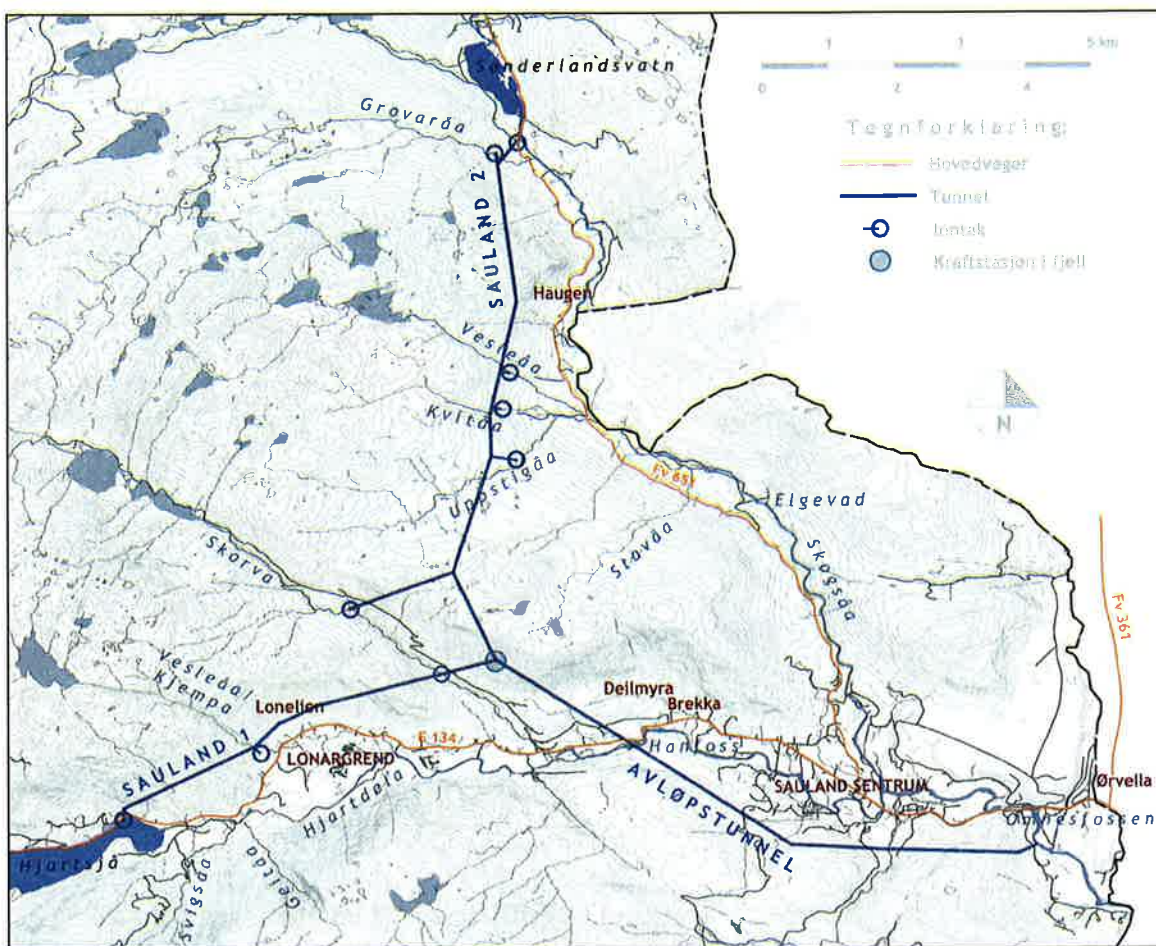
I tillegg til Hjartdøla vil også avløpet fra Vesleåa/Kjempa og nedre del av nedbørfeltet til Skorva bli tatt inn på tilløpstunnelen til Sauland 1.

Avløpet fra bekkene Grovaråa, Vesleåa, Kvitåa, Uppstigåa vest for Skogsåa, og øvre del av nedbørfeltet til Skorva, vil bli tatt inn på tilløpstunnelen til Sauland 2.

Undersøkelsen har tatt utgangspunkt i følgende slukevner:

Sauland 1: 28 m³/s

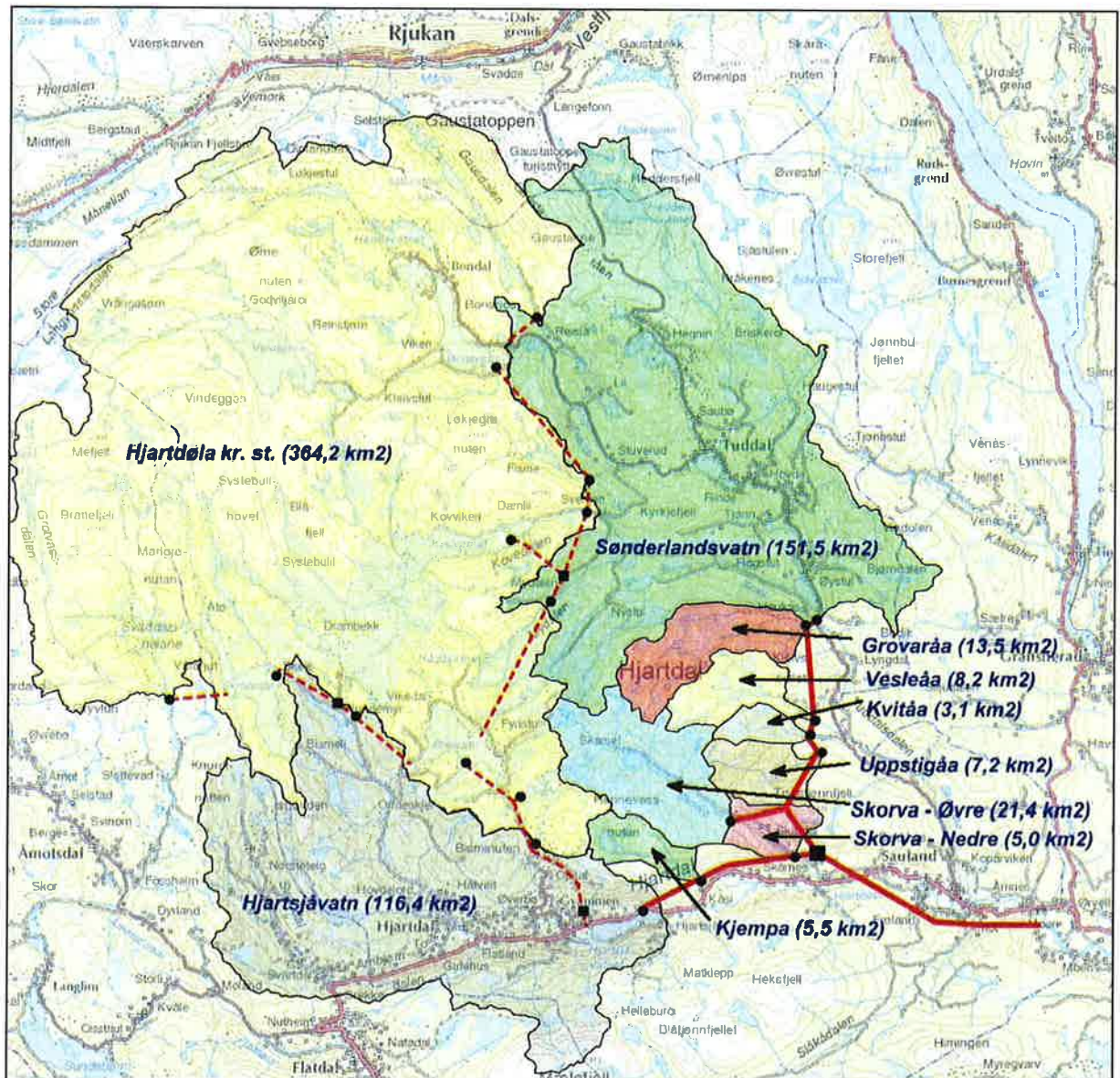
Sauland 2: 17 m³/s



Figur 1 Utbyggingsplan

Nedbørfelt og tilsig

Nedbørfeltet til Sauland kraftverk omfatter uregulerte og regulerte delområder. Tilsiget til Hjartsjø er delvis regulert, da det ligger flere magasiner oppstrøms Hjartdøla kraftverk som har utløp i Hjartsjø. Tilsiget til Sønderlandsvatnet og til bekkeinntakene er uregulert.



Figur 2 Nedbørfelt til Sauland kraftverk.

Ved utbygging av Hjartdøla kraftverk (satt i drift 1958) ble vassføringen i Hjartdøla betydelig økt, mens den ble sterkt redusert i Skogsåa, da vann fra Skogsåa ble overført til Hjartdøla kraftverk.

Nedbørfelt Sauland 1

Hjartdalsutbyggingen (Sauland 1) får inntak i Hjartsjø og vil utnytte produksjonsvannet fra Hjartdøla kraftstasjon, samt avløpet fra Hjartsjø lokalfelt og to sidevassdrag

(Vesleåa/Kjempa og nedre Skorva) som tas inn på driftstunnelen. Sauland 1 har inntak i Hjartsjå (HRV kt. 157,5).

Nedbørfeltet for Sauland 1 er 491 km² med midlere årstilsig ca. 439 mill. m³, tilsvarende en middelvassføring på 13,9 m³/s.

Nedbørfelt Sauland 2

Skogsåagrenen (Sauland 2) får inntak i Sønderlandsvatn, og vil utnytte avløpet fra restfeltet oppstrøms som ikke er overført til Hjartdøla, samt fem mindre sideelver som tas inn på driftstunnelen. Sauland 2 utnytter det uregulerte avløpet fra nedbørfeltet til Sønderlandsvatn fra kt. 397,25 (ca. 151,5 km²), samt de uregulerte nedbørfeltene over kt. 430 til Grovaråa (13,5 km²), Vesleåa (8,2 km²), Kvitåa (3,1 km²), Uppstigåa (7,2 km²) og øvre Skorva (21,4 km²).

Sauland 2 sitt totale nedbørfelt er 205 km². Dette gir et midlere årstilsig på ca. 172 - 177ⁱ mill. m³, tilsvarende en middelvassføring på ca. 5,5 m³/s.

Vassføring i elvene Hjartdøla, Skogsåa og Heddøla

Vassføringsvariasjon i Hjartdøla

Etter at Hjartdøla kraftverk ble satt i drift, har vassføringen i Hjartdøla vært preget av produksjonsmønsteret i Hjartdøla kraftverk. Etter utbygging av Sauland kraftverk vil vassføringsvariasjonen stort sett være uavhengig av driften i Hjartdøla kraftverk. Vassføringen vil ofte være redusert til minstevassføringen og tilsiget fra restfeltene.

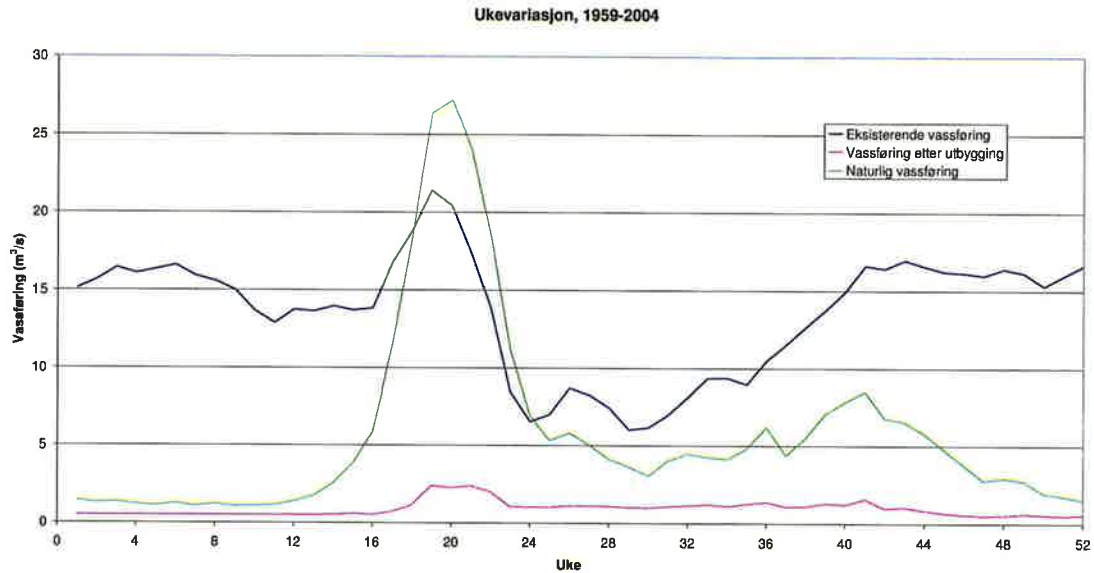
Minstevassføringen i Hjartdøla vil sikres gjennom tilpasset drift i Hjartdøla kraftverk, og vassføringen i Hjartdøla vil ikke underskride 0,5 m³/s om vinteren og 1,0 m³/s om sommeren. I tørre perioder øker derfor vassføringen med utbyggingen av Sauland kraftverk noe.

Tabell 1 Foreslått minstevassføring i Hjartdøla fra Hjartsjå

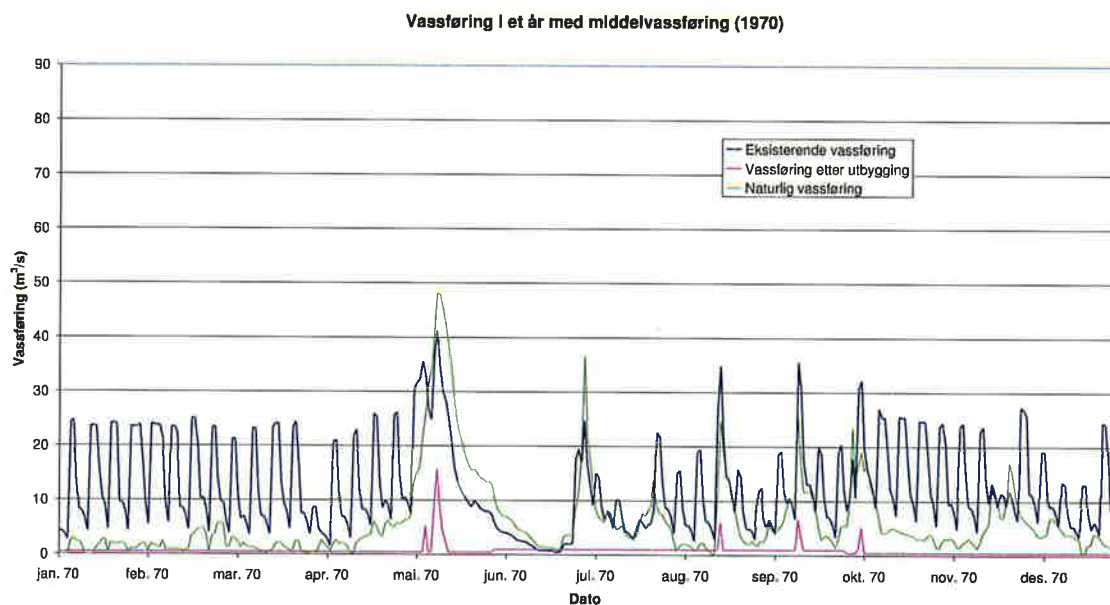
Periode	Minstevassføring (m ³ /s)
Sommer (1.6.-30.09.)	1,0
Vinter (1.10.-31.5.)	0,5

Tabell 2 Vassføring nedenfor utløpet av Hjartsjå: naturlig vassføring (før utbygging av Hjartdøla kraftverk), eksisterende vassføring (med Hjartdøla kraftverk) og etter utbygging av Sauland kraftverk.

	m ³ /s		
	Naturlig vassføring	Eksisterende vassføring (med Hjartdøla kraftverk)	Etter utbygging av Sauland kraftverk
Middelvassføring	5,8	13,6	0,9
Median vassføring	2,4	14,2	0,5
Q₉₅	0,4	1,3	0,5



Figur 3 Årsprofil for middelvassføring nedenfor inntaket til Sauland 1: naturlig vassføring (før utbygging av Hjartdøla kraftverk), eksisterende vassføring (med Hjartdøla kraftverk) og vassføring etter utbygging av Sauland kraftverk



Figur 4 Vassføringsvariasjon nedenfor inntaket til Sauland 1 i året nærmest middelvassføring. Figuren er basert på verdier med døgnoppløsning, slik at de sterke endringene i løpet av uken ved eksisterende vassføring er synlige.

Vassføringsvariasjon i Skogsåa

Variasjonsmønsteret i Skogsåa vil følge et naturlig årsprofil også etter utbygging av Sauland kraftverk. Vassføringen, som allerede er betydelig redusert siden utbyggingen av Hjartdøla kraftverk, vil reduseres ytterligere ved utbyggingen av Sauland kraftverk.

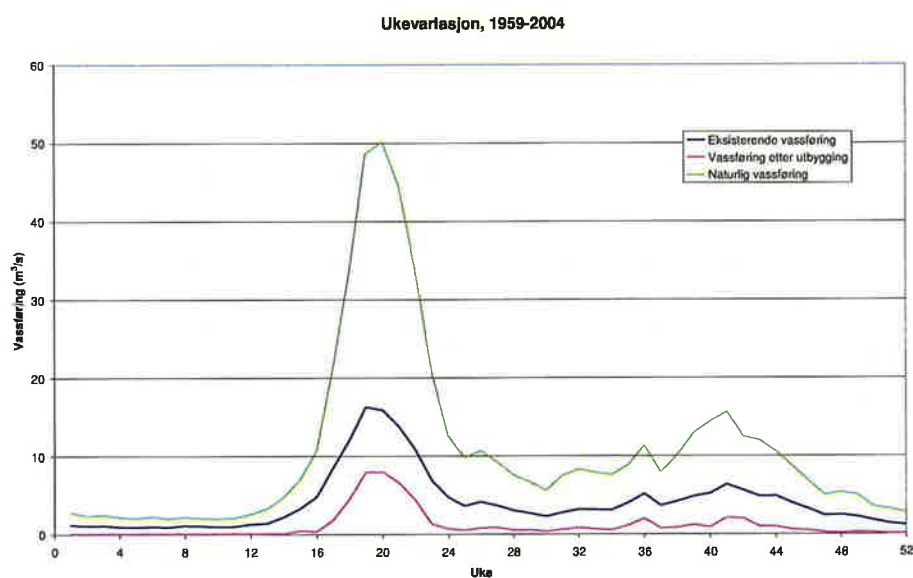
Tabell 3 Foreslått minstevassføring i Skogsåa fra Sønnerlandsvatnet

Periode	Minstevassføring (m ³ /s)
Sommer (1.6.-30.09.)	0,36
Vinter (1.10.-31.5.)	0,1

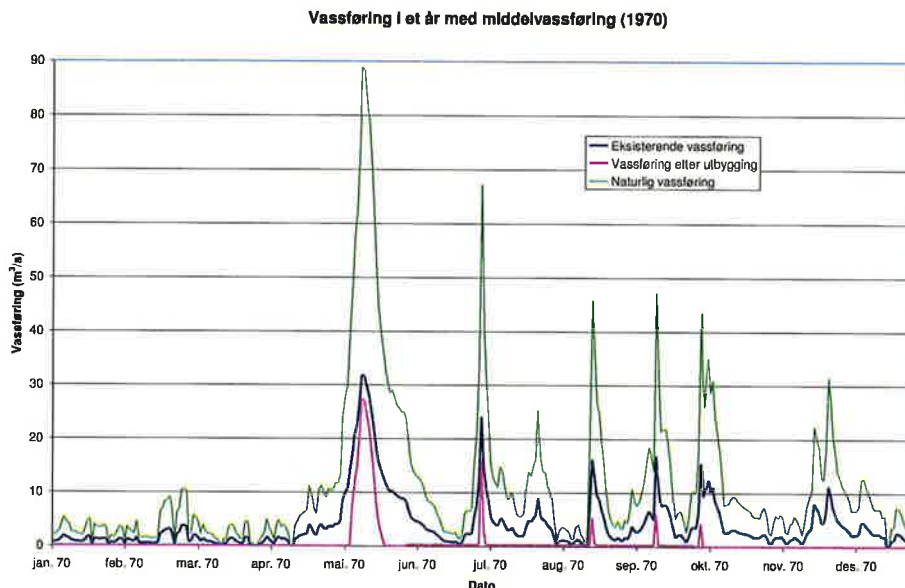
De nederste 0,35 m av reguleringshøyden i Sønnerlandsvatnet vil brukes for å sikre minstevassføring i Skogsåa. På grunn av for liten magasin størrelse kan ikke minstevassføringen i Skogsåa garanteres.

Tabell 4 Vassføring nedenfor utløpet av Sønnerlandsvatnet: naturlig vassføring (før utbygging av Hjartdøla kraftverk), eksisterende vassføring (med Hjartdøla kraftverk) og etter utbygging av Sauland kraftverk

	m ³ /s		
	Naturlig vassføring	Eksisterende vassføring (med Hjartdøla kraftverk)	Etter utbygging av Sauland kraftverk
Middelvassføring	10,74	4,11	1,15
Median vassføring	4,4	1,8	0,10
Q₉₅	0,73	0,30	0,10



Figur 5 Årsprofiler for middelvassføring nedenfor inntaket til Sauland 2: naturlig vassføring (før utbygging av Hjartdøla kraftverk), eksisterende vassføring (med Hjartdøla kraftverk) og etter utbygging av Sauland kraftverk.



Figur 6 Vassføringsvariasjon nedenfor inntaket til Sauland 2 i året nærmest middelvassføring: naturlig vassføring, eksisterende vassføring (med Hjartdøla kraftverk) og etter utbygging av Sauland kraftverk.

Vassføringsvariasjon i Heddøla ved Omnesfossen

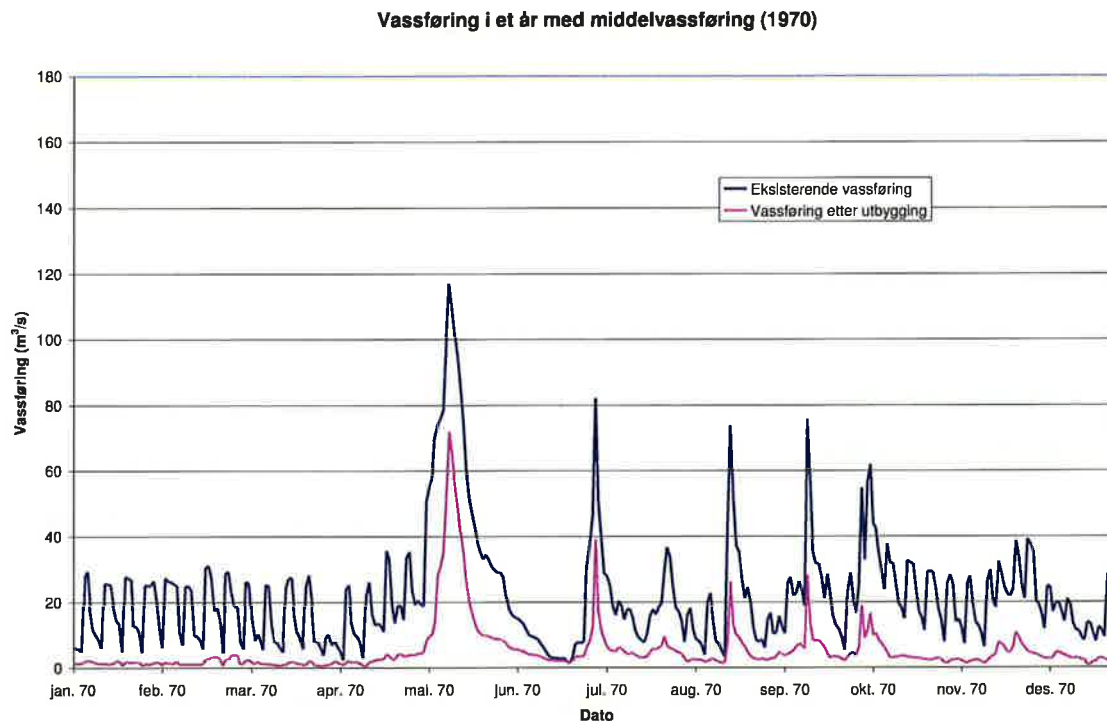
Skagerak Kraft praktiserer et minstevassføringsregime i Hjartdøla med Omnesfossen som referansepunkt. Gjennom tilpasset drift i Hjartdøla kraftverk slippes nok vann fra Hjartsjø til at Omnesfossen fører $1 \text{ m}^3/\text{s}$ i vinterperioden (1.10.-31.5.) og $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ i sommerperioden (1.6.-30.09.). Ordningen er foreslått videreført etter utbygging av Sauland kraftverk.

Vassføringen oppstrøms kraftstasjonsutløpet etter utbygging vil tilsvare 24 % av vassføringen før utbygging ($5,6 \text{ m}^3/\text{s}$ mot $23,0 \text{ m}^3/\text{s}$ i gjennomsnitt).

Tabell 5 Vassføring ved Omnesfossen oppstrøms utløpet fra Sauland kraftverk: eksisterende vassføring og vassføring etter utbygging av Sauland kraftverk

	Eksisterende vassføring (med Hjartdøla kraftverk) i m^3/s	Vassføring etter utbygging av Sauland kraftverk i m^3/s
Middelvassføring	23,0	5,6
Median vassføring	19,2	2,5
Q₉₅	3,3	1,0

Figuren nedenfor viser konsekvensene for vassføringen ved Omnesfossen, oppstrøms utløpet av Sauland kraftverk. Vassføringen reduseres betydelig etter utbygging, men vassføringsregimet vil ikke lenger være påvirket av driften av Hjartdøla kraftverk og dermed være mer lik naturlig vassføring.



Figur 7 Vassføringsvariasjon ved Omnesfossen umiddelbart oppstrøms utløpet fra Sauland kraftverk i året nærmest middelvassføring, før og etter utbygging.

Nedenfor utløpet fra Sauland kraftverk vil vassføringen i døgngjennomsnitt praktisk talt være uforandret. Pga skvalpekjøringen vil vassføringen i utløpet derimot kunne variere.

Sauland 2 med slukevne $6 + 11 \text{ m}^3/\text{s}$ vil kunne skvalpeskjøres i enkelte perioder med lite tilsig. Skvalepekjøringen vil da vanligvis gjøres med den minste maskinen på bestpunkt for maskinen. Dette vil resultere i tilsvarende vassføringsendringer i utløpet.

Sauland 1 med $28 \text{ m}^3/\text{s}$ slukevne vil få størstedelen av tilsiget fra Hjartdøla kraftverk som kjøres med døgnerregulering. Sauland 1 vil bli samkjørt med Hjartdøla kraftverk og vil derfor følge døgnerreguleringen i Hjartdøla kraftverk som stort sett innebærer at kraftverket går på dellast eller står nattetid og i helgene. Kraftverket forutsettes kjørt med myke overganger.

Sidebekker

Bekkene vil bli sterkt påvirket av utbyggingen med Sauland kraftverk. Nedstrøms bekkinntakene vil det svært sjeldent forekomme flomoverløp.

Tilsig fra restfeltene vil sikre en viss vassføring i bekkene før samløpene med Hjartdøla og Skogsåa.

Følgende tabell viser beregnet avløp for restfeltene. Medianavløpet kan gjelde som en representativ verdi – halvparten av dagene i året er avløpet høyere, mens den er lavere den andre halvparten. Midlere avløp er derimot sterkt påvirket av dager med høy avrenning.

Tabell 6 Avløp fra bekkenes restfelt oppstrøms samløp med Skogsåa eller Hjartdøla.

	Midlere avløp	Medianavløp
Grovaråa	10 l/s	4 l/s
Oppstigåa (nedstrøms samløp med Kvitåa)	40 l/s	10 l/s
Vesleåa	5 l/s	2 l/s
Skorva	30 l/s	10 l/s
Vesleåa/Kjempa	60 l/s	20 l/s

Flomvassføring

Nedenfor inntakene

Overløpet over inntaksdammene vil bli utformet slik at naturlige flommer ikke øker. Flommene nederst i utbyggingsstrekningen vil bli redusert med den vassføringen som går gjennom kraftstasjonen.

Bekkeinntakene ligger høyere enn hovedinntakene. Tilsiget fra disse vil derfor tas inn i kraftverket før vann tas inn fra hovedinntakene. Ved samlet tilsig høyere enn kraftverkets slukevne vil først magasinene bli oppfylt, deretter slippes vannet forbi hovedinntakene.

Vassføringsreduksjonen pga. utbygging av Sauland kraftverk kan være liten ved høye flomvassføringer.

For inntak Sønderslandsvatn er det beregnet flomvassføringer som er vist i tabell 7.

Tabell 7 Ulike flommer til inntak Sønderslandsvatn (år).

HELE ÅRET	Faktor		Vannmerke 16.122 Grovåi [m ³ /s]	Inntak Sønderslandsvatn døgnmiddel [m ³ /s]	Inntak Sønderslandsvatn momentanverdi [m ³ /s]
Q ₁₀ /Q _m	1.5	Q10	22	81	131
Q ₁₀₀ /Q _m	2.1	Q100	31	115	186
Q ₅₀₀ /Q _m	2.5	Q500	37	136	220
Q ₁₀₀₀ /Q _m	2.7	Q1000	39	144	234

Flomvassføring ved Omnesfossen

NVE har beregnet 10års flommen (Q10) til 135 m³/s i Hjartdøla oppstrøms samløpet med Skogsåa.

Flommer som er mindre enn Q10 er i en størrelsesorden, der reduksjonen i vassføringen gjennom Sauland kraftverk med maksimalt 28 m³/s (=slukevne Sauland 2), vil være tydelig.

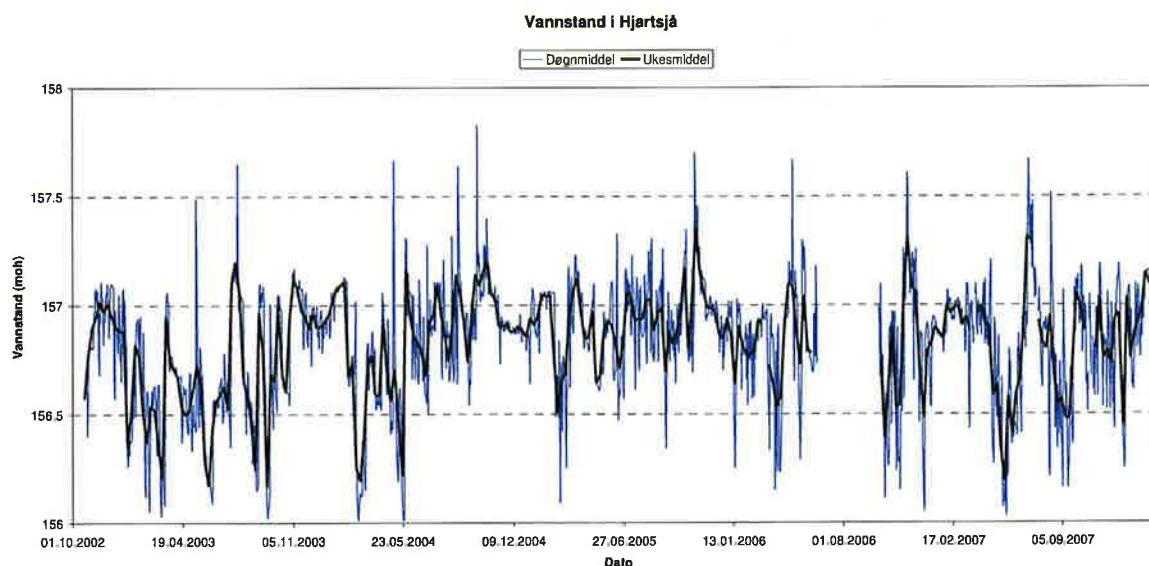
Flommer som er større enn 10års flommen vil Sauland kraftverk redusere i mindre grad.

Ved Omnesfossen er flomspissene enda større (Q10=360 m³/s) og reduksjonen med maks 45 m³/s (=slukevne Sauland 1+2) vil antageligvis ikke være synlig.

Vannstand i Hjartsjá og Sønderlandsvatn

Hjartsjá

Vannstanden i Hjartsjá varierer kraftig i dag (se figur 8).



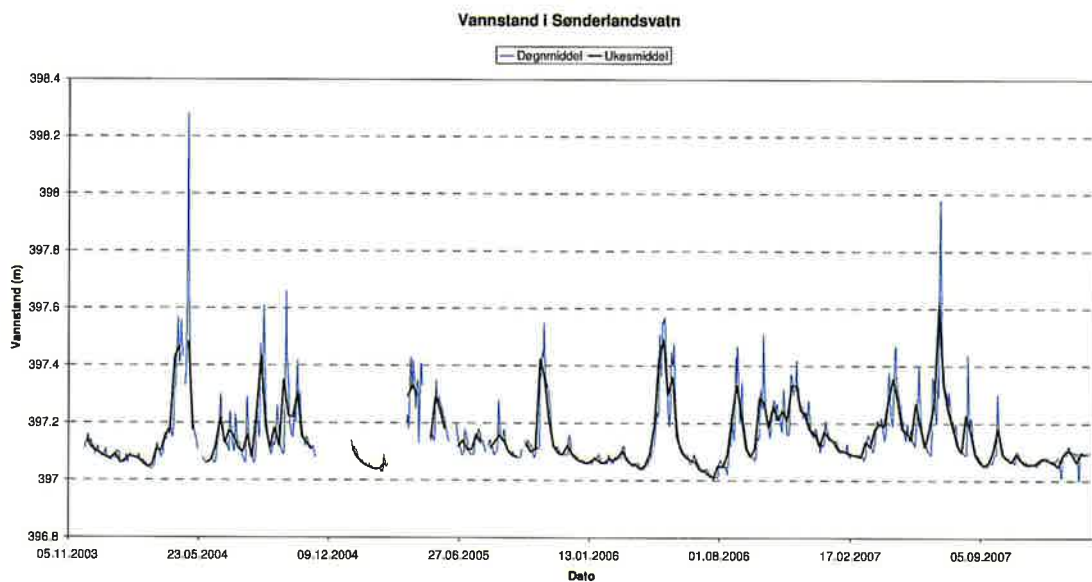
Figur 8 Vannstandsvariasjonen i Hjartsjá fra 2002 til 2007. Reguleringsgrensene vil være uforandret etter utbygging: HRV på kt. 157,5 og LRV på 155,7.

Eksisterende utløpskonstruksjon erstattes med en betongterskel med overløpskrone på kt. 157,5. I driften av Sauland Kraftverk vil en forholde seg til eksisterende reguleringsgrenser for Hjartsjá (LRV på kt. 155,7; HRV på kt. 157,5), selv om det vil forekomme dager hvor vannstanden kan stige over kt. 157,5 og med betydelig vassføring i elva. Magasinvolument i Hjartsjá er ca. 1,9 mill. m³.

Sønderlandsvatn

Vannstand i Sønderlandsvatn varierer kraftig i dag (Figur 9). I forbindelse med utbygging av Sauland kraftverk er det planlagt å rive den eksisterende damterskelen og erstatte den med en ny dam. Magasinvolument er 0,45 mill. m³.

Vannstanden i magasinet skal reguleres mellom kt. 396,25 (LRV) og kt. 397,25 (HRV). De nederste 0,35 m av reguleringshøyden i Sønderlandsvatnet vil brukes for å sikre minstevassføring i Skogsåa. Den nedre driftsgrensen vil derfor være kt. 396,6. Det vil forekomme dager med overløp og betydelig vassføring i elva.



Figur 9 Vannstandsvariasjon i Sønderlandsvatn fra 2003 til 2007. Planlagt regulering: HRV på kt. 397,25, nedre driftsgrense på kt. 396,6 og LRV på 396,25.

1	PLANLAGT TILTAK	1
2	NEDBØRFELT OG TILSIG.....	2
2.1	NEDBØRFELT.....	2
2.2	TILSIGSRUNNLAG	5
2.3	NORMALAVRENNING.....	5
2.4	TILSIG TIL SAULAND KRAFTVERK	6
2.5	TILSIGSSERIE SAULAND 1	9
2.6	TILSIGSSERIE SAULAND 2	9
2.7	VARIGHETSKURVER.....	10
2.8	AVLØP FRA RESTFELT	11
3	FLOMMER, LAVVASSFØRING OG MINSTEVASSFØRING.....	12
3.1	FLOMMER NEDSTRØMS INNTAKENE.....	12
3.2	FLOMVASSFØRING VED OMNESFOSSEN	14
3.3	KARAKTERISTISKE LAVVASSFØRINGER.....	14
3.4	MINSTEVASSFØRING.....	15
4	VASSFØRINGSVARIASJON I ELVENE.....	18
4.1	VALG AV ET TØRT ÅR, ET VÅTT ÅR OG ÅRET NÆRMEST MIDDELVASSFØRING.....	20
4.2	HJARTDØLA NEDENFOR UTLØP HJARTSJÅ.....	20
4.3	NEDSTRØMS SAMLØPET MELLOM HJARTDØLA OG SKORVA.....	23
4.4	HJARTDØLA VED ÅMOT (FØR SAMLØPET MED SKOGSÅA).....	26
4.5	BEKKEINNTAKENE.....	29
4.6	UTLØP AV SØNDERLANDSVATN.....	31
4.7	SKOGSÅA VED ELGEVAD	35
4.8	SKOGSÅA VED ÅMOT (OPPSTRØMS SAMLØPET MED HJARTDØLA).....	38
4.9	OMNESFOSSEN OPPSTRØMS UTLØPET FRA SAULAND KRAFTVERK.....	41
4.10	NEDENFOR KRAFTVERKETS UTLØP	44
5	VANNUTNYTTELSE I SAULAND KRAFTVERK.....	48
6	VANNSTANDER I HJARTSJÅ OG SØNDERLANDSVATN	49
6.1	HJARTSJÅ	49
6.2	SØNDERLANDSVATN.....	49
7	REFERANSER.....	51

TABELLER	
TABELL 2-1 DELNEDBØRFELT (NEDBØRFELTNUMMER REFERERER TIL FIGUR 2-2)	2
TABELL 2-2 NEDBØRFELT OG RESTFELT.....	5
TABELL 2-3 TILSIG TIL INNTAKENE, NORMALPERIODE 1961-1990	8
TABELL 2-4 TILSIG TIL INNTAKENE, 1959-2004	8
TABELL 2-5 BEREGNET TILSIG TIL SAULAND 1 OG SAULAND 2.....	8
TABELL 2-6 TILSIG TIL INNTAK HJARTSJÅ	9
TABELL 2-7 AVLØPET FRA UTVALGTE RESTFELT OPPSTRØMS SAMLØP MED SKOGSÅA ELLER HJARTDØLA (PERIODE 1961-1990)	12
TABELL 3-1 OPPLYSNINGER OM FLOMMER VED VANNMERKE GROVÅI	12
TABELL 3-2 ULIKE FLOMMER TIL INNTAK SØNDERLANDSVATN (VÅR)	13
TABELL 3-3 ULIKE FLOMMER TIL INNTAK SØNDERLANDSVATN (HØST).....	13
TABELL 3-4 ULIKE FLOMMER TIL INNTAK SØNDERLANDSVATN (ÅR)	13
TABELL 3-5 FLOMVERDIER (KULMINASJON) FOR HJARTDØLA OG HEDDØLA, KILDE: NVE.	14
TABELL 3-6 KARAKTERISTISKE LAVVASSFØRINGER VED OMNESFOSSEN	14
TABELL 3-7 SKAGERAK KRAFTS SELVPÅLAGTE MINSTEVASSFØRINGSMÅL I OMNESFOSSEN:	15
TABELL 3-8 FORESLÅTT MINSTEVASSFØRING I HJARTDØLA FRA HJARTSJÅ (GARANTERES)	15
TABELL 3-9 FORESLÅTT MINSTEVASSFØRING I SKOGSÅA FRA SØNDERLANDSVATNET	15
TABELL 3-10 TØRRE PERIODER, HJARTSJÅ, SIMULERINGSPERIODE 1959-2004	16
TABELL 3-11 TØRRE PERIODER, SØNDERLANDSVATNET, SIMULERINGSPERIODE 1959-2004	17
TABELL 4-1 VASSFØRINGSVERDIER, MIDLERE AVLØP (ÅRSGJENNOMSNIITT) OG MEDIANVERDI, FOR PERIODEN 1959-2004.....	19
TABELL 4-2 VASSFØRING NEDENFOR UTLØPET AV HJARTSJÅ: NATURLIG VASSFØRING (FØR UTBYGGING AV HJARTDØLA KRAFTVERK), EKSISTERENDE VASSFØRING (MED HJARTDØLA KRAFTVERK) OG ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK.	21
TABELL 4-3 VASSFØRING NEDSTRØMS SAMLØPET MELLOM HJARTDØLA OG SKORVA: EKSISTERENDE VASSFØRING OG VASSFØRING ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK	23
TABELL 4-4 VASSFØRING I HJARTDØLA VED ÅMOT: EKSISTERENDE VASSFØRING OG VASSFØRING ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK	26
TABELL 4-5 EKSEMPEL PÅ VASSFØRING NEDSTRØMS ET BEKKEINNTAK: EKSISTERENDE VASSFØRING OG VASSFØRING ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK.....	29
TABELL 4-6 AVLØP FRA BEKKENES RESTFELT.....	31
TABELL 4-7 VASSFØRING NEDENFOR UTLØPET AV SØNDERLANDSVATN: NATURLIG VASSFØRING (FØR UTBYGGING AV HJARTDØLA KRAFTVERK), EKSISTERENDE VASSFØRING (MED HJARTDØLA KRAFTVERK) OG ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK	32
TABELL 4-8 VASSFØRING I SKOGSÅA VED ELGEVAD: EKSISTERENDE VASSFØRING OG VASSFØRING ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK	35
TABELL 4-9 VASSFØRING I SKOGSÅA VED ÅMOT: EKSISTERENDE VASSFØRING OG VASSFØRING ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK	38
TABELL 4-10 VASSFØRING VED OMNESFOSSEN OPPSTRØMS UTLØPET FRA SAULAND KRAFTVERK: EKSISTERENDE VASSFØRING OG VASSFØRING ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK	41
TABELL 4-11 VASSFØRING OVENFOR KRAFTVERKETS UTLØP ETTER UTBYGGING.....	41
TABELL 4-12 VASSFØRING NEDENFOR UTLØPET FRA SAULAND KRAFTVERK: EKSISTERENDE VASSFØRING OG VASSFØRING ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK.....	44
TABELL 5-1 VANNUTNYTTELSE I SAULAND 1	48
TABELL 5-2 VANNUTNYTTELSE I SAULAND 2	48
TABELL 5-3 VANNUTNYTTELSE I SAULAND KRAFTVERK (1 OG 2)	48

FIGURER

FIGUR 1-1	OVERSIKTSPLAN SAULAND KRAFTVERK.....	1
FIGUR 2-1	DELNEDBØRFELT TIL SAULAND KRAFTVERK	3
FIGUR 2-2	DEL- OG RESTFELT OPPSTRØMS UTLØPET TIL SAULAND KRAFTVERK.....	4
FIGUR 2-3	POSISJON AV VANNMERKE "16.122 GROVÅP" OG INNTAKENE SØNDERLANDSVATN OG HJARTSJÅ; KILDE FOR KARTBAKGRUNN: NVE-ATLAS.	7
FIGUR 2-4	GJENNOMSNISSLIGE ÅRSPROFILER FOR TILSIGSERIENE TIL SAULAND 1.	9
FIGUR 2-5	GJENNOMSNISSLIGE ÅRSPROFILER FOR TILSIGSSERIENE TIL SAULAND 2.....	10
FIGUR 2-6	VARIGHETSKURVE FOR TILSIG FOR SAULAND 1 FOR PERIODEN 1959 TIL 2004.....	10
FIGUR 2-7	VARIGHETSKURVE FOR TILSIG FOR SAULAND 2 FOR PERIODEN 1959 TIL 2004.....	11
FIGUR 4-1	GJENNOMSNISSLIGE ÅRSPROFILER FOR VASSFØRING NEDENFOR INNTAKET TIL SAULAND 1: NATURLIG VASSFØRING (FØR UTBYGGING AV HJARTDØLA KRAFTVERK), EKSISTERENDE VASSFØRING (MED HJARTDØLA KRAFTVERK) OG ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK.....	20
FIGUR 4-2	VARIGHETSKURVE FOR VASSFØRING NEDENFOR INNTAKET TIL SAULAND 1: NATURLIG VASSFØRING (FØR UTBYGGING AV HJARTDØLA KRAFTVERK), EKSISTERENDE VASSFØRING (MED HJARTDØLA KRAFTVERK) OG ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK	21
FIGUR 4-3	VASSFØRINGSVARIASJON NEDENFOR INNTAKET TIL SAULAND 1 I ET VÅTT ÅR: NATURLIG VASSFØRING, EKSISTERENDE VASSFØRING (MED HJARTDØLA KRAFTVERK) OG ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK.	22
FIGUR 4-4	VASSFØRINGSVARIASJON NEDENFOR INNTAKET TIL SAULAND 1 I ÅRET NÆRMEST MIDDELVASSFØRING: NATURLIG VASSFØRING, EKSISTERENDE VASSFØRING (MED HJARTDØLA KRAFTVERK) OG ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK	22
FIGUR 4-5	VASSFØRINGSVARIASJON NEDENFOR INNTAKET TIL SAULAND 1 I ET TØRT ÅR: NATURLIG VASSFØRING, EKSISTERENDE VASSFØRING (MED HJARTDØLA KRAFTVERK) OG ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK	23
FIGUR 4-6	GJENNOMSNISSLIGE ÅRSPROFILER FOR VASSFØRING I HJARTDØLA ETTER SAMLØPET MED SKORVA, FØR OG ETTER UTBYGGING	24
FIGUR 4-7	VARIGHETSKURVE FOR VASSFØRING I HJARTDØLA ETTER SAMLØPET MED SKORVA, FØR OG ETTER UTBYGGING	24
FIGUR 4-8	VASSFØRINGSVARIASJON I HJARTDØLA ETTER SAMLØPET MED SKORVA I ET VÅTT ÅR, FØR OG ETTER UTBYGGING	25
FIGUR 4-9	VASSFØRINGSVARIASJON I HJARTDØLA ETTER SAMLØPET MED SKORVA I ÅRET NÆRMEST MIDDELVASSFØRING, FØR OG ETTER UTBYGGING.	25
FIGUR 4-10	VASSFØRINGSVARIASJON I HJARTDØLA ETTER SAMLØPET MED SKORVA I ET TØRT ÅR, FØR OG ETTER UTBYGGING	26
FIGUR 4-11	GJENNOMSNISSLIGE ÅRSPROFILER FOR VASSFØRING I HJARTDØLA VED ÅMOT, FØR OG ETTER UTBYGGING	27
FIGUR 4-12	VARIGHETSKURVE FOR VASSFØRING I HJARTDØLA VED ÅMOT, FØR OG ETTER UTBYGGING.....	27
FIGUR 4-13	VASSFØRINGSVARIASJON I HJARTDØLA VED ÅMOT I ET VÅTT ÅR, FØR OG ETTER UTBYGGING.....	28
FIGUR 4-14	VASSFØRINGSVARIASJON I HJARTDØLA VED ÅMOT I ÅRET NÆRMEST MIDDELVASSFØRING, FØR OG ETTER UTBYGGING	28
FIGUR 4-15	VASSFØRINGSVARIASJON I HJARTDØLA VED ÅMOT I ET TØRT ÅR, FØR OG ETTER UTBYGGING.....	29
FIGUR 4-16	GJENNOMSNISSLIGE ÅRSPROFILER FOR VASSFØRING NEDENFOR INNTAKENE, FØR OG ETTER UTBYGGING. VASSFØRINGSVARIASJONEN VIL VÆRE DEN SAMME FOR ALLE BEKKER, MENS VANNMENGDEN VIL VARIERE ETTER NEDBØRFELTETS STØRRELSE.	30
FIGUR 4-17	VASSFØRINGSVARIASJON NEDENFOR INNTAKENE I ÅRET NÆRMEST MIDDELVASSFØRING, FØR OG ETTER UTBYGGING. ETTER UTBYGGING FORVENTES INGEN VASSFØRING UMIDDELBART NEDSTRØMS BEKKEINNTAKENE I ET TYPISK ÅR.....	30
FIGUR 4-18	VASSFØRINGSVARIASJON NEDENFOR INNTAKENE I ET ÅR MED FLOMTAP, FØR OG ETTER UTBYGGING .	31
FIGUR 4-19	GJENNOMSNISSLIGE ÅRSPROFILER FOR VASSFØRING NEDENFOR INNTAKET TIL SAULAND 2: NATURLIG VASSFØRING (FØR UTBYGGING AV HJARTDØLA KRAFTVERK), EKSISTERENDE VASSFØRING (MED HJARTDØLA KRAFTVERK) OG ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK	32
FIGUR 4-20	VARIGHETSKURVE FOR NEDENFOR INNTAKET TIL SAULAND 2: NATURLIG VASSFØRING(FØR UTBYGGING AV HJARTDØLA KRAFTVERK), EKSISTERENDE VASSFØRING (MED HJARTDØLA KRAFTVERK) OG ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK.....	33
FIGUR 4-21	VASSFØRINGSVARIASJON NEDENFOR INNTAKET TIL SAULAND 2 I ET VÅTT ÅR: NATURLIG VASSFØRING, EKSISTERENDE VASSFØRING (MED HJARTDØLA KRAFTVERK) OG ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK	33

FIGUR 4-22 VASSFØRINGSVARIASJON NEDENFOR INNTAKET TIL SAULAND 2 I ÅRET NÆRMEST MIDDELVASSFØRING: NATURLIG VASSFØRING, EKSISTERENDE VASSFØRING (MED HJARTDØLA KRAFTVERK) OG ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK	34
FIGUR 4-23 VASSFØRINGSVARIASJON NEDENFOR INNTAKET TIL SAULAND 2 I ET TØRT ÅR: NATURLIG VASSFØRING, EKSISTERENDE VASSFØRING (MED HJARTDØLA KRAFTVERK) OG ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK	34
FIGUR 4-24 GJENNOMSNIITTLIGE ÅRSPROFILER FOR VASSFØRING I SKOGSÅA VED ELGEVAD, FØR OG ETTER UTBYGGING	35
FIGUR 4-25 VARIGHETSKURVE FOR VASSFØRING I SKOGSÅA VED ELGEVAD, FØR OG ETTER UTBYGGING	36
FIGUR 4-26 VASSFØRINGSVARIASJON I SKOGSÅA VED ELGEVAD I ET VÅTT ÅR, FØR OG ETTER UTBYGGING	36
FIGUR 4-27 VASSFØRINGSVARIASJON I SKOGSÅA VED ELGEVAD I ÅRET NÆRMEST MIDDELVASSFØRING FØR OG ETTER UTBYGGING	37
FIGUR 4-28 VASSFØRINGSVARIASJON I SKOGSÅA VED ELGEVAD I ET TØRT ÅR FØR OG ETTER UTBYGGING	37
FIGUR 4-29 GJENNOMSNIITTLIGE ÅRSPROFILER FOR VASSFØRING I SKOGSÅA VED ÅMOT FØR OG ETTER UTBYGGING	38
FIGUR 4-30 VARIGHETSKURVE FOR VASSFØRING I SKOGSÅA VED ÅMOT FØR OG ETTER UTBYGGING	39
FIGUR 4-31 VASSFØRINGSVARIASJON I SKOGSÅA VED ÅMOT I ET VÅTT ÅR, FØR OG ETTER UTBYGGING.	39
FIGUR 4-32 VASSFØRINGSVARIASJON I SKOGSÅA VED ÅMOT I ÅRET NÆRMEST MIDDELVASSFØRING FØR OG ETTER UTBYGGING	40
FIGUR 4-33 VASSFØRINGSVARIASJON I SKOGSÅA VED ÅMOT I ET TØRT ÅR, FØR OG ETTER UTBYGGING	40
FIGUR 4-34 GJENNOMSNIITTLIGE ÅRSPROFILER FOR VASSFØRING VED OMNESFOSSEN UMIDDELBART OPPSTRØMS UTLØPET FRA SAULAND KRAFTVERK, FØR OG ETTER UTBYGGING.....	42
FIGUR 4-35 VARIGHETSKURVE FOR VASSFØRING VED OMNESFOSSEN UMIDDELBART OPPSTRØMS UTLØPET FRA SAULAND KRAFTVERK, FØR OG ETTER UTBYGGING	42
FIGUR 4-36 VASSFØRINGSVARIASJON VED OMNESFOSSEN UMIDDELBART OPPSTRØMS UTLØPET FRA SAULAND KRAFTVERK I ET VÅTT ÅR, FØR OG ETTER UTBYGGING.....	43
FIGUR 4-37 VASSFØRINGSVARIASJON VED OMNESFOSSEN UMIDDELBART OPPSTRØMS UTLØPET FRA SAULAND KRAFTVERK I ÅRET NÆRMEST MIDDELVASSFØRING, FØR OG ETTER UTBYGGING	43
FIGUR 4-38 VASSFØRINGSVARIASJON VED OMNESFOSSEN UMIDDELBART OPPSTRØMS UTLØPET FRA SAULAND KRAFTVERK I ET TØRT ÅR, FØR OG ETTER UTBYGGING.	44
FIGUR 4-39 GJENNOMSNIITTLIGE ÅRSPROFILER FOR VASSFØRING NEDENFOR UTLØPET FRA SAULAND KRAFTVERK, FØR OG ETTER UTBYGGING	45
FIGUR 4-40 VARIGHETSKURVE FOR VASSFØRING NEDENFOR UTLØPET FRA SAULAND KRAFTVERK FØR OG ETTER UTBYGGING	45
FIGUR 4-41 VASSFØRINGSVARIASJON NEDENFOR UTLØPET FRA SAULAND KRAFTVERK I ET VÅTT ÅR FØR OG ETTER UTBYGGING. VASSFØRINGEN VIL I DØGNGJENNOMSNIIT NÆRMEST VÆRE UFORANDRET.....	46
FIGUR 4-42 VASSFØRINGSVARIASJON NEDENFOR UTLØPET FRA SAULAND KRAFTVERK I ÅRET NÆRMEST MIDDELVASSFØRING, FØR OG ETTER UTBYGGING. VASSFØRINGEN VIL I DØGNGJENNOMSNIIT NÆRMEST VÆRE UFORANDRET.	46
FIGUR 4-43 VASSFØRINGSVARIASJON NEDENFOR UTLØPET FRA SAULAND KRAFTVERK I ET TØRT ÅR FØR OG ETTER UTBYGGING. VASSFØRINGEN VIL I DØGNGJENNOMSNIIT NÆRMEST VÆRE UFORANDRET.....	47
FIGUR 6-1 VANNSTANDSVARIASJONEN I HJARTSJÅ FRA 2002 TIL 2007. REGULERINGSGRENSENE VIL VÆRE UFORANDRET ETTER UTBYGGING: HRV PÅ KT. 157,5 OG LRV PÅ 155,7.	49
FIGUR 6-2 VANNSTANDSVARIASJON I SØNDERLANDSVATN FRA 2003 TIL 2007. PLANLAGT REGULERING: HRV PÅ KT. 397,25, NEDRE DRIFTSGRENSE PÅ KT. 396,6 OG LRV PÅ 396,25.	50

1 PLANLAGT TILTAK

Utbyggingsplanene omfatter utbygging av to fall i samme kraftstasjon. Sauland 1 vil utnytte det ca. 111,5 meter høye fallet i Hjartdøla fra Hjartsjá (kt. 157,5) til nedstrøms Omnesfossen (kt. 46,0), mens Sauland 2 utnytter det ca. 351 m høye fallet mellom Sønderlandsvatnet (kt. 397,25) og Hjartdøla nedstrøms Omnesfossen (kt. 46,0).

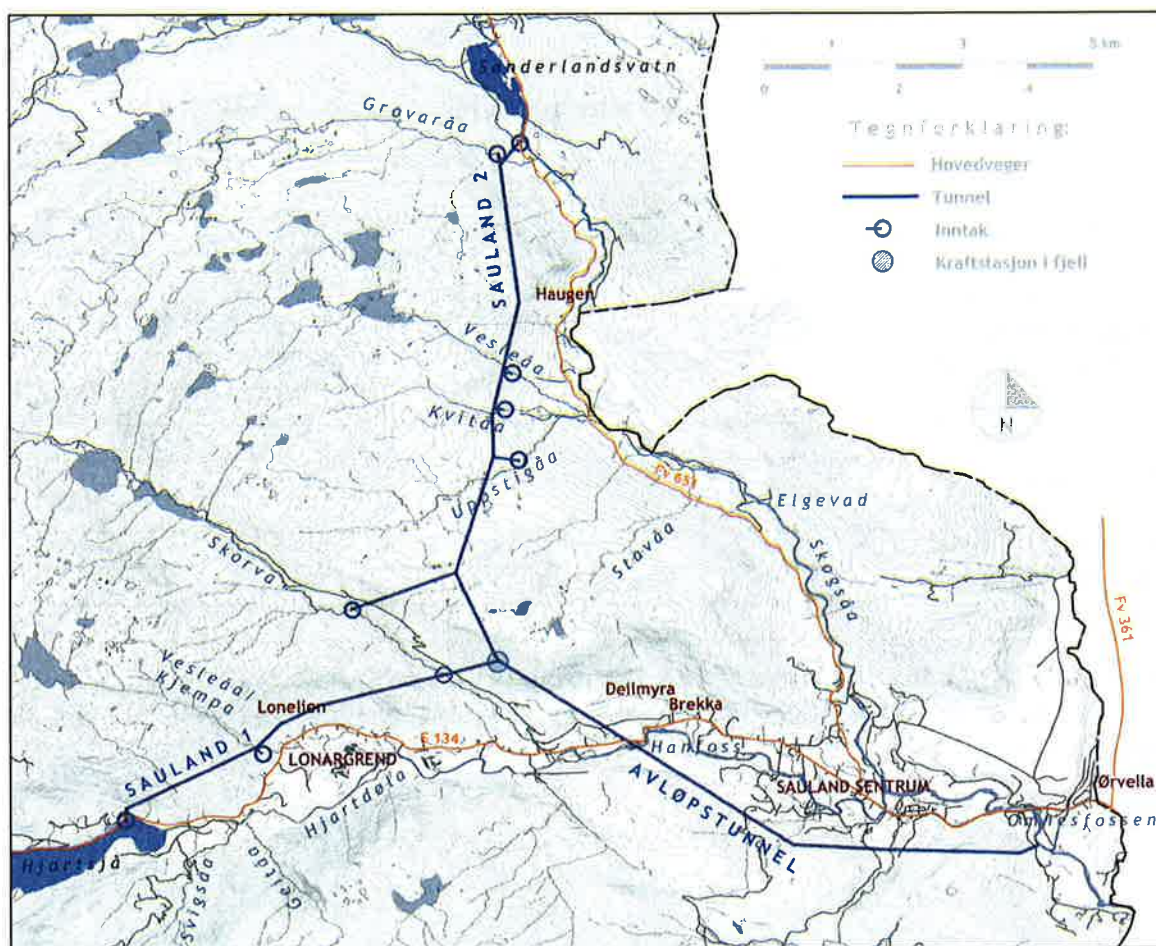
I tillegg til Hjartdøla vil også avløpet fra Vesleåa/Kjempa og nedre del av nedbørfeltet til Skorva bli tatt inn på tilløpstunnelen til Sauland 1.

Bekkene Grovaråa, Vesleåa, Kvitåa, Uppstigåa vest for Skogsåa, og øvre del av nedbørfeltet til Skorva, vil bli tatt inn på inntakstunnelen til Sauland 2.

Undersøkelsen har tatt utgangspunkt i følgende slukevner:

Sauland 1: 28 m³/s

Sauland 2: 17 m³/s



Figur 1-1 Oversiktsplan Sauland kraftverk

2 NEDBØRFELT OG TILSIG

2.1 Nedbørfelt

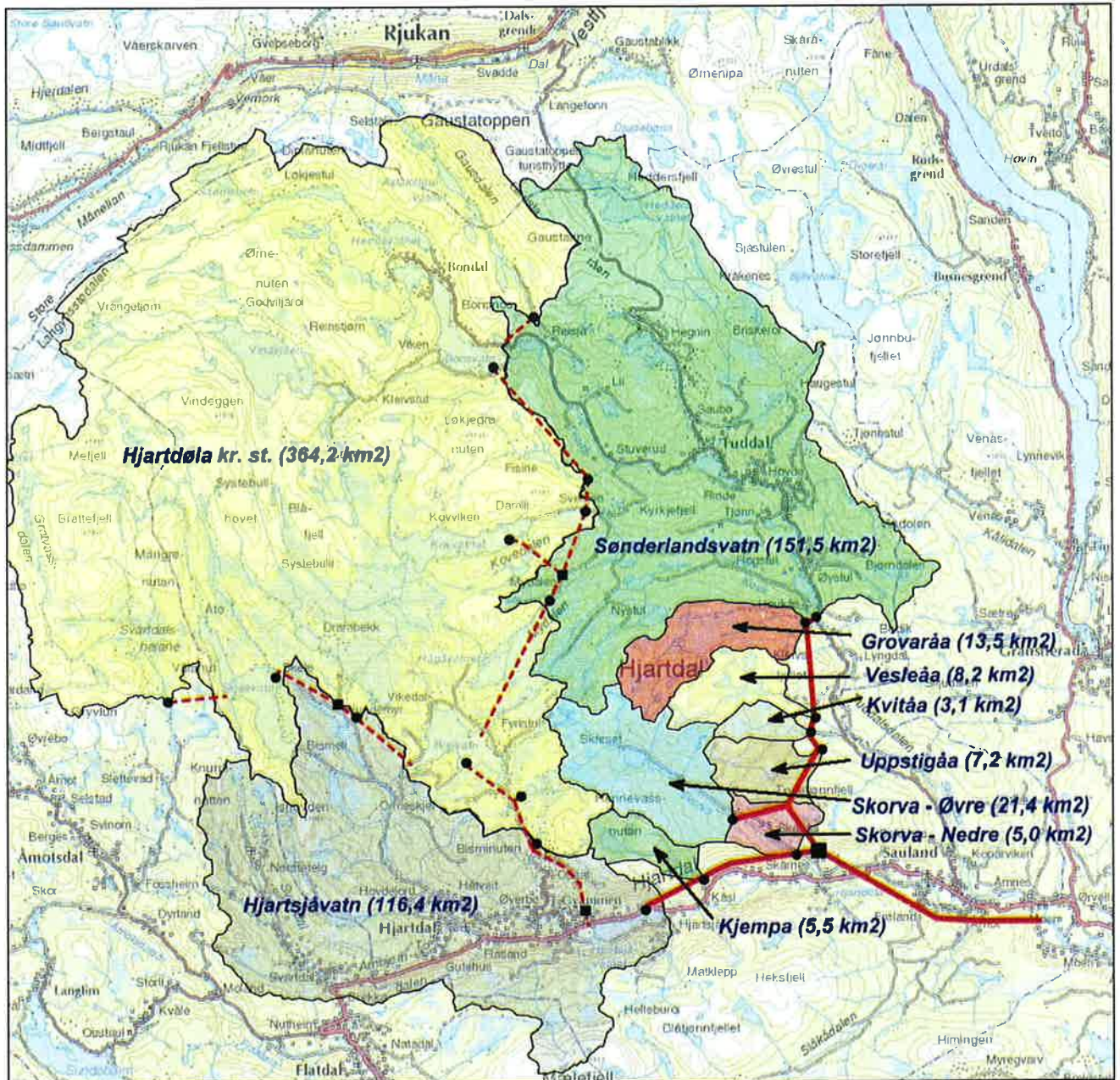
Saulandutbyggingen omfatter Hjartdølavassdraget nedstrøms Hjartsjø, Sauland 1, og Tuddalsvassdraget nedenfor Sønderlandsvatn, Sauland 2. Sauland 1 vil forsyne ett aggregat og Sauland 2 ett til to aggregat. Aggregatene installeres i en felles kraftstasjon som blir lagt i fjell ca. 2 km vest for Sauland sentrum. Sauland 1 får inntak i Hjartsjø og utnytter produksjonsvannet fra Hjartdøla kraftstasjon, samt avløpet fra Hjartsjø lokalfelt og sidevassdragene Skorva og Vesleåa/Kjempa som tas inn på driftstunnelen. Til sammen utgjør nedbørfeltet for Sauland 1 et areal på 491 km². Sauland 2 får inntak i Sønderlandsvatn, og utnytter avløpet fra restfeltet oppstrøms vatnet som ikke er overført til Hjartdøla, samt fem mindre sideelver som tas inn på driftstunnelen. Samlet nedbørfelt for Sauland 2 er 205 km². Fra kraftstasjonen føres vannet i en felles avløpstunnel til utløpet nedstrøms Omnesfossen. Oversikt over utbyggingen og delfeltene er gitt i Figur 2-1 og Figur 2-2.

Oversikt over arealer for de regulerte delfeltene er gitt i Tabell 2-1.

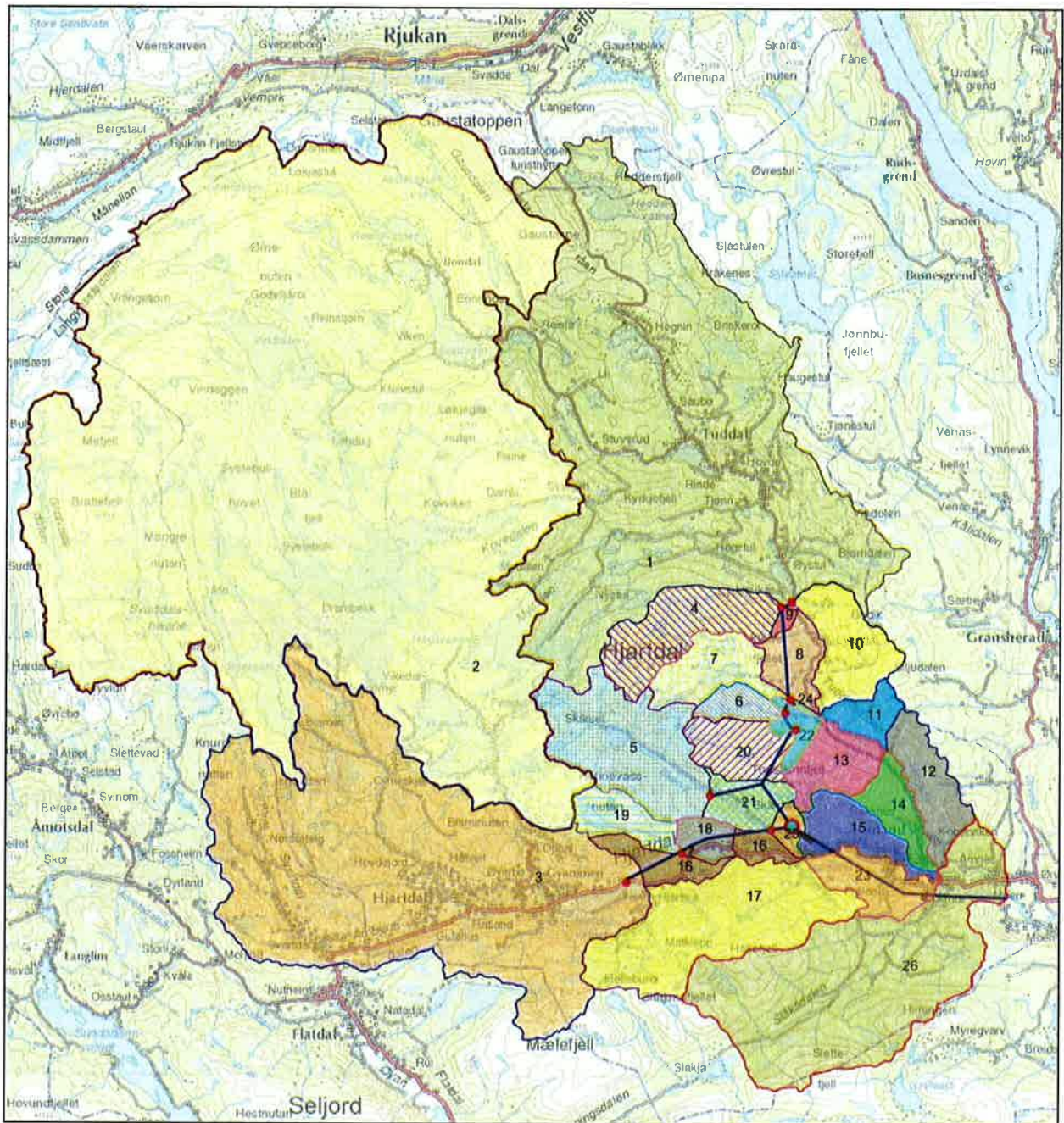
Tabell 2-1 Delnedbørfelt (nedbørfeltnummer refererer til Figur 2-2).

Navn	Kraftverk	Nedbørfelt Nr.	Areal i km ²
Inntak Hjartsjø	Sauland 1	2 + 3	480,6
Inntak Vesleåa / Kjempa	Sauland 1	19	5,5
Nedre inntak Skorva (uten delfelt øvre inntak Skorva)	Sauland 1	21	5,0
Total Sauland 1	Sauland 1	-	491,2
Inntak Sønderlandsvatn	Sauland 2	1	151,5
Inntak Grovaråa	Sauland 2	4	13,5
Inntak Vesleåa	Sauland 2	7	8,2
Inntak Kvitåa	Sauland 2	6	3,1
Inntak Uppstigåa	Sauland 2	20	7,2
Øvre inntak Skorva	Sauland 2	5	21,4
Total Sauland 2	Sauland 2	-	204,9
Total Sauland Kraftverk	Sauland 1+2	-	696,1

Nedbørfeltet til Nedre inntak Skorva er 26,4 km². Avløpet fra de øverste 21,4 km² vil bli tatt inn i øvre inntak Skorva ved utbyggingen og overføres til Sauland 2. Nedbørfeltet til nedre inntak Skorva blir dermed 5,0 km².



Figur 2-1 Delnedbørfelt til Sauland kraftverk



Figur 2-2 Del- og restfelt oppstrøms utløpet til Sauland kraftverk

Tabell 2-2 viser delnedbørfelt (markert med fet skrift) og restfelt.

Tabell 2-2 Nedbørfelt og restfelt

Nedbørfelt	Navn	Areal i km²
1	Restfelt til Sønderlandsvatn (etter overføring til Hjartdøla)	151,5
2	Nedbørfelt til Hjartdøla kraftverk med overføringer Skogsåaoverføring: 223 km ² Heiåioverføring: 40 km ² Skorvaoverføring: 5 km ² Lokalfelt til Hjartdøla kraftverk: 96 km ²	364,2
3	Lokalfelt Hjartsjå	116,4
4	Grovaråa	13,5
5	Skorva, øvre	21,4
6	Kvitåa	3,1
7	Vesleåa	8,2
8	Restfelt nedenfor Sønderlandvatnet	5,5
9	Restfelt Grovaråa	0,6
10	Restfelt Sønderlandsvatn øst fra inntaket	10,4
11	Restfelt Elgevad øst	3,6
12	Restfelt Skogsåa syd øst	8,2
13	Restfelt Elgevad vest	7,4
14	Restfelt Skogsåa syd vest	5,3
15	Restfelt Hjartdøla 1	7,1
16	Restfelt Hjartdøla 2	6,2
17	Restfelt Hjartdøla syd	28,0
18	Restfelt Vesleåa/Kjempa	3,0
19	Vesleåa / Kjempa	5,5
20	Uppstigåa	7,2
21	Nedre Skorva (delfelt nedenfor øvre inntak i Skorva)	5,0
22	Restfelt Uppstigåa (Kvitåa og Uppstigåa)	2,4
23	Restfelt Hjartdøla syd 2	7,0
24	Restfelt Vesleåa	0,3
25	Restfelt Skorva	1,6
26	Restfelt mellom Åmot og oppstrøms utløp	52,3
Total		844,9

2.2 Tilsigsgrunnlag

Skagerak Kraft har beregnet tilsig til kraftverket på forskjellige grunnlag:

- 1) beregnet ut fra direktemålte vassføringer fra angjeldende felt
- 2) beregnet ut fra vannbalansen mellom totalfelt
- 3) interpolerte verdier ut fra avrenning i tilgrensende områder
- 4) NVE's avrenningskart er kun lagt til grunn hvis ingen av de foregående framgangsmåtene har vært mulig.

2.3 Normalavrenning

Tilsigsgrunnlaget for de to utbyggingsgrenene var først NVE's avrenningskart for normalperiodene 1931-60 og 1961-90. Samlet for prosjektet ga disse beregningene:

Tilsig beregnet ut fra NVE's avrenningskart for 1931-60: 620,8 Mm³/år

Tilsig beregnet ut fra NVE's avrenningskart for 1961-90: 666,4 Mm³/år

På grunn av det store avviket mellom de to normalperiodene, usikkerheten i NVE's avrenningskart generelt, og påvirkning av drift av Hjartdøla kraftverket på vassføringene, ble tilsiget også beregnet ut i fra målt vassføring i et antall uregulerte nedbørfelt, og ut i fra beregnede vassføringer for de regulerte delfelt der man hadde tilstrekkelig med måledata til å beregne tilsiget ut i fra vannbalansebetraktninger.

For noen delfelt ble flere metoder brukt, resultatene sammenlignet og det resultatet som ble vurdert til å være mest riktig, ble valgt (Skagerak Kraft, 2008).

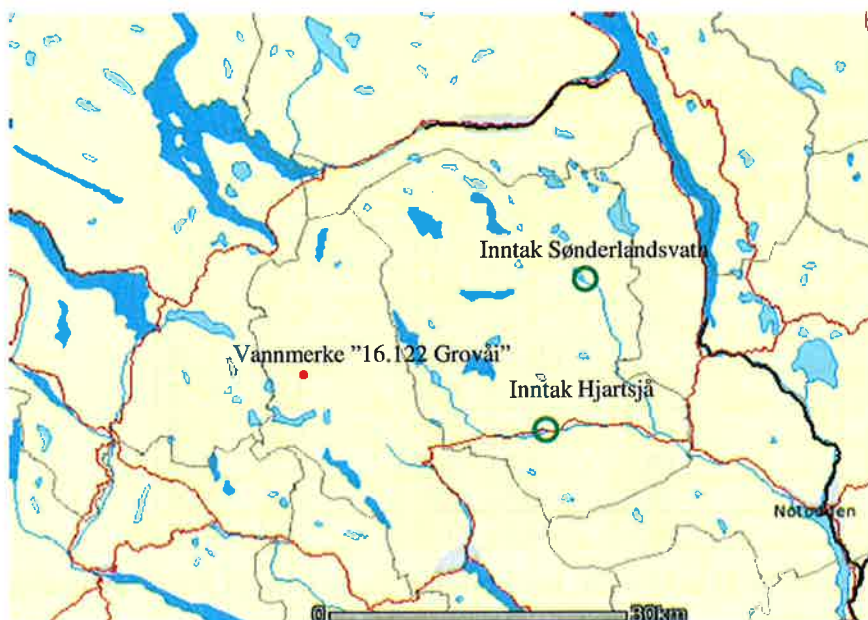
Tilsiget til Omnesfossen (inkludert restfeltet nedenfor kraftverksfeltene) som er beregnet ut fra vassføringsserier og vannbalanseberegninger for perioden 1959-2004 er 725 Mm³/år eller 23,0 m³/s. I hht NVE's database "Hydra" for målestasjon Omnesfossen (nr. 16.10) er tilsiget for samme periode 747 Mm³/år eller 23,7 m³/s.

Tilsiget for Sauland kraftverk, som ble beregnet ut fra vassføringsserier og vannbalanseberegninger for normalperioden 1961-90, er 611 Mm³/år eller 19,4 m³/s (se Tabell 2-5).

2.4 Tilsig til Sauland kraftverk

Avløpssverdier for de uregulerte delfeltene er beregnet ved skalering av vassføringsserien for vannmerke "16.122 Grovåi". Vannmerkets nedbørfelt ligger på samme høydenivå, men ca. 30 km vest for inntaket i Sønderlandsvatnet og 25 km nordøst for inntaket i Hjartsjå.

Skagerak Kraft har tidligere funnet at denne serien er sterkt korrelert med tilsigsserien for Hjartsjå vannmerke, og har tilnærmet likeartet årsprofil som denne, men er uten de feil og store diskontinuiteter som Hjartsjåserien har en del av. Serien korrelerer også høyt med vassføringene fra Sønderlandsvatn og Omnesfossen i vassdraget og kan dermed anses som representativ for lokalfeltene. I perioder hvor Grovåiserien mangler observasjoner er vassføringen komplettert ved interpolasjon fra andre måleserier i området. Avløp fra uregulerte delfelt er beregnet ved skalering av dataene for Grovåiserien.



Figur 2-3 Posisjon av vannmerke "16.122 Grovåi" og inntakene Sønderlandsvatn og Hjartsjå; Kilde for kartbakgrunn: NVE-atlas.

Basert på utredninger av Skagerak Kraft er spesifikk avrenning for Vesleåa og Skorva bestemt til 29 l/s/km^2 for perioden 1961 til 1990. Tilsigseriene for bekkeinntakene for Sauland 2 har spesifikk avrenning på $28,8 \text{ l/s/km}^2$ for perioden 1961 til 1990.

Vassføringsserien for Sønderlandsvatnet inkluderer avløpet fra det uregulerte lokalfeltet oppstrøms Sønderlandsvatnet og flomtapet fra overføringene mot Hjartdøla. Serien for produksjonsvassføring for Hjartdøla kraftverk er hentet fra Skagerak Krafts database over produksjonen i Hjartdøla fra 1959 til dags dato. Ukeproduksjonene er omregnet fra GWh til vannforbruk ved bruk av energiligningen, hvor det er tatt hensyn til stasjonsvirkningsgrad, falltap og faktisk fallhøyde beregnet fra vannstands nivået i Breidvatn. For å ta hensyn til at produksjonsmønsteret ikke er jevnt i løpet av en uke er ukeverdiene for produksjonsvassføringen fordelt etter en ukeprofil. Dette er gjort slik at total vannmengde og maksimal produksjonsvassføring fortsatt er ivaretatt.

Totalt tilsig til de to utbyggingsgrenene framkommer som summen av regulerte og uregulerte vannføringer. De regulerte vannføringene består av produksjonstappingen gjennom Hjartdøla kraftverk samt flomspillene fra overføringene til Hjartdølareguleringene. Verdier for disse vannføringene er hentet fra Skagerak Krafts database og/eller beregnet ut i fra overføringskapasiteter o.l. Vannføringer fra de uregulerte delfeltene er beregnet på grunnlag av vassføringsserien i Grovåi (016.122.0.1001.1), som er forlenget bakover for å dekke hele perioden tilbake til 1959. Ukevariasjonene pga ujevnt kraftverkspådrag synes i noen figurer som viser den naturlige vassføringen i Hjartdøla. Observasjonsverdiene fra vannmerke Grovåi er skalert til å bli representative for de angjeldende delfeltene, ut i fra ulikheter i feltareal og spesifikke avrenningstall for områdene. Oversikt over tilsig til inntakene for perioden 1961 til 1990 er gitt i Tabell 2-3 og for perioden 1959-2004 i Tabell 2-4. Totalt tilsig til hvert aggregat og hele kraftverket er vist i Tabell 2-5.

Tabell 2-3 Tilsig til inntakene, normalperiode 1961-1990

Inntak	Spesifikk avrenning l/s/km ²	Middeltilsig		Mediantilsig	
		Mm ³ /år	m ³ /s	Mm ³ /år	m ³ /s
Inntak Hjartsjø	-	429,1	13,61	336,6	10,67
Inntak Vesleåa / Kjempa	29,0	5,1	0,16	1,9	0,06
Nedre inntak Skorva*	29,0	4,6	0,1	1,7	0,05
Inntak Sønderlandsvatn	-	123,6	3,92	46,0	1,46
Inntak Grovaråa	28,8	12,3	0,39	4,6	0,15
Inntak Vesleåa	28,8	7,4	0,24	2,8	0,09
Inntak Kvitåa	28,8	2,8	0,09	1,1	0,03
Inntak Uppstigåa	28,8	6,5	0,21	2,4	0,08
Øvre inntak Skorva	29,0	19,5	0,62	7,3	0,23

* Tilløpet til Nedre inntak Skorva er 24,1 Mm³/år, men avløpet fra de øvre 21,4 km² av nedbørfeltet vil bli tatt inn i Øvre inntak Skorva.

Dermed vil tilgjengelig tilløp for Nedre inntak Skorva til Sauland 1 bli 4,6 Mm³/år. Tilsvarende gjelder medianvassføring.

Tabell 2-4 Tilsig til inntakene, 1959-2004

Inntak	Middeltilsig		Mediantilsig	
	Mm ³ /år	m ³ /s	Mm ³ /år	m ³ /s
Inntak Hjartsjø	429,4	13,62	338,1	10,72
Inntak Vesleåa / Kjempa	5,0	0,16	1,9	0,06
Nedre inntak Skorva**	4,5	0,14	1,7	0,05
Inntak Sønderlandsvatn	129,4	4,10	53,3	1,69
Inntak Grovaråa	12,1	0,38	4,5	0,14
Inntak Vesleåa	7,3	0,23	2,7	0,09
Inntak Kvitåa	2,8	0,09	1,0	0,03
Inntak Uppstigåa	6,5	0,20	2,4	0,08
Øvre inntak Skorva	19,3	0,61	7,2	0,23

** Tilløp til nedre inntak Skorva er 23,8 Mm³/år, men tilløpet fra de øvre 21,4 km² av nedbørfeltet vil bli tatt inn i øvre Skorva. Dermed vil middeltilsiget for nedre inntak Skorva til Sauland 1 bli 4,5 Mm³/år og mediantilsig 1,7 Mm³/år.

Tabell 2-5 Beregnet tilsig til Sauland 1 og Sauland 2

Perioden	Sauland 1 [mill. m ³ /år]	Sauland 2 [mill. m ³ /år]	Sauland 1 [m ³ /s]	Sauland 2 [m ³ /s]	Sauland 1+2 [mill. m ³ /år]	Sauland 1+2 [m ³ /s]
1961-1990	439	172	13,9	5,5	611	19,4
1959-2004	439	177	13,9	5,6	616	19,5

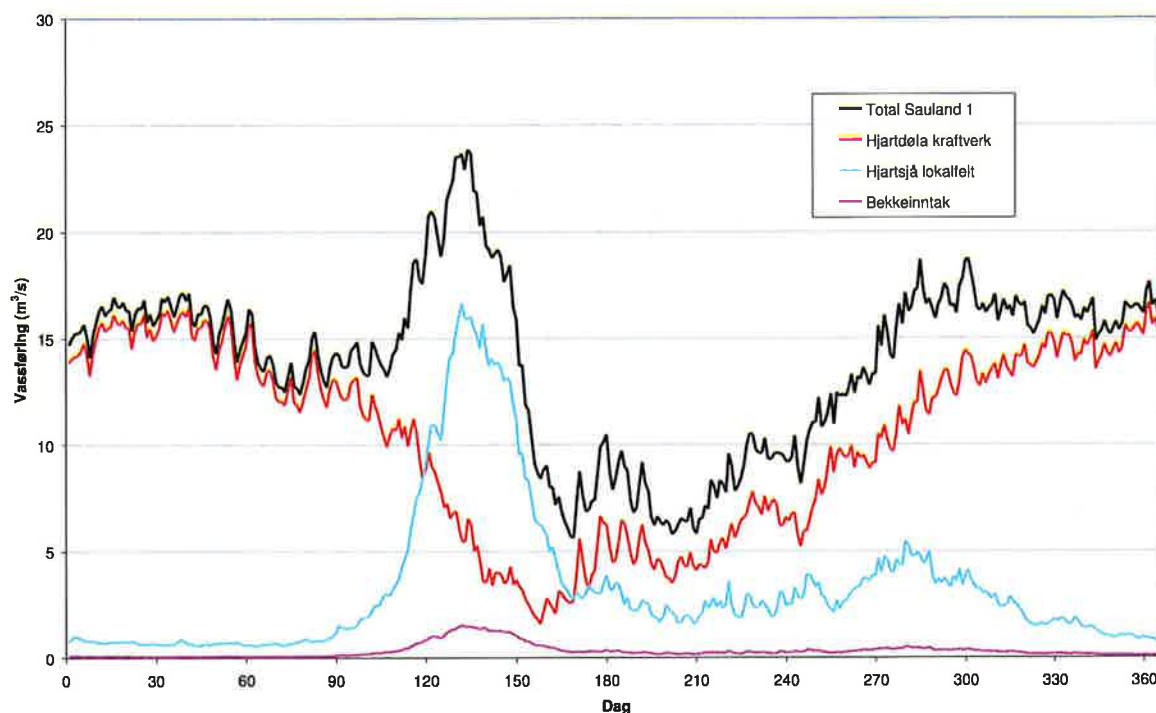
Opprinnelse av tilsiget til Hjartdøla kraftverk er beregnet av Skagerak Kraft, etter metodikk beskrevet i kapitel 2.3 og 2.4. Norconsult har sjekket tabellen mot avrenningverdier fra NVEs databaser og funnet at verdiene ligger innenfor feilmarginen som NVE angir for avrenningskartet.

Tabell 2-6 Tilsig til inntak Hjartsjå

Felt	Tilsig m ³ /s
Overført fra Skogsåa	6,33
Overført fra Heiåa	1,31
Overført fra Skorva	0,14
Sum overført til Hjartdøla kraftverk	7,78
Hjartdøla kraftverk lokalfelt	2,96
Sum Hjartdøla kraftverk	10,74
Hjartsjå lokalfelt	2,84
Sum inntak Hjartsjå	13,58

2.5 Tilsigsserie Sauland 1

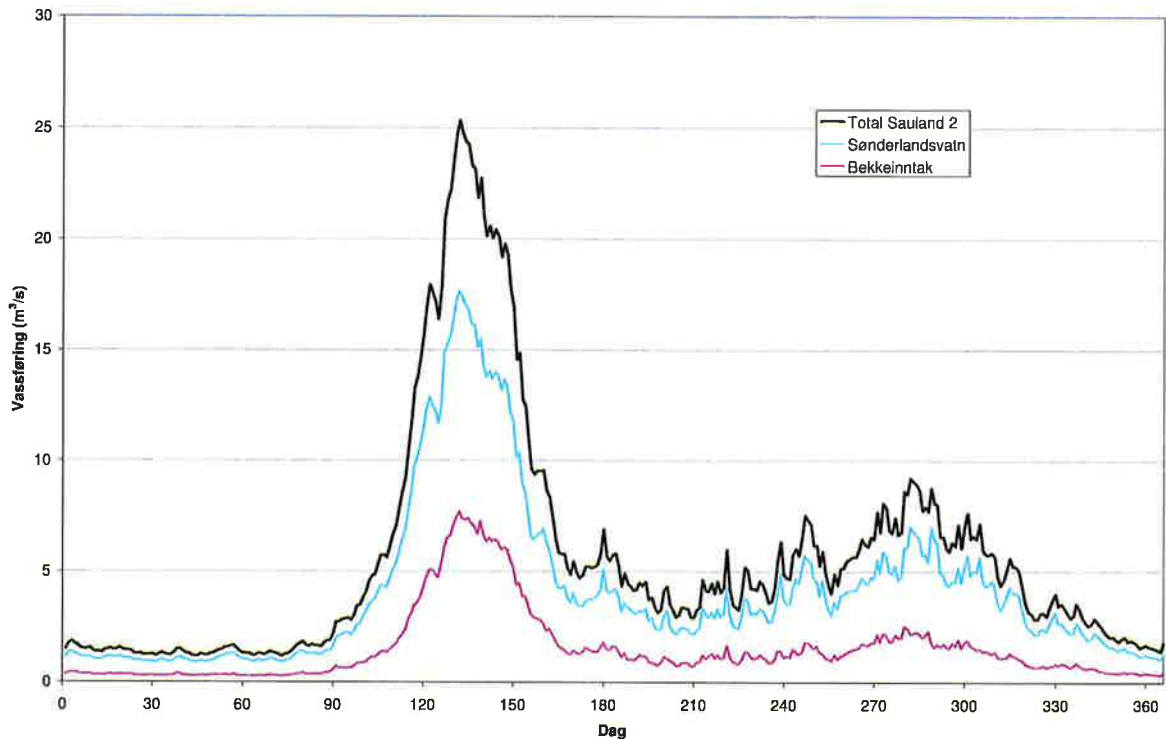
Den gjennomsnittlige årsprofilen for de reguleerte og de ureguleerte seriene ved inntaket til Sauland 1, samt den resulterende totalserien, er vist i Figur 2-4 nedenfor.



Figur 2-4 Gjennomsnittlige årsprofiler for tilsigseriene til Sauland 1.

2.6 Tilsigsserie Sauland 2

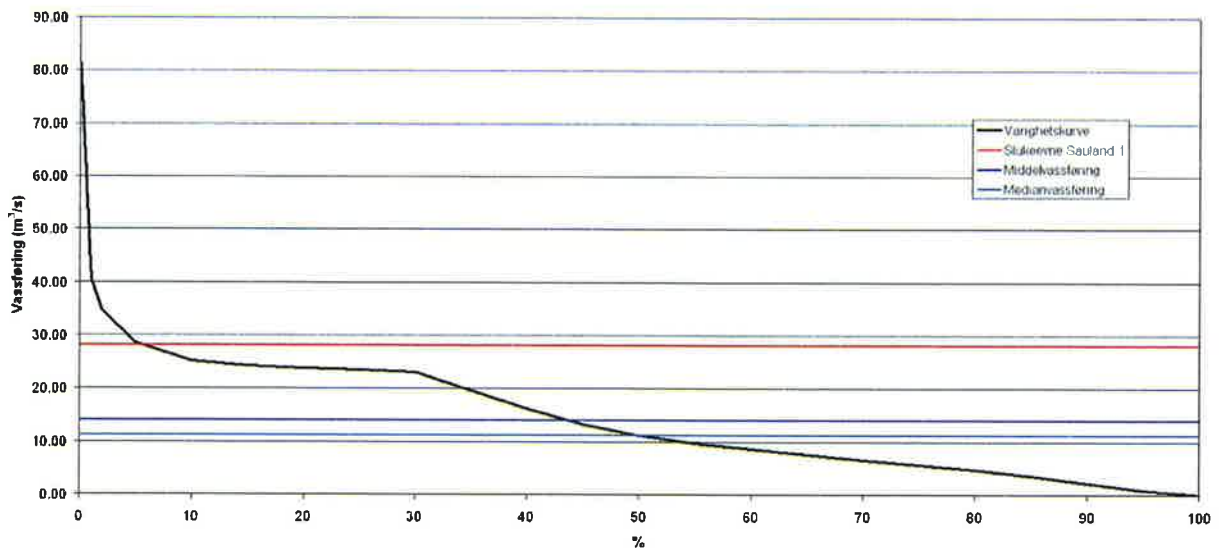
Gjennomsnittlig årsprofil for seriene ved inntak til Sauland 2, og den resulterende serien for totaltilsiget, er vist i Figur 2-5.



Figur 2-5 Gjennomsnittlige årsprofiler for tilsigsseriene til Sauland 2.

2.7 Varighetskurver

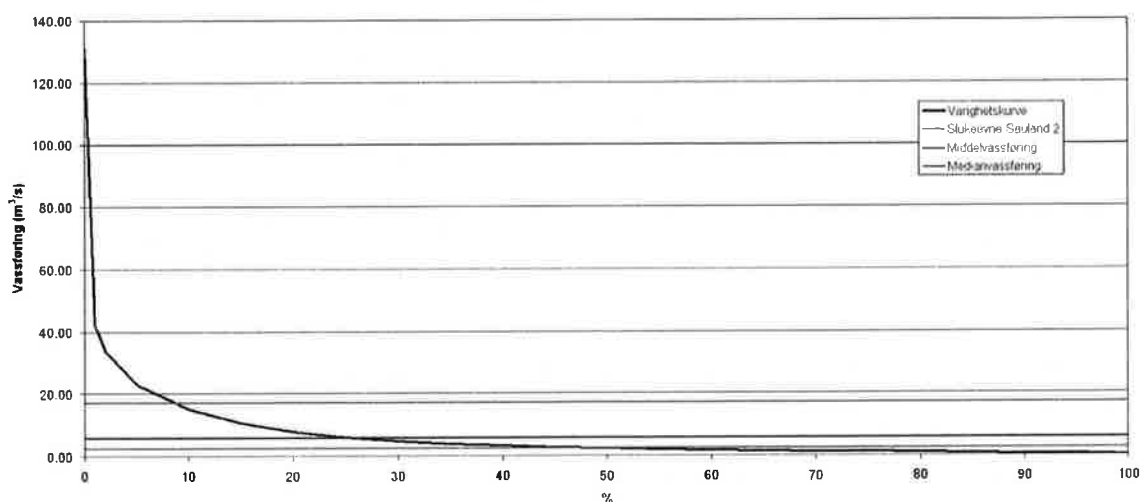
Varighetskurvene viser hyppighetsfordeling av forskjellige vassføringer (se Figur 2-6 og Figur 2-7). Figurene viser også naturlig middelvassføring, naturlig medianvassføring og maksimal slukeevne til kraftverkene.



Figur 2-6 Varighetskurve for tilsig for Sauland 1 for perioden 1959 til 2004

Varighetskurven for Sauland 1 viser tydelig at kraftverket får vann fra regulerte delfelt, slik at tilsiget i omtrent en fjerdedel av året er konstant på om lag 23-24 m³/s. Når vassføringen er høyere enn det, stammer tilsiget fra det uregulerte delfeltet.

Figur 2-6 viser også at Hjartdøla tørker nærmest ut i noen dager av året. Fra 1959 til 2004 var vassføringen lavere enn planlagt minstevassføring etter utbygging av Sauland kraftverk (se kapittel 3.4) i ca. 5 % av dagene.



Figur 2-7 Varighetskurve for tilsig for Sauland 2 for perioden 1959 til 2004

Tilsiget til Sønderslandsvatnet er uregulert. Varighetskurven viser derfor stor variasjon med noen få dager med svært høy vassføring (opp til 156 m³/s) og mange dager med lav vassføring. 73 % av dagene er vassføring lavere enn middelvassføringen (5,6 m³/s). Fra 1959 til 2004 var vassføringen lavere enn planlagt minstevassføring etter utbygging av Sauland kraftverk (ref. kapittel 3.4) i ca. 3 % av dagene. Så langt magasinet i Sønderslandsvannet rekker vil det benyttes til å sikre minstevassføringen, slik at elva ikke tørker ut. På grunn av at magasinet er lite, vil minstevassføringen i Skogsåa likevel ikke alltid kunne sikres (se kapittel 3.4).

2.8 Avløp fra restfelt

Spesifikke avrenningsverdier for restfeltene er basert på utredninger av Skagerak Kraft, og varierer fra 16 til 29 l/s/km². Oversikt over avløpet fra restfeltene er gitt i Tabell 2-7.

Tabell 2-7 Avløpet fra utvalgte restfelt oppstrøms samløp med Skogsåa eller Hjartdøla (periode 1961-1990)

Restfelt	Spesifikk avrenning l/s/km ²	Middelavløp		Medianavløp	
		Mm ³ /år	m ³ /s	Mm ³ /år	m ³ /s
Restfelt Grovaråa	16	0,30	0,01	0,11	0,004
Restfelt Uppstigåa (nedstrøms samløp med Kvitåa)	16	1,23	0,04	0,46	0,01
Restfelt Vesleåa	16	0,16	0,005	0,06	0,002
Restfelt Skorva	20	1,02	0,03	0,38	0,01
Restfelt Vesleåa/Kjempa	20	1,90	0,06	0,71	0,02
Restfelt mellom Hjartsjå og Åmot	26	43,38	1,38	16,2	0,51
Restfelt mellom Sønderlandsvatn og Åmot	16,5	22,77	0,72	8,5	0,27
Restfelt til kraftverksutløpet	23,5	110,65	3,51	41,31	1,31

3 FLOMMER, LAVVASSFØRING OG MINSTEVASSFØRING

3.1 Flommer nedstrøms inntakene

Overløpet over inntaksdammene vil bli utformet slik at naturlige flommer ikke øker. Flomberegninger for Hjartdøla vil bli gjennomført når utbygging eventuelt blir aktuelt. Flommene nederst i utbyggingsstrekningen vil bli redusert med den vassføringen som går gjennom kraftstasjonen.

Bekkeinntakene ligger høyere enn hovedinntakene. Tilsiget fra disse vil derfor tas inn i kraftverket før vann tas inn fra hovedinntakene. Ved samlet tilsig høyere enn kraftverkets slukevne vil først magasinene bli oppfylt, deretter slippes vannet forbi hovedinntakene (se for eksempel Figur 4-22).

Kraftverkets slukevne på 45 m³/s er i en skadeflomsituasjon relativt liten.

Det er foretatt en frekvensanalyse for vannmerke "16.122 Grovåi" for å bestemme flomvassføring ved inntak Sønderlandsvatn.

Vannmerke Grovåi har en observasjonsperiode på 35 år som er tilstrekkelig for en flomfrekvensanalyse. I Tabell 3-1 er gitt noen opplysninger om vannmerket:

Tabell 3-1 Opplysninger om flommer ved vannmerke Grovåi

Vannmerke	Observasjonsperiode	Årrekke benyttet for analysen	Middelflom Vår [m ³ /s]	Middelflom Høst [m ³ /s]	Middelflom År [m ³ /s]
16.122	1972-2007	1973-2007	13,7	8,8	14,7

I Tabell 3-2 til Tabell 3-4 er vist flommer med ulike gjentaksintervaller og for ulike sesonger. Verdiene er beregnet med fordelingsfunksjonene Gumbel (moment) og GEV (moment). Pga bedre overensstemmelse med GEV funksjonen ble denne verdien benyttet.

De oppgitte verdiene for vannmerket er døgnverdier. Kulminasjonsverdiene vil være høyere og er bl. a. avhengig av feltstørrelsen og sjøer i feltet. For Grovåi er det beregnet en omregningsfaktor for høst og vår etter NVEs retningslinje for flomberegning fra 2002.

Faktor for skalering av døgnmiddel til momentanmaksimum:

vår: $Q_{mom}/Q_{døgn}=1,37$

høst: $Q_{mom}/Q_{døgn}=1,62$

Denne skaleringsfaktoren viser at kortvarige ekstreme vassføringer (momentanmaksima) er betydelig større enn døgnverdiene som rapporten ellers baserer seg på. Når man ser på ekstremverdiene, er slukevnen i kraftverket forholdsvis liten og ekstreme flommer reduseres kun marginalt.

Skaleringsfaktor Grovåi-->Inntak Sønderlandvatn : $151 \text{ km}^2/41 \text{ km}^2 = 3,6829$

Tabell 3-2 Ulike flommer til inntak Sønderlandvatn (vår)

VÅR	Faktor		Vannmerke 16.122 Grovåi [m ³ /s]	Inntak Sønderlandvatn Døgnmiddel [m ³ /s]	Inntak Sønderlandvatn Momentanverdi [m ³ /s]
Q10/Q _m	1.5	Q10	21	77	103
Q100/Q _m	2.1	Q100	29	108	144
Q500/Q _m	2.5	Q500	34	126	169
Q1000/Q _m	2.7	Q1000	36	134	179

Tabell 3-3 Ulike flommer til inntak Sønderlandvatn (høst)

HØST	Faktor		Vannmerke 16.122 Grovåi [m ³ /s]	Inntak Sønderlandvatn Døgnmiddel [m ³ /s]	Inntak Sønderlandvatn Momentanverdi [m ³ /s]
Q ₁₀ /Q _m	1.7	Q10	15	55	89
Q ₁₀₀ /Q _m	3.0	Q100	26	97	157
Q ₅₀₀ /Q _m	4.1	Q500	36	133	215
Q ₁₀₀₀ /Q _m	4.6	Q1000	41	150	243

Tabell 3-4 Ulike flommer til inntak Sønderlandvatn (år)

HELE ÅRET	Faktor		Vannmerke 16.122 Grovåi [m ³ /s]	Inntak Sønderlandvatn døgnmiddel [m ³ /s]	Inntak Sønderlandvatn momentanverdi [m ³ /s]
Q ₁₀ /Q _m	1.5	Q10	22	81	131
Q ₁₀₀ /Q _m	2.1	Q100	31	115	186
Q ₅₀₀ /Q _m	2.5	Q500	37	136	220
Q ₁₀₀₀ /Q _m	2.7	Q1000	39	144	234

* $Q_{mom}/Q_{døgn}$ er satt til 1.62 tilsvarende faktoren for høstsesongen

3.2 Flomvassføring ved Omnesfossen

NVE har publisert flomsonekart (NVE, 2007). Tabell 3-5 viser flomverdier fra rapporten. Basert på data fra rapporten og forutsatt slukevne kan man vurdere virkningen for flomvassføringen av Sauland kraftverk.

NVE har beregnet 10års flommen (Q10) til 135 m³/s i Hjartdøla oppstrøms samløpet med Skogsåa. Flommer som er mindre enn Q10 er i en størrelsesorden, der reduksjon i vassføringen gjennom Sauland kraftverk med maksimalt 28 m³/s (= slukevne Sauland 2), vil være tydelig.

Flommer som er større enn 10års flommen vil Sauland kraftverk redusere i mindre grad.

Ved Omnesfossen er flomspissene enda større (Q10 = 360 m³/s) og reduksjonen med maks 45 m³/s (= slukevne Sauland 1+2) vil antageligvis ikke være synlig.

Tabell 3-5 Flomverdier (kulminasjon) for Hjartdøla og Heddøla, kilde: NVE.

	Qm	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Hjartdøla oppstrøms samløpet med Skogsåa	85	110	135	165	200	285	385	490
Heddøla ved målestasjonen 16.10 Omnesfoss	220	290	360	435	535	750	1020	1290

3.3 Karakteristiske lavvassføringer

Lavvassføringene, hentet fra NVE's database "Hydra" for målestasjon Omnesfossen (nr. 16.10), er gitt i Tabell 3-6.

Tabell 3-6 Karakteristiske lavvassføringer ved Omnesfossen

	Hydra (1922-1957)	Hydra (1959-2004)
Alminnelig lavvassføring (m³/s)	2,57	2,52
Q95 (m³/s)		3,25

Alminnelig lavvassføring er beregnet fra 350-døgnmiddelvassføringene for hvert år, med den laveste tredjedelen av 350-døgnmiddelvassføringne fjernet. Alminnelig lavvassføring er den gjenværende laveste verdien.

Q95 er vassføringen som er overskredet i 95 % av tiden.

3.4 Minstevassføring

Dagens forhold

I dag er det ikke fastsatt krav om minstevassføring i Hjartdøla og Skogsåi. Derimot praktiserer Skagerak Kraft en selvpålagt ordning med minstevassføring. Gjennom tilpasset drift i Hjartdøla kraftverk slippes nok vann fra Hjartsjø til at Omnesfossen fører 1 m³/s i vinterperioden (1.10.-31.5.) og 2,5 m³/s i sommerperioden (1.6.-30.09.). Denne ordningen er foreslått videreført etter utbygging av Sauland kraftverk.

Tabell 3-7 Skagerak Krafts selvpålagte minstevassføringsmål i Omnesfossen:

	Vassføring i m ³ /s
Absolutt minstevassføring	0,3
Gjennomsnittlig minstevassføring*	2,5
Alminnelig lavvassføring	2,4

*Gjennomsnittlig minstevassføring = middel av laveste årlige vassføring over alle år i observasjonsperioden

Tabell 3-6 og Tabell 3-7 viser at Skagerak Krafts mål har vært oppfylt når det gjelder gjennomsnittlig og alminnelig lavvassføring.

Etter utbygging

Norconsults simuleringsmodell TOMAG er benyttet til å simulere driften av kraftverket detaljert med ett døgn som tidsoppløsning. Programmet beregner blant annet vannutnyttelse og produksjon i et kraftverk.

Som avbøtende tiltak er det foreslått sluppet minstevassføring fra magasinene. Det er ikke lagt til grunn at det skal slippes minstevassføring nedenfor bekkeinntakene.

Minstevassføringene for de to utbyggingsgrenene er gitt nedenfor:

Tabell 3-8 Foreslått minstevassføring i Hjartdøla fra Hjartsjø (garanteres)

Periode	Minstevassføring (m ³ /s)
Sommer (1.6.-30.09.)	1,0
Vinter (1.10.-31.5.)	0,5

Tabell 3-9 Foreslått minstevassføring i Skogsåa fra Sønnerlandsvatnet

Periode	Minstevassføring (m ³ /s)
Sommer (1.6.-30.09.)	0,36
Vinter (1.10.-31.5.)	0,1

De nederste 0,35 m av reguleringshøyden i Sønderlandsvatnet vil brukes for å sikre minstevassføring i Skogsåa. Pga av for liten magasin størrelse kan ikke minstevassføringen i Skogsåa garanteres.

I tillegg har Skagerak Kraft planlagt å videreføre dagens selvpålagte praksis å slippe nok vann for at Omnesfossen til enhver tid skal føre minst 1 m³/s vinterstid og 2,5 m³/s om sommeren.

Det er lav avrenning fra delfeltene i tørre sommerperioder og magasin volumet i Hjartsjå og i Sønderlandsvatn er begrenset.

Minstevassføring kan garanteres i Hjartdøla uten "påfyll" fra oppstrøms Hjartdøla kraftverk i 99,4 % av dagene. I den resterende tiden kan det forutsettes at kjøring av Hjartdøla kraftverk vil sikre nødvendig vannmengde for minstevassføringen.

Basert på driftssimuleringer for Sauland kraftverk, er ekstra overføring av vann fra oppstrøms Hjartdøla kraftverk nødvendig for å opprettholde minstevassføring i følgende perioder:

Tabell 3-10 Tørre perioder, Hjartsjå, simuleringperiode 1959-2004

Fra	Til	Antall uker	Manglende vann uten tilsig eller tilskudd fra oppstrøms i mill. m ³	Manglende vann uten tilsig eller tilskudd fra oppstrøms i m ³ /s
07.07.1959	11.08.1959	5	1,69	0,56
28.07.1975	01.09.1975	5	1,84	0,61
21.07.1976	18.08.1976	4	1,54	0,64

I Skogsåa er det ikke mulig å garantere minstevassføringen i tørre perioder fordi Sønderlandsvatns magasin volumet er for lite, selv om de laveste 35 cm i magasinet brukes utelukkende for å sikre minstevassføringen. Minstevassføring kan slippes fra Sønderlandsvatn i 99,2 % av tiden.

Tabell 3-11 Tørre perioder, Sønderlandsvatnet, simuleringsperiode 1959-2004

Fra	Til	Antall uker	Manglende vann uten tilsig i mill. m³	Manglende vann uten tilsig i m³/s
28.07.1975	04.08.1975	1	0,05	0,09
11.08.1975	25.08.1975	2	0,18	0,15
28.07.1976	06.10.1976	10	1,60	0,26
15.09.1981	22.09.1981	1	0,11	0,18
18.08.1982	25.08.1982	1	0,15	0,24
01.09.1983	15.09.1983	2	0,18	0,15
21.07.1986	04.08.1986	2	0,28	0,24
01.09.1995	08.09.1995	1	0,09	0,15

4 VASSFØRINGSVARIASJON I ELVENE

Vassføringen i Hjartdøla og Skogsåa er sterkt preget av reguleringer og overføringer i forbindelse med Hjartdøla kraftverk. Siden Hjartdøla Kraftverk ble satt i drift i 1958 er vassføringen i Hjartdøla større enn i naturlig tilstand i gjennomsnitt mens vassføringen i Skogsåa ble betydelig redusert fordi vann ble overført til Hjartdøla kraftverk. 57 % av tilsiget til inntaket i Hjartsjø er overført: 46,5% fra Skogsåas naturlige nedbørfelt, 9,5 % fra Heiåi og 1 % fra Skorva.

Vassføringen i elvene mellom Hjartsjø/Sønderlandsvatn og Omnesfossen etter utbygging av Sauland Kraftverk vil bestå av avløpet fra restfeltene sammen med minstevassføring fra Hjartsjø og Sønderlandsvatn og flomtap fra Sauland kraftverk.

I dette kapitlet vises vassføringskurver på viktige punkter før og etter utbygging av Sauland kraftverk. I tillegg vises tilstanden før utbygging av Hjartdøla kraftverk nedenfor inntakene i Hjartsjø og Skogsåa. I forbindelse med bygging av Hjartdøla kraftverk ble det overført vann fra Skogsåas nedbørfelt til Hjartsjø. Dette forandret området hydrologi kraftig. I dag er det mer vann i Hjartdøla enn naturlig og mindre i Skogsåa enn naturlig tilstand.

Forventet vassføring etter utbygging av Sauland kraftverk er simulert ved bruk av Norconsults simuleringmodell TOMAG.

For beregningene ble følgende slukevner lagt til grunn:

Sauland 1 – 28 m³/s

Sauland 2 – 17 m³/s

Tabell 4-1 (neste side) viser vassføringsverdier for viktige steder mellom inntakene og utløpet.

Tabell 4-1 Vassføringsverdier, midlere avløp (årgjennomsnitt) og medianverdi, for perioden 1959-2004.

	Middelvassføring [m ³ /s]	Medianvassføring [m ³ /s]
Hjartdøla nedenfor Hjartsjø	13,62	10,72
Sommer	8,91	5,94
Vinter	15,98	15,76
Hjartdøla nedstrøms samløp med Skorva	15,54	12,92
Sommer	10,75	7,40
Vinter	17,95	18,67
Hjartdøla ved Åmot før samløp med Skogsåa	15,88	13,26
Sommer	11,07	7,64
Vinter	18,30	19,12
Skogsåa nedenfor Sønderlandsvatn	4,10	1,69
Sommer	3,99	2,25
Vinter	4,16	1,54
Skogsåa ved Elgvad	5,50	2,25
Sommer	5,33	3,04
Vinter	5,59	1,95
Skogsåa ved Åmot før samløp med Hjartdøla	5,72	2,31
Sommer	5,54	3,17
Vinter	5,82	2,01
Heddøla (etter samløp mellom Hjartdøla og Skogsåa)	21,61	18,72
Sommer	16,61	11,69
Vinter	24,11	23,67
Heddøla ovenfor Omnesfossen	23,00	19,79
Sommer	17,94	12,57
Vinter	25,53	23,94
Heddøla nedenfor kraftverksutløpet	23,00	19,79
Sommer	17,94	12,57
Vinter	25,53	23,94

Middelvassføringen er som regel sterkt påvirket av høye ekstremverdier. Medianverdien er mer representativ for den "vanlige vassføringen" da det er den verdien som den lave halvparten av verdiene ligger over og den andre halvparten av verdiene ligger under.

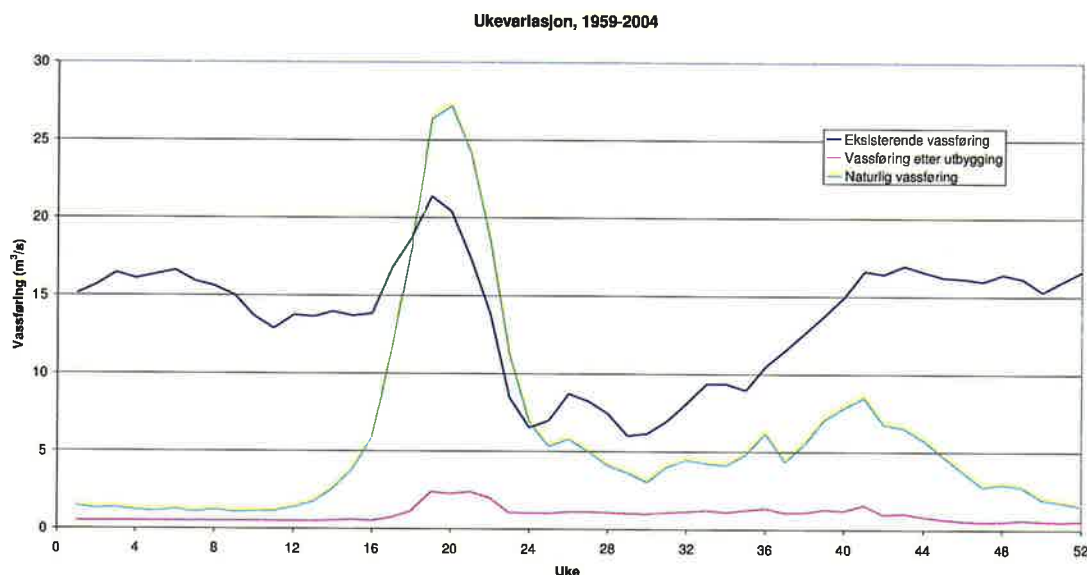
4.1 Valg av et tørt år, et vått år og året nærmest middelvassføring

Et tørt, et vått år og året nærmest middelvassføring er valgt slik: Alle årene i perioden 1959 til 2004 ble sortert etter den årlige middelvassføringen. Som tørt år er valgt året med 4. minste middelvassføring, som vått år det med 4. høyeste middelvassføring og som et middels år blir valgt det året som ligger nærmest middelvassføringen i hele perioden. Tilfeldigvis viser det valgte tørre året (med lav middelvassføring) de største flomspissene.

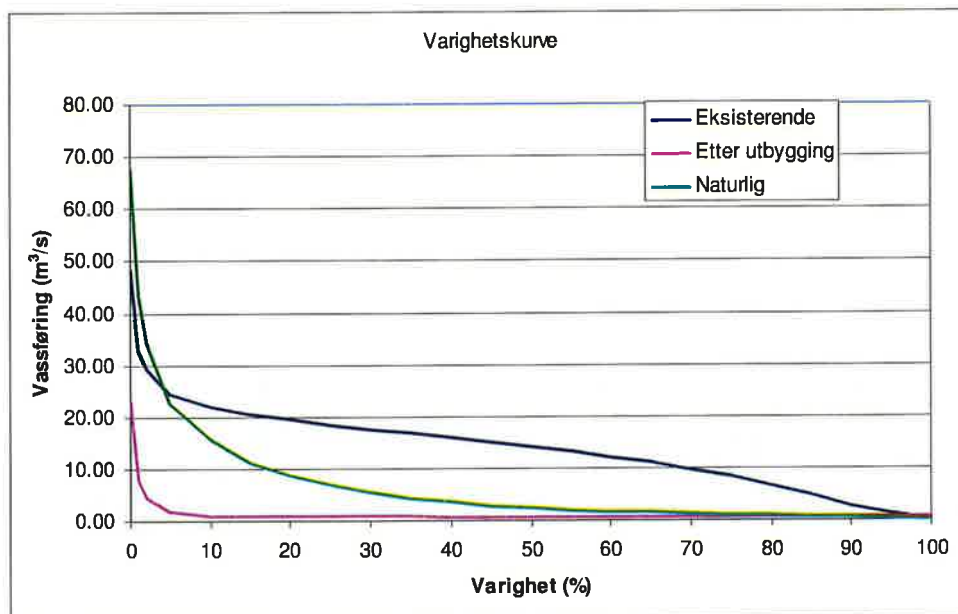
4.2 Hjartdøla nedenfor utløp Hjartsjå

Gjennomsnittlig årsprofil for simulert vassføring ved utløp av Hjartsjå (umiddelbart nedstrøms inntaket til Sauland 1 kraftverk) før og etter utbygging av Hjartdøla kraftverk og Sauland kraftverk er vist i Figur 4-1.

Karakteristiske vassføringsverdier er vist i Tabell 4-2 og Figur 4-2 viser varighetskurven.



Figur 4-1 Gjennomsnittlige årsprofiler for vassføring nedenfor inntaket til Sauland 1: naturlig vassføring (før utbygging av Hjartdøla kraftverk), eksisterende vassføring (med Hjartdøla kraftverk) og etter utbygging av Sauland kraftverk



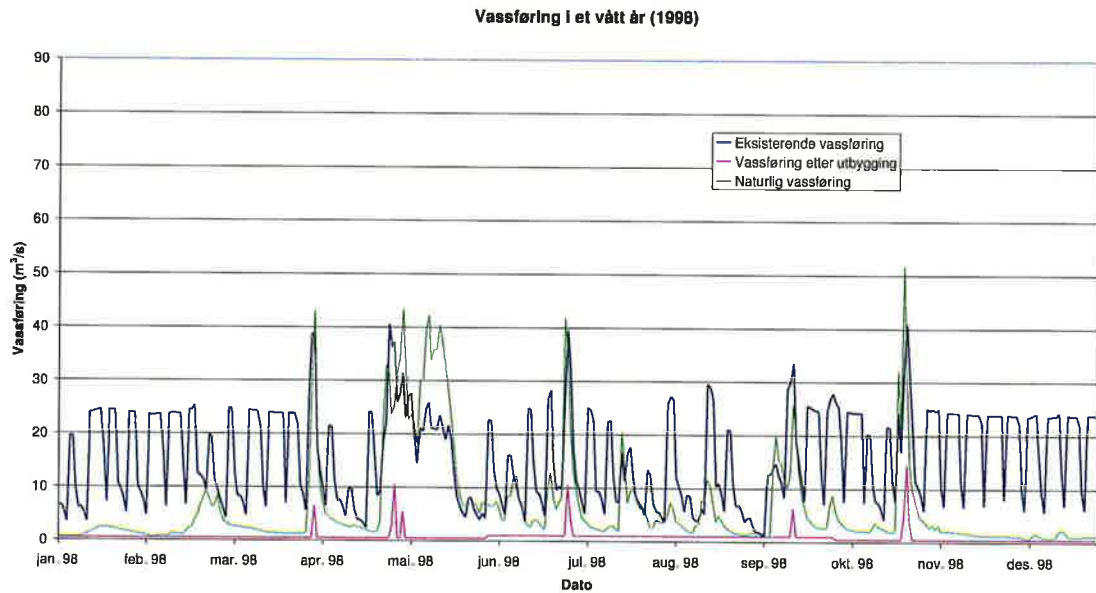
Figur 4-2 Varighetskurve for vassføring nedenfor inntaket til Sauland 1: naturlig vassføring (før utbygging av Hjartdøla kraftverk), eksisterende vassføring (med Hjartdøla kraftverk) og etter utbygging av Sauland kraftverk

Tabell 4-2 Vassføring nedenfor utløpet av Hjartsjå: naturlig vassføring (før utbygging av Hjartdøla kraftverk), eksisterende vassføring (med Hjartdøla kraftverk) og etter utbygging av Sauland kraftverk.

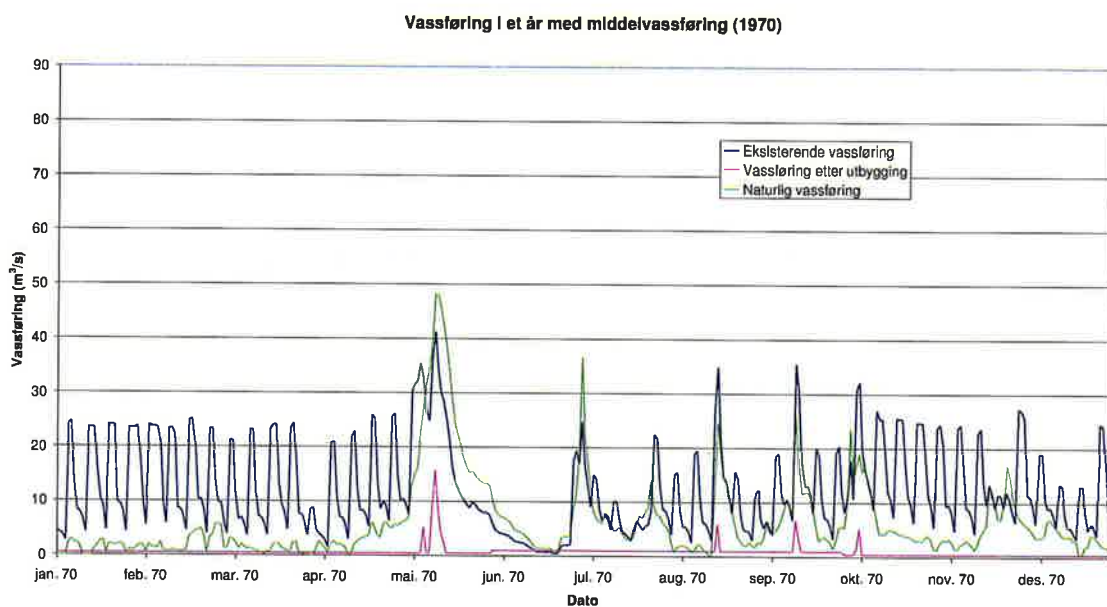
	m ³ /s			mill. m ³ /år		
	Naturlig	Eksisterende	Etter utbygging	Naturlig	Eksisterende	Etter utbygging
Middelvassføring	5,8	13,6	0,93	183,5	429,4	29,4
Median vassføring	2,4	14,2	0,5	74,7	448,3	15,8
Q₉₅	0,4	1,3	0,50	11,2	39,8	15,8

Vassføring før og etter utbygging i et vått og et tørt år og et år med middelvassføring er vist i Figur 4-3 til Figur 4-5.

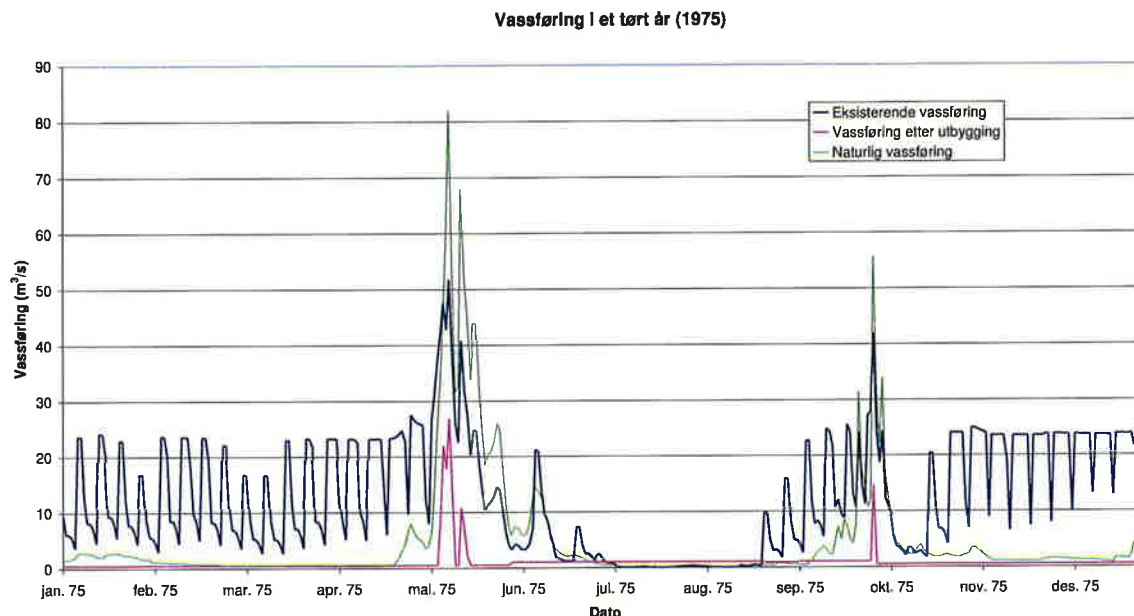
Etter at Hjartdøla kraftverk ble satt i drift, har vassføringsvariasjonen i elva vært preget av produksjonsmønsteret av Hjartdøla kraftverk. Etter utbygging av Sauland kraftverk vil vassføringsvariasjonen stort sett være uavhengig av driften i Hjartdøla kraftverk. Vassføringen vil ofte være redusert til minstevassføring. I ca. 1,8 uke i gjennomsnitt per år vil vassføringen bli høyere enn i dag.



Figur 4-3 Vassføringsvariasjon nedenfor inntaket til Sauland 1 i et vått år: naturlig vassføring, eksisterende vassføring (med Hjartdøla kraftverk) og etter utbygging av Sauland kraftverk.



Figur 4-4 Vassføringsvariasjon nedenfor inntaket til Sauland 1 i året nærmest middelvassføring: naturlig vassføring, eksisterende vassføring (med Hjartdøla kraftverk) og etter utbygging av Sauland kraftverk



Figur 4-5 Vassføringsvariasjon nedenfor inntaket til Sauland 1 i et tørt år: naturlig vassføring, eksisterende vassføring (med Hjartdøla kraftverk) og etter utbygging av Sauland kraftverk

4.3 Nedstrøms samløpet mellom Hjartdøla og Skorva

Gjennomsnittlig årsprofil for simulert vassføring nedstrøms samløpet mellom Hjartdøla og Skorva før og etter utbygging av Sauland kraftverk er vist i Figur 4-6.

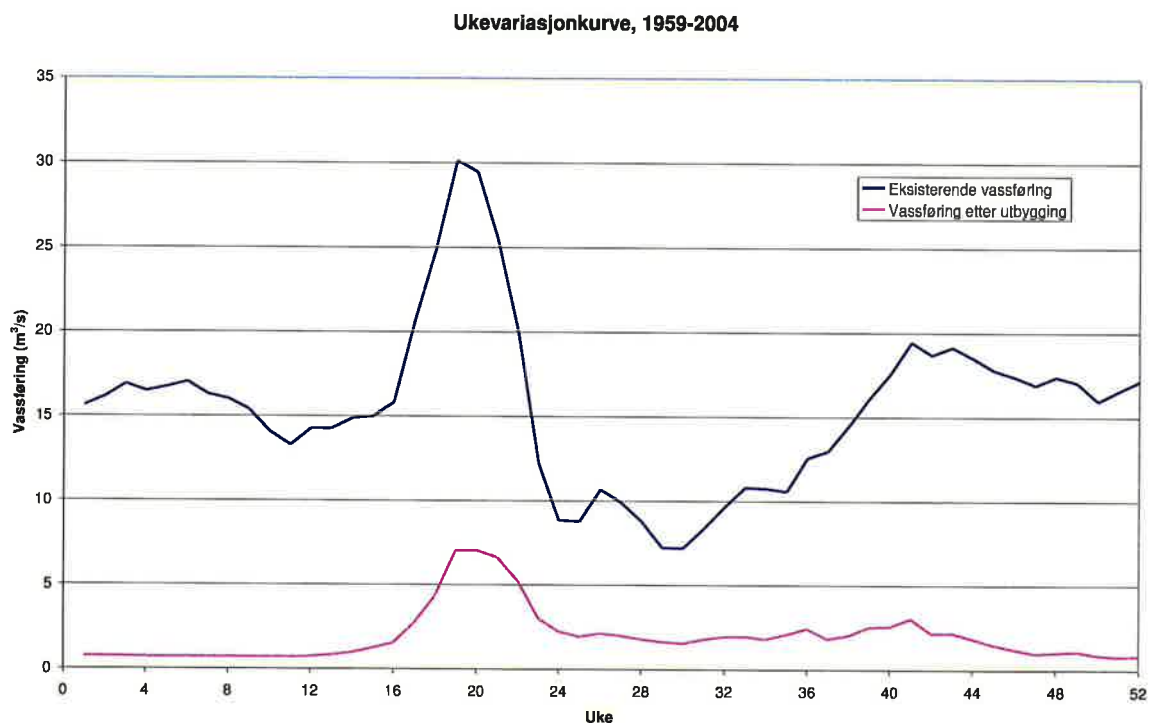
Karakteristiske vassføringsverdier er vist i Tabell 4-3 og Figur 4-7 viser varighetskurven.

Vassføring før og etter utbygging i et vått og et tørt år og et år med middelvassføring er vist i Figur 4-8 til Figur 4-10.

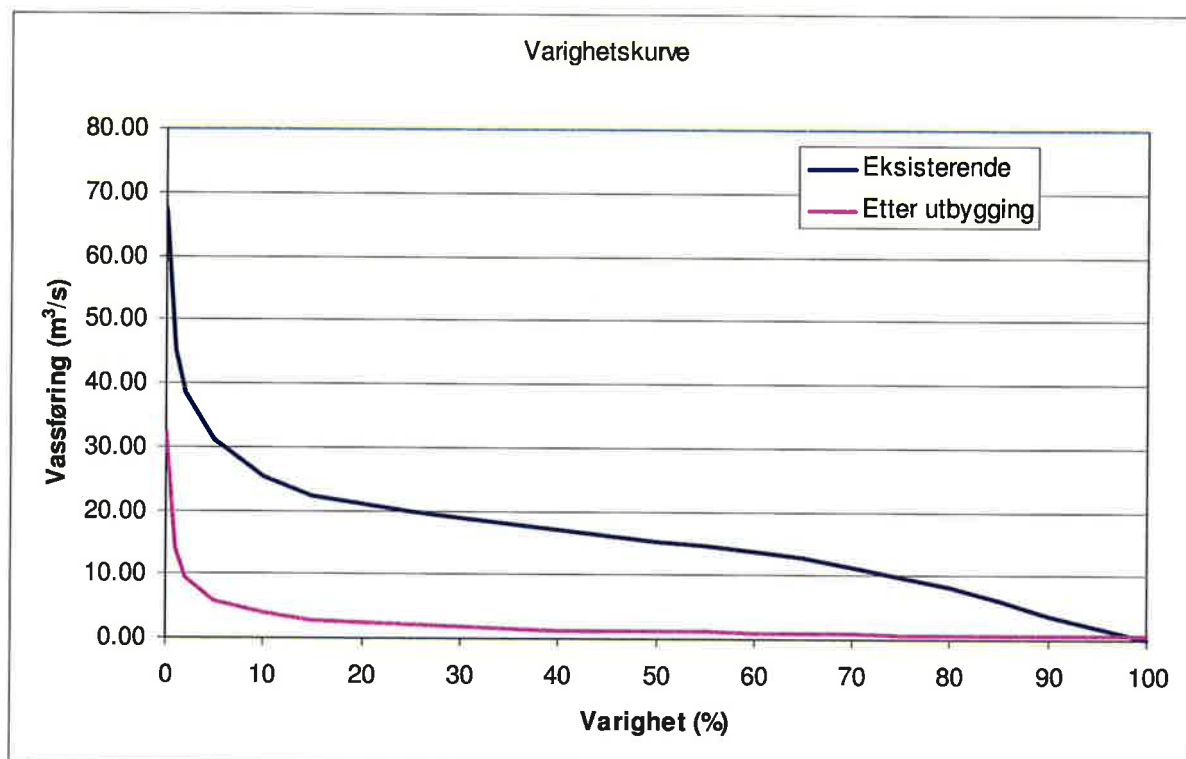
Tabell 4-3 Vassføring nedstrøms samløpet mellom Hjartdøla og Skorva: eksisterende vassføring og vassføring etter utbygging av Sauland kraftverk

	m ³ /s		mill. m ³ /år	
	Eksisterende	Etter utbygging	Eksisterende	Etter utbygging
Middelvassføring	15,5	1,95	490,3	61,4
Median vassføring	15,4	1,1	485,2	36,2
Q₉₅	1,7	0,6	53,5	18,6

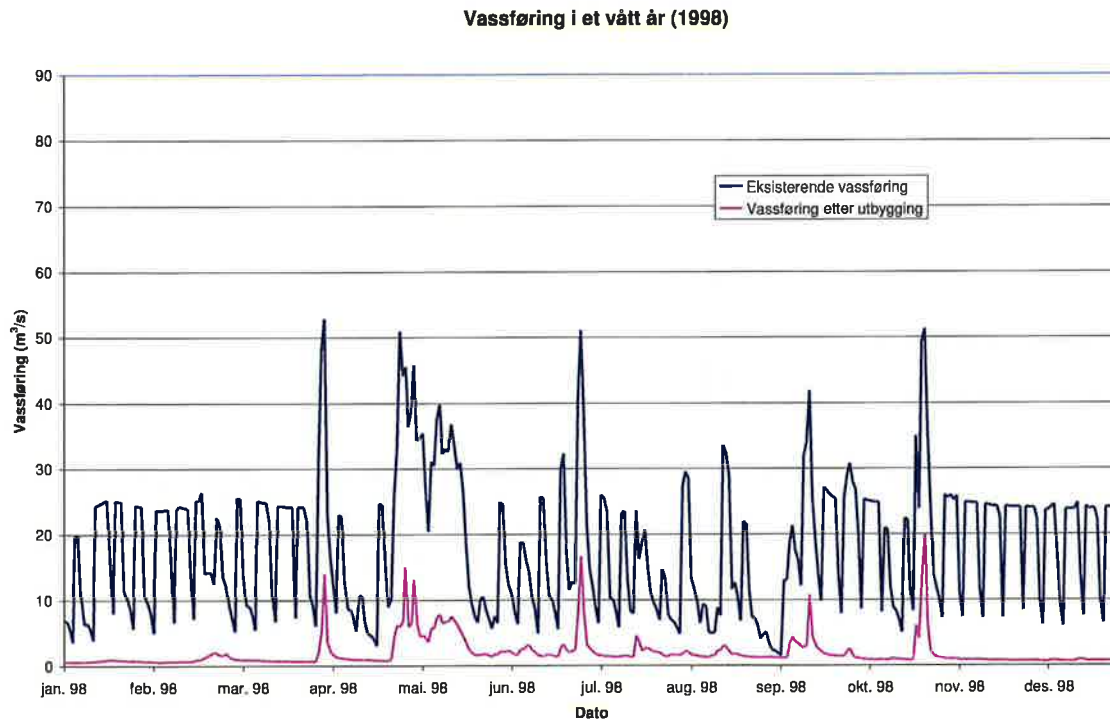
I gjennomsnitt vil lavvassføringen etter utbygging av Sauland kraftverk være høyere enn i dagens tilstand for ca. 1,5 uke per år, fordi det kan garanteres for minstevassføringen.



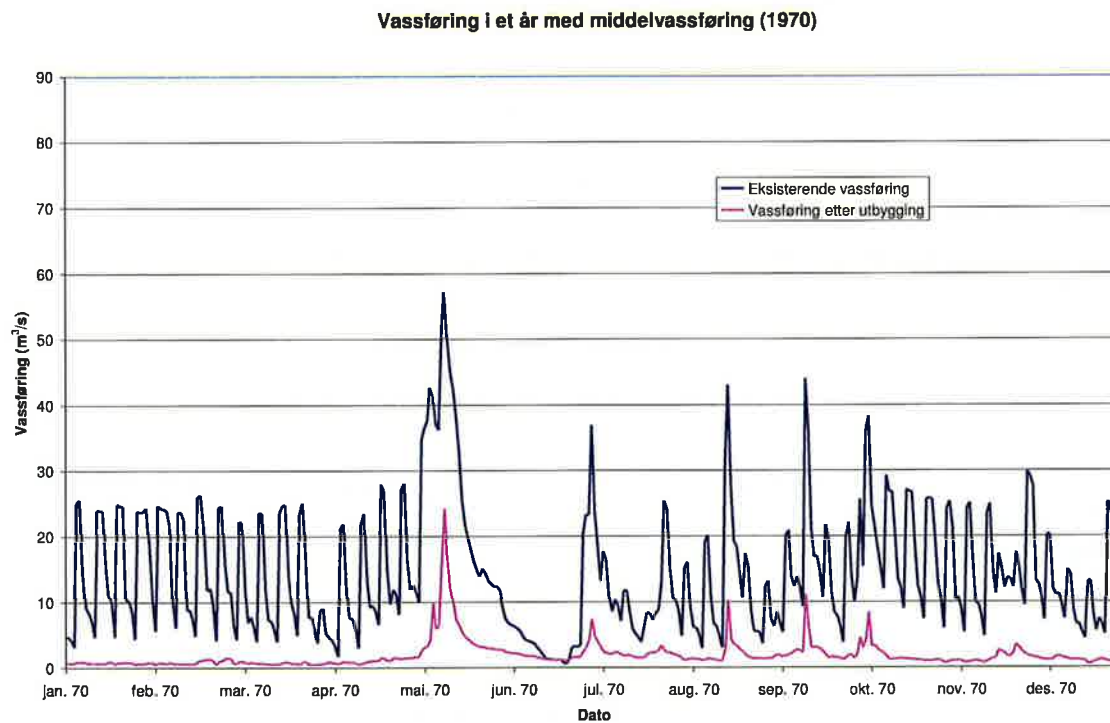
Figur 4-6 Gjennomsnittlige årsprofiler for vassføring i Hjartdøla etter samløpet med Skorva, før og etter utbygging



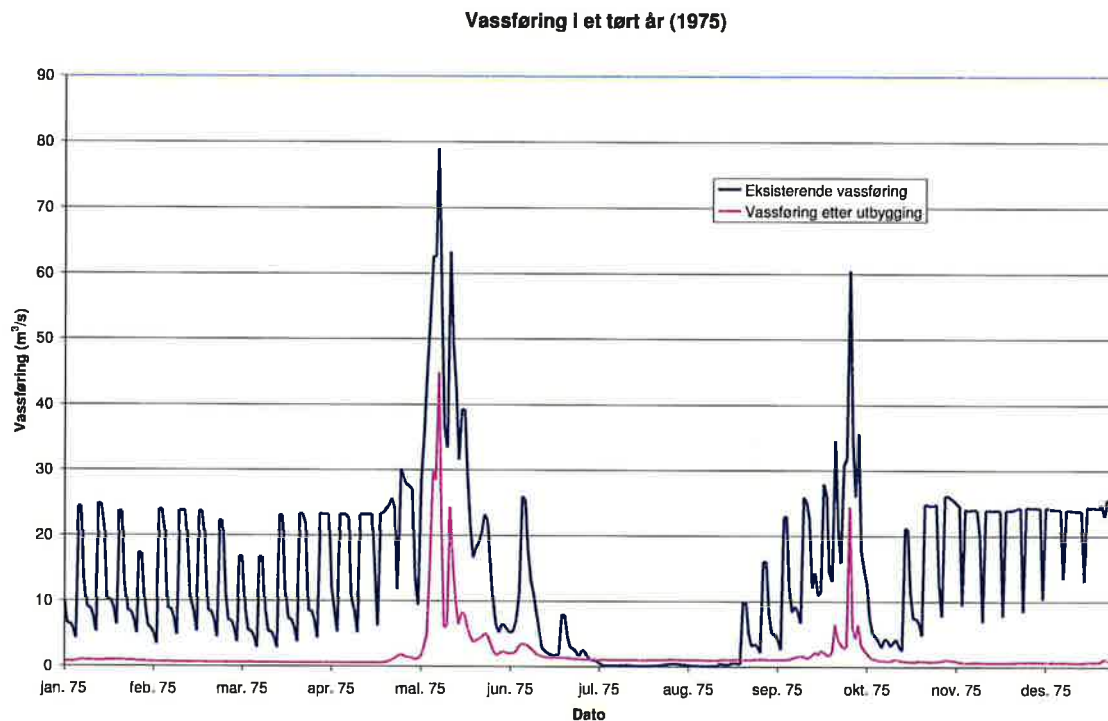
Figur 4-7 Varighetskurve for vassføring i Hjartdøla etter samløpet med Skorva, før og etter utbygging



Figur 4-8 Vassføringsvariasjon i Hjartdøla etter samløpet med Skorva i et vått år, før og etter utbygging



Figur 4-9 Vassføringsvariasjon i Hjartdøla etter samløpet med Skorva i året nærmest middelvassføring, før og etter utbygging.



Figur 4-10 Vassføringsvariasjon i Hjartdøla etter samløpet med Skorva i et tørt år, før og etter utbygging

4.4 Hjartdøla ved Åmot (før samløpet med Skogsåa)

Gjennomsnittlig årsprofil for simulert vassføring i Hjartdøla ved Åmot (før samløpet med Skogsåa) før og etter utbygging av Sauland kraftverk er vist i Figur 4-11.

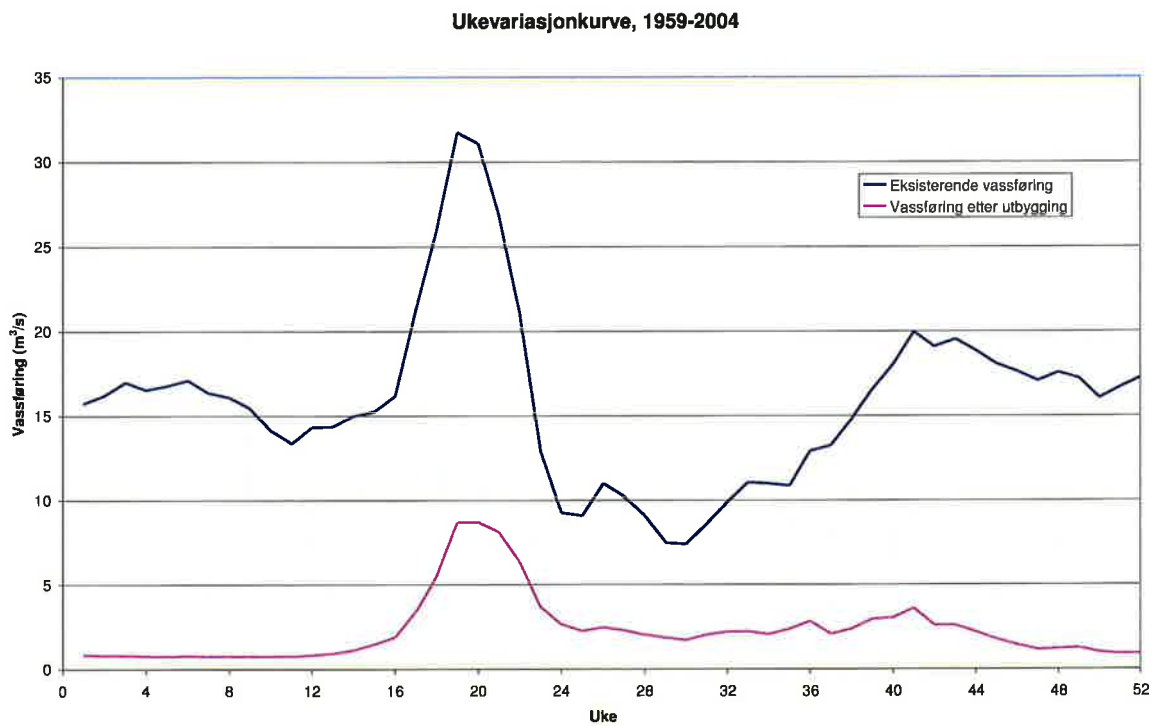
Karakteristiske vassføringsverdier er vist i Tabell 4-4 og Figur 4-12 viser varighetskurven.

Vassføring før og etter utbygging i et vått og et tørt år og et år med middelvassføring er vist i Figur 4-13 til Figur 4-15.

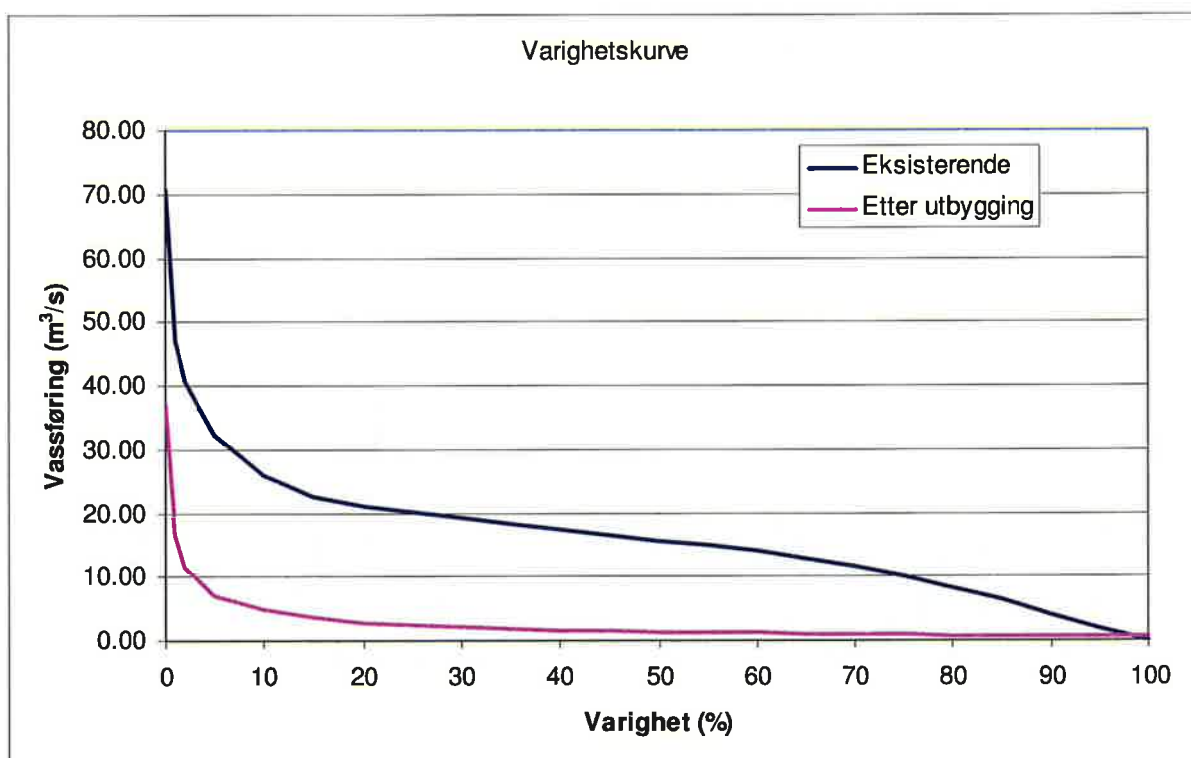
Tabell 4-4 Vassføring i Hjartdøla ved Åmot: eksisterende vassføring og vassføring etter utbygging av Sauland kraftverk

	m ³ /s		mill. m ³ /år	
	Eksisterende	Etter utbygging	Eksisterende	Etter utbygging
Middelvassføring	15,9	2,3	501,1	72,6
Median vassføring	15,6	1,3	492,5	40,3
Q₉₅	1,8	0,6	55,9	19,5

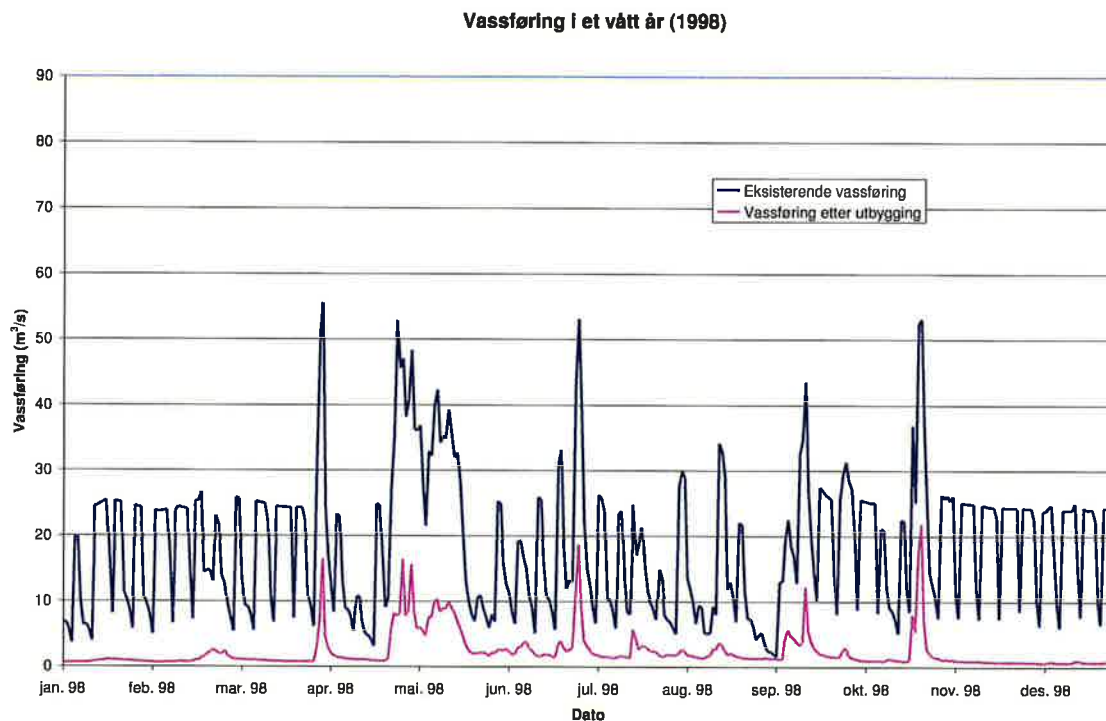
I gjennomsnitt vil lavvassføringen etter utbygging av Sauland kraftverk være høyere enn i dagens tilstand for ca. 1,5 uke per år, fordi det kan garanteres minstevassføring.



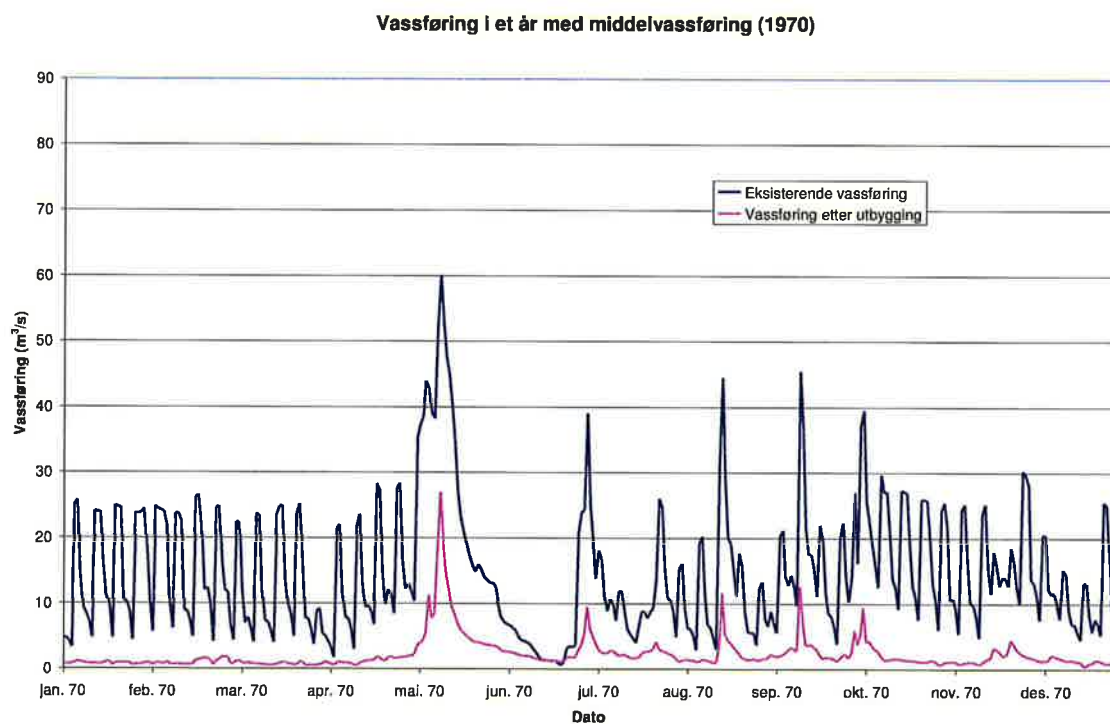
Figur 4-11 Gjennomsnittlige årsprofiler for vaassføring i Hjartdøla ved Åmot, før og etter utbygging



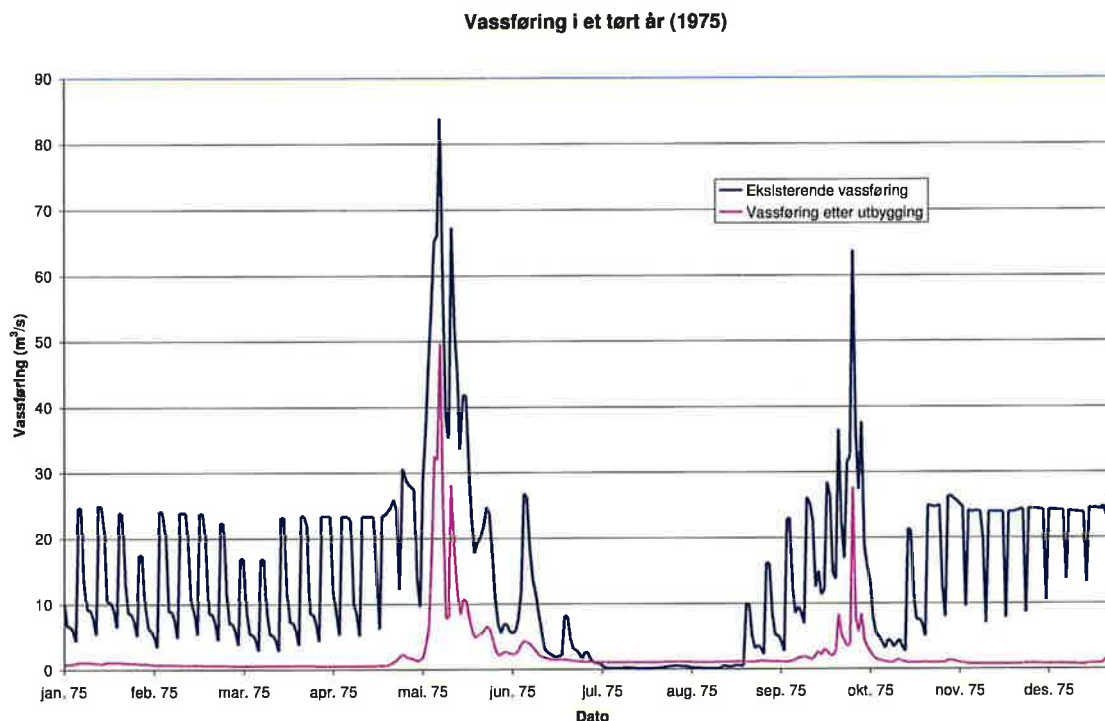
Figur 4-12 Varighetskurve for vaassføring i Hjartdøla ved Åmot, før og etter utbygging



Figur 4-13 Vassføringsvariasjon i Hjørdøla ved Åmot i et vått år, før og etter utbygging



Figur 4-14 Vassføringsvariasjon i Hjørdøla ved Åmot i året nærmest middelvassføring, før og etter utbygging



Figur 4-15 Vassføringsvariasjon i Hjartdøla ved Åmot i et tørt år, før og etter utbygging

4.5 Bekkeinntakene

Tilslaget til bekkeinntakene er basert på vannmerke Grovåi. Det er antatt at slukeevnen til alle bekkeinntakene er 10 ganger middelvassføringen. Vassføringsvariasjonen vil derfor beregningsmessig bli den samme og er representert i de samme figurene. Gjennomsnittlig årsprofil for den simulerte totale vassføringen ved samtlige inntak før og etter utbygging av Sauland kraftverk er vist i Figur 4-16. Vassføringen i et år med flomspill er vist i Figur 4-18 og vassføringen i året nærmest middelvassføring i Figur 4-17. Tabell 4-5 viser karakteristiske vassføringsverdier for bekkeinntakene.

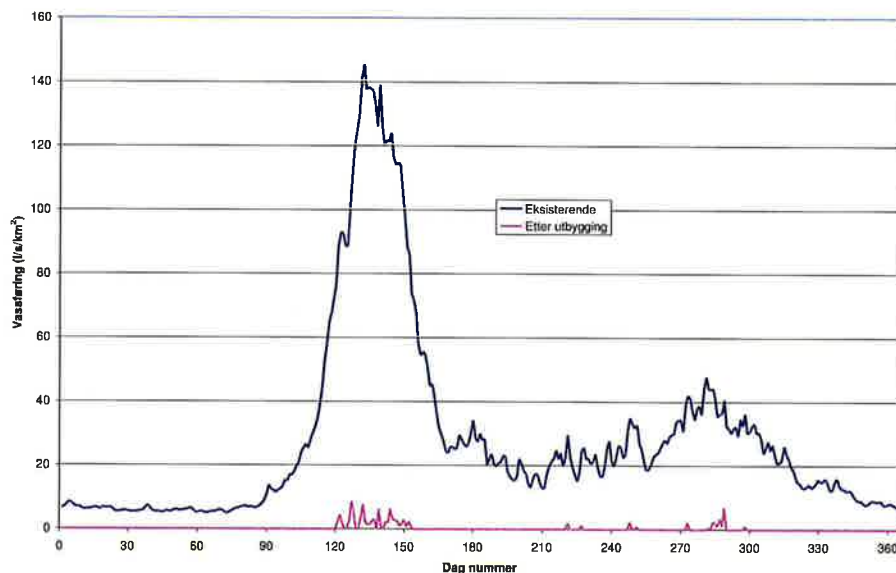
Tabell 4-5 Eksempel på vassføring nedstrøms et bekkeinntak: eksisterende vassføring og vassføring etter utbygging av Sauland kraftverk

	l/s/km ²	
	Før utbygging	Etter utbygging
Middelvassføring	28,6	0,3
Median vassføring	10,6	0
Q₉₅	1,5	0

Vassføringen umiddelbart nedenfor bekkeinntakene vil ofte være redusert til null, selv om vassføringen i elvene vil kunne være betydelig i samme tidsrom. Avløp fra restfeltet er vist i Tabell 2-7. Vassføringen i et år med meget høyt overløp er vist i Figur 4-18.

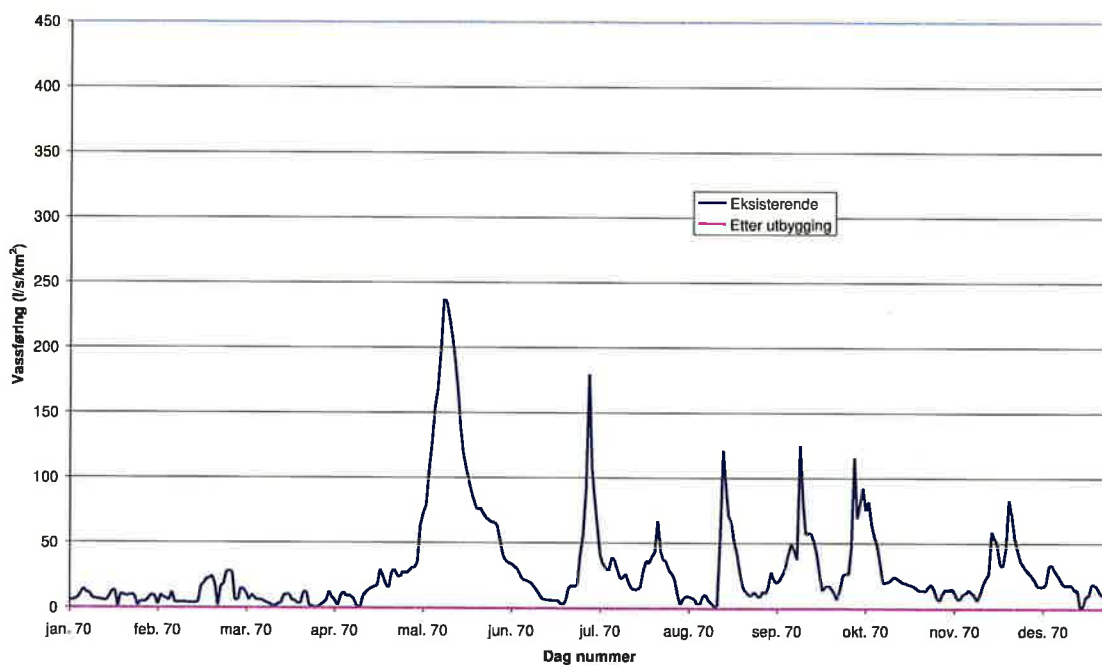
Bekkene vil bli sterkt påvirket av utbyggingen med Sauland kraftverk. Nedstrøms bekkeinntakene vil flomoverløp forekomme svært sjeldent.

Beregningene av flomoverløp er basert på daglige middelvassføringer. Det forventes derfor noe større overløp enn beregnet fordi maksimum momentan vassføringer er høyere enn middelvassføringene.

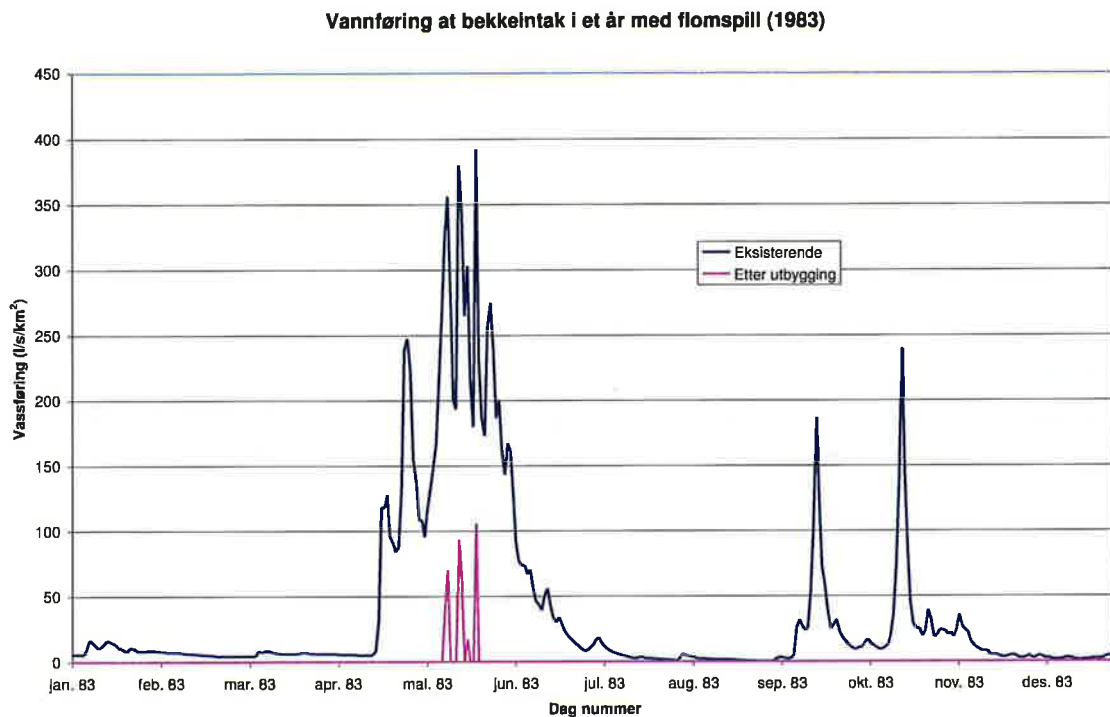


Figur 4-16 Gjennomsnittlige årsprofiler for vassføring nedenfor inntakene, før og etter utbygging. Vassføringsvariasjonen vil være den samme for alle bekker, mens vannmengden vil variere etter nedbørfeltets størrelse.

Vannføring at bekkeintak i et år med middelvannføring (1970)



Figur 4-17 Vassføringsvariasjon nedenfor inntakene i året nærmest middelvassføring, før og etter utbygging. Etter utbygging forventes ingen vassføring umiddelbart nedstrøms bekkeinntakene i et typisk år.



Figur 4-18 Vassføringsvariasjon nedenfor inntakene i et år med flomtap, før og etter utbygging

Tilslig fra restfeltene vil sikre en viss vassføring i bekkene før samløpene med Hjartdøla og Skogsåa.

Følgende tabell viser beregnet avløp for restfeltene. Medianavløpet kan gjelde som en representativ verdi – halvparten av dagene i året er avløpet høyere, mens den er lavere den andre halvparten. Midlere avløp er derimot sterkt påvirket av dager med høy avrenning.

Tabell 4-6 Avløp fra bekkenes restfelt

	Midlere avløp	Medianavløp
Grovaråa	10 l/s	4 l/s
Uppstigåa	40 l/s	10 l/s
Vesleåa	5 l/s	2 l/s
Skorva	30 l/s	10 l/s
Vesleåa/Kjempa	60 l/s	20 l/s

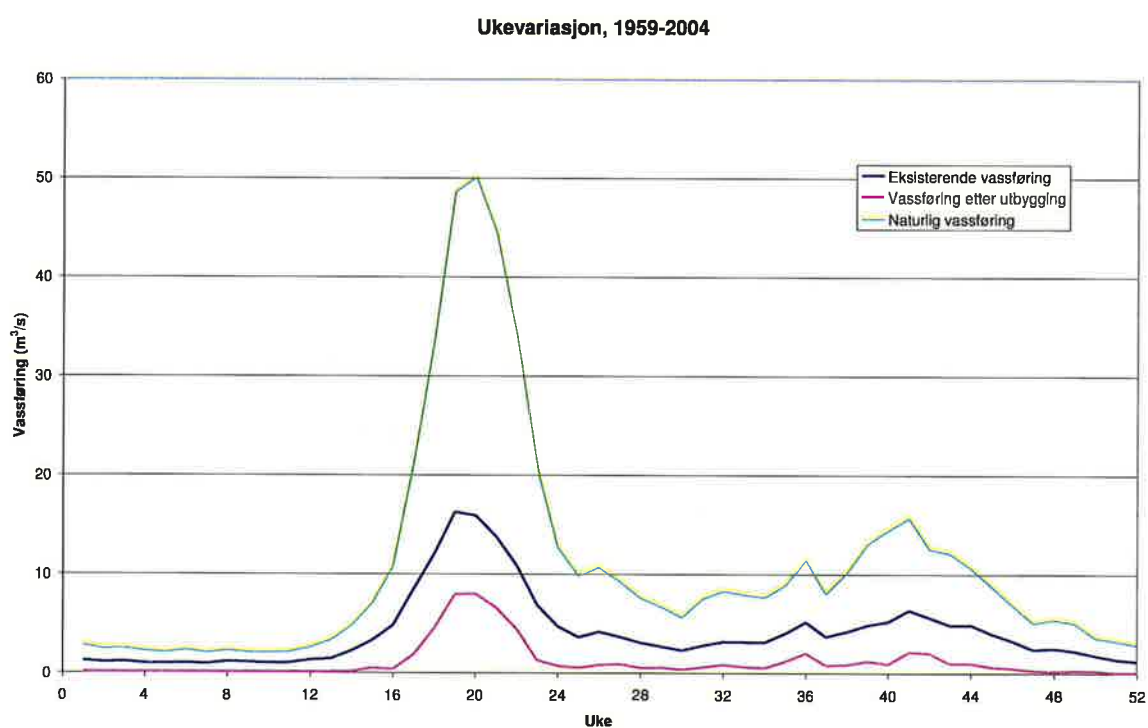
4.6 Utløp av Sønderlandsvatn

Gjennomsnittlig årsprofil for simulert middelvassføring ved utløpet av Sønderlandsvatn (umiddelbart nedstrøms inntaket til Sauland 2 kraftverk) i naturlig tilstand (før utbygging av Hjartdøla kraftverk), vassføring i dag og etter utbygging av Sauland kraftverk er vist i Figur 4-19. Vassføring i et vått og et tørt år og et år med gjennomsnittlig vassføring er vist i Figur 4-21 til Figur 4-23. Vassføringen i Skogsåa vil ofte være redusert til minstevassføring, selv om det vil forekomme dager med betydelig vassføring i elva. Tabell 4-7 viser karakteristiske vassføringsverdier og Figur 4-20 viser varighetskurven.

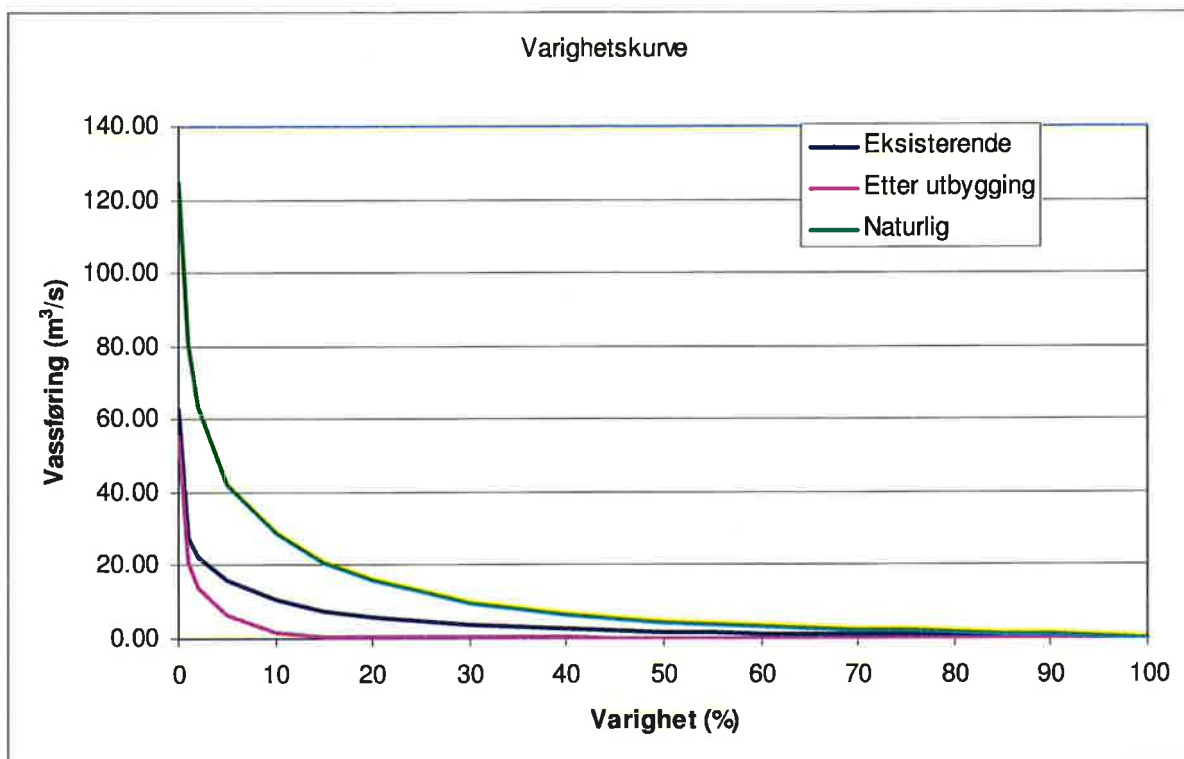
Tabell 4-7 Vassføring nedenfor utløpet av Sønderslandsvatn: naturlig vassføring (før utbygging av Hjartdøla kraftverk), eksisterende vassføring (med Hjartdøla kraftverk) og etter utbygging av Sauland kraftverk

	m ³ /s			mill.m ³ /år		
	Naturlig	Eksisterende	Etter utbygging	Naturlig	Eksisterende	Etter utbygging
Middelvassføring	10,7	4,1	1,2	338,9	129,8	36,4
Median vassføring	4,4	1,8	0,1	138,5	57,9	3,2
Q₉₅(m³/s)	0,7	0,3	0,1	22,9	9,4	3,2

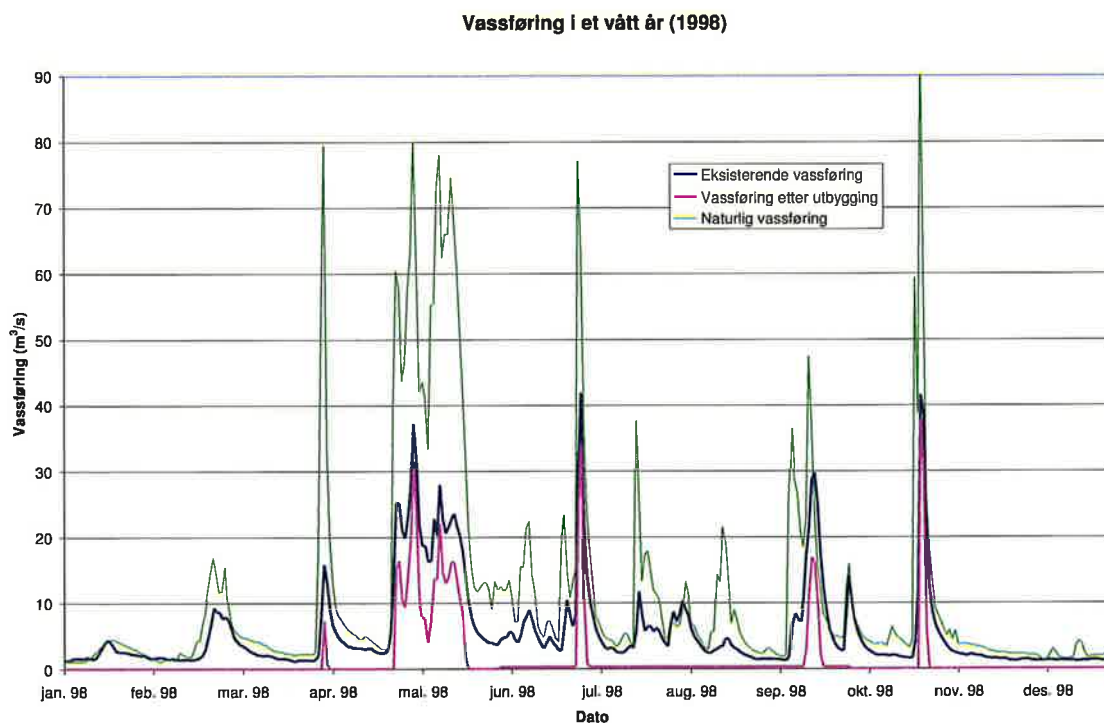
I gjennomsnitt vil lavvassføringen etter utbygging av Sauland kraftverk være høyere enn i dagens tilstand i ca. 1,7 uke per år på grunn av minstevassføringen fra Sønderslandsvatn.



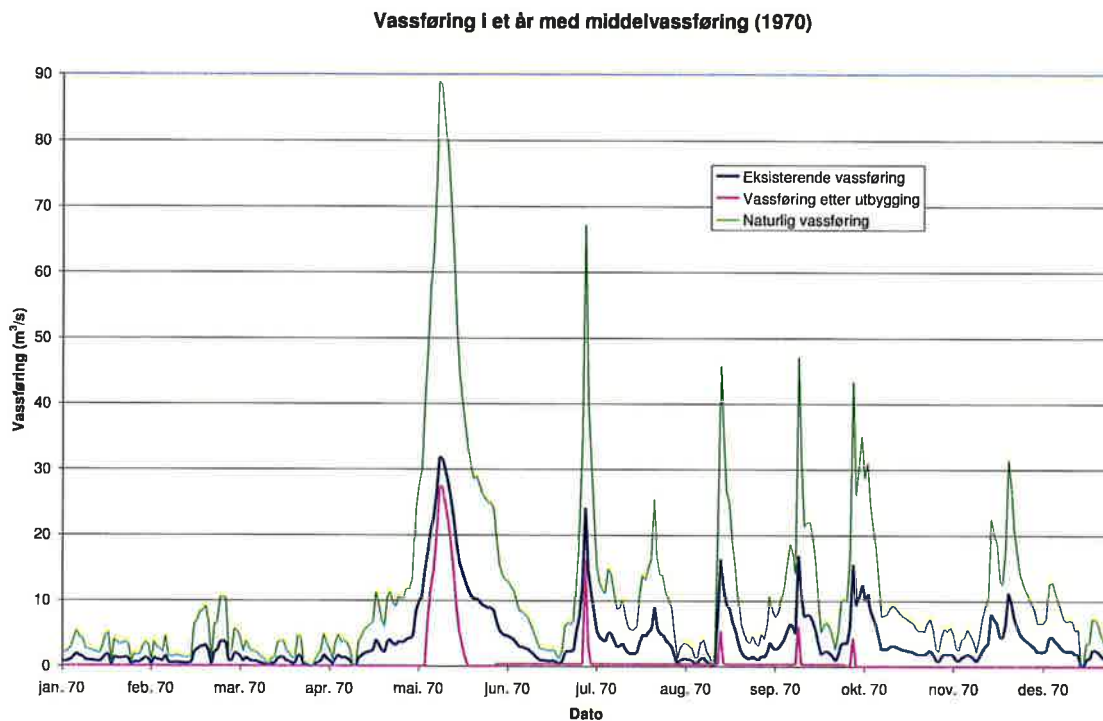
Figur 4-19 Gjennomsnittlige årsprofiler for vassføring nedenfor inntaket til Sauland 2: naturlig vassføring (før utbygging av Hjartdøla kraftverk), eksisterende vassføring (med Hjartdøla kraftverk) og etter utbygging av Sauland kraftverk



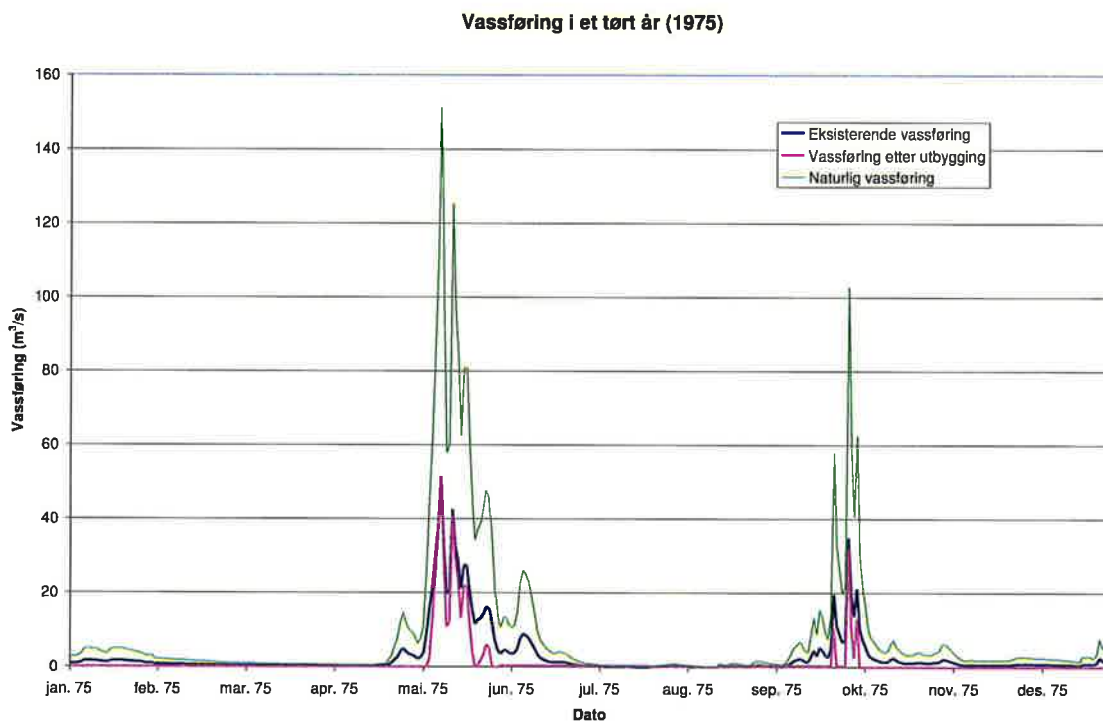
Figur 4-20 Varighetskurve for nedenfor inntaket til Sauland 2: naturlig vassføring (før utbygging av Hjartrdøla kraftverk), eksisterende vassføring (med Hjartrdøla kraftverk) og etter utbygging av Sauland kraftverk



Figur 4-21 Vassføringsvariasjon nedenfor inntaket til Sauland 2 i et vått år: naturlig vassføring, eksisterende vassføring (med Hjartrdøla kraftverk) og etter utbygging av Sauland kraftverk



Figur 4-22 Vassføringsvariasjon nedenfor inntaket til Sauland 2 i året nærmest middelvassføring: naturlig vassføring, eksisterende vassføring (med Hjartdøla kraftverk) og etter utbygging av Sauland kraftverk



Figur 4-23 Vassføringsvariasjon nedenfor inntaket til Sauland 2 i et tørt år: naturlig vassføring, eksisterende vassføring (med Hjartdøla kraftverk) og etter utbygging av Sauland kraftverk

4.7 Skogsåa ved Elgevad

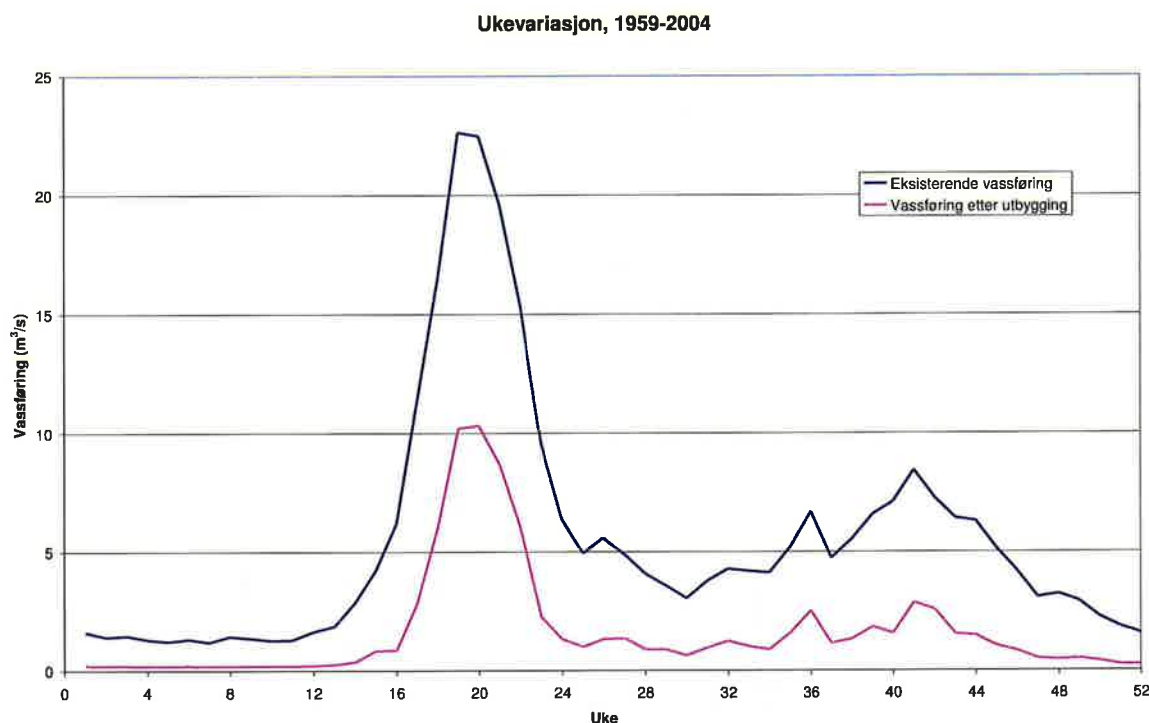
Gjennomsnittlig årsprofil for simulert middelvassføring i Skogsåa ved Elgevad før og etter utbygging av Sauland kraftverk er vist i Figur 4-24.

Karakteristiske vassføringsverdier er vist i Tabell 4-8 og Figur 4-25 viser varighetskurven. Figur 4-26, Figur 4-27 og Figur 4-28 viser vassføringsvariasjonen i et vått, et middels og et tørt år.

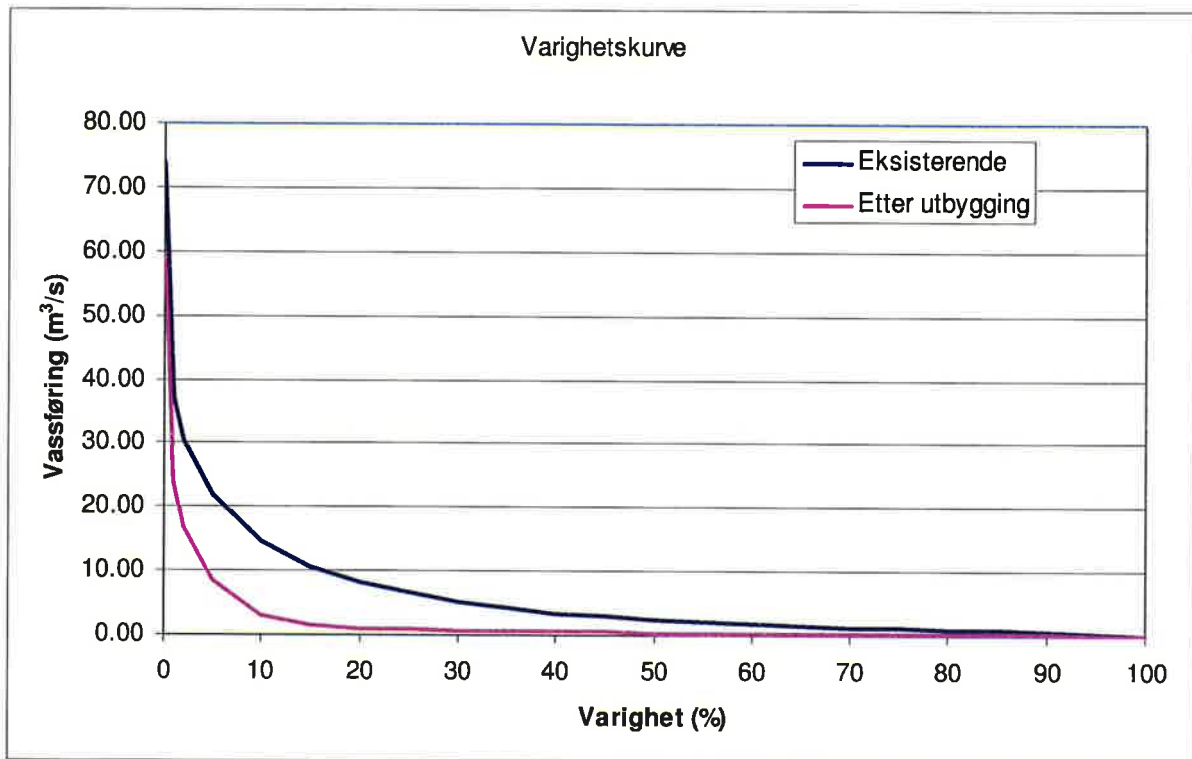
Tabell 4-8 Vassføring i Skogsåa ved Elgevad: eksisterende vassføring og vassføring etter utbygging av Sauland kraftverk

	m ³ /s		mill. m ³ /år	
	Eksisterende	Etter utbygging	Eksisterende	Etter utbygging
Middelvassføring	5,5	1,6	174,1	51,9
Median vassføring	2,4	0,4	75,1	13,3
Q₉₅	0,4	0,1	12,9	4,5

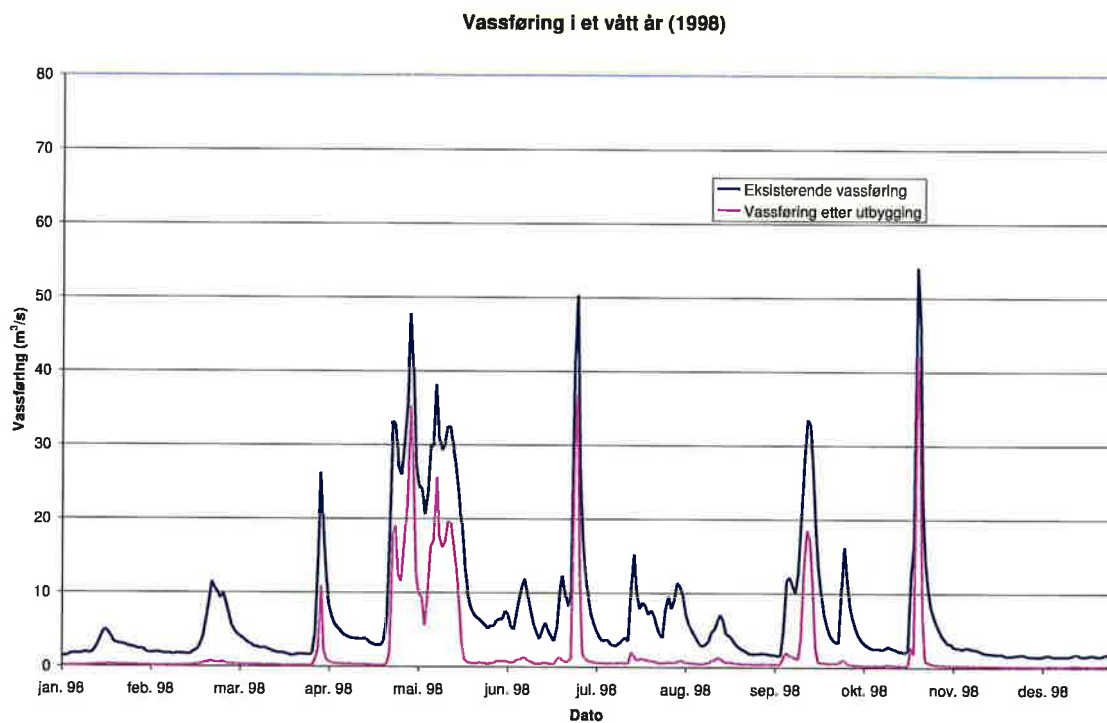
I gjennomsnitt vill lavvassføringen etter utbygging av Sauland kraftverk være høyere enn i dagens tilstand for ca. 1,2 uke per år, på grunn av minstevassføringen fra Sønderlandsvatn.



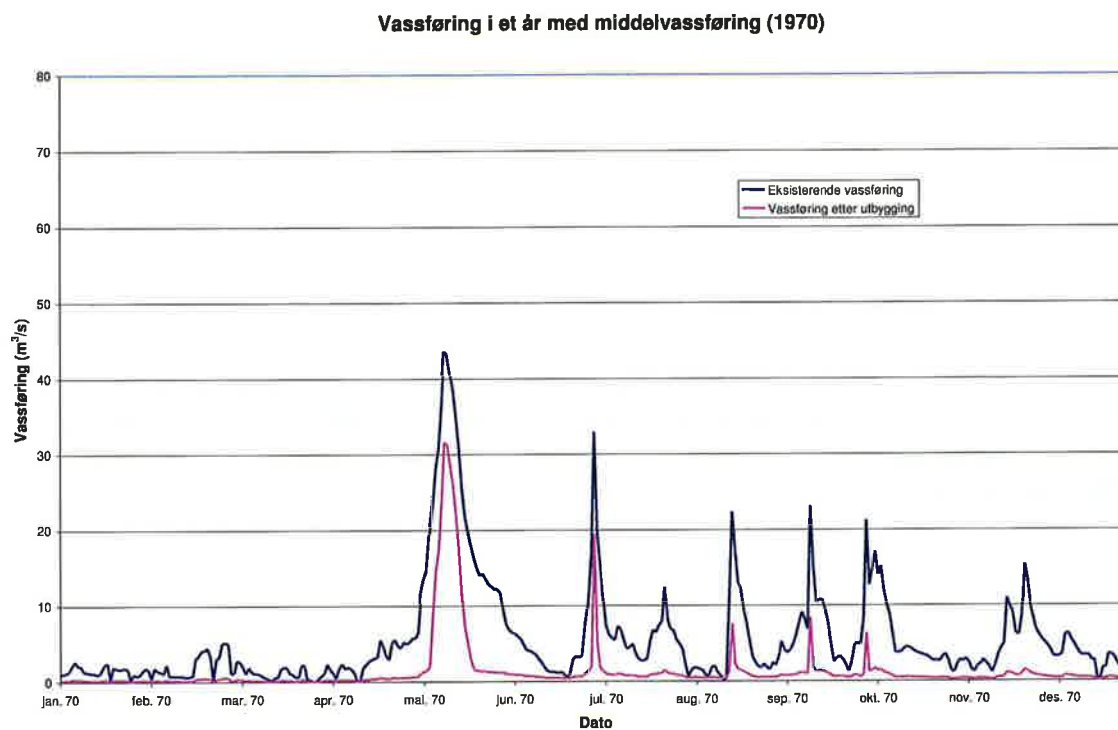
Figur 4-24 Gjennomsnittlige årsprofiler for vassføring i Skogsåa ved Elgevad, før og etter utbygging



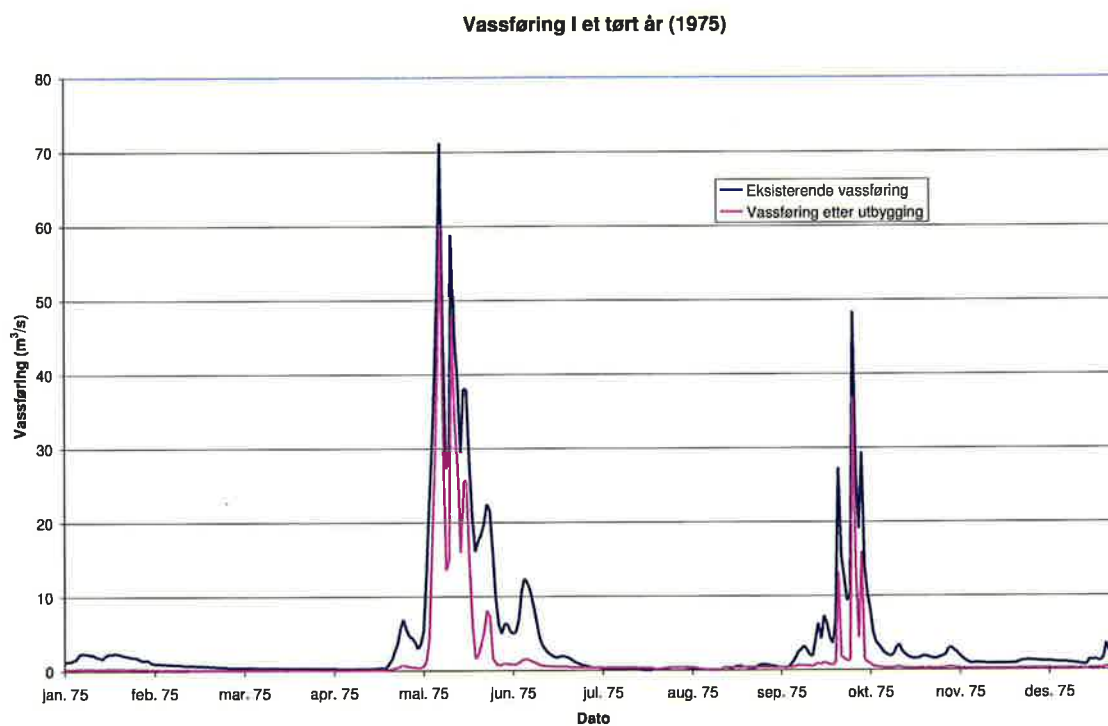
Figur 4-25 Varighetskurve for vassføring i Skogsåa ved Elgevad, før og etter utbygging



Figur 4-26 Vassføringsvariasjon i Skogsåa ved Elgevad i et vått år, før og etter utbygging



Figur 4-27 Vassføringsvariasjon i Skogsåa ved Elgevad i året nærmest middelvassføring før og etter utbygging



Figur 4-28 Vassføringsvariasjon i Skogsåa ved Elgevad i et tørt år før og etter utbygging

4.8 Skogsåa ved Åmot (oppstrøms samløpet med Hjartdøla)

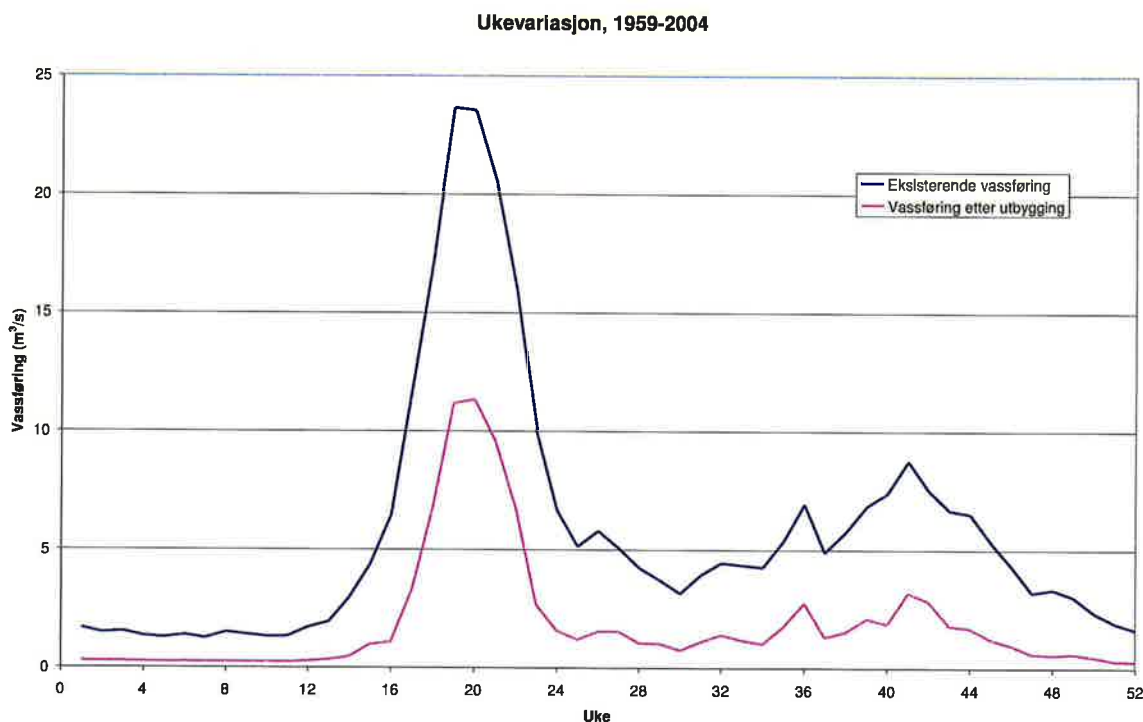
Gjennomsnittlig årsprofil for simulert middelvassføring i Skogsåa ved Åmot før og etter utbygging av Sauland kraftverk er vist i Figur 4-29.

Karakteristiske vassføringsverdier er vist i Tabell 4-9 og Figur 4-30 viser varighetskurven. Figur 4-31, Figur 4-32 og Figur 4-33 viser vassføringsvariasjonen i et vått, et middels og et tørt år.

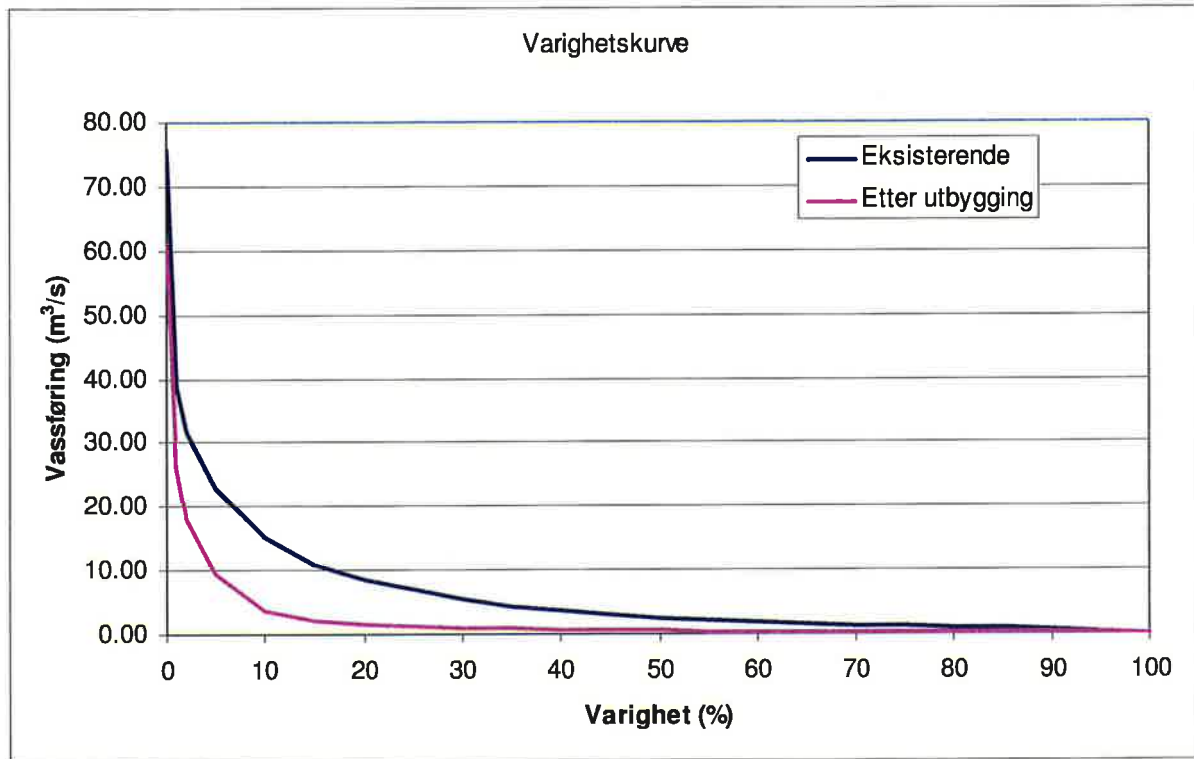
Tabell 4-9 Vassføring i Skogsåa ved Åmot: eksisterende vassføring og vassføring etter utbygging av Sauland kraftverk

	m ³ /s		mill. m ³ /år	
	Eksisterende	Etter utbygging	Eksisterende	Etter utbygging
Middelvassføring	5,7	1,9	181,1	58,9
Median vassføring	2,5	0,5	78,1	16,0
Q₉₅	0,4	0,2	13,5	5,0

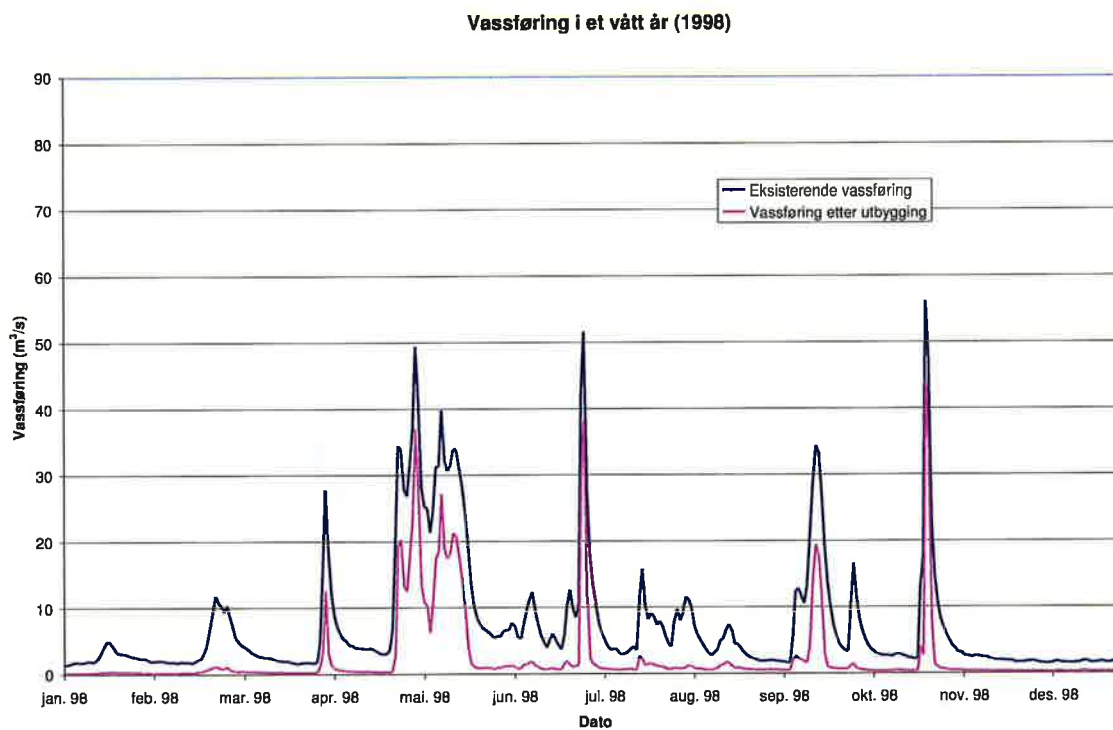
I gjennomsnitt vil lavvassføringen etter utbygging av Sauland kraftverk være høyere enn i dagens tilstand for ca. 1,2 uke per år (på grunn av minstevassføringen fra Sønderlandsvatn).



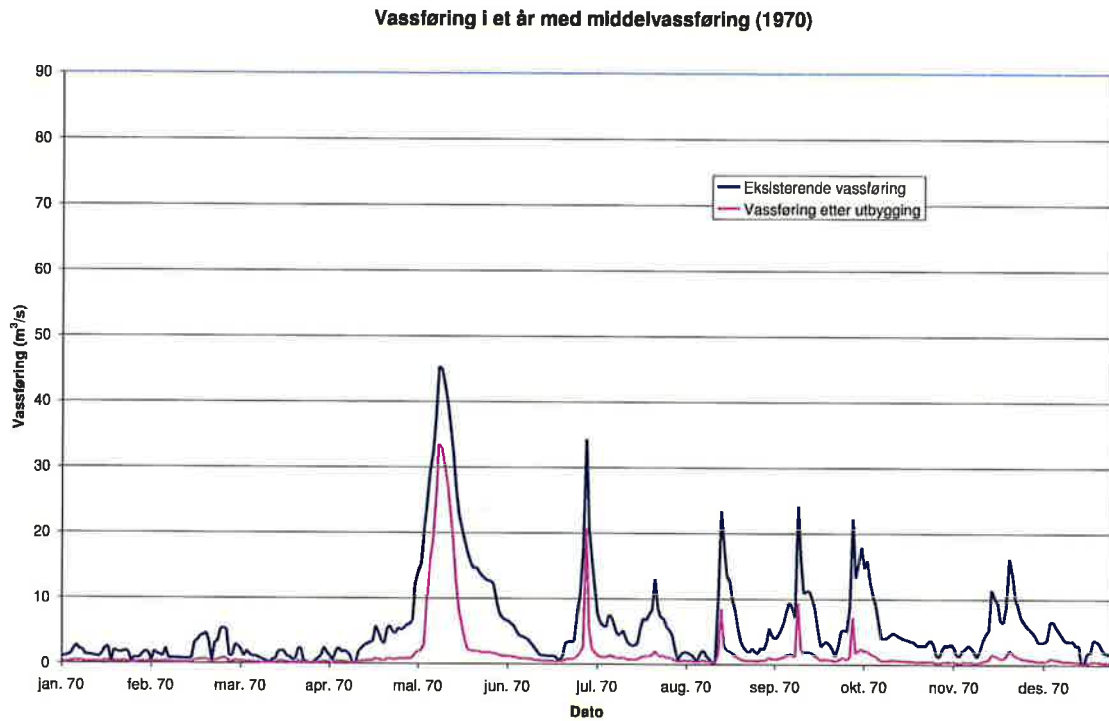
Figur 4-29 Gjennomsnittlige årsprofiler for vassføring i Skogsåa ved Åmot før og etter utbygging



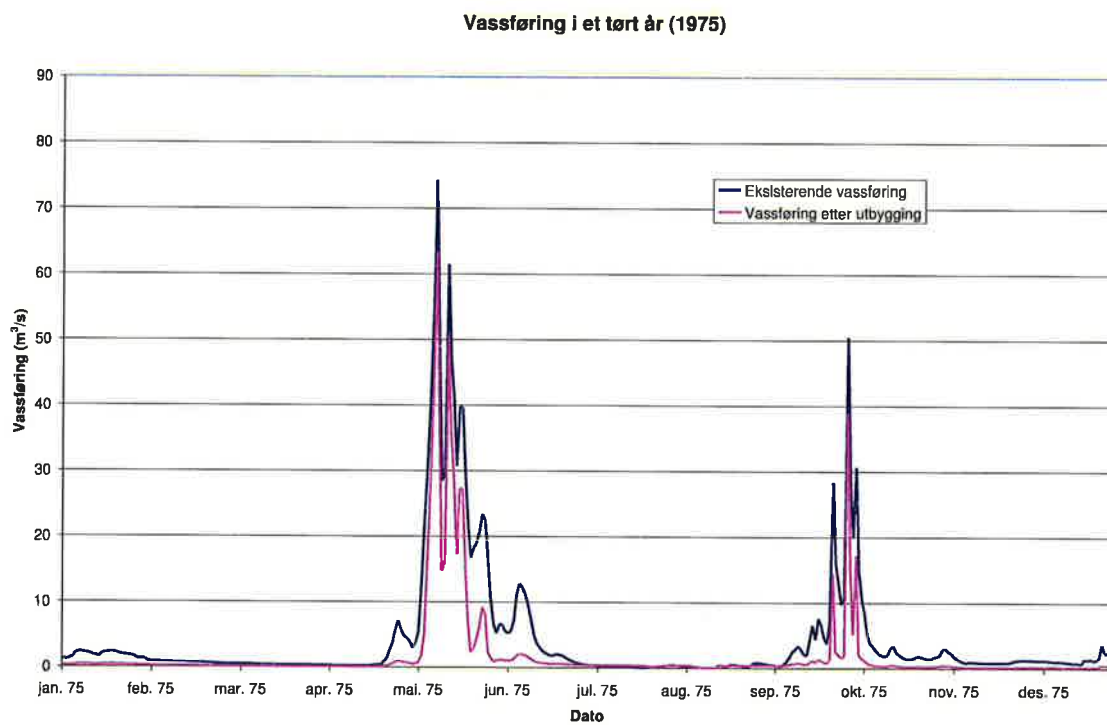
Figur 4-30 Varighetskurve for Vassføring i Skogsåa ved Åmot før og etter utbygging



Figur 4-31 Vassføringsvariasjon i Skogsåa ved Åmot i et vått år, før og etter utbygging.



Figur 4-32 Vassføringsvariasjon i Skogsåa ved Åmot i året nærmest middelvassføring før og etter utbygging



Figur 4-33 Vassføringsvariasjon i Skogsåa ved Åmot i et tørt år, før og etter utbygging

4.9 Omnesfossen oppstrøms utløpet fra Sauland kraftverk

Middelvassføringen oppstrøms kraftstasjonsutløpet etter utbygging av Sauland kraftverk vil tilsvare 24 % av vassføringen før utbygging av Sauland kraftverk (5,6 m³/s mot 23,0 m³/s middelvassføring).

Skagerak Kraft praktiserer et minstevassføringsregime i Hjartdøla med Omnesfossen som referansepunkt. Gjennom tilpasset drift i Hjartdøla kraftverk slippes nok vann fra Hjartsjø til at Omnesfossen fører 1 m³/s i vinterperioden (1.10.-31.5.) og 2,5 m³/s i sommerperioden (1.6.-30.09.). Ordningen er foreslått videreført etter utbygging av Sauland kraftverk.

Gjennomsnittlig årsprofil for simulert vassføring i Omnesfossen før og etter utbygging av Sauland kraftverk er vist i Figur 4-34.

Karakteristiske vassføringsverdier er vist i Tabell 4-10 .

Tabell 4-10 Vassføring ved Omnesfossen oppstrøms utløpet fra Sauland kraftverk: eksisterende vassføring og vassføring etter utbygging av Sauland kraftverk

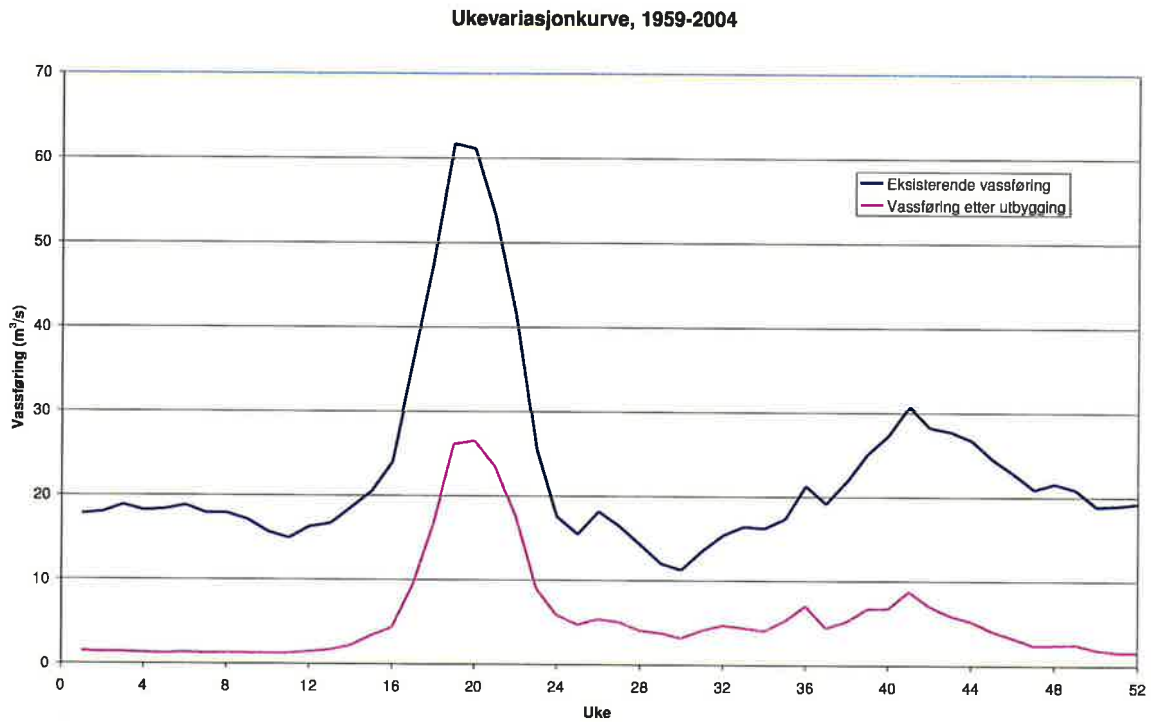
	m ³ /s		mill .m ³ /år	
	Eksisterende	Etter utbygging	Eksisterende	Etter utbygging
Middelvassføring	23,0	5,6	726,2	175,5
Median vassføring	19,2	2,5	605,2	72,7
Q₉₅	3,3	1,0	102,5	28,5

Gjennomsnittlige årsprofil for den simulerte vassføringen ved Omnesfossen (umiddelbart oppstrøms utløpet fra Sauland kraftverk) før og etter utbygging er vist i Figur 4-34.

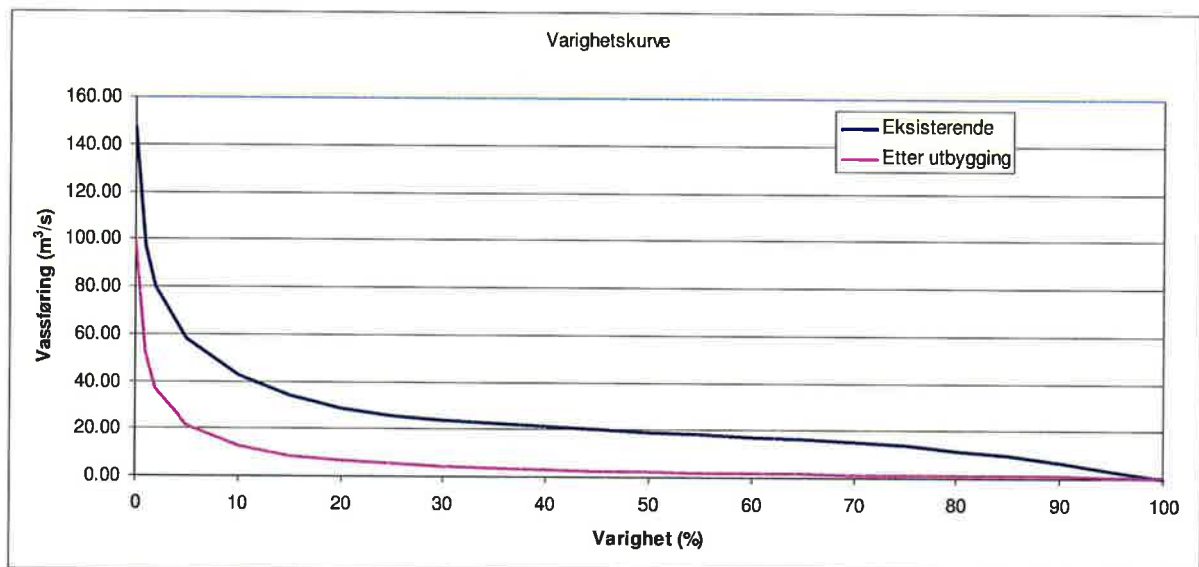
I gjennomsnitt vil lavvassføringen etter utbygging av Sauland kraftverk være høyere enn i dagens tilstand for ca. 0,8 uke per år på grunn av minstevassføringen fra Sønderlandsvatn.

Tabell 4-11 Vassføring ovenfor kraftverkets utløp etter utbygging

	Middelverdier	
	m ³ /s	Mm ³ /år
Flomtap, minste vannslipp	2,1	66,4
Vann fra restnedbørfeltet	3,5	109,2
Vannføring ovenfor utløpet etter utbygging	5,6	175,5

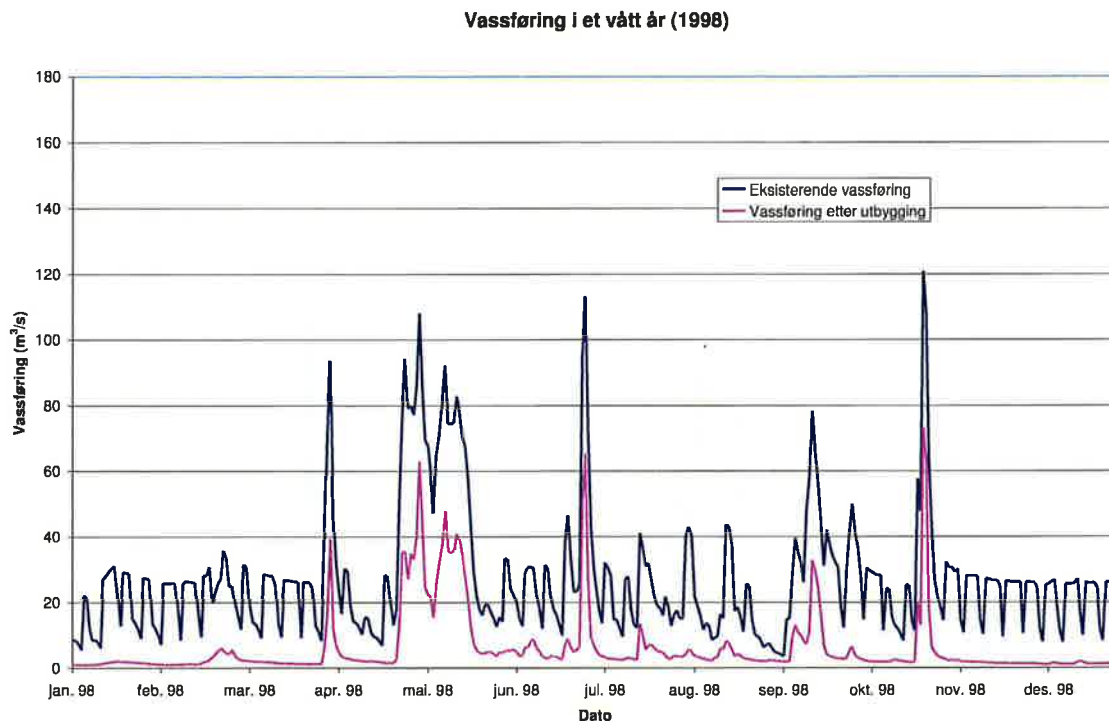


Figur 4-34 Gjennomsnittlige årsprofiler for vassføring ved Omnesfossen umiddelbart oppstrøms utløpet fra Sauland kraftverk, før og etter utbygging

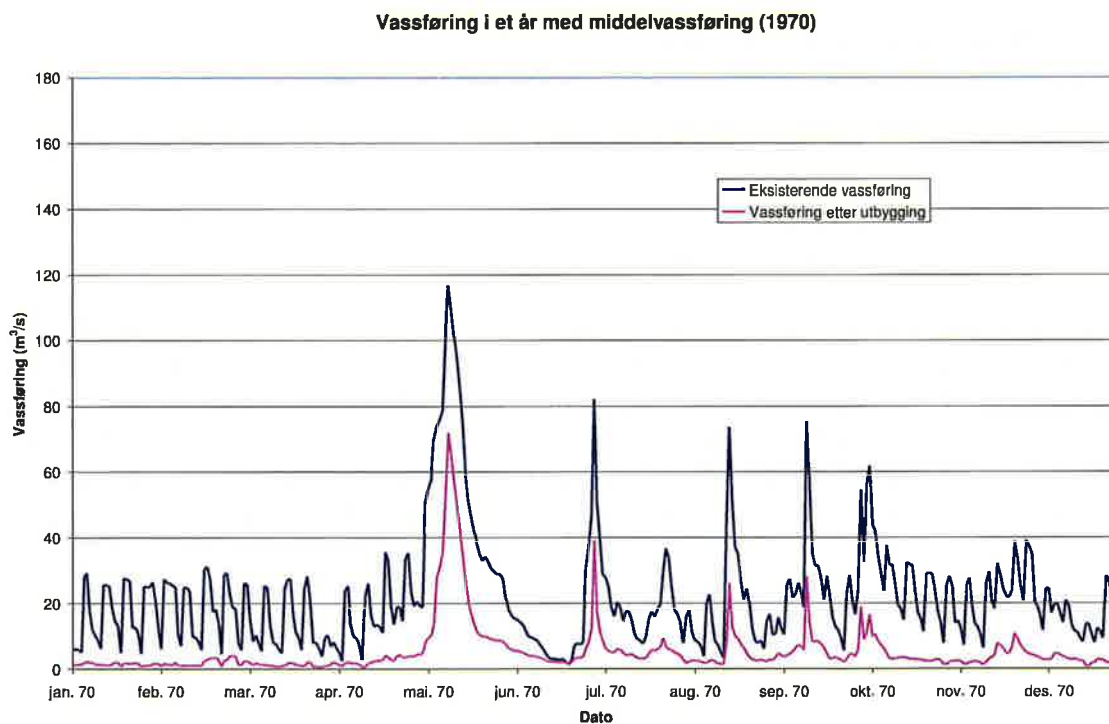


Figur 4-35 Varighetskurve for Vassføring ved Omnesfossen umiddelbart oppstrøms utløpet fra Sauland kraftverk, før og etter utbygging

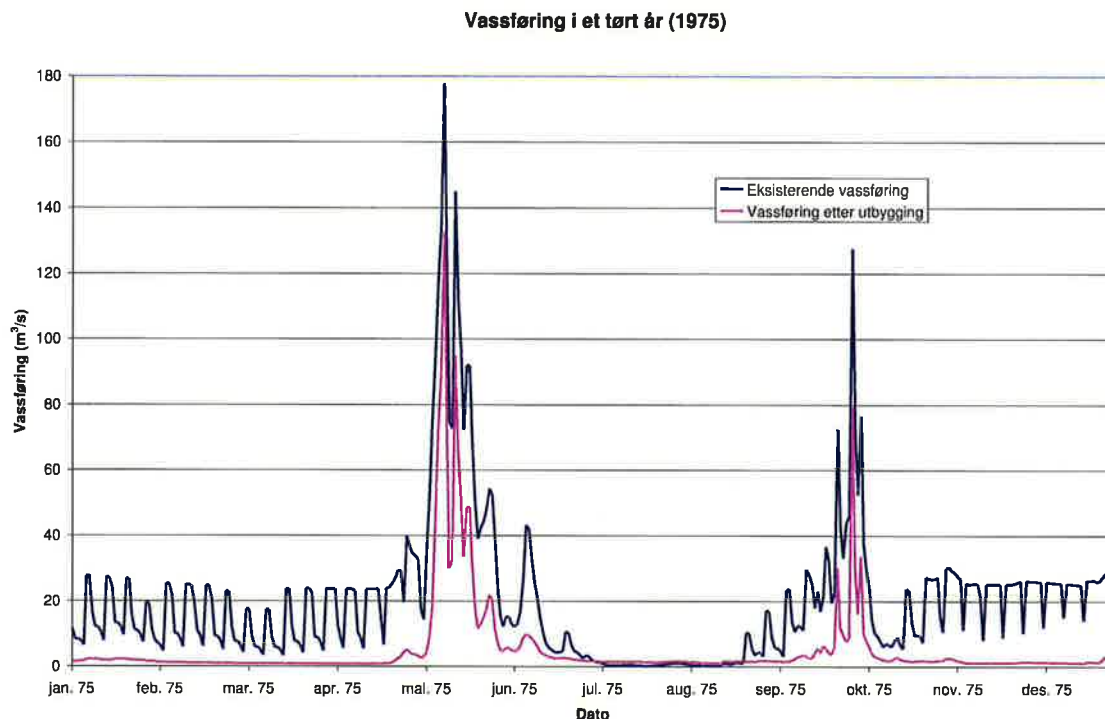
Figur 4-36, Figur 4-37 og Figur 4-38 nedenfor viser konsekvensene for vassføringen ved Omnesfossen, oppstrøms utløpet av Sauland kraftverk. Vassføringen reduseres betydelig etter utbygging, men vassføringsregimet vil ikke lenger være påvirket av driften av Hjartdøla kraftverk og dermed være mer lik naturlig vassføring.



Figur 4-36 Vassføringsvariasjon ved Omnesfossen umiddelbart oppstrøms utløpet fra Sauland kraftverk i et vått år, før og etter utbygging



Figur 4-37 Vassføringsvariasjon ved Omnesfossen umiddelbart oppstrøms utløpet fra Sauland kraftverk i året nærmest middelvassføring, før og etter utbygging



Figur 4-38 Vassføringsvariasjon ved Omnesfossen umiddelbart oppstrøms utløpet fra Sauland kraftverk i et tørt år, før og etter utbygging.

4.10 Nedenfor kraftverkets utløp

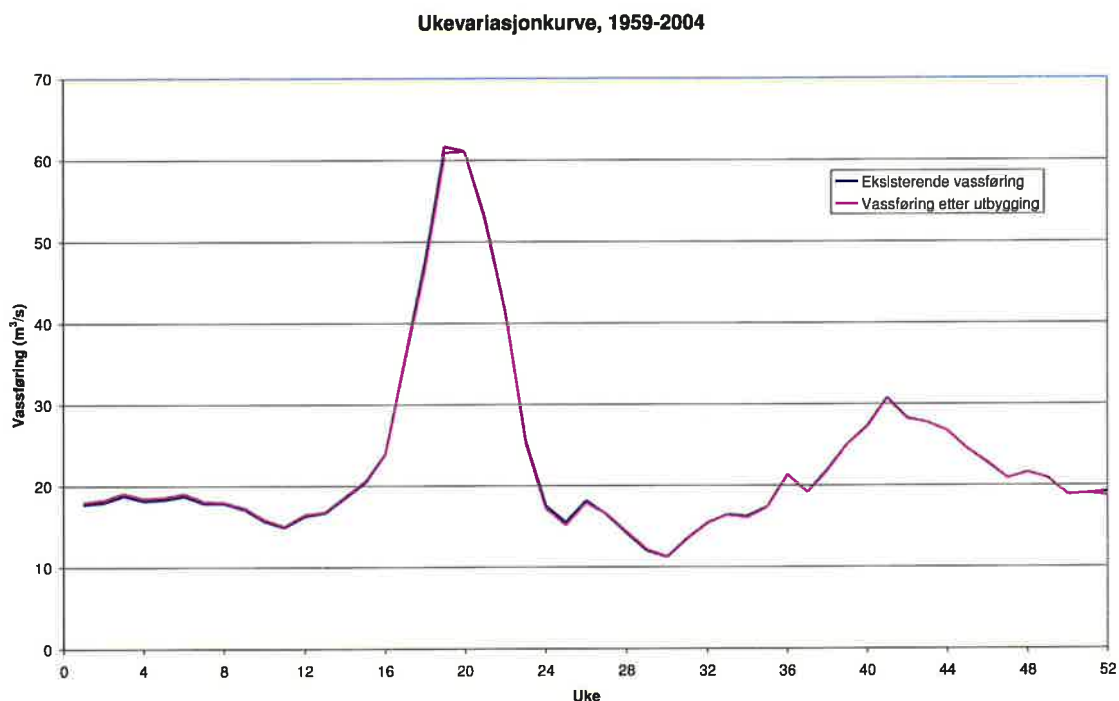
Nedenfor utløpet fra Sauland kraftverk vil vassføringen i døgngjennomsnitt praktisk talt være uforandret (se Figur 4-39 til Figur 4-43 og Tabell 4-12).

Nedenfor utløpet fra Sauland kraftverk vil vassføringen i døgngjennomsnitt praktisk talt være uforandret. Vassføringen i utløpet derimot kunne variere i løpet av et døgn.

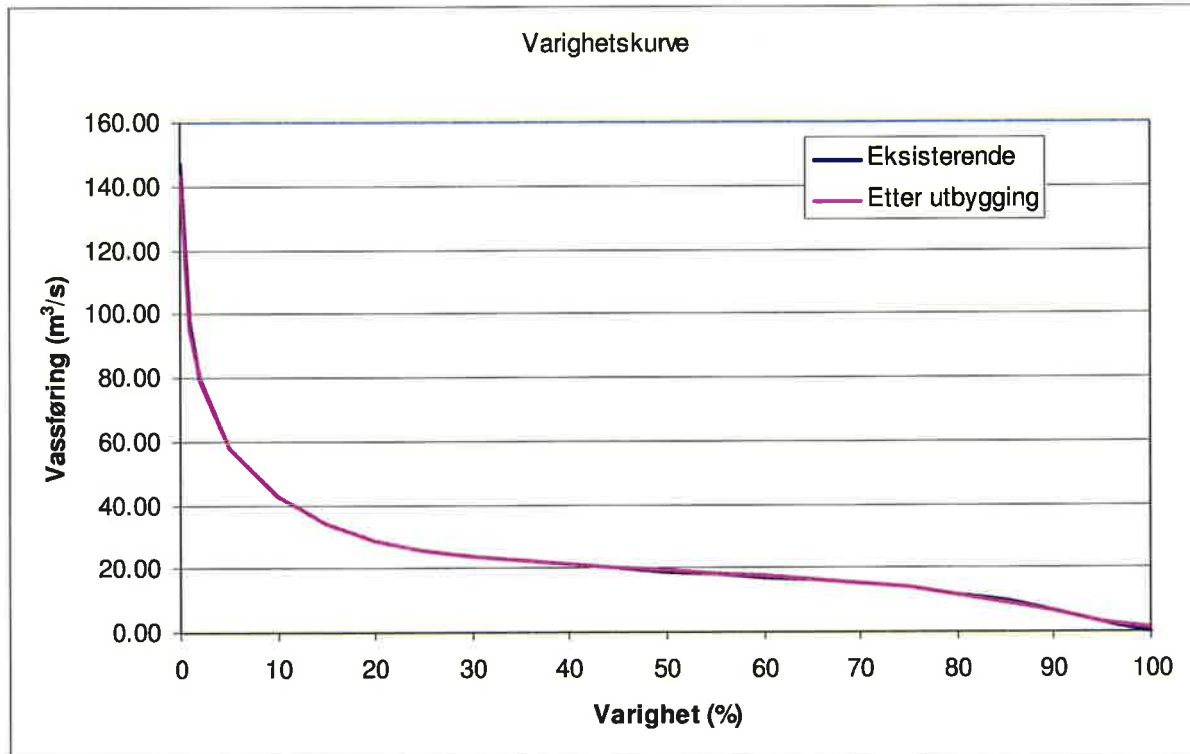
Sauland 2 med slukevne $6 + 11 \text{ m}^3/\text{s}$ vil skvalpeskjøres. Dette vil resultere i tilsvarende vassføringsendringer i utløpet. Sauland 1 med $28 \text{ m}^3/\text{s}$ slukevne vil få størstedelen av tilsiget fra Hjartdøla kraftverk som kjøres med døgnregulering. Det er ikke utført simuleringer med timeoppløsning som viser effekten av dette. Sauland 1 vil bli samkjørt med Hjartdøla kraftverk. Sauland 1 vil derfor følge døgnreguleringen i Hjartdøla kraftverk som stort sett innebærer at kraftverket går på dellast eller står nattetid og i helgene. Kraftverket forutsettes kjørt med myke overganger.

Tabell 4-12 Vassføring nedenfor utløpet fra Sauland kraftverk: eksisterende vassføring og vassføring etter utbygging av Sauland kraftverk

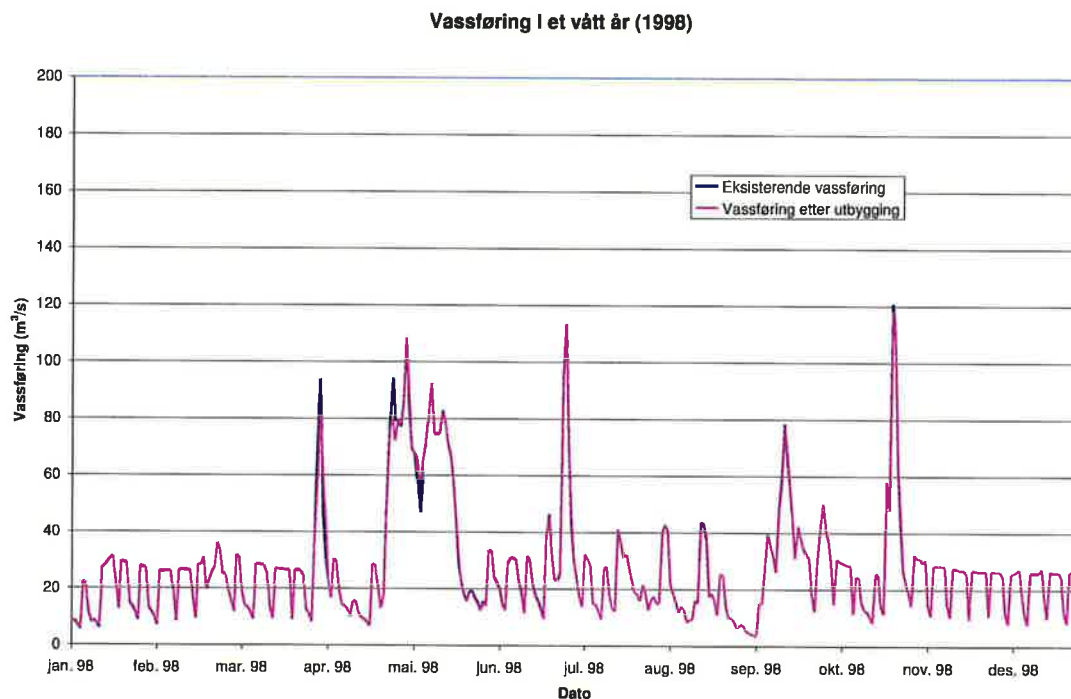
	m^3/s		mill. $\text{m}^3/\text{år}$	
	Eksisterende	Etter utbygging	Eksisterende	Etter utbygging
Middelvassføring	23,0	23,0	726,2	725,8
Median vassføring	19,2	19,2	605,2	607,1
Q₉₅	3,3	3,2	102,5	101,0



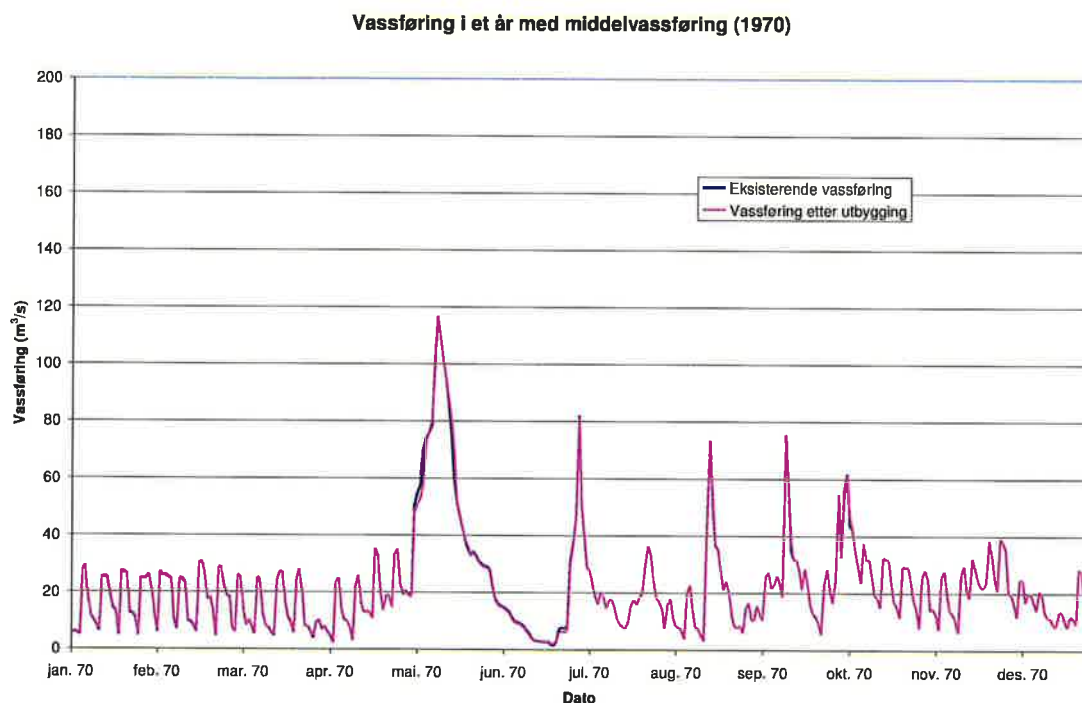
Figur 4-39 Gjennomsnittlige årsprofiler for vassføring nedenfor utløpet fra Sauland kraftverk, før og etter utbygging



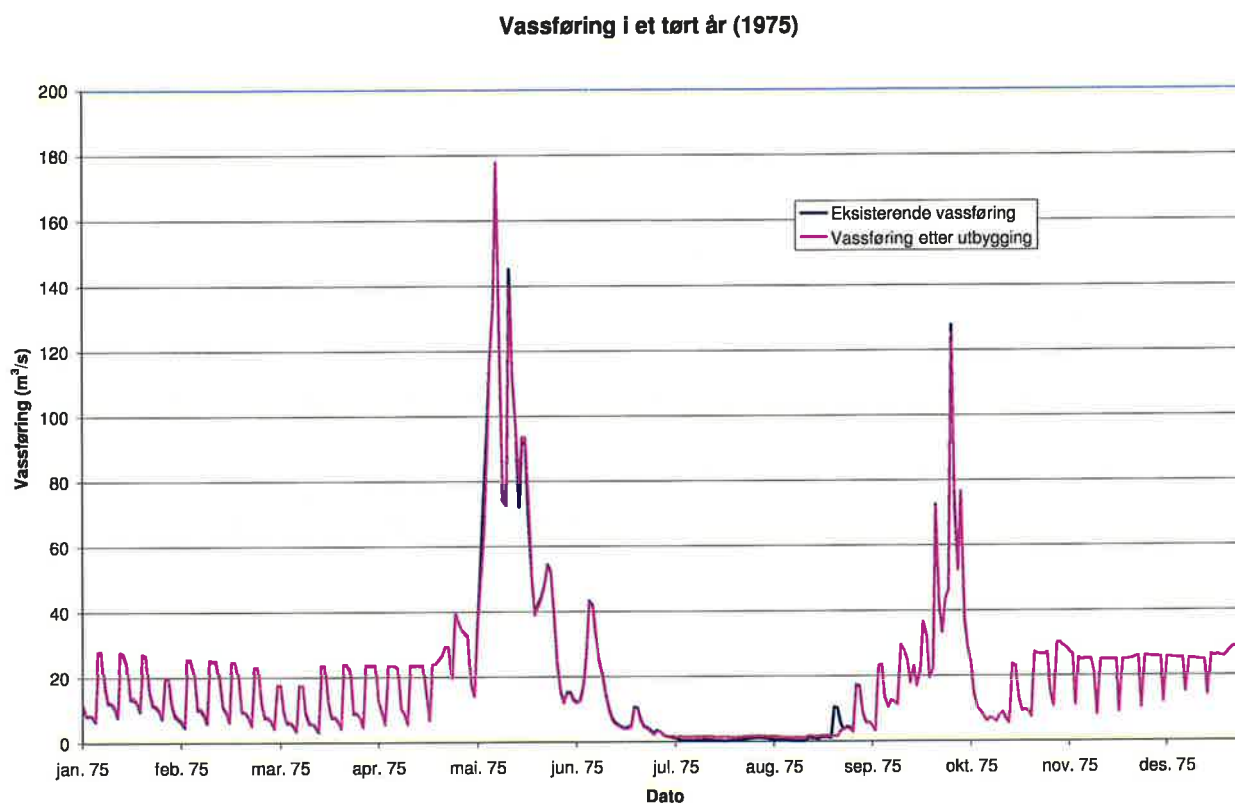
Figur 4-40 Varighetskurve for vassføring nedenfor utløpet fra Sauland kraftverk før og etter utbygging



Figur 4-41 Vassføringsvariasjon nedenfor utløpet fra Sauland kraftverk i et vått år før og etter utbygging. Vassføringen vil i døgngjennomsnitt nærmest være uforandret.



Figur 4-42 Vassføringsvariasjon nedenfor utløpet fra Sauland kraftverk i året nærmest middelvassføring, før og etter utbygging. Vassføringen vil i døgngjennomsnitt nærmest være uforandret.



Figur 4-43 Vassføringsvariasjon nedenfor utløpet fra Sauland kraftverk i et tørt år før og etter utbygging. Vassføringen vil i døgngjennomsnitt nærmest være uforandret.

5 VANNUTNYTTELSE I SAULAND KRAFTVERK

Hjartdøla og Skogsåa nedenfor inntakene vil i store deler av året få vassføringen redusert til minstevassføring. I gjennomsnitt vil ca. 89 % av tilsiget til inntaket bli utnyttet, mens ca. 11 % går forbi. Tabell 5-1 viser vannutnyttelse i Sauland 1 og Tabell 5-2 vannutnyttelse i Sauland 2 og Tabell 5-3 i Sauland 1+2.

For Sauland 1 er den beregnede produksjonen 101,4 GWh, for Sauland 2 117,0 GWh.

Tabell 5-1 Vannutnyttelse i Sauland 1

	Vannmengde til inntaket mill. m ³ /år	Andel %
Turbinvann	409,5	93
Flomtap	8,3	2
Minstevannslipp	20,9	5
Delsum vannslipp	29,2	7
Sum (turbinvann + vannslipp)	438,7	100

Tabell 5-2 Vannutnyttelse i Sauland 2

	Vannmengde til inntaket mill. m ³ /år	Andel %
Turbinvann	140,7	80
Flomtap	30,4	17
Minstevannslipp	5,8	3
Delsum vannslipp	36,2	20
Sum (turbinvann + vannslipp)	177	100

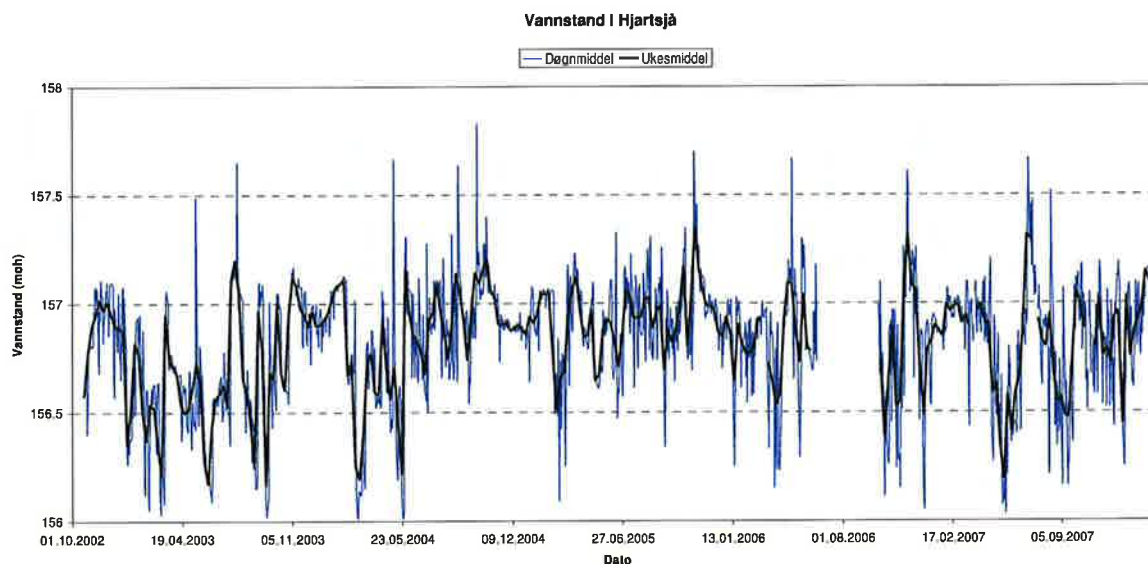
Tabell 5-3 Vannutnyttelse i Sauland Kraftverk (1 og 2)

	Vannmengde til inntaket mill. m ³ /år	Andel %
Turbinvann	550,2	89
Flomtap	38,7	6
Minstevannslipp	26,7	4
Delsum vannslipp	65,4	11
Sum (turbinvann + vannslipp)	615,8	100

6 VANNSTANDER I HJARTSJÅ OG SØNDERLANDSVATN

6.1 Hjartsjå

Vannstanden i Hjartsjå varierer kraftig i dag (se Figur 6-1).



Figur 6-1 Vannstandsvariasjonen i Hjartsjå fra 2002 til 2007. Reguleringsgrensene vil være uforandret etter utbygging: HRV på kt. 157,5 og LRV på 155,7.

Eksisterende utløpskonstruksjon erstattes med en betongterskel med overløpskrone på kt. 157,5. I driften av Sauland Kraftverk vil en forholde seg til eksisterende reguleringsgrenser for Hjartsjå (LRV på kt. 155,7; HRV på kt. 157,5), selv om det vil forekomme dager hvor vannstanden kan stige over kt. 157,5 og med betydelig vassføring i elva. Magasinvolument i Hjartsjå er ca. 1,9 mill. m³. Ifølge Skagerak Kraft vil vannstanden i magasinene oftest være på HRV for å utnytte fallet mest mulig og fordi Sauland kraftverk vil samkjøres med Hjartdøla kraftverk. Det forventes derfor i tendens mindre vannstandsvariasjon enn i dag.

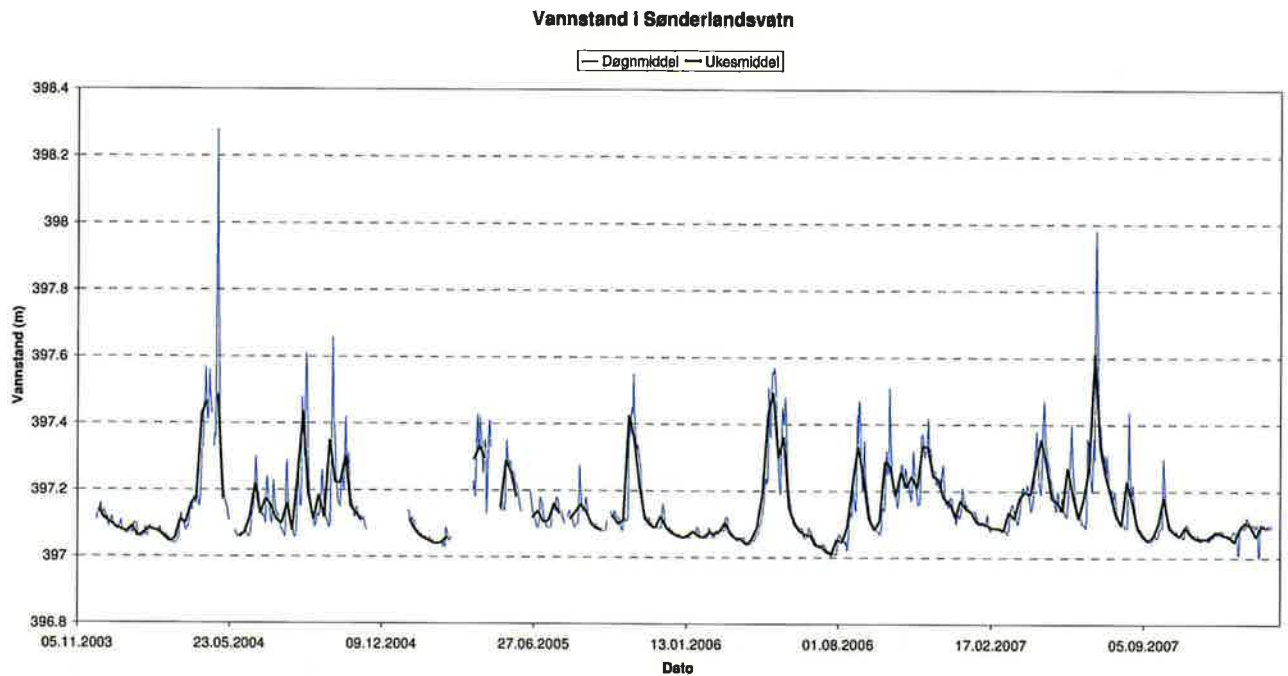
6.2 Sønderlandsvatn

Vannstanden i Sønderlandsvatn varierer kraftig i dag (se Figur 6-2).

I forbindelse med utbyggingen av Sauland kraftverk er det planlagt å rive den eksisterende damterskelen og erstatte den med en ny dam.

Vannstanden i magasinet skal reguleres mellom kt. 396,25 (LRV) og kt. 397,25 (HRV).

Magasinvolument er 0,45 mill. m³. Derav skal 0,3 mill. m³ brukes til driften av Sauland kraftverk. De nederste 0,35 m av reguleringshøyden eller 0,15 mill. m³ i Sønderlandsvatn vil brukes for å sikre minstevassføring i Skogsåa. Den nedre driftsgrensen vil derfor være kt. 396,6. I ekstremt langvarige tørkeperioder uten tilsig til Sønderlandsvatn kan det forekomme at magasinet ikke er tilstrekkelig stort for å sikre minstevassføringen i Skogsåa.



Figur 6-2 Vannstandsvariasjon i Sønderlandsvatn fra 2003 til 2007. Planlagt regulering: HRV på kt. 397,25, nedre driftsgrense på kt. 396,6 og LRV på 396,25.

Det vil forekomme dager med overløp og betydelig vassføring i elva. Flomtap og minstevannslipp utgjør sammen 20 % av tilløpet til inntaket.

7 REFERANSER

NVE delrapport 15/2007: Flomsonekart, delprosjekt Sauland.

Skagerak Kraft (2008):

- Rapport ”Tilsigs- og produksjonsgrunnlag for Saulandutbyggingen” (Trond Rinde)
- Tilsigsdata (serier)
- Personlig kommunikasjon med hydrolog Trond Rinde

NVE-Atlas 2008 www.nve.no

ⁱ 172 mill. m³ er beregnet for perioden 1961-1990; 177 mill. m³ for perioden 1959-2004

