



Notat

Til: Skagerak Kraft AS v/Bjarte Guddal
Fra: Thomas Væringstad Sign.:
Ansvarlig: Sverre Husebye Sign.:
Dato:
Vår ref.: NVE 200704738-2
Arkiv: 333/016.EZ
Kopi:

Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO
Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
E-post: nve@nve.no
Internett: www.nve.no
Org. nr.:
NO 970 205 039 MVA
Bankkonto:
7694 05 08971

Beregning av kraftgrunnlag for kraftverkene Sauland I og Sauland II, Hjartdal kommune i Telemark

Vannføringsøkningen og regulert vannføring i median år for kraftverkene er i følge denne beregningen:

Alternativ II:

Kraftverk	Regulert vannføring i bestemmende år	Regulert vannføring i median år
Sauland I	10,6 m ³ /s	13,0 m ³ /s
Sauland II	0,5 m ³ /s	0,8 m ³ /s

Alternativ III:

Kraftverk	Regulert vannføring i bestemmende år	Regulert vannføring i median år
Sauland I	10,5 m ³ /s	12,9 m ³ /s
Sauland II	0,5 m ³ /s	0,8 m ³ /s

Beregningene er kvalitetskontrollert av Beate Sæther.

Grunnlagsdata

Figur 1 viser nedbørfeltene til kraftverkene i vassdraget. Tabellen viser areal, tilsig og magasinivolum som er benyttet i beregningen. Opplysningene er hentet fra NVEs GIS database Kartulf.

Nedbørfeltenes arealer for Sauland I og Sauland II er oppgitt av oppdragsgiver. Tilsiget er hentet fra avrenningskart for perioden 1961-90. Verdiene gjelder for delfeltet mellom kraftverkene. Det er ikke tatt hensyn til evt. begrensninger i overføringssystemet. Areal og tilsig for inntakspunktene til Sauland I og Sauland II er vist i tabell 2.

Tabell 1. Areal, tilsig og magasinivolum for kraftverkene. Verdiene gjelder for delfeltene mellom kraftverkene.

Kraftverk	Areal	Tilsig 1961-90	Magasin	Magasin %
Bjordalen	90,6 km ²	88,6 mill m ³	45,6 mill m ³	51,5 %
Mydalen	103,6 km ²	119,4 mill m ³	97,2 mill m ³	81,4 %
Hjartdøla	170,9 km ²	181,4 mill m ³	91,2 mill m ³	50,3 %
Alt. II				
Sauland I	147,9 km ²	110,5 mill m ³	1,9 mill m ³	1,7 %
Sauland II	186,4 km ²	156,6 mill m ³	0,3 mill m ³	0,2 %
Alt. III				
Sauland I	126,5 km ²	92,4 mill m ³	1,9 mill m ³	2,1 %
Sauland II	205,6 km ²	173,3 mill m ³	0,3 mill m ³	0,2 %

Beregningspunkt og metode for beregning av regulert vannføring

Med regulert vannføring menes den jevne vannføringen som kan holdes i et kraftverk i lavvannsperioden. Regulert vannføring beregnes ved hjelp av en reguleringskurve som viser sammenhengen mellom regulert vannføring og magasinprosent.

Regulerte vannføring i et vassdrag er avhengig av magasinenes evne til å jevne ut det uregulerte tilsiget, og bergenes ved å summere den regulerte vannføringen for vassdragets beregningspunkter. Beregningspunktene ligger alltid ved et kraftverk, og bestemmes etter følgende regler:

Dersom det øvre regulerte feltet har høyere magasinprosent enn delfeltet nedenfor vil det nedre regulerte feltet ikke kunne jevne ut mer enn sitt delfelt. Den regulerte vannføringen i det nedre feltet vil da være lik regulert vannføring fra det øvre feltet med tillegg av regulert vannføring fra det nedre feltet.

Dersom det nedre regulerte feltet har høyere magasinprosent enn det øvre feltet har denne reguleringen mulighet til å jevne ut mer enn sitt delfelt. Beregningsmessig behandles da de to regulerte feltene som et når den regulerte vannføringen beregnes.

For uregulerte felt er regulert vannføring lik alminnelig lavvannføring.

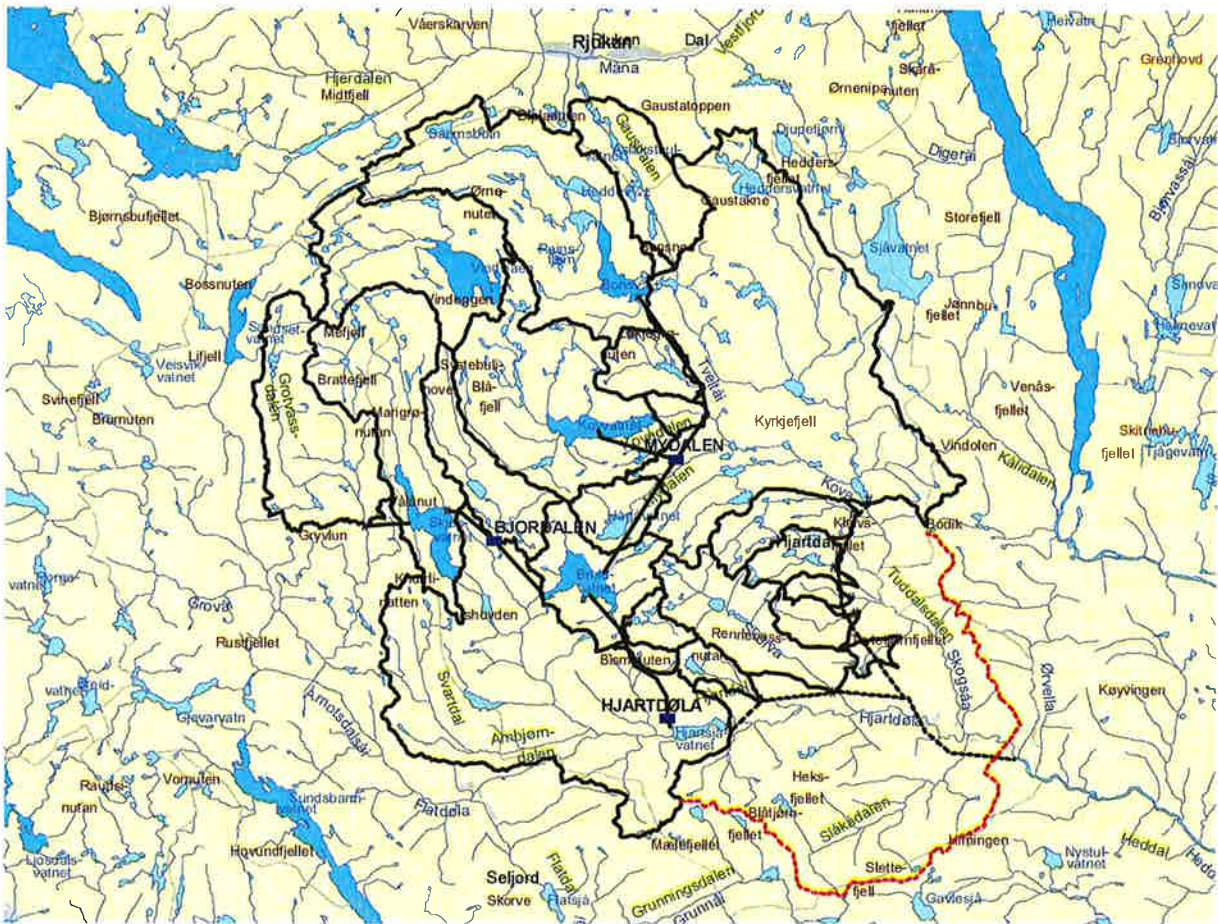
I denne beregningen vil beregningspunktene sammenfalle med opplysningene i tabell 1.

Tabell 2. Delfelter ved alternativ II.

Delfelt	Areal	Tilsig (1961-1990)	
		mill m ³	m ³ /s
Hjartsjå	116 km ²	84,0	2,66
Vesleåa/Kjempa	5,56 km ²	5,6	0,18
Skorva	26,5 km ²	20,9	0,66
Sauland I	148 km²	110,5	3,50
Sønnavatn	152 km ²	129,4	4,10
Grovaråi	13,6 km ²	11,1	0,35
Vesleåa	8,18 km ²	7,2	0,23
Kvitåa	3,13 km ²	2,3	0,07
Uppstigåa	7,36 km ²	5,1	0,16
Stavå	2,23 km ²	1,5	0,05
Sauland II	186 km²	156,6	4,97

Tabell 3. Delfelter ved alternativ III.

Delfelt	Areal	Tilsig (1961-1990)	
		mill m ³	m ³ /s
Hjartsjå	116 km ²	84,0	2,66
Vesleåa/Kjempa	5,56 km ²	5,6	0,18
Skorva restfelt	5,10 km ²	2,7	0,09
Sauland I	127 km²	92,4	2,93
Sønnavatn	152 km ²	129,4	4,10
Grovaråi	13,6 km ²	11,1	0,35
Vesleåa	8,18 km ²	7,2	0,23
Kvitåa	3,13 km ²	2,3	0,07
Uppstigåa	7,36 km ²	5,1	0,16
Skorva	21,4 km ²	18,2	0,58
Sauland II	206 km²	173,3	5,50



Figur 1. Oversikt over overførte og regulerte felter til kraftverkene Sauland I og Sauland II.

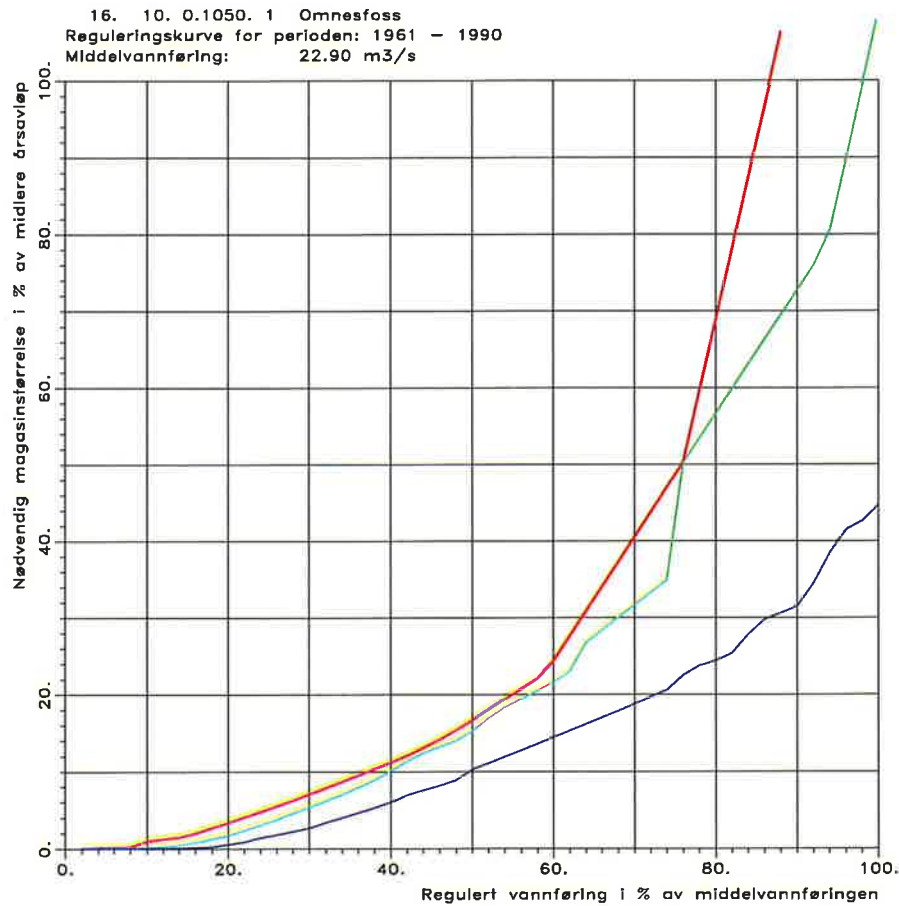
Videre er vannføringsøkningen for vassdraget første regulering regulert vannføring fratrukket alminnelig lavvannføring. For tilleggsreguleringer er økningen lik differansen mellom regulert vannføring før og etter tilleggsreguleringen

Reguleringskurver

Reguleringskurven konstrueres ved hjelp av en representativ stasjon som gjenspeiler uregulerte forhold. Figur 2 viser reguleringskurven som er benyttet for vassdraget.

Alminnelig lavvannføring

Beregnet til 2.0 l/s km^2 for naturlig nedbørfelter til kraftverkene Bjordalen, Mydalen og Hjartdøla, mens den er beregnet til 2.5 l/s km^2 for naturlig nedbørfelter til kraftverkene Sauland I og Sauland II. Dette er beregnet ut fra vannføringsdata ved målestasjon 16.10 Omnesfoss og 16.32 Hjartsjø, 16.122 Grovåi og 16.193 Hørte.



Figur 2. Reguleringskurve: 16.10 Omnesfoss (1961-1990)

Minstevannføring

Det slippes minstevannføring flere steder i vassdraget. Minstevannføringen kan ikke benyttes i produksjonen, slik at denne kommer derfor til fradrag ved beregning av regulert vannføring.

Hjartsjø: 1.5 – 30/9: 1,00 m³/s og 1.10 – 30/4: 0,50 m³/s (22,4 mill. m³)

Sønderlandsvatn: 1.5 – 30/9: 0,36 m³/s og 1.10 – 30/4: 0,10 m³/s (6,6 mill. m³)

Omnesfoss: 1.5 – 30/9: 2,50 m³/s og 1.10 – 30/4: 1,00 m³/s (51,4 mill. m³)

Restfeltet mellom inntakspunktene til Sauland I/II og Omnesfoss vil bidra til å opprettholde minstevannføringen ved Omnesfoss. Restfeltet er på ca 147 km² og har en middelavrenning på 3,1 m³/s. I sommersesongen (1/5 – 30/9) vil restfeltet i snitt bidra til opprettholdelse av minstevannføringen med 0,85 m³/s eller 11,2 mill. m³, mens i vintersesongen (1/10 – 30/4) er bidraget 0,35 m³/s eller 6,4 mill. m³. Det må derfor i snitt slippes (22,4 + 6,6 + 4,8 mill. m³) 33,8 mill. m³ vann forbi kraftverkene Sauland I/II for å opprettholde minstevannføringen. Dette kommer til fradrag ved beregning av regulert vannføring. Bidraget fra restfeltet er estimert ut fra varighetskurven fra skalert serie for vannmerke 16.193 Hørte.

Fratrekk Sauland I: 27,0 mill. m³

Fratrekk Sauland II: 6,8 mill. m³

(Fratrekkene er subjektivt fordelt mellom Sauland I og II til henholdsvis 80 % og 20 %)

Regulert vannføring for beregningspunktene

Bjordalen

Areal: 90,6 km²

Tilsgig: 88,6 mill m³ eller 2,81 m³/s

Magasin: 45,6 mill m³ eller 51,5 %

Reguleringskurve: 16.10 Omnesfoss

Regulert vannføring i bestemmende år: 76,9 % av 2,81 m³/s = 2,16 m³/s

Regulert vannføring i median år: 100,0 % av 2,81 m³/s = 2,81 m³/s

Mydalen

Areal: 104 km²

Tilsgig: 119,4 mill m³ eller 3,79 m³/s

Magasin: 97,2 mill m³ eller 81,4 %

Reguleringskurve: 16.10 Omnesfoss

Regulert vannføring i bestemmende år: 94,2 % av 3,79 m³/s = 3,57 m³/s

Regulert vannføring i median år: 100,0 % av 3,79 m³/s = 3,79 m³/s

Hjartdøla

Areal: 171 km²

Tilsgig: 181,4 mill m³ eller 5,75 m³/s

Magasin: 91,2 mill m³ eller 50,3 %

Reguleringskurve: 16.10 Omnesfoss

Regulert vannføring i bestemmende år: 76,1 % av 5,75 m³/s = 4,38 m³/s

Regulert vannføring i median år: 100,0 % av 5,75 m³/s = 5,75 m³/s

Alt. II

Sauland I

Areal: 148 km²
Tilsig: 110,5 mill m³ eller 3,50 m³/s
Magasin: 1,9 mill m³ eller 1,7 %

Reguleringskurve: 16.10 Omnesfoss

Regulert vannføring i bestemmende år: 20,0 % av (3,50 – 0,86*) m³/s = 0,53 m³/s

Regulert vannføring i median år: 26,0 % av (3,50 – 0,86*) m³/s = 0,69 m³/s

* Fratrekk av minstevannføring på 27,0 mill. m³ eller 0,86 m³/s.

Sauland II

Areal: 186 km²
Tilsig*: 156,6 mill m³ eller 4,97 m³/s
Magasin: 0,3 mill m³ eller 0,2 %

Reguleringskurve: 16.10 Omnesfoss

Regulert vannføring i bestemmende år: 10,0 % av (4,97 – 0,22*) m³/s = 0,48 m³/s

Regulert vannføring i median år: 16,0 % av (4,97 – 0,22*) m³/s = 0,76 m³/s

* Fratrekk av minstevannføring på 6,8 mill. m³ eller 0,22 m³/s.

Alt. III

Sauland I

Areal: 127 km²
Tilsig*: 92,4 mill m³ eller 2,93 m³/s
Magasin: 1,9 mill m³ eller 2,1 %

Reguleringskurve: 16.10 Omnesfoss

Regulert vannføring i bestemmende år: 21,1 % av (2,93 – 0,86*) m³/s = 0,44 m³/s

Regulert vannføring i median år: 27,3 % av (2,93 – 0,86*) m³/s = 0,57 m³/s

* Fratrekk av minstevannføring på 27,0 mill. m³ eller 0,86 m³/s

Sauland II

Areal:	206 km ²
Tilslig*:	173,3 mill m ³ eller 5,50 m ³ /s
Magasin:	0,3 mill m ³ eller 0,2 %

Reguleringskurve: 16.10 Omnesfoss

Regulert vannføring i bestemmende år: 10,0 % av (5,50 – 0,22*) m³/s = 0,53 m³/sRegulert vannføring i median år: 16,0 % av (5,50 – 0,22*) m³/s = 0,84 m³/s* Fratrekk av minstevannføring på 6,8 mill. m³ eller 0,22 m³/s.**Regulert vannføring og vannføringsøkning i bestemmende år ved kraftverkene**

Ved kraftverkene er regulert vannføring lik summen av regulert vannføring fra oppstrøms beregningspunkter. Vannføringsøkningen er lik regulert vannføring ved kraftverket fratrukket alminnelig lavvannføring for naturlig felt. For tilleggsreguleringer er vannføringsøkningen differansen mellom regulert vannføring før og etter tilleggsreguleringen.

Bjordalen

Regulert vannføring i bestemmende år:	2,16 m ³ /s
Alminnelig lavvannføring naturlig felt (50,7 km ² * 2,0 l/s·km ²):	0,10 m ³ /s
Vannføringsøkning:	2,06 m ³ /s
Regulert vannføring i median år:	2,81 m ³ /s

Mydalen

Regulert vannføring i bestemmende år:	3,57 m ³ /s
Alminnelig lavvannføring naturlig felt (104 km ² * 2,0 l/s·km ²):	0,21 m ³ /s
Vannføringsøkning:	3,36 m ³ /s
Regulert vannføring i median år:	3,79 m ³ /s

Hjartdøla

Regulert vannføring i bestemmende år (2,16 + 3,57 + 4,38):	10,10 m ³ /s
Alminnelig lavvannføring naturlig felt (23,1 km ² * 2,0 l/s·km ²):	0,05 m ³ /s
Vannføringsøkning:	10,06 m ³ /s
Regulert vannføring i median år: (2,81 + 3,79 + 5,75)	12,35 m ³ /s

**Alt. II****Sauland I**

Regulert vannføring i bestemmende år (10,10 + 0,53):	10,63 m ³ /s
Alminnelig lavvannføring naturlig felt (215 km ² * 2,5 l/s·km ²):	0,54 m ³ /s
Vannføringsøkning:	10,09 m ³ /s
Regulert vannføring i median år: (12,35 + 0,69)	13,04 m ³ /s

Sauland II

Regulert vannføring i bestemmende år:	0,48 m ³ /s
Alminnelig lavvannføring naturlig felt (374 km ² * 2,5 l/s·km ²):	0,94 m ³ /s
Vannføringsøkning:	0,00 m ³ /s
Regulert vannføring i median år:	0,76 m ³ /s

Alt. III**Sauland I**

Regulert vannføring i bestemmende år (10,10 + 0,44):	10,54 m ³ /s
Alminnelig lavvannføring naturlig felt (215 km ² * 2,5 l/s·km ²):	0,54 m ³ /s
Vannføringsøkning:	10,00 m ³ /s
Regulert vannføring i median år: (12,35 + 0,57)	12,92 m ³ /s

Sauland II

Regulert vannføring i bestemmende år:	0,53 m ³ /s
Alminnelig lavvannføring naturlig felt (374 km ² * 2,5 l/s·km ²):	0,94 m ³ /s
Vannføringsøkning:	0,00 m ³ /s
Regulert vannføring i median år:	0,84 m ³ /s

Antall naturhestekrefter

Antall naturhestekrefter beregnes etter formelen:

$$nat.HK = 13,33 \cdot H \cdot Q_{reg}$$

H er fallhøyden (m) til kraftverket og Q_{reg} er regulert vannføring (m^3/s) i median år (IKL) og vannføringsøkningen (VREGL).

Fallhøyden til Sauland I og Sauland II er henholdsvis 109 m og 349 m.

Tabell 4. Antall naturhestekrefter for Sauland I/II.

Alternativ II:

Kraftverk	Antall naturhestekrefter i bestemmende år	Antall naturhestekrefter i median år
Sauland I	14 675 nat.hk	18 947 nat.hk
Sauland II	0 nat.hk	3 536 nat.hk

Alternativ III:

Kraftverk	Antall naturhestekrefter i bestemmende år	Antall naturhestekrefter i median år
Sauland I	14 530 nat.hk	18 772 nat.hk
Sauland II	0 nat.hk	3 908 nat.hk