

# Sauland kraftverk

Virkninger på vanntemperatur- og isforhold



Norges vassdrags- og energidirektorat  
2009

## Rapport nr

### Sauland kraftverk

#### Virkninger på vanntemperatur- og isforhold

**Oppdragsgiver:** Skagerak Kraft AS

**Redaktør:**

**Forfatter:** Ånund Sigurd Kvambekk

**Trykk:** NVEs hustrykkeri

**Opplag:** 5

**Forsidefoto:** Frostrøyk i øvre del av Omnesfossen

Foto: Skagerak Kraft AS

**Sammendrag:** Utbyggingen av Sauland kraftverk vil føre til at Hjartdøla stort sett vil islegge seg der den i dag går åpen. Mellom kraftverksutløpet og Heddalsvatn vil derimot dagens variable isforhold bli ytterligere svekket slik at elva stort sett vil gå åpen bortsett fra på stille og dype partier nærmest Heddalsvatn. Hjartdøla vil bli varmere om sommeren og i nær temperaturmessig likevekt med omgivelsene. Nedstrøms kraftverksutløpet vil vi kunne få betydelige større døgnvariasjoner enn i dag i vanntemperaturen både sommer og vinter. Dette kan reduseres ved å kjøre med jevnere vannføring i Sauland kraftverk. Døgnmiddeltemperaturen nedstrøms kraftverket blir mindre endret, litt varmere om vinteren og litt kaldere om sommeren.

**Emneord:** vanntemperatur, is, kraftverk, redusert vannføring

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29

Postboks 5091 Majorstua

0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95

Telefaks: 22 95 90 00

Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)

oktober 2008

# Innhold

<b>Forord</b> .....	<b>4</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Utbygingsplaner</b> .....	<b>8</b>
<b>3. Statusbeskrivelse</b> .....	<b>10</b>
3.1 Datagrunnlag .....	10
3.2 Hjartsjå - Heddalsvatn.....	10
3.3 Skogsåa.....	12
<b>4. Konsekvenser</b> .....	<b>13</b>
4.1 Hjartsjå .....	13
4.2 Hjartdøla til utløpet av Sauland kraftverk.....	13
4.3 Sønderlandsvatn.....	14
4.4 Skogsåa.....	14
4.5 Sideelvene som tas inn i tunnelene.....	15
4.6 Fra utløpet av kraftverket til Heddalsvatn .....	15
4.7 Alternativ utbygging .....	16
<b>5. Avbøtende tiltak</b> .....	<b>17</b>
5.1 Vanntemperatur .....	17
5.2 Isforhold.....	17
<b>6. Referanser</b> .....	<b>17</b>

# Forord

Det planlegges bygginga av Sauland kraftverk, I og II, som utnytter fallene fra Hjartsjø og Sønderlandsvatn til nedstrøms Omnesfossen. På oppdrag fra Norconsult som igjen har Skagerak Kraft AS som oppdragsgiver har NVE, Hydrologisk avdeling, utført en konsekvensvurdering med hensyn på virkningene av utbyggingen på vanntemperaturen og isforholdene.

Arbeidet er utført i perioden juni-oktober 2008.

Ånund Sigurd Kvambekk har vært ansvarlig for oppdraget fra NVEs side, i tillegg har Kjetil Melvold kvalitetssikret arbeidet.

Oslo, oktober 2008

Thomas Skaugen  
seksjonssjef

Ånund Sigurd Kvambekk  
prosjektleder

# Sammendrag

## *Datagrunnlag og metode*

Det er foretatt grundige hydrologiske undersøkelser i området. Det foreligger detaljerte vanntemperaturmålinger både fra Hjartdøla og Skogsåa. I tillegg er isforhold og frostrøyk undersøkt. En rapport fra 1975 (Kanavin) oppsummerer endringene etter den første utbyggingen. Det har også vært skrevet Samla Plan vurderinger (Wold, 1983 og 1987) for omtrent den samme utbyggingen. Til slutt bygger denne rapporten på resultatene til Tvede (1989) der utbyggingen av Skogsåa ble vurdert. Foruten eksisterende målinger er vurderingene gjort ut fra vurdering av terrenget, høyde over havet, størrelsen på de involverte vannene, reguleringshøyder, vannføring- og vannstandsimuleringer (Lancaster, 2008) samt beskrivelser av utbyggingen. Erfaring fra tilsvarende bratte vassdrag i andre deler av landet har vært benyttet.

## *Statusbeskrivelse og verdivurdering*

Da området allerede er regulert, er også vanntemperatur- og isforholdene endret i forhold til uregulert tilstand i store deler av området. Store deler av nedbørfeltet til Skogsåa er overført til Hjartdøla, og Hjartdøla kjøres til dels med døgnregulering. Det søkes nå om å bygge Sauland kraftverk med to turbiner som utnytter fallene fra henholdsvis Hjartsjø og Sønderlandsvatn. Turbinene har felles utløp nedenfor Omnesfossen. Inngrepet vil igjen endre vanntemperatur- og isforholdene mellom Hjartsjø/Sønderlandsvatn og Heddalsvatn.

## *Konsekvenser i anleggsfasen*

Ingen spesielle virkninger på vanntemperatur- og isforholdene

## *Konsekvenser i driftsfasen*

### Hjartsjø

Det ventes usikker is ved det nye inntaksstedet, og kanskje en ytterligere svekking av isen i det trange sundet på Hjartsjø. Ved jevn kjøring av Sauland 1 kan det bli vannstandsvariasjoner i Hjartsjø på inntil 60 cm i døgnet. Dette vil gi litt mer oppsprukket og usikker is langs land.

### Hjartdøla til utløpet av Sauland kraftverk

Elva vil vanligvis islegges, men fortsatt må en vente en del åpent vann nærmest Hjartsjø. Lokalt kan grunnvannstilsig holde deler av elva åpen. Redusert vannføring vil gi mindre ismengder enn dersom strekningen var uregulert, og det ventes ingen vesentlige isproblemer. Vanntemperaturen vil oppnå nær likevekt med omgivelsene innen samløpet med Skogsåa, men øket andel grunnvann vil gi et par grader kaldere vann på varme dager enn likevekten skulle tilsi.

### Sønderlandsvatn

Det ventes ingen vesentlige endringer, men isen er allerede i dag usikker fra Osnes til utløpet.

### Skogsåa

Mindre vannføring vil kunne gi noen dager tidligere islegging. Ellers er elva allerede i dag tilpasset omgivelsene, så det ventes ingen store temperaturendringer.

### Sideelvene som tas inn i tunnelene

Nedenfor inntakene ventes ingen vesentlig endring i middeltemperaturen, men i de bratteste elvene vil døgnvariasjonen avta, og på de rolige partiene vil døgnvariasjonen øke. Det forventes ingen store endringer i isleggingen, kanskje noen dager tidligere islegging enn i dag nedstrøms inntakene

### Fra utløpet av kraftverket til Heddalsvatn

Ved utløpet av kraftverket ventes vanntemperaturen å bli 0-2 grader kaldere enn i dag om sommeren, og 0-2 grader varmere om vinteren, mest endring når Sauland 1 kjøres med minst 5-10 m<sup>3</sup>/s. Det ventes også en betydelig døgnvariasjon når Sauland 1 døgnreguleres. I varmt sommervær kan døgnvariasjonene bli rundt 6 grader, i mer normalt sommervær rundt 3 grader, og om vinteren opptil 2 grader. Døgnvariasjonene er i dag svært små om vinteren og 1-2 grader om sommeren. Ved jevn kjøring av Sauland kraftverk blir døgnvariasjonene i vanntemperaturen vesentlig mindre. Det ventes betydelig mindre is enn i dag fra utløpet av kraftverket til Heddalsvatn. I kalde perioder kan det bli litt isdannelse på sakteflytende dype partier nær Heddalsvatn. Tidligere har det i kalde vintre samlet seg drivende sarr og bunnis på stille partier og ført til oversvømmelser. Disse isproblemene ventes å opphøre.

### *Avbøtende tiltak*

Det ventes betydelige og ikke naturlige vanntemperaturvariasjoner i Heddøla nedstrøms kraftverksutløpet, særlig om sommeren. Dette kan unngås ved å kjøre Sauland 1 med så jevn driftsvannføring som mulig.

Brå endringer i kjøring av Sauland 1 vil også gi forholdsvis brå endringer i vannstanden nedstrøms utløpet. Dette kan lettere føre til at kantis løsner, men da det generelt er lite is blir også problemet lite. Inntaksstedene må merkes med usikker is, og det bør vurderes merking fra Osnes og til utløpet av Sønnerlandsvatn selv om isen er dårlig der også i dag.

### *Konfliktvurderinger*

Isforholdene i Hjartdøla nærmer seg uregulert tilstand, men isen blir til gjengjeld dårligere mellom kraftverksutløpet og Heddalsvatn. Siden eksisterende kraftutbygging har Heddøla ikke vært egnet til transport, så transportforholdene endres ikke. En positiv konsekvens er at tidligere isproblemer forventes å opphøre på strekningen.

# 1. Innledning

Sauland ligger i Hjartdal kommune i Telemark. Det søkes om å bygge Sauland kraftverk med to turbiner som utnytter fallene fra henholdsvis Hjartsjø og Sønnerlandsvatn. Turbinene har felles utløp nedenfor Omnesfossen. Området er i dag utbygd i vestlige deler. Vannet samles opp i flere betydelige reguleringsmagasiner og brukes gjennom Hjartdøla kraftstasjon med utløp i Hjartsjø. Store deler av feltene som naturlig drenerer til Skogsåa overføres i dag til Hjartdøla kraftverk. Fra Hjartsjø renner vannet uten ytterligere produksjon til Heddalsvatn. Det er derfor allerede i dag redusert vannføring i Skogsåa hele året, mens det i Hjartdøla går mer enn i dag, særlig vinterstid. Figur 1 viser en skisse over nedbørfeltene oppstrøms utløpet av det planlagte kraftverket. Røde områder er områder som i dag brukes i produksjonen til Hjartdøla kraftverk, gule områder er områder som planlegges brukt i kraftproduksjon i Sauland kraftverk (sammen med de røde), og de grønne områdene er områder som ikke brukes til kraftproduksjon. Hovedelvene Hjartdøla og Skogsåa i det grønne området er likevel berørt av utbyggingene ovenfor.

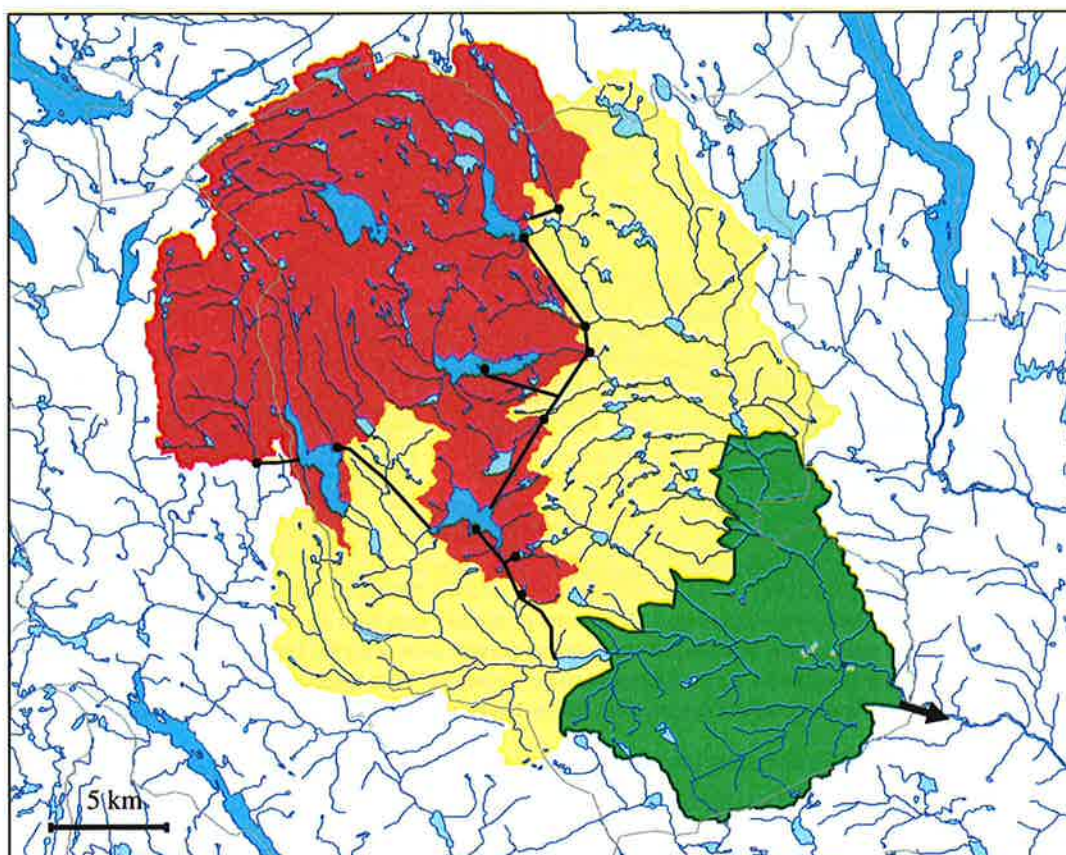


Fig. 1 Skisse over nedbørfeltene oppstrøms utløpet av det planlagte kraftverket. Røde områder er områder som i dag brukes i produksjonen til Hjartdøla kraftverk, gule områder er områder som planlegges brukt i kraftproduksjon i Sauland kraftverk (sammen med de røde), og de grønne områdene er områder som ikke brukes til kraftproduksjon. Hovedelvene Hjartdøla og Skogsåa i det grønne området er likevel berørt av utbyggingene ovenfor.

## 2. Utbyggingsplaner

Sauland kraftverk planlegges med to turbiner: Sauland 1 har inntak i Hjartsjå i Hjartdal 157.5 moh. mens Sauland 2 henter vannet i Sønderlandsvatn i Tuddal 397 moh. Turbinene samlokaliseres og begge har utløp nedstrøms Omnesfossen, 45 moh. Figur 2 viser en oversikt over utbyggingen (hovedalternativet) der inntaksstedene er markert med røde sirkler.

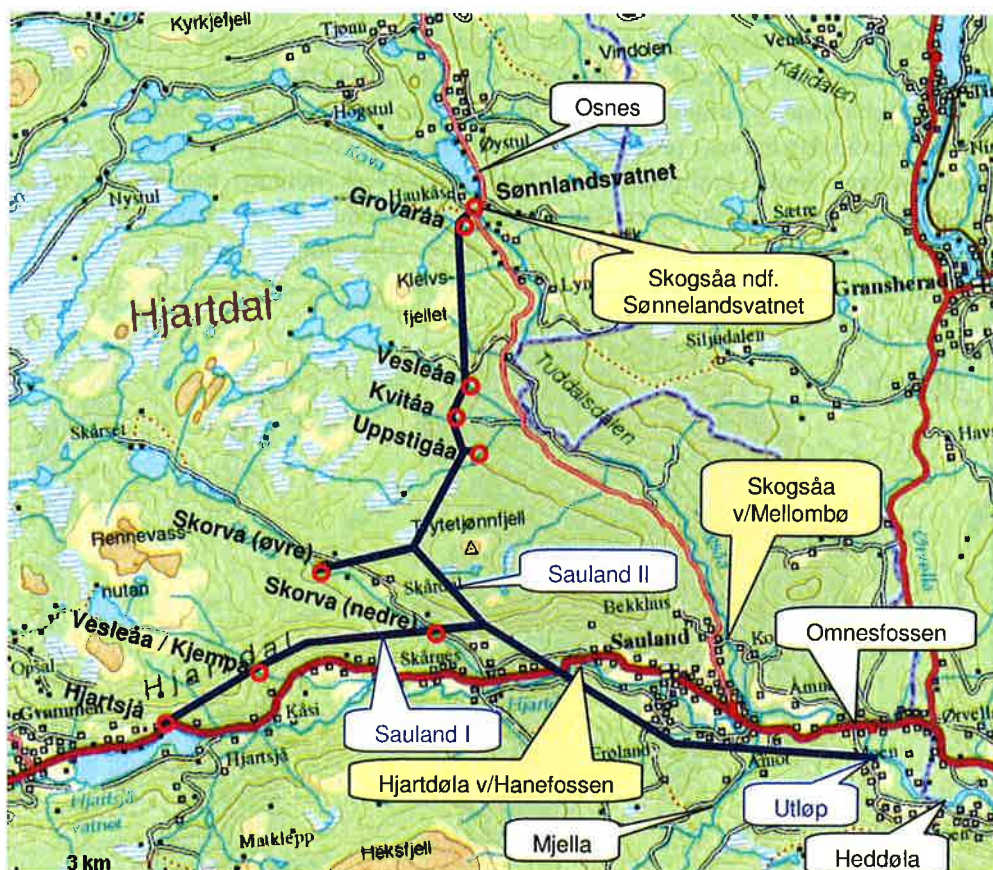


Fig. 2 Kartskisse over utbyggingen. Tunnelene er skissert med blått og inntakspunktene er markert med røde sirkler. Målestedene for vanntemperatur som er plottet i denne rapporten er markert med gul bakgrunn, og stasjonsnavnene er hentet fra NVEs database. Således er Sønnelandsvatnet det samme som Sønderlandsvatn, og Hanefossen det samme som Hanfoss.

Ved utløpet av kraftverket blander driftsvannet seg med lokaltilsiaget og renner videre 15 km til Heddalsvatn (se fig. 3)

Tabell 1 viser størrelsen på feltene som planlegges tatt inn i tilførselstunnelene ved hovedalternativet, samt størrelsen på de viktigste restfeltene.

Et annet utbyggingsalternativ som omtales kort i denne rapporten er at Skorva kun tas inn på Sauland 1. Det medfører noe lenger strekning i Skorva med naturlig vannføring, men lavere fallutnyttelse av vannet.



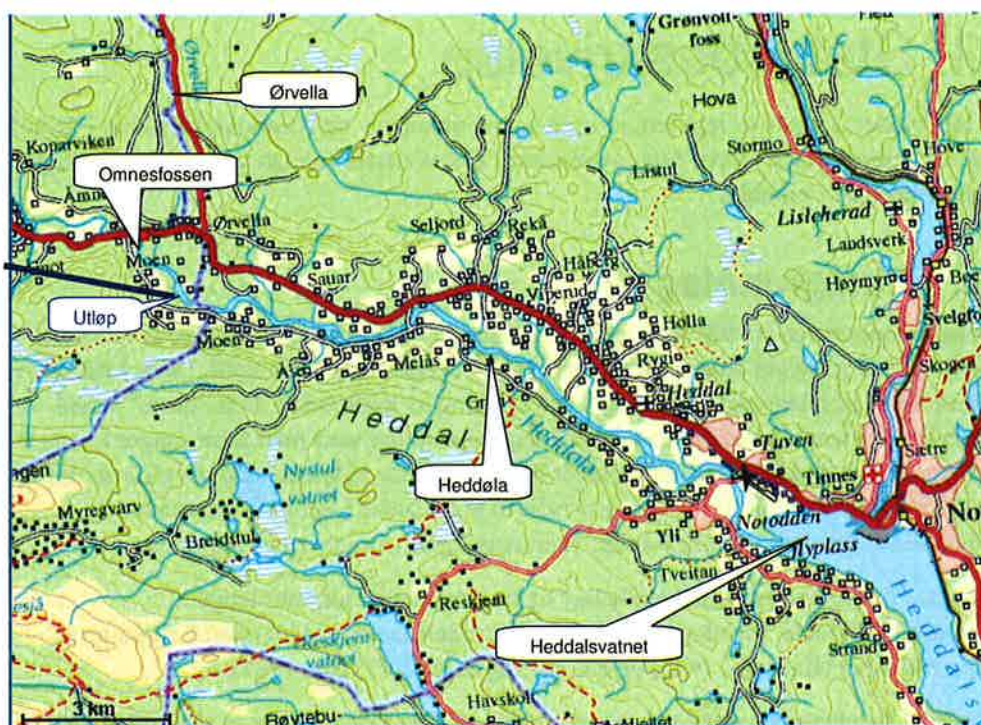


Fig. 3 Kartskisse over Heddøla fra utløpet av Sauland kraftverk til Heddalsvatn. Tunnelen er skissert med blått

Tabell 1 Felter som tas inn på tilførselstunnelen til turbinene Sauland 1 og 2, samt de viktigste restfeltene. Tabellen viser feltets areal og omtrentlig høyde ved overføringen. For restfeltene angir høyden nederste punkt i feltet

Navn	Turbin	Areal	Omtrentlig høyde
Hjartsjåvatn	Sauland 1	480.6 km <sup>2</sup>	157.5 moh
Vesleåa/Kjempe	Sauland 1	5.5 km <sup>2</sup>	157.5 moh
Skorva (nedre)	Sauland 1	5.0 km <sup>2</sup>	157.5 moh
Sum Sauland 1		491.1 km <sup>2</sup>	
Sønderlandsvatn	Sauland 2	151.5 km <sup>2</sup>	397.0 moh
Grovaråa	Sauland 2	13.5 km <sup>2</sup>	397.0 moh
Vesleåa	Sauland 2	8.2 km <sup>2</sup>	397.0 moh
Kvitåa	Sauland 2	3.1 km <sup>2</sup>	397.0 moh
Uppstigåa	Sauland 2	7.2 km <sup>2</sup>	397.0 moh
Skorva (øvre)	Sauland 2	21.4 km <sup>2</sup>	397.0 moh
Sum Sauland 2		204.9 km <sup>2</sup>	
Skogsåa restfelt		43.7 km <sup>2</sup>	79.0 moh
Hjartdøla restfelt til samløp Skogsåa		52.9 km <sup>2</sup>	79.0 moh
Mjella + Hjartdøla restfelt nedstrøms		52.3 km <sup>2</sup>	45.0 moh
samløp Hjartdøla/Skogsåa			
Ørvella		40.4 km <sup>2</sup>	47.0 moh
Sum restfelt		189.3 km <sup>2</sup>	

## 3. Statusbeskrivelse

Da området allerede er regulert, er også vanntemperatur- og isforholdene endret i forhold til uregulert tilstand i store deler av området. Det er derfor foretatt grundige hydrologiske undersøkelser i området.

### 3.1 Datagrunnlag

Vanntemperaturen er målt flere steder i vassdragene. De eldste målingene er manuelle målinger en gang om dagen, men kun i vintersesongen desember-april. Dette fordi det var mest fokus på islegging og frostrøyk ved bygging av kraftverket. Den ”beste” serien finner vi i Hjartdøla ved Hanfoss hvor temperaturen har vært målt flere ganger i døgnet gjennom hele året fra 1988. Målestedet ligger nedenfor Hjartsjø, men ovenfor samløpet med Skogsåi (se figur 2). Det er også målt to korte serier i Skogsåa om sommeren. I Heddøla er det derimot ikke foretatt vanntemperaturmålinger om sommeren.

Det er i tillegg foretatt isundersøkelser og frostrøykundersøkelser langs Hjartdøla/Heddøla. Resultatene fra alle undersøkelsene er oppsummert i rapporter til Overskjønnet (Kanavin, 1975) og en oppdragsrapport (Tvede, 1989).

Tabell 2 Vanntemperaturmålinger i utbyggingsområdet. Stasjonsnavnene er fra NVEs database.

St.nr.	Stasjonsnavn	Periode	Merknad
16.225	Hjartdøla kr.st.	1958-1992	Manuell daglig måling, kun om vinteren
16.224	Hjartdøla ndf. Hjartsjøen	1954-1979	Manuell daglig vintermåling, rett nedstrøms demningen. Hjartsjøen = Hjartsjø
16.228	Hjartdøla ndf. Hanefossen	1988-DD	Logger, måling flere ganger i døgnet. Omtrent 9 km nedstrøms Hjartsjø og 4 km oppstrøms Skogsåi, ved Hanfoss.
16.226	Skogsåa ndf. Sønmlandsvatnet	1988-1990	Logger, måling flere ganger i døgnet. Rett nedenfor Sønderlandsvatn.
16.227	Skogsåa v/Mellombø	1988-1988	Logger, måling flere ganger i døgnet. 1.5 km oppstrøms samløpet med Hjartdøla.
16.164	Heddøla ovf. Ørvella	1960-1967	Manuell daglig vintermåling, i Omnesfossen.

### 3.2 Hjartsjø - Heddalsvatn

Hjartsjø blir inntaksmagasinet til Sauland 1. Vannføringen inn til Hjartsjø er dominert av vannføringen fra Hjartdøla kraftverk som har flere relativt store reguleringsmagasiner med reguleringshøyder mellom 14 og 26 m. På grunn av tapping under LRV (laveste regulerte vannstand) tas driftsvannet fra de dypere vannlagene. Vanntemperaturen i Hjartdøla kraftverk er derfor varmere enn i elvene om vinteren, og kaldere om sommeren, størst forskjell ved fullt magasin. Kraftverket kjøres ofte med døgnetregulering slik at vannføringen kan variere fra 25 m<sup>3</sup>/s til stans i samme døgn. Det er bygget en dam ved utløpet av Hjartsjø for å dempe vannstandsvariasjonene. I tillegg er det et uregulert tilsig til Hjartsjø fra 116.4 km<sup>2</sup> som utjevner vannføringen i Hjartdøla. Figur 3 viser som

eksempel vannføringene i januar og februar 2006 i Hjartdøla kraftverk og i Omnesfossen nedstrøms samløpet mellom Hjartdøla og Skogsåi.

Sauland kraftverk er planlagt med utløp i elva mindre enn 1 km nedstrøms Omnesfossen. I dette området bytter elva navn til Heddøla og renner med avtagende fall omtrent 15 km til Heddalsvatn ved Notodden. På denne strekningen nærmer vanntemperaturen seg likevektstemperaturen med omgivelsene, om vinteren nær frysepunktet, og om sommeren nærmere lufttemperaturen. På grunn av det kalde driftsvannet fra Hjartdøla kraftverk er sommertemperaturen i Heddøla likevel stort sett kaldere enn den ville vært i uregulert tilstand helt til Heddalsvatn.

Isforholdene i Hjartsjø har ikke endret seg vesentlig etter utbyggingen (Kanavin, 1975). Vannet består av to dype bassenger. I milde perioder kan isen svekkes noe i det litt trangere og grunnere partiet midt på vannet.

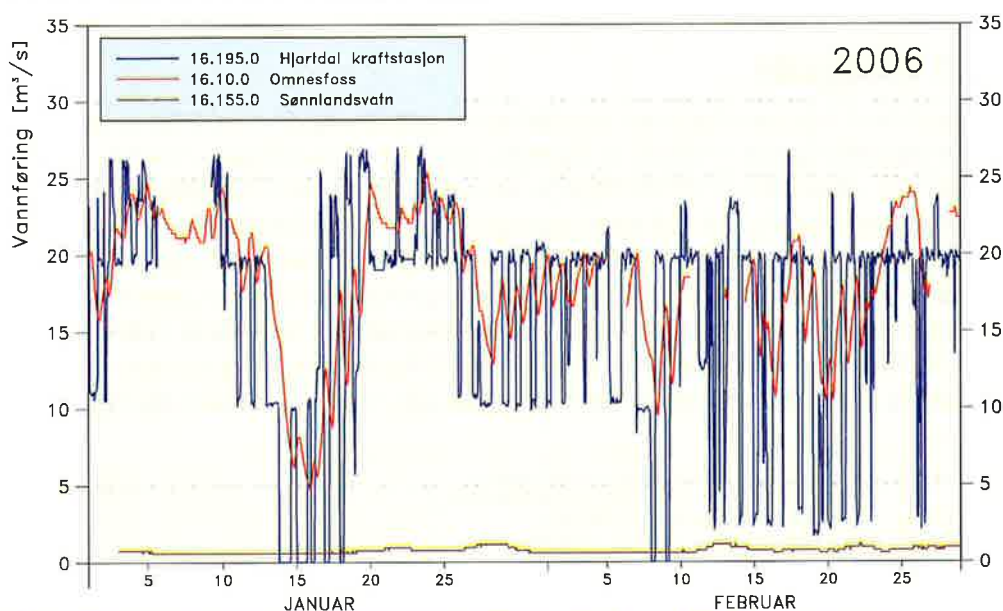


Fig. 3 Driftsvannføringen i Hjartdøla kraftverk, vannføringen i Heddøla ved Omnesfossen, og vannføringen i Skogsåa nedenfor Søndrelandsvatn i januar og februar 2006.

Selv om vanntemperaturen modifiseres noe gjennom Hjartsjø, er vannet ut av Hjartsjø også varmere enn i naboelvene om vinteren, og kaldere om sommeren. Om vinteren vil vannet avkjøles nedover vassdraget mot Heddalsvatn. Stort sett er elva i dag isfri fra Hjartsjø til Omnesfossen. Fra Omnesfossen til Heddalsvatn er det oftest isdannelse langs kantene med åpent strømdrag. I riktig kalde perioder kan den nederste delen bli helt islagt og til og med tette elva slik at det blir oversvømmelser. I milde perioder kan derimot strømdraget være åpent helt til Heddalsvatn. Fig. 4 viser elva vinterstid ved utløpet av Hjartsjø og ved Omnesfossen.

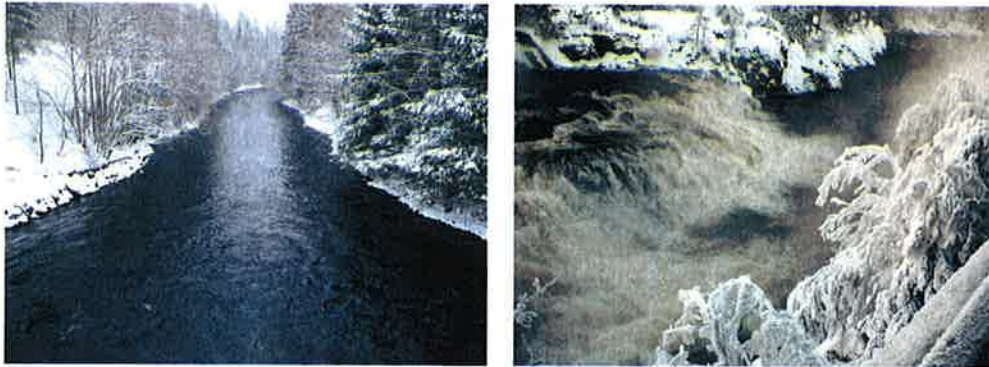


Fig. 4 Vinterbilder fra Hjartdøla nedenfor utløpet av Hjartsjø og ved Omnesfossen. Foto: Skagerak Kraft AS.

### 3.3 Skogsåa

Skogsåa har i dag vesentlig lavere vannføring enn opprinnelig da store deler av de høyestliggende feltene overføres til Hjartdøla kraftverk. Vannføringen er derfor vesentlig lavere enn i Hjartdøla (se fig. 3). Figur 5 viser vanntemperaturen i Skogsåa ved det planlagte inntaket (16.226, rød strek) og lenger nede i elva ved Mellombø, 1.5 km oppstrøms samløpet med Hjartdøla (16.227, grønn strek). Figuren viser også vanntemperaturen i Hjartdøla (16.228, blå strek) og lufttemperaturen i Lyngdal i Numedal (brun striplet strek). En ser umiddelbart at vanntemperaturen i Skogsåa er i likevekt med omgivelsene (dvs. lufta). Samtidig er det klart at Skogsåa er betydelig varmere enn Hjartdøla om sommeren. I de varmeste periodene hele 10 grader varmere enn Hjartdøla.

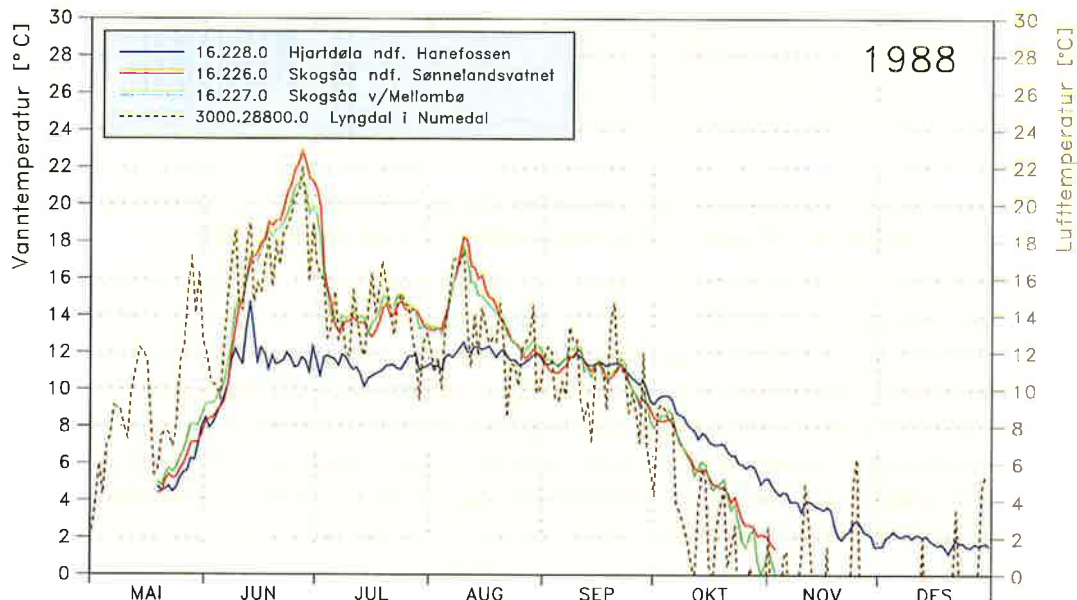


Fig. 5 Vanntemperaturen i Skogsåa nedenfor Sønderlandsvatn (rød strek) og 1.5 km oppstrøms samløpet med Hjartdøla (v/Mellombø, grønn strek). Samtidig vises vanntemperaturen i Hjartdøla ved Hanfoss (blå strek) og lufttemperaturen i Lyngdal (striplet brun strek) som antas å være representativ for området. Alle dataene er døgnmidler.

Vanntemperaturen i Skogsåa faller til frysepunktet i november og elva islegges. Isløsningsen er normalt i april. I milde vintre kan issesongen være kortere. Fig. 6 viser en stabilisert vintersituasjon ved Elgvad omtrent 5 km oppstrøms samløpet med Heddøla.

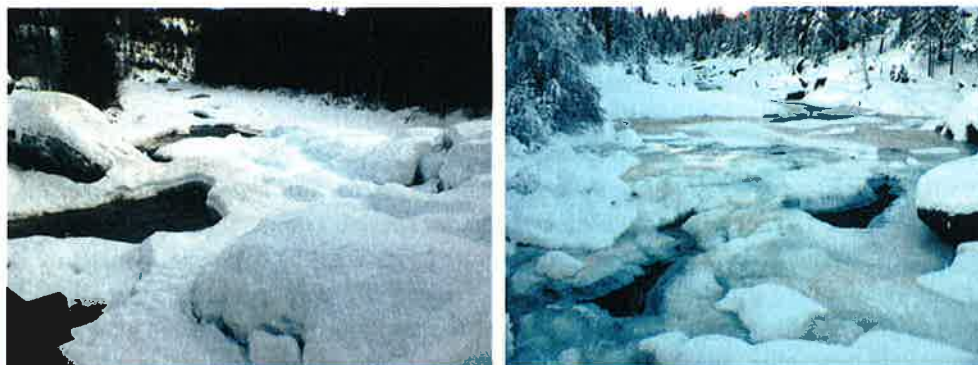


Fig. 6 Vintersituasjoner i Skogsåa ved Elgvad omtrent 5 km oppstrøms samløpet med Heddøla.  
Foto: Skagerak Kraft AS

## 4. Konsekvenser

### 4.1 Hjartsjø

Ved inntaket til Sauland kraftverk må en regne med usikker is, vanligvis begrenset til en radius på noen titalls meter. Da produksjonsinsitamentene er de samme vil kraftverkene Hjartsjø og Sauland mest sannsynlig bli kjørt i fase, og med døgnregulering som ved dagens kjøring. I dag er det døgnregulering i Hjartsjø og et regulerbart utløp fra Hjartsjø som demper vannføringsvariasjonen videre nedover i vassdraget. Det er derfor vannstandsendringer i Hjartsjø, både innen døgnet, og midlet over flere døgn. Dette fører til litt oppsprukket is langs land. Dersom en kjører kraftverkene i fase vil vannstanden bli svært stabil i Hjartsjø, og isforholdene langs land vil bedres. Kjøring i fase vil derimot føre til at strømmen mellom de to bassengene i Hjartsjø også vil bli av/på, og strømhastigheten når den er "på" vil være noe større enn ved dagens kjøring. Isforholdene i sundet kan derfor bli enda litt mer usikre enn de er i dag.

Dersom man av miljøhensyn skulle ønske å holde jevn vannføring i Heddøla må det bli vannstandspendlinger i Hjartsjø. En tenkt jevn kjøring med  $14 \text{ m}^3/\text{s}$  i Sauland og med Hjordøla med  $28 \text{ m}^3/\text{s}$  i 12 timer, deretter 12 timer stans, vil gi vannstandsendringer på omtrent 60 cm i døgnet. En utjevning av kjøringen om vinteren i Sauland kraftverk vil altså føre til mer oppsprukket og usikker is langs land i Hjartsjø. Om sommeren vil en selvsagt ikke ha disse isproblemene.

Det ventes ingen vesentlige endringer i vanntemperaturen i Hjartsjø.

### 4.2 Hjordøla til utløpet av Sauland kraftverk

På strekningen fra Hjartsjø til utløpet av kraftverket vil vannføringen bli vesentlig redusert. Dagens situasjon med høy vintervannføring blir avløst av minstevannføring på

0.5-1.0 m<sup>3</sup>/s nedenfor dammen, langsomt økende nedover vassdraget på grunn av lokaltilsiget. Gjennomsnittelig vannføring blir 0.93 m<sup>3</sup>/s mot dagens 13.61 m<sup>3</sup>/s, altså 7 % av dagens vannføring. Trolig vil vannet over dammen komme mer fra overflatevann enn i dag, og dermed ha høyere vanntemperatur. Elva vil forholdsvis raskt oppnå likevekt med omgivelsene, og ved samløpet med Skogsåa forventes det vanntemperaturer noe nær de en i dag finner i Skogsåa. Før samløpet har gjennomsnittelig vannføring i Hjørdøla økt til 2.30 m<sup>3</sup>/s, 15 % av dagens vannføring. Ved utløpet av kraftverket har vannføringen økt ytterligere til 5.56 m<sup>3</sup>/s, 24 % av dagens vannføring. En usikkerhet ligger i at større andel av tilsiget vil komme fra grunnvann da overflatevann ledes bort. Det finnes utallige små, naturlige kilder i den nordlige dalsiden av Hjørdal, spesielt i området Lonar. Flere av disse har konstant god vannføring og temperatur (fryser ikke) og er antagelig matet av dypere vannårer (Uppstad, 2008). Det er derfor sannsynlig at vannet i Hjørdøla vil være noen få grader kaldere enn i Skogsåa på de varmeste sommerdagene. Resten av året ventes små forskjeller.

Om vinteren vil elva islegges som Skogsåa i dag, bortsett fra området nærmest dammen som fremdeles vil være åpent. Lokalt kan grunnvannstilsig holde deler av elva åpen. På grunn av den lave vannføringen vil det bli moderate ismengder og det ventes ingen vesentlige isproblemer.

Normalt blir det ikke overløp utover minstevannføring i Hjørdøla på grunn av den gode magasinkapasiteten til kraftverket, men kortvarige overløp ventes likevel ved større flommer på grunn av det uregulerte lokalfeltet til Hjørtjø. Totalt utgjør flomspillet til Hjørdøla 28 % av middelvannføringen i Hjørdøla, men bare 2 % av vannføringen når en tar med vannet som går til Sauland 1. Slukeevnen i Sauland 1 forventes å bli 28 m<sup>3</sup>/s.

### 4.3 Sønderlandsvatn

Reguleringen av Sønderlandsvatn er ment å holde seg innenfor naturlige variasjoner, anslagsvis mellom 0.6 og 1 m. Dette vil ikke gi store innvirkninger på isforholdene på Sønderlandsvatn. Men det er verdt å nevne at det allerede i dag er et trangt og grunt parti på vannet ved Osnes hvor isen er svekket. Derfra og i strømdraget mot utløpet kan isen være utrygg.

### 4.4 Skogsåa

Vannføringen i Skogsåa blir ytterligere redusert nedstrøms inntaket ved Sønderlandsvatn. Minstevannføringen planlegges til 0.1-0.36 m<sup>3</sup>/s. Gjennomsnittelig vannføring blir 1.15 m<sup>3</sup>/s mot dagens 4.11 m<sup>3</sup>/s, altså 28 % av dagens vannføring. Da magasinkapasiteten blir svært liten vil det bli et betydelig flomtap. Flomspillet utgjør faktisk 83 % av årsmiddelet, så vannføringen vil det meste av året ligge rundt minstevannføringen. Ved samløpet med Hjørdøla har vannføringen i Skogsåa i middel økt til 1.87 m<sup>3</sup>/s, 33 % av dagens vannføring

Allerede i dag har vanntemperaturen kommet i likevekt med omgivelsene i Skogsåa nedstrøms Sønderlandsvatn (figur 5), men responsen på lufttemperaturrendringer kan bli noe raskere på grunn av mindre vannvolum. Elva vil derfor islegge seg enda noen dager tidligere enn i dag. Isdekket vil vanligvis bli stabilt, og isløsningen vil skje omtrent som i dag.

Det foreligger ingen temperaturmålinger fra sideelvene. Fra figur 5 ser vi likevel at de ikke bidrar til vesentlig endring av vanntemperaturen i Skogsåa da temperaturen ved Sønderslandsvatn og lenger nede ved Mellombø er ganske like. Normalt er det en svak oppvarming nær 1 grad ned vassdraget, men i langvarige varmeperioder er det tvert om en nedkjøling nær 1 grad. Dette skyldes trolig en større andel grunnvannsbidrag i varme og tørre perioder. Vi venter likevel ikke noen vesentlige temperaturendringer i Skogsåa ved fjerning av vann fra sideelvene og med minstevannføring fra Sønderslandsvatn.

Slukeevnen til Sauland 2 er planlagt til 17 m<sup>3</sup>/s, og lagringskapasiteten i Sønderslandsvatn blir svært liten. I vårflommen, og også mange andre flommer, vil det derfor bli et betydelig overløp i Skogsåa og forholdene blir da som i dag.

## 4.5 Sideelvene som tas inn i tunnelene

I sideelvene nedstrøms inntakene forandres middeltemperaturen lite. Målinger i andre vassdrag viser at døgnvariasjonen kan endres (=temperaturvariasjon innen ett døgn). Den går vanligvis ned i bratte vassdrag med kulper, og opp i flate partier med bred elvebunn. Stort sett er disse elvene bratte, så vi forventer at døgnvariasjonen reduseres.

Nederst i dalbunnen kan grunnvannstilsig gi stor lokal påvirkning. Blant disse elvene er det særlig Kjempa som renner ut i flatt terreng nederst. Det er mulig at vanntemperaturen i dette området blir litt kaldere om sommeren og varmere om vinteren enn i dag.

Ved stans i turbinene og i vårflommen kan det bli overløp ved inntakene. Ved overløp blir forholdene nedstrøms inntaket omtrent som i dag.

Generelt blir sideelvene islagt i dag, og det forventes ingen store endringer i isleggingen, kanskje noen dager tidligere islegging enn i dag nedstrøms inntakene. I Kjempa er det mulig at grunnvann vil hindre isleggingen, men dette blir spekulasjon uten nærmere målinger.

## 4.6 Fra utløpet av kraftverket til Heddalsvatn

Når vann føres i krafttunneler endres vanntemperaturen svært lite. Temperaturen ved utløpet blir dermed en blanding av vannmassene fra Sauland 1 og Sauland 2. Kjøringen av disse to turbinene forventes å kunne bli vesentlig forskjellig. Sauland 2 vil kjøres på tilsiget, mens Sauland 1 kan kjøres med døgnregulering. Da det er store forskjeller i vanntemperaturen mellom de to kildene, vil det da bli forholdsvis store korttidsvariasjoner i vanntemperaturen nedstrøms utløpet.

**Tabell 3 Vanntemperaturer ved utløpet av Sauland kraftverk ved typiske driftsvannføringer og værforhold.**

	Driftsvannføring			Vanntemperatur		
	Sauland 1	Sauland 2	ved utløpet	Sauland 1	Sauland 2	ved utløpet
Sommer, varmt vær	25.0	5.0	30.0	10.0	20.0	11.7
	10.0	5.0	15.0	10.0	20.0	13.3
	0.0	5.0	5.0	10.0	20.0	20.0
Sommer, vanlig vær	25.0	5.0	30.0	10.0	15.0	10.8
	10.0	5.0	15.0	10.0	15.0	11.7
	0.0	5.0	5.0	10.0	15.0	15.0
Vinter	25.0	1.5	26.5	2.0	0.0	1.9
	10.0	1.5	11.5	2.0	0.0	1.7
	0.0	1.5	1.5	2.0	0.0	0.0

Tabell 3 viser noen typiske verdier for vannføring og vanntemperatur om vinteren og om sommeren. Tabellen viser da beregnet blandingstemperatur. Når Sauland 1 kjøres ekstremt, det vil si for fullt om dagen og av om natten, vil temperaturen ved utløpet variere mellom 12 og 20 °C i varmt sommervær, og 11-15 °C i mer normalt vær. Om vinteren vil ekstrem døgnpendling gi temperaturvariasjoner fra 0-2 °C. Variasjonene blir noe utjevnet på grunn av transportetappen på rundt 8 km fra turbinene til utløpet av driftstunnelen. Bekkeinntakene har liten påvirkning på vanntemperaturen i driftsvannet på grunn av de begrensede vannmengdene.

Kjører man derimot Sauland 1 også med jevn vannføring vil sommertemperaturene ligge jevnt rundt 11-13 °C, og vintertemperaturen nær 2 °C

Ved utløpet vil driftsvannet blande seg med vannet i Heddøla. Dette vannet har temperaturer nær driftsvannet i Sauland 2 da det også har oppnådd likevekt med omgivelsene. Sommerstid er det et vesentlig lokaltilsig rundt 5 m<sup>3</sup>/s, men vinterstid dominerer driftsvannføringen fullstendig. Temperaturen etter blanding vil avhenge av kjørestategien.

#### Etter blanding med restfeltet ved døgnregulering:

Når Sauland 1 står stille vil vanntemperaturen ikke forandre seg etter blanding med lokaltilsiget. Når Sauland 1 går med full maskin vil lokaltilsiget være omtrent en sjettedel av driftsvannføringen. Grovt sett vil vanntemperaturen etter blanding pendle i intervallene 14-20 °C i varmt sommervær, 12-15 °C i mer normalt sommervær, og 0-2 °C om vinteren.

#### Etter blanding med restfeltet ved jevn kjøring:

Ved antatt jevn kjøring på 15 m<sup>3</sup>/s vil vannet fra restfeltet bidra med omtrent en fjerdedel av den totale vannføringen. Vi venter derfor vanntemperaturer mellom 12 og 14 grader om sommeren og 1-2 grader om vinteren, og langsomme temperaturendringer.

Videre nedover vassdraget vil vanntemperaturen langsomt gå mot likevekt med omgivelsene. Det vil si at vanntemperaturen vil falle fra 1-2 °C mot frysepunktet når Sauland 1 bidrar med vann. Vanntemperaturen vil likevel sjelden nå frysepunktet på de 15 kilometrene ned til Heddalsvatn. Sommerstid vil vannet varmes opp 1-2 grader på strekningen, men kun når vannet er "kaldt" på grunn av drift i Sauland 1.

Det ventes betydelig mindre is enn i dag fra utløpet av kraftverket til Heddalsvatn. I kalde perioder kan det bli litt isdannelse på sakteflytende dype partier nær Heddalsvatn. Tidligere har det i kalde vintre samlet seg drivende sarr og bunnis på stille partier og ført til oversvømmelser. Disse isproblemene ventes å opphøre.

I Heddalsvatn og videre nedover mot havet venter vi ingen påvirkning av denne utbyggingen.

## **4.7 Alternativ utbygging**

Et annet utbyggingsalternativ er å ta Skorva inn på Sauland 1 i stedet for Sauland 2. Dette vil ha svært liten innvirkning på driftsvannets temperatur, men lokalt i Skorva vil en opprettholde dagens forhold på en lengre strekning.



## 5. Avbøtende tiltak

### 5.1 Vanntemperatur

Det ventes betydelige og ikke naturlige vanntemperaturvariasjoner i Heddøla nedstrøms kraftverksutløpet, særlig om sommeren. Den eneste muligheten for å redusere denne effekten er å kjøre Sauland 1 med så jevn driftsvannføring som mulig. Men det vil igjen medføre enten vannstandsvariasjoner i Hjartsjø eller at en også må kjøre Hjartdøla kraftverk jevnt. I dag har en døgnregulering i Hjartdøla. Det gir ikke tilsvarende store temperaturendringer i elva da Hjartsjø virker som en buffer som utjevner vannføringen. Ved utløpet av Sauland kraftverk har en ikke noen slik buffer.

### 5.2 Isforhold

Brå endringer i kjøring av Sauland 1 vil også gi forholdsvis brå endringer i vannstanden nedstrøms utløpet. Dette er negativt for isforholdene og kan lettere føre til at kantis løsner. Men den høye vanntemperaturen om vinteren gir sjelden is, så problemet må betegnes som lite.

Hvis man ønsker å holde vannføringen jevn vil man ved døgnregulering i Hjartdøla få vannstandsendringer på inntil 60 cm i døgnet. Gjør man dette om vinteren får man litt mer oppsprukket og usikker is langs land.

Inntaksstedene må merkes med usikker is, og det bør vurderes merking fra Osnes og til utløpet av Sønderlandsvatn selv om isen er dårlig der også i dag.

## 6. Referanser

- Kanavin E.V., 1975: Virkninger av Hjartdal – Tuddalreguleringen på forholdene om vinteren i Hjartdøla og Heddøla. Betenkning for Overskjønn 25. februar 1975. Iskontoret ved NVE, Hydrologisk avdeling.
- Uppstad J.K., 2008: Sauland kraftverk. Hydrogeologi, vannkvalitet og forurensing – Utkast, Norconsult
- Lancaster J., 2008: Konsekvensutredninger Sauland Kraftverk Hydrologi (utkast), Norconsult
- Tvede A.M., 1989: Skogsåi kraftverk i Hjartdal. Konsekvenser for vanntemperatur, isforhold og frostrøyk ved en eventuell utbygging. NVE Oppdragsrapport 7-89, Hydrologisk avdeling.
- Wold K., 1983: Samla Plan, 07841 Hjartdal i Telemark, Fagrapport om is og vanntemperatur, Iskontoret ved NVE, Hydrologisk avdeling.
- Wold K., 1987: Samla Plan, Videreføring av prosjekt 07845 Sjøvatn og 07842 Skogsåa, Fagrapport om is og vanntemperatur, Iskontoret ved NVE, Hydrologisk avdeling.

