

Notat

Behov for vannslipp i øvre Surna og temperaturavhenging vekst av fisk i nedre Surna

SAKSBEHANDLER / FORFATTER

Atle Harby og Julie Charmasson, SINTEF Energi
Ola Ugedal, NINA

BEHANDLING
UTTALELSE
ORIENTERING
ETTER AVTALE

GÅR TIL

Statkraft v/Arne Erlandsen

X

PROSJEKTNR / SAK NR

Surna

DATO

2013-10-21

GRADERING

Åpen

1 Bakgrunn

Dette notatet er laget på bakgrunn av tidligere arbeid i forskningsprosjektet "Bedre vannføringer i Surna" som SINTEF Energi og NINA utførte på oppdrag for Statkraft. Noe er også hentet fra videre forskning i Surna gjennom CEDRENs prosjekter EnviDORR og EnviPEAK der de samme FoU-partnere har vært hovedaktører, samt NINAs bestandsovervåking i Surna. I all hovedsak bygger dette notatet på "Bedre vannføringer i Surna – fase II. Effekter av nytt inntak i Follsjo, Bjønnålia kraftverk og omløpsventil i Trollheim kraftverk. Arbeidsnotat, SINTEF Energiforskning AS, 2007-09-20". Vi viser til hovedresultatene fra dette arbeidsnotatet og beskriver her noen tilleggundersøkelser omkring to forhold:

1. Behov for vannslipp til Surna oppstrøms utløpet av Trollheim kraftverk
2. Temperaturavhenging vekst av fisk i Surna nedstrøms Trollheim kraftverk

Vi understreker at vi ikke har samlet inn nye data eller utført ny forskning i Surna knyttet til disse tema. Resultatene i dette notatet bygger derfor kun på bruk av tidligere data til noen nye og grundigere analyser og modellsimuleringer.

2 Effekter av nytt inntak i Follsjoen på vanntemperatur og smoltproduksjon

Arbeidsnotatet fra 2007 analyserer hvor et eventuelt nytt inntak i Follsjoen bør ligge for å gi best mulig effekt på økt smoltproduksjon i Surna nedstrøms utløpet av Trollheim kraftstasjon. Arbeidsnotatet viser at et nytt inntak på kote 400 vil gi temperaturøkninger i Surna hovedsakelig i en periode fra slutten av juni fram til slutten av september, med størst effekt i juli. Det er mulig å få til en økning på om lag 2 °C over lengre perioder gitt tilsvarende regulering av Follsjoen som eksempelårene 1999, 2001 og 2006.

Videre ble smoltproduksjonen i Surna simulert basert på en vekstmodell for laks tilpasset Orkla og resultatene viste at simulerte temperaturendringer med inntak på kote 400 gir fra 8 til 25 prosent økt smoltproduksjon. I forbindelse med dette notatet ble nye data på vekst hos laksunger analysert og det ble funnet at vekstmodellen for laks tilpasset Orkla, som ble brukt i 2007, også ga rimelige prediksjoner med

hensyn på størrelsen av eldre laksunger (2+ om høsten og 3-åringer om våren) nedstrøms Trollheim kraftverk i Surna. I dette notatet har vi gjennomført noen flere simuleringer for å illustrere hva økt temperatur nedstrøms Trollheim kraftverk kan ha å si for smoltproduksjonen i dette området.

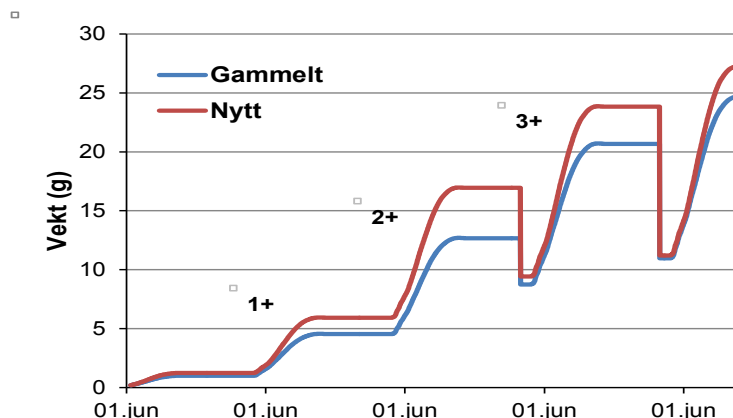
3 Oppdatert simulering av smoltproduksjon

Virkning på klekketidspunkt og swim-up tidspunkt for laks

Temperatursimuleringene fra 2007 avviker mellom gammelt og nytt inntak i perioden midt juni- midt oktober. De har derfor ingen innflytelse på klekketidspunkt og liten innvirkning på tidspunktet yngelen kommer opp av grusen for å begynne å spise ("swim-up"-tidspunkt). Modellberegninger tyder på at lakseeggene klekker fra midten av mars til midten av april nedstrøms Trollheim kraftverk, mens "swim-up" hovedsakelig skjer i første halvdel av juni.

Virking på vekst og smoltproduksjon

I 2007 tok vi utgangspunkt i de tre sommersesongene med simulert vanntemperatur dvs. 1999, 2001 og 2006. For hver av disse scenariene simulerte vi skjebnen til en årsklasse fra gyting 20. oktober og frem til at fisken har forlatt elva som smolt. I disse simuleringene har vi antatt at årsklassen som klekker ett år (for eksempel i 1999) lever hele livet under dette temperaturregimet. Naturlig dødelighet og regler for sammenhenger mellom fiskens størrelse og sannsynlighet for å vandre ut som smolt følger NORSALMOD slik den ble brukt i VAKLE-prosjektet. Vi har benyttet den samme vekstmodellen som ble brukt i VAKLE-prosjektet. Vekstmodellen brukt i VAKLE-prosjektet ble utarbeidet med grunnlag i data om sammenhenger mellom vanntemperatur og veksthastighet hos laksunger i Orkla. Modellen tar hensyn til at veksten er høyere om våren enn om høsten ved samme vanntemperatur (sesong-avhengig vekst). Denne vekstmodellen gir noe overestimert vekst og størrelse til 0+ og 1+ laksunger i Surna nedstrøms Trollheim kraftverk, men synes imidlertid å gi rimelige estimater av størrelsen når mesteparten av laksungene går ut av elva som smolt (dvs. 2+ om høsten/3år om våren). Med denne vekstmodellen blir gjennomsnittlig smoltalder nedstrøms Trollheim kraftverk redusert med fra 0,1 til 0,3 år ved å bruke et inntak på kote 400. Den reduserte smoltalderen gir en økning i smoltproduksjon nedenfor Trollheim kraftverk på fra 8 til 25 % (8 % med 1999-temp, 25 % med 2001-temp og 14 % med 2006 temp). I figur 1 er det modellerte vekstforløpet for temperaturendringene i 2006 vist.



Figur 1. Simulert vekst hos en årsklasse av laks fra swim-up til 4+-alder med gammelt og nytt inntak (kote 400) i Follsjø. Simuleringene er basert på beregnede forskjeller i temperatur sommeren 2006. Avtakende størrelse hos en årsklasse om våren skyldes at de største individene av denne årsklassen har vandret ut som smolt i modellen.

Vi har også utarbeidet temperaturscenarier for et inntak på kote 405 for de samme tre årene. Simulering viser at det er relativt små forskjeller mellom de tre årene på vekst mellom ett inntak på kote 405 og et inntak på kote 400. Størst er forskjellene med de simulerte temperaturene for 2001. Med et nytt inntak på kote 405 reduseres smoltalderen med fra 0,1 til 0,4 år sammenliknet med det gamle inntaket, og dette gir

en økning i smoltproduksjon nedenfor Trollheim kraftverk på fra 8 til 32 % (8 % med 1999-temp, 32 % med 2001-temp og 15 % med 2006 temp).

Temperaturberegningene viser at et inntak på kote 400 har relativt liten effekt på vanntemperaturen nedstrøms Trollheim kraftverk i juni, med en maksimal økning i gjennomsnittstemperatur på 0,9 °C i de tre årene det er gjennomført beregninger. Beregningene viser videre at den største økningen i vanntemperatur kan skje i juli og august (økning på 2-2,8 °C i gjennomsnittstemperatur), mens det er mindre effekter igjen i september. For å illustrere betydningen av vanntemperatur for fiskens vekst på en mer oversiktlig måte har vi gjennomført simuleringer med ulike økninger av vanntemperaturen nedstrøms Trollheim kraftverk. I disse simuleringene tok vi utgangspunkt i gjennomsnittstemperaturen for Skjermo de tre årene 1999, 2001 og 2006 hvor vanntemperaturen nedstrøms Trollheim kraftverk med endret inntak i Follsjo ble beregnet. Vi gjennomførte deretter beregninger med henholdsvis 1, 2 og 3 °C økning i juli og august, mens vi satte økningen til 1 °C i juni og september alle årene. Disse beregningene tyder på at vi kan vente en gradvis avtagende smoltalder dersom en lykkes med å manøvrere tappingen av Follsjo slik at vanntemperaturen øker i juli og august. Hvis det lykkes å heve gjennomsnittstemperaturen disse to månedene med 2 eller 3 °C tilsier modellberegningene at smoltproduksjonen nedstrøms kraftverket kan økes med om lag 18 til 25 % (**tabell 1**).

I disse beregningene har vi også illustrert hva dette kan ha og si for antall smolt som produseres nedenfor Trollheim kraftverk. Vi har tatt som utgangspunkt at det er 50 000 to-årige laksunger nedstrøms Trollheim kraftverk om våren før smoltutvandringen starter. I 2012 ble smoltutvandringen oppstrøms Trollheim kraftverk og for hele Surna estimert ved merking-gjenfangst (se Ugedal mfl. 2013). Dette året ble utvandringen av laksesmolt ved Harang, noe oppstrøms Trollheim kraftverk, estimert til om lag 24 000 smolt, mens utvandringen ved Tellesbø var om lag 32 000 smolt. Resultatene tydet altså på at om lag 8 000 av den utvandrende smolten stammet fra områdene nedstrøms Trollheim kraftverk dette året. El-fiskedata for tetthet av presmolt om høsten tyder imidlertid på at smoltproduksjonen nedstrøms Trollheim kraftverk dette året var lavere enn i mange andre år (Johnsen mfl. 2012 og Ugedal mfl. 2013), slik at de smolt-tallene vi opererer med i våre beregninger her ikke er urealistiske. Antakelsen om 50 000 to-årige individ påvirker ikke den prosentvise økningen i smoltproduksjon, men bare det faktiske antallet som går ut av elva.

Tabell 1. Beregnet gjennomsnittlig smoltalder og smoltproduksjon (avrundet til nærmeste 100) for ulike temperaturøkninger nedstrøms Trollheim kraftverk. Beregningene er basert på at det er 50 000 to-årige laksunger i området om våren før smolten vandrer ut, og at årlig overlevelse deretter er 50 %. Beregninger er gjennomført for ingen endring (gjennomsnittstemperatur på Skjermo for årene 1999, 2001 og 2006) og for ulike temperaturøkninger i perioden juni-september.

Scenario økning i T (i °C) i juni, juli, august og september	Gjennomsnittlig smoltalder	Smoltproduksjon [antall]	% økning
Ingen endring	3,25	20 000	
1, 1, 1, 1	3,17	21 300	7
1, 2, 2, 1	3,05	23 600	18
1, 3, 3, 1	2,97	25 100	25

Simuleringene i dette notatet forutsetter at hvor lenge fisken står på elva før den går ut som smolt har stor betydning for smoltproduksjonen (jo lengre tid på elva jo flere dør). Økt vekst som følge av økt temperatur kan også påvirke overlevelsen på andre måter. Hvis for eksempel vinterdødeligheten er størrelsesavhengig (spesielt aktuelt for første vinter) kan en økt første års vekst gi større vinteroverlevelse hos årsyngelen. Om dette gir seg utslag i økt smoltproduksjon vil avhenge av om hvor viktig tetthetsavhengige prosesser er for overlevelsen til eldre laksunger i nedre deler av Surna.

4 Vannføringsforhold og fiskehabitat i Surna oppstrøms Trollheim kraftverk

Arbeidsnotatet fra 2007 har vurdert hvordan vanndekt areal og fiskehabitat varierer med vannføring i Surna oppstrøms Trollheim kraftverk. Undersøkelsene er gjort relativt detaljert på fire korte delstrekninger vi regner som representative for store deler av Surna mellom Trollheim kraftverk og samløp med Rinna. Konklusjonene peker mot at det om sommeren blir optimale vannføringsforhold for ungfisk av laks og ørret mellom 4 og 7 m³/s, og at det er mye å vinne på å øke vannføring fra 2 til 4 m³/s. Fra 4 m³/s gir ikke økte vannføringer like stor effekt på økning i vanndekt areal og habitatforhold. I 2007 vurderte vi også hvordan mulig vannslipp fra Rinna gjennom et nytt Bjønnålia kraftverk kunne bedre forholdene i øvre Surna med hensyn på vanndekt areal og fiskehabitat. Analysene var da bundet av utvalgte slukeevner for et mulig kraftverk og viste at vannslipp kan gi stor effekt i tørre perioder om sommeren. Om vinteren er det i tørre perioder svært lite vann tilgjengelig, men vannslipp fra Rinna vil kunne forbedre forholdene noe. Nye analyser av vannslipp basert på samme datagrunnlag er nå gjort der vi ikke forutsetter et nytt Bjønnålia kraftverk.

5 Analyser av vannslipp til Surna oppstrøms Trollheim kraftverk

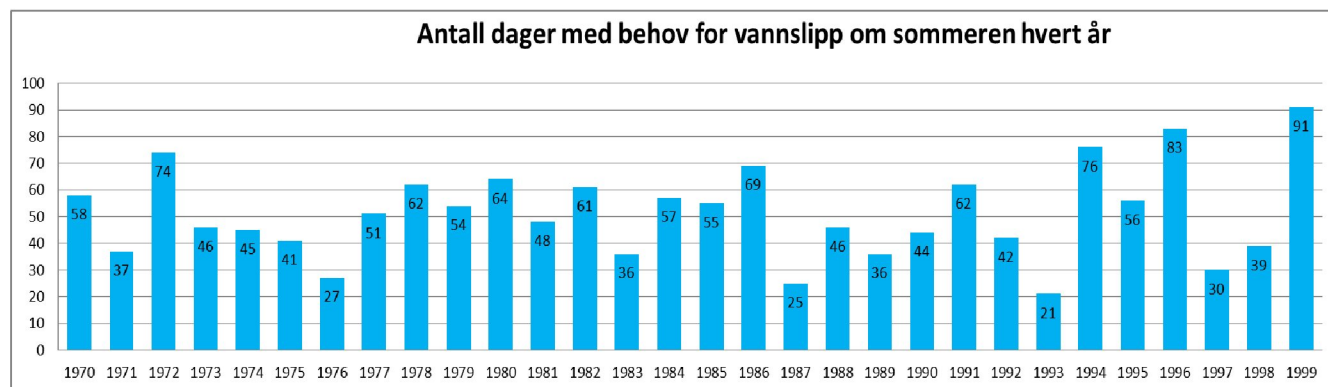
Vi har tatt utgangspunkt i vannføringsberegninger for Rinna, Lille Bulu, Bulu, Sagbekken og Surna fra Statkraft for perioden 1970-1999. Ut fra disse har vi studert hvor ofte og i hvor mange dager det vil bli behov for å slippe vann gitt ulike krav til minstevannføring i Rinna ved Løsetli. Vi har tatt utgangspunkt i krav om minstevannføring på 3,75 m³/s om sommeren og 0,75 m³/s om vinteren, men vi har også beregnet vannslipp for alternative minstevannføringer som følger:

Sommer (mai – oktober)	1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.75, 4.0 og 4,5 m ³ /s
Vinter (november – april)	0.2, 0.4, 0.6, 0.75, 0.8, 1.0 og 1,2 m ³ /s

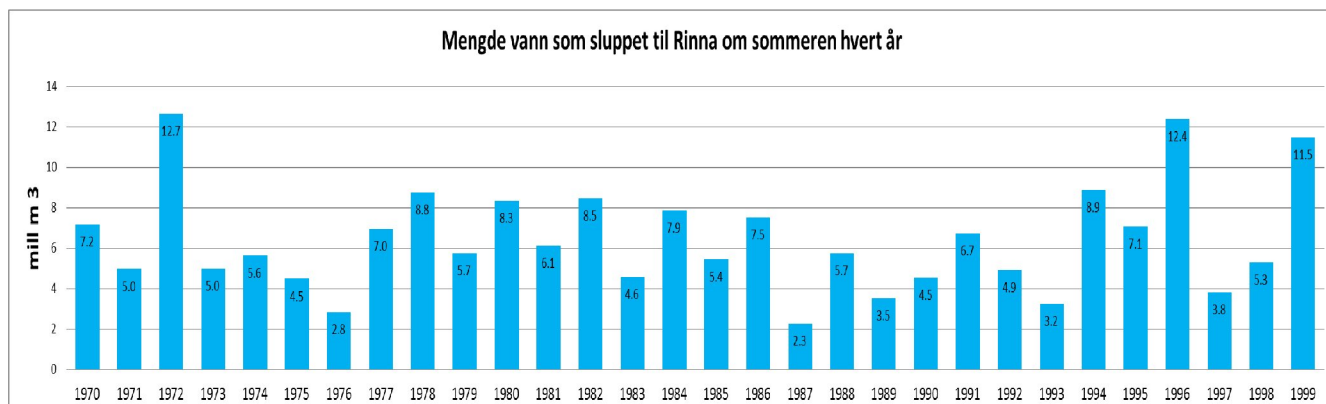
Vi har regnet med at vannslipp gjennom Bulu og Lille Bulu også kommer til Rinna ved Løsetli. Dette stemmer ikke med virkeligheten da Bulu og Lille Bulu renner inn i Surna lenger nedstrøms, men er gjort for å forenkle analysene.

5.1 Vannslipp på 3,75 m³/s om sommeren

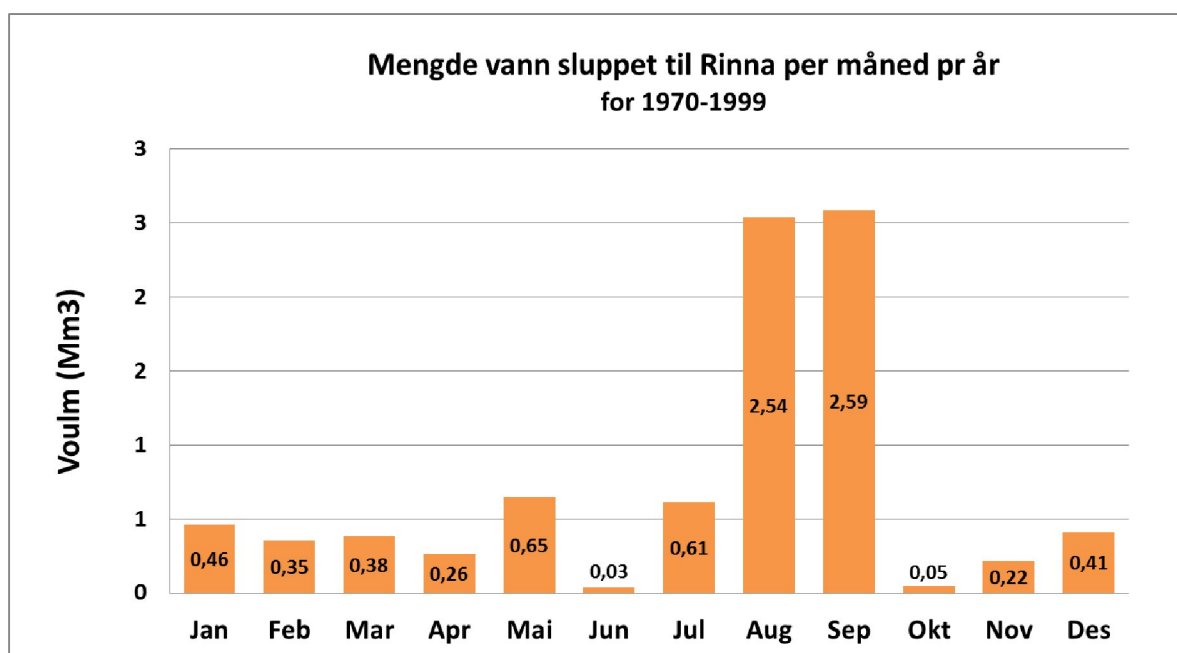
For perioden 1970-1999 vil det om sommeren bli behov for vannslipp fra 21 til 91 dager, med et gjennomsnitt på 51 dager (33 % av dagene). Dette tilsvarer fra 2.3 til 12.7 mill m³, med et gjennomsnitt på 6.4 mill m³. Det må da slippes vann i 3 - 11 perioder (gjennomsnitt: 6.7) som varer fra 1 til 71 dager (gjennomsnitt: 7.6 dager). Figur 2 viser antall dager med behov for vannslipp om sommeren hvert år, mens figur 3 viser hvilken mengde vann som da blir sluppet til Rinna og ikke kan overføres til Follsjø for kraftproduksjon til Trollheim kraftverk. Analysene viser også at det er spesielt i august og september det er behov for vannslipp. Figur 4 viser hvordan behov for vannslipp fordeler seg over året.



Figur 2. Antall dager med behov for vannslipp om sommeren.



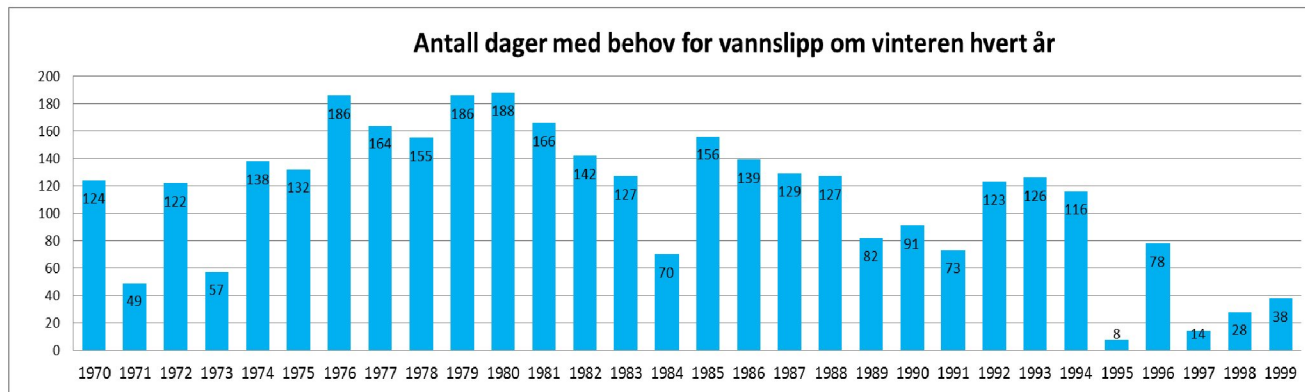
Figur 3. Mengde vann det er behov for å slippe om sommeren.



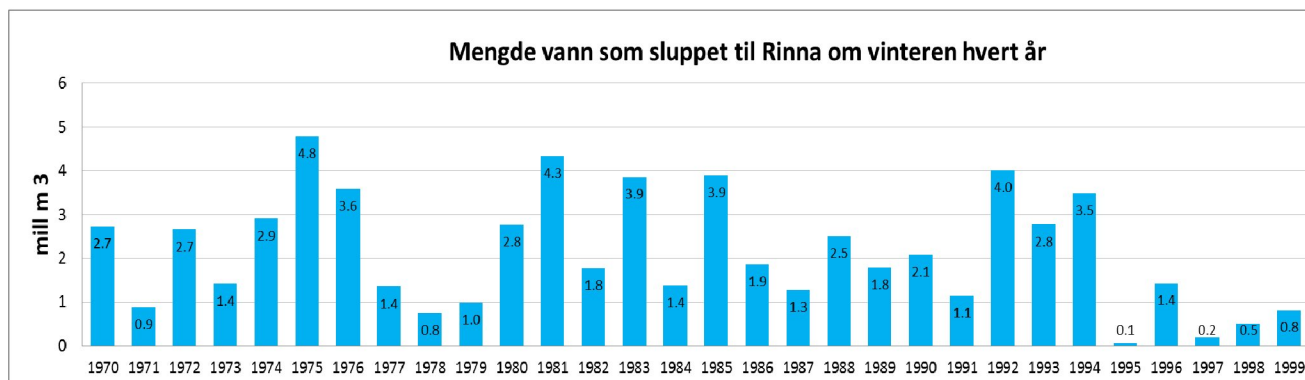
Figur 4. Vannslipp fordelt pr måned.

5.2 Vannslipp på 0,75 m³/s om vinteren

For perioden 1970-1999 vil det om vinteren bli behov for vannslipp fra 8 til 188 dager, med et gjennomsnitt på 111 dager (52 % av dagene). Dette tilsvarer fra 0.07 til 4.8 mill m³, med et gjennomsnitt på 2.1 mill m³. Det må da slippes vann i 1 - 8 perioder (gjennomsnitt: 3.5) som varer fra 1 til 187 dager (gjennomsnitt: 31.8 dager). Figur 5 viser antall dager med behov for vannslipp om vinteren hvert år, mens figur 6 viser hvilken mengde vann som da blir sluppet til Rinna og ikke kan overføres til Follsjø for kraftproduksjon til Trollheim kraftverk.



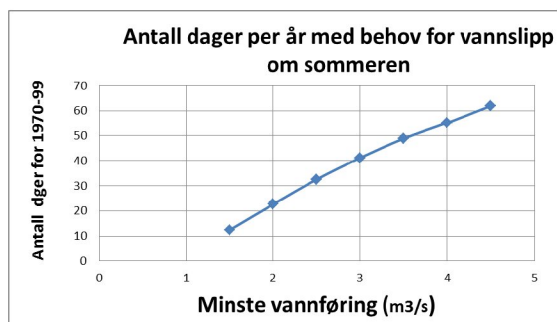
Figur 5. Antall dager med behov for vannslipp om vinteren.



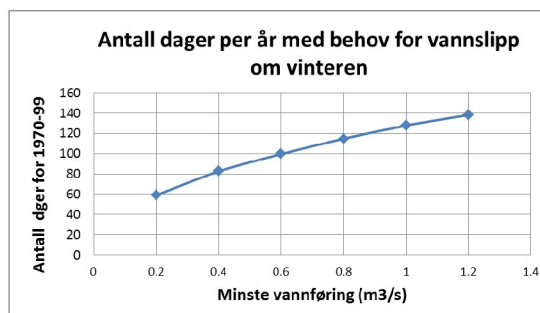
Figur 6. Mengde vann det er behov for å slippe om vinteren.

5.3 Alternative minstevannføringer

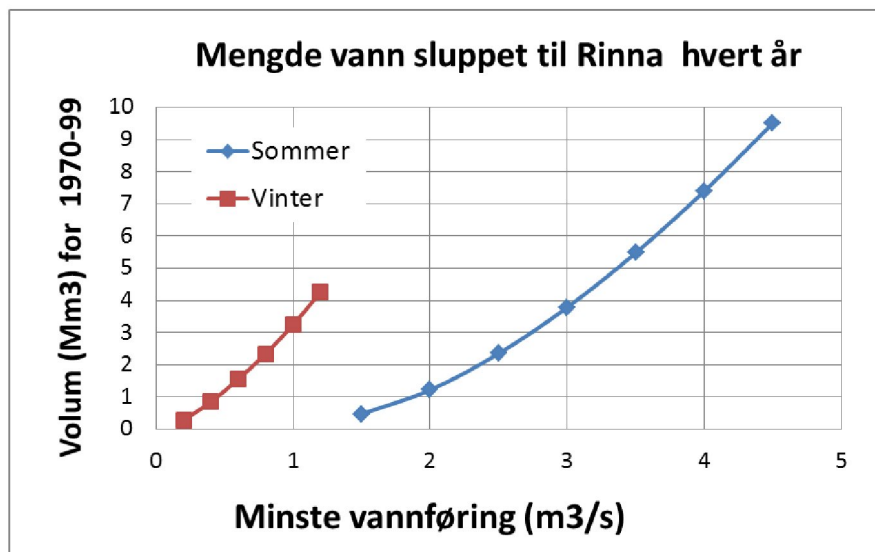
Antall dager med vannslipp og mengde vann som må slippes varierer selvsagt med hvilket krav til minstevannføring man setter. Vi har analysert dette for alternative krav til minstevannføring. Om sommeren øker gjennomsnittlig antall dager med behov for vannslipp fra 12 til 62 dager per år når minstevannføring øker fra 1.5 til 4.5 m³/s. Om vinteren øker gjennomsnittlig antall dager med behov for vannslipp fra 59 til 138 dager per år når minstevannføring øker fra 0.2 til 1.2 m³/s. Dette er vist i figur 7 og 8. Hvor mye vann som da må slippes pr år varierer fra 0,47 til 9,51 mill m³ om sommeren, og fra 0,28 til 4,26 mill m³ om vinteren. Dette er illustrert i figur 9.



Figur 7. Antall dager med behov vannslipp om sommeren.

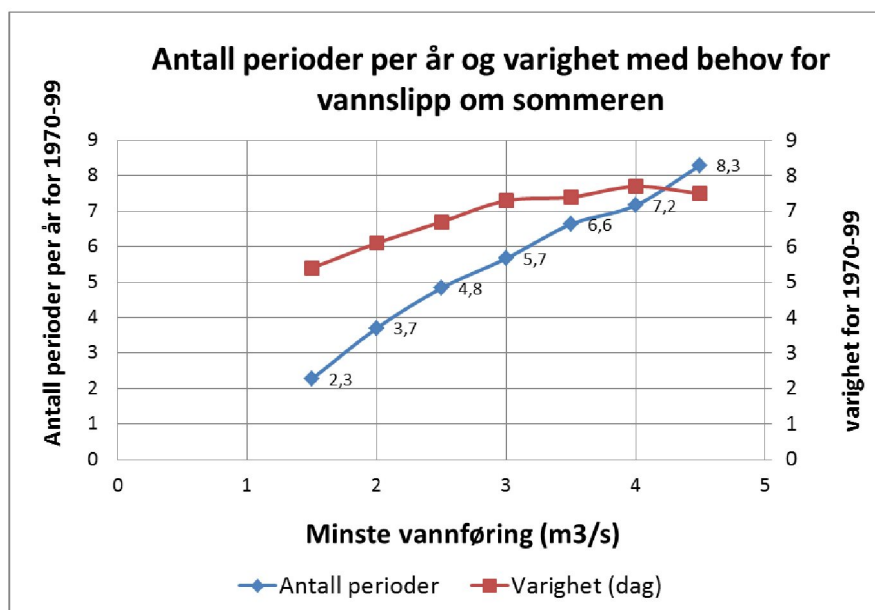


Figur 8. Antall dager med behov vannslipp om vinteren.

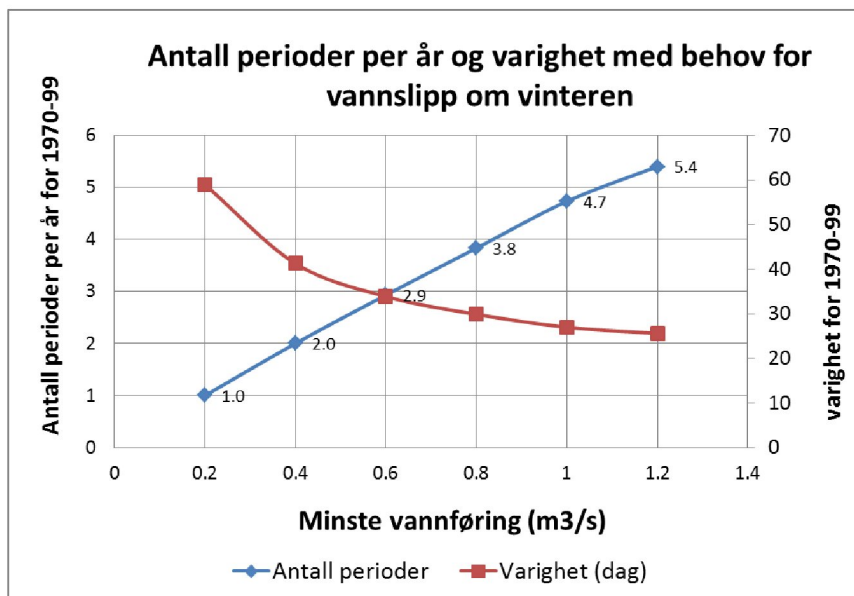


Figur 9. Mengde som må slippes ved ulike krav til minstevannføring.

Vi har også analysert antall perioder pr år det er behov for vannslipp, og hvor lange perioder det er behov for å slippe vann. Dette er vist som funksjon av ulike minstevannføringer om sommeren i figur 10 og om vinteren i figur 11. Antall perioder med behov for vannslipp øker både om sommeren og vinteren med økende krav til minstevannføring. Om sommeren øker varigheten av disse periodene litt med økende krav til minstevannføring, mens varigheten om vinteren faktisk avtar med økende krav til minstevannføring.



Figur 10. Antall perioder pr år det er behov for vannslipp, og hvor lange perioder behov for å slippe vann om sommeren.



Figur 11. Antall perioder pr år det er behov for vannslipp, og hvor lange perioder behov for å slippe vann om vinteren.

Det vil ikke alltid være nok tilsig til å tilfredsstille krav om minstevannføring. Vi har derfor beregnet antall dager det ikke blir mulig å tilfredsstille kravene om minstevannføring på 3,75 m³/s om sommeren og 0,75 m³/s om vinteren. Vi har analysert dette med en margin på 10 prosent, dvs vi har ikke talt med dager som det mangler under 10 prosent på å tilfredsstille kravet. Om sommeren vil det i gjennomsnitt være 5.5 dager per år man ikke når kravet om 3,75 m³/s, mens det om vinteren i gjennomsnitt vil være hele 62.6 dager per år man ikke når kravet om 0,75 m³/s. Vi anbefaler da spesielt at forholdene om vinteren undersøkes nærmere.

6 Referanser

Harby, A., Alfredsen, K., Halleraker, J.H., Sundt, H. & Ugedal, O. 2007. Bedre vannføringer i Surna – fase II. Effekter av nytt inntak i Follsjo, Bjønnålia kraftverk og omløpsventil i Trollheim kraftverk. SINTEF Arbeidsnotat 20. september 2007.

Johnsen, B.O., Hvidsten, N.A., Bongaard, T., Bremset, G. & Diserud, O. 2012. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Surna. Framdriftsrapport 2012. NINA Rapport 857. 79 s.

Ugedal, O., Berg, M., Bongard, T., Diserud, O., Kvingedal, E., Robertsen, G., Jensås, J.G., Johnsen, B.O., Hvidsten, N.A., Ulvan, E.M. & Østborg, G. 2013. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Surna. Framdriftsrapport 2013. NINA Rapport 963. 63 s.