

NINA Minirapport 409

Vannføringsforhold i Levangerelva 2007-2011

Ola Ugedal



Ugedal, O. 2012. Vannføringsforhold i Levangerelva 2007-2011. -
NINA Minirapport 409. 29 s.

Trondheim, desember 2012

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

TILGJENGELIGHET

Upublisert

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

ANSVARLIG SIGNATUR

Ola Ugedal (sign.)

OPPDRAAGSGIVER(E)

Innherred samkommune

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Trond Rian

FOTO

Levangerelva nedenfor Hansfossen ved høy og lav vannføring

Foto: Hans Petter Sundal

NØKKEWORD

Levangerelva

Laks

Sjøaure

Vannføring

Vassdragsregulering

NINA Minirapport er en enklere tilbakemelding til oppdragsgiver enn det som dekkes av NINAs øvrige publikasjonsserier. Minirapporter kan være notater, foreløpige meldinger og del- eller sluttresultater. Minirapportene registreres i NINAs publikasjons-database, med internt serienummer. Minirapportene er ikke søkbare i de vanlige litteraturbasene, og følgelig ikke tilgjengelig på vanlig måte. Således kan ikke disse uten videre refereres til som vitenskapelige rapporter.

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01

NINA Tromsø

Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00
Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkellgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Forord

Etter oppdrag fra Innherred samkommune har Norsk institutt for naturforskning (NINA) foretatt en gjennomgang av vannføringsforholdene i Levangerelva og gjennom de to kraftverkene i vassdraget. Det var ønskelig å få en oversikt over vannføringsforholdene i vassdraget for å kunne gjøre en vurdering av eventuelle tiltak for å bedre fiskeproduksjonen. Trond Rian har vært vår kontaktperson hos oppdragsgiveren. Hans Petter Sundal fremskaffet fotodokumentasjon fra vassdraget ved ulike vannføringer.

Terje Egge fra Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk skaffet til veie produksjons- og vannføringsdata fra Hansfoss og Langåsfoss kraftverk. Daniel Melkersen ved Norges vassdrags- og energidirektorat skaffet til veie vannføringmålinger fra målestasjonen i Levangerelva ved Floan Bru. Han var også så velvillig at han fremskyndet en kontroll og isreduksjon av disse vannføringsmålingene.

Alle involverte takkes for et godt samarbeid og sin deltakelse under gjennomføring av prosjektet.

Trondheim, desember 2012

Ola Ugedal
Prosjektleder

Innhold

Forord	3
Innhold	4
1 Bakgrunn	5
2 Datagrunnlag og metoder	6
3 Vannføring i Levangerelva	8
4 Vannføring gjennom Hansfoss kraftverk	14
5 Vannføring gjennom Langåsfoss kraftverk	22
6 Oppsummering	26
7 Referanser	26
8 Vedlegg	27

1 Bakgrunn

Levangerelva er regulert til produksjon av elektrisk kraft. Reguleringen ble påbegynt for hundre år siden og gjennomført ved etablering av to kraftverk i årene 1912-1920. Hovedelva er regulert ved et elvekraftverk, Hansfoss kraftverk, helt øverst i den lakseførende delen av vassdraget om lag 15 km fra elvemunningen. Sideelva Langåselva, som renner ut i hovedelva ca. 7 km fra elvemunningen, er regulert ved Langåsfoss kraftverk med uttak av vann fra innsjø ovenfor den lakseførende strekningen av elva. Vannføringen i hele den lakseførende delen av vassdraget er i all hovedsak bestemt av vannføringen ut fra de to kraftverkene.

Det er ikke lovfastsatt minstevannføring i vassdraget, men regulanten (Nord-Trøndelag Energiverk) praktiserer en frivillig vannslipp på minimum 100 l/sek fra begge kraftverkene. For nærmere detaljer om reguleringen av vassdraget vises til Lund (2006), som gir en gjennomgang av historikk og detaljer omkring kraftverksutbyggingen i vassdraget.

Lund (2006) ga en status for ungfiskbestanden av laks og aure i vassdraget, og fremhevet at reguleringen har hatt negativ effekt på ungfiskproduksjonen. Hyppige og raske vannføringsreduksjoner i driftsvannføring gjennom kraftverkene har vært trukket frem som en mulig årsak til redusert ungfiskproduksjon i elva. Slike vannføringsreduksjoner kan gi stranding av ungfisk og tap av næringsdyr for fisk ved hyppig tørrlegging av elveleiet.

For å kunne gjøre en vurdering av eventuelle tiltak for å bedre fiskeproduksjonen i vassdraget var det ønskelig å få en oversikt over vannføringsforholdene for de siste fem årene. I denne rapporten presenteres en slik oversikt basert på målinger av vannstand og vannføring i Levangerelva ved Floan Bru (NVE målestasjon 126.3.0) og opplysninger om kraftproduksjon og beregnet driftsvannføring ved Hansfoss og Langåsfoss kraftverk fra regulanten.

2 Datagrunnlag og metoder

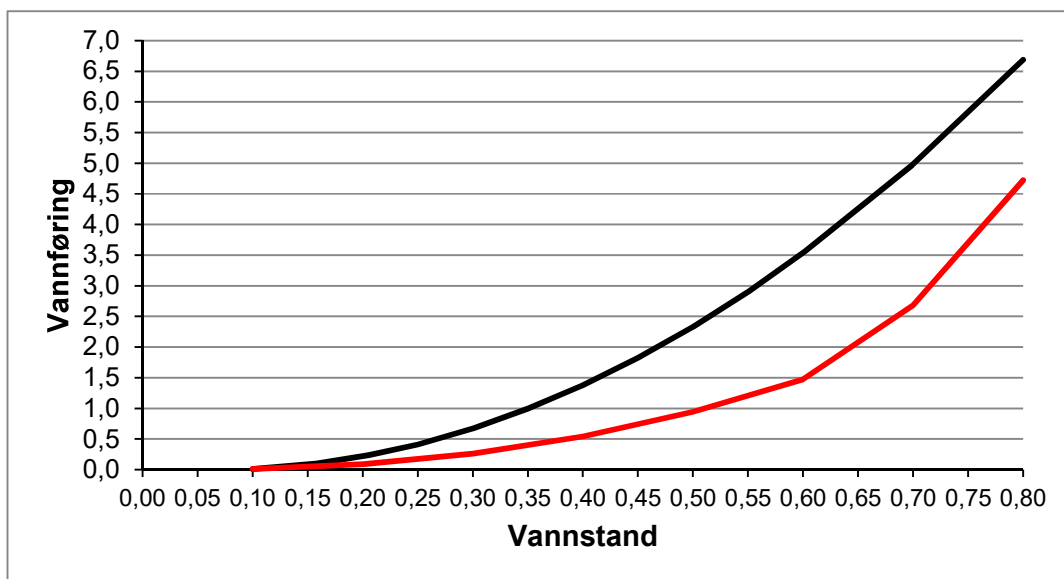
Denne rapporten gir en oversikt over vannføringsforholdene i vassdraget de siste fem årene (2007-2011) med utgangspunkt i bruk av vannføringsdata fra NVE sin loggestasjon i vassdraget ved Floan Bru (målestasjon 126.3.0) og ved bruk av loggedata for kraftproduksjon (og driftsvannføring) i de to kraftverkene (Hansfoss kraftverk i hovedelva med slukeevne på om lag $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$ og Langåsfoss kraftverk i sideelva med slukeevne på om lag $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$).

Kraftproduksjonen i de to kraftverkene registreres på timebasis. Driftsvannføring (turbinvannføring) i kraftverkene er beregnet ut fra målt strømproduksjon (generatorproduksjon) ved hjelp av vannforbrukskurver som benyttes av NTE. Disse kurvene gir en sammenheng mellom mengde produsert strøm (i MWh) og vannforbruket (i m^3/s). Erfaringsmessig gir slike kurver ikke helt nøyaktige data for vannføring som går gjennom turbinene. For Hansfoss kraftverk angir kurven en laveste produksjon på $0,167 \text{ MWh}$ med et vannforbruk på $0,615 \text{ m}^3/\text{s}$. I databasen over strømproduksjon i Hansfoss kraftverk angis det flere perioder hvor produksjonen har vært ned til $0,13 \text{ MWh}$ over lengre tid. Jeg valgte å tilordne et vannforbruk på $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ til produksjon fra $0,13 \text{ MWh}$ og opp til $0,166 \text{ MWh}$ heller enn å ekstrapolere vannforbrukskurven. I databasen finnes også flere lavere verdier for timesproduksjon enn $0,13 \text{ MWh}$. Slike verdier forekommer typisk i forbindelse med stans eller oppstart av kraftverket, og gjenspeiler at kraftverket i slike tilfeller bare har produsert strøm i deler av klokketimen. I slike tilfeller ble turbinvannføringen satt til null. Ved beregning av driftsvannføring ved stans av kraftverket ble den beregnede turbinvannføringen for den siste hele timen med åpenbart full kraftproduksjon benyttet. En slik tilnærming synes rimelig ut fra en sammenlikning mellom forskjellen i beregnet vannføring mellom produksjon og stans i kraftverket og forskjellen mellom målt vannføring i Levangerelva ved Floan Bru før og etter samme stans i kraftverket. For Langåsfoss kraftverk angir vannforbrukskurven en laveste produksjon på $0,170 \text{ MWh}$ med et vannforbruk på $0,360 \text{ m}^3/\text{s}$, og i Langåsfoss ble produksjon lavere enn $0,170 \text{ MWh}$ og ned til $0,12 \text{ MWh}$ tilordnet en vannføring på $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$. Data fra Langåsfoss kraftverk ble behandlet på samme måte som for Hansfoss kraftverk med hensyn på beregning av driftsvannføring ved stans av kraftverket.

Ved Floan Bru i Levangerelva er vannføringsdata presentert på halvtime-basis på nettportalen til NVE, men disse datene er ikke kontrollert og kvalitetssikret. NVE sin kvalitetssikring (kontrollering) av data innebærer blant annet at vannføringsdata korrigeres for feil som oppstår på grunn av at isforhold kan påvirke sammenhengen mellom avlest vannstand og vannføring (såkalt isreduksjon). Dessuten kompletteres huller i dataserien. Slik isreduksjon og komplettering skjer på døgnmiddelnivå. Isreduksjonene i vannføringsserien fra Floan bru i Levangerelva er basert på sammenlikning med kontrollerte temperatur og nedbørdata for nærliggende meteorologiske målestasjoner samt sammenlikning med dataserien fra NVE sin målestasjon for vannføring i Dillfoss i Verdalsvassdraget. Videre er vintervannføringene i perioder med svært lavt tilsig i høy grad basert på kraftverksdata fra Hansfoss kraftverk (Daniel Melkersen, NVE, personlig meddelelse). Halv-times data fra tider på året hvor det ikke er problemer med is ansees å være av bra kvalitet (Daniel Melkersen, NVE, personlig meddelelse). Elveprofilen ved målestasjonen i Levangerelva ble endret i forbindelse med en større flom på midten av 2000-tallet. Fra og med oktober 2006 har det vært målt vannstand og vannføring i den nye profilen. Den nye profilen har en forskjellig sammenheng mellom vannstand og vannføring enn den gamle (**figur 2.1**). Dette gjør at senkningshastigheten, det vil si hvor raskt vannstanden synker per tidsenhet ved en gitt vannføringsreduksjon, i den nye profilen avviker fra de som ble beregnet av Lund (2006) basert på den gamle profilen. Ved lave vannføringer er vannstandsendingene (og dermed også senkningshastighetene) ved vannføringsreduksjoner lavere i den nye profilen enn i den gamle profilen.

Vurderingen av raske vannføringsendringer i Levangerelva i denne rapporten tar utgangspunkt i produksjonsdata fra Hansfoss kraftverk og jeg har undersøkt hvordan stans i kraftproduksjonen har påvirket vannføringen ved Floan bru, 7 km lengre ned i vassdraget. Det er vanligvis svært god overenstemmelse mellom tidspunkt for stans i produksjonen og beregnet vannføring ved stans og målte vannføringsendringer ved Floan bru når en tar i betraktning at vassdraget også har noe tilsig på strekningen mellom kraftverksutløpet og NVE sitt målepunkt, og at det tar noe tid før vannføringsendringer i kraftverket gir seg utslag i vannføringsendringer ved målepunktet. En gjennomgang

av vannføringsdata fra april-oktober (i tidsrom på året da halvtimesverdier for vannstand og vannføring med sikkerhet ikke er påvirket av isforhold i elva) viste at det ikke var episoder med raske vannføringen endringer som ikke kunne knyttes til stans i produksjonen ved Hansfoss kraftverk eller naturlige endringer ved flomepisoder.



Figur 2.1. Sammenhenger mellom vannstand (m) og vannføring (m^3/s) ved NVE sitt målepunkt ved Floan Bru. Svart linje: dagens målepunkt. Rød linje: det tidligere målepunktet.

3 Vannføring i Levangerelva

I dette kapitlet presenteres først vannføringsdata for Levangerelva ved Floan Bru basert på døgnmiddelverdier. I tillegg til figurfremstilling er det beregnet noen vannføringsmål basert på disse døgnmiddelverdiene. Deretter presenteres en figurfremstilling av vannføringsdata basert på halvtimes-verdier ved Floan Bru for perioden 1. april - 1. november det enkelte år. Eksempler på variasjon i vannføring med mer detaljert tidsoppløsning er presentert i neste kapittel i forbindelse med beskrivelsen av driftsvannføringen gjennom Hansfoss kraftverk.

I perioden 2007 - 2011 har døgnmiddelvannføringen i Levangerelva ovenfor samløpet med Langåselva variert mellom 0,118 m³/s (118 liter per sekund) og 66 m³/s (**figur 3.1 og 3.2 og vedleggsfigur 1a,b**). Året sett under ett var 2011 det mest vannrike året med en middelvannføring på 3,6 m³/s, mens 2008 var det tørreste året med en middelvannføring på 2,2 m³/s (**tabell 3.1**). Flomtoppene i vassdraget, som kan forekomme til alle tider av året, har vanligvis en døgnmiddel vannføring på mellom 10 og 25 m³/s (**vedleggsfigur 1a,b**).

Lavvannsperioder kan begrense fiskeproduksjonen både om vinteren og sommeren. Det har vært ganske stor variasjon mellom år i vintervannføring i Levangerelva i årene 2007-2011. Laveste 7-døgnsmiddel om vinteren (januar-april) var relativt høyt i 2007 og 2008 med henholdsvis 1,6 og 1,3 m³/s (**tabell 3.1**). I de to siste vintrene har laveste 7-døgnsmiddel vært vesentlig lavere med henholdsvis 0,43 og 0,32 m³/s i 2010 og 2011.

Tabell 3.1. Variasjon mellom år i middelvannføring, median vannføring, og noen mål for lavvannsføring som kan ha betydning for fiskeproduksjonen i et laksevassdrag. Verdiene er basert på døgnmiddelverdier for vannføring.

Vannføringsmål (m ³ /s)	2007	2008	2009	2010	2011
Middelvannføring	2,9	2,2	2,7	2,5	3,6
Median vannføring	2,0	1,5	1,4	1,2	2,1
Laveste 7-døgnsmiddel om vinteren	1,59	1,31	0,85	0,43	0,32
Laveste 7-døgnsmiddel om sommeren	0,29	0,14	0,15	0,28	0,17
Laveste 14-døgnsmiddel om sommeren	0,30	0,21	0,20	0,40	0,21

Vannføringen ved lavvannsperioder om sommeren er gjennomgående vesentlig lavere enn om vinteren. Laveste 7-døgnsmiddel om sommeren (juni-august) har variert mellom 0,14 m³/s i 2008 til 0,29 m³/s i 2007. Lavvannsperiodene om sommeren kan være relativt langvarige noe som fremgår av at laveste 14-døgnsmiddel ikke er vesentlig høyere enn laveste 7-døgnsmiddel de fleste årene. Langvarige lavvannsperioder om sommeren forekommer når det ikke er kraftproduksjon i Hansfoss kraftverk (se neste kapittel).

Minste registrerte døgnmiddelverdi for vannføring i ulike måneder og år har variert mellom 0,12 m³/s (september 2008, juli og august 2009) og 1,67 m³/s (april 2009). Lavere døgnmiddelverdier for vannføring enn 0,4 m³/s har forekommet i alle årets måneder (**tabell 3.2**).

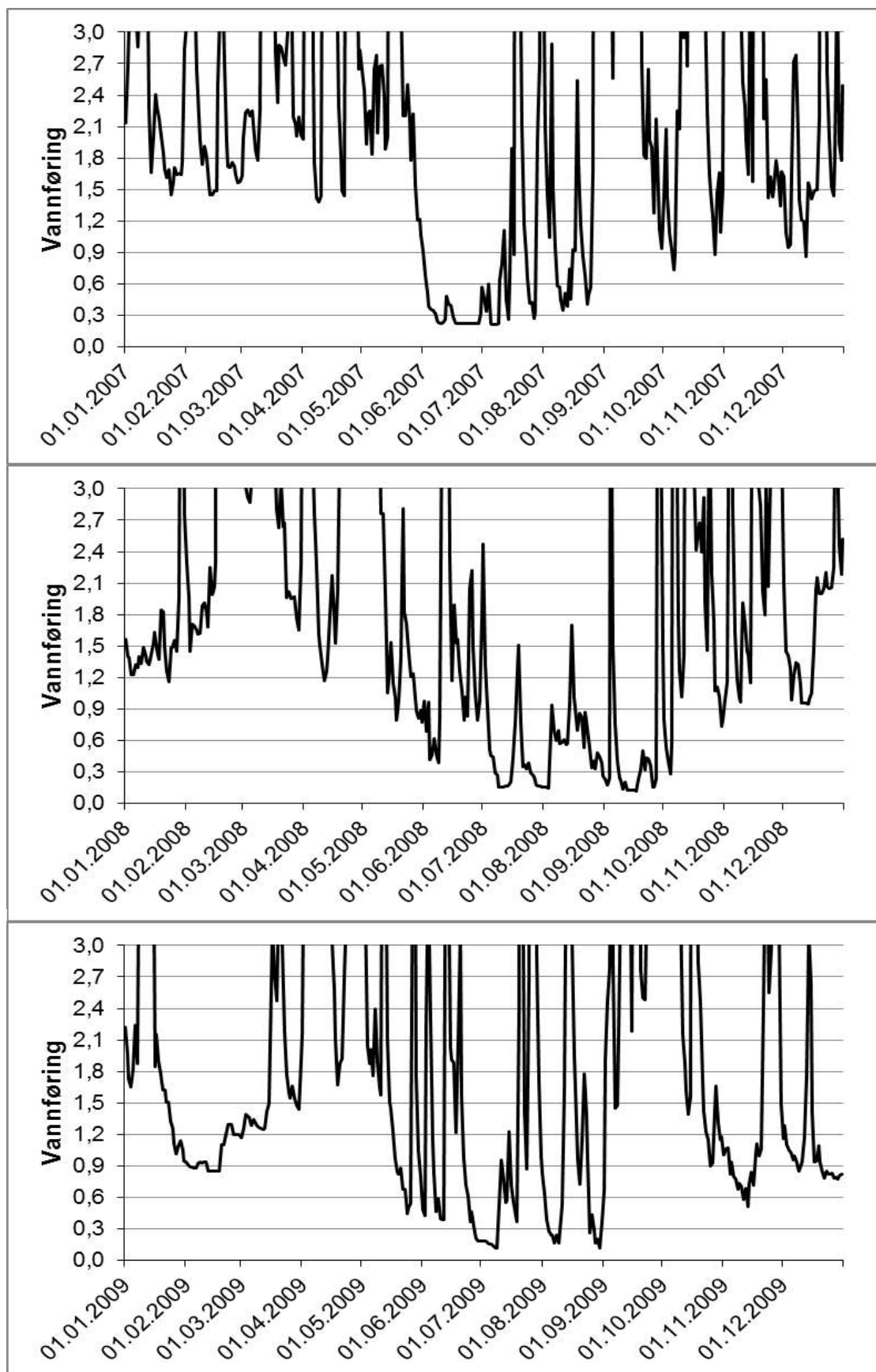
Over 5-års perioden 2007-2011 har døgnmiddelvannføringen vært lavere enn 0,2 m³/s i 55 dager, med variasjon mellom år fra ingen dager i 2007 til 23 dager i 2008 (**tabell 3.3**). Vannføringer lavere enn 1,0 m³/s har forekommet i om lag en tredjedel av året (31 % av dagene). Vannføringer over 3,0 m³/s (dvs. større enn slukeevnen til Hansfoss kraftverk) forekom i alt i 27 % av dagene.

Tabell 3.2. Minste registrerte døgnmiddelvannføring i (m^3/s) ulike måneder og år i Levangerelva ved Floan bru i perioden 2007-2011. Døgnmiddelverdier lavere enn $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$ er vist i fet skrift.

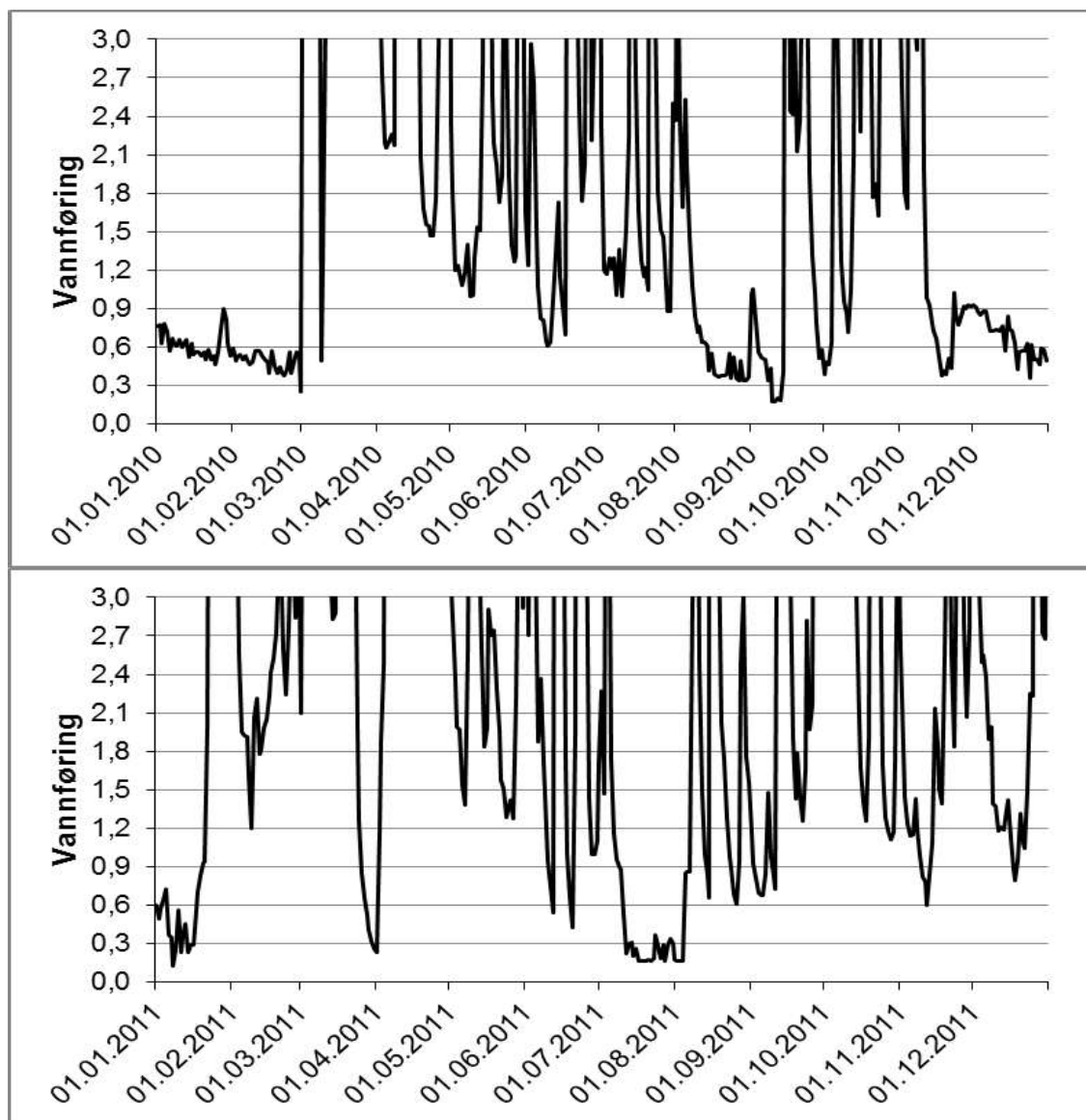
Måned	2007	2008	2009	2010	2011
Januar	1,45	1,16	0,95	0,47	0,13
Februar	1,45	1,45	0,85	0,38	1,20
Mars	1,63	1,65	1,17	0,25	0,26
April	1,38	1,17	1,67	1,47	0,23
Mai	1,06	0,77	0,45	1,00	1,28
Juni	0,22	0,39	0,19	0,61	0,43
Juli	0,21	0,16	0,12	0,88	0,17
August	0,35	0,15	0,12	0,34	0,17
September	0,94	0,12	0,67	0,18	0,68
Oktober	0,74	0,28	0,90	0,39	1,11
November	1,34	0,97	0,51	0,38	0,60
Desember	0,86	0,95	0,77	0,36	0,79

Tabell 3.3. Antall døgn med ulik middelvannføring (m^3/s) i Levangerelva ved Floan Bru i perioden 2007-2011.

Vannføring (m^3/s)	2007	2008	2009	2010	2011	Sum (dager)	Sum (%)
0,1-0,2	0	23	15	3	14	55	3,0
0,2-0,4	35	26	16	20	22	119	6,5
0,4-0,6	17	23	18	72	10	140	7,7
0,6-0,8	9	19	20	42	17	107	5,9
0,8-1,0	14	23	53	28	25	143	7,8
1,0-2,0	106	115	113	69	91	494	27,1
2,0-3,0	76	49	39	36	52	252	13,8
3,0-4,0	26	43	20	27	33	149	8,2
4,0-5,0	21	16	25	15	22	99	5,4
5,0-10,0	50	23	29	38	55	195	10,7
> 10,0	11	6	17	15	24	73	4,0



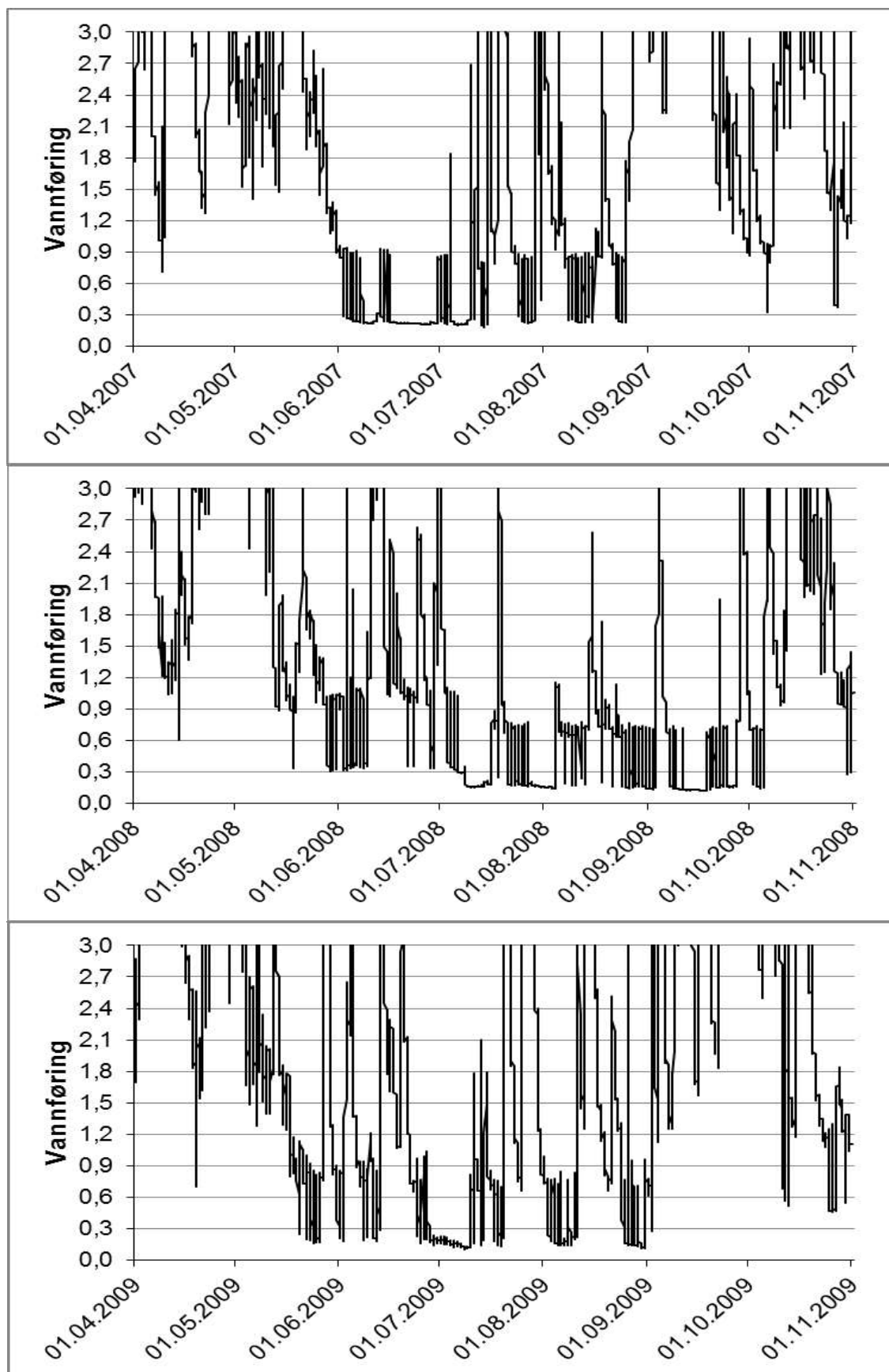
Figur 3.1. Døgnmiddelvannføring lavere enn 3 m³/s i Levangerelva ved Floan Bru i 2007-2009.



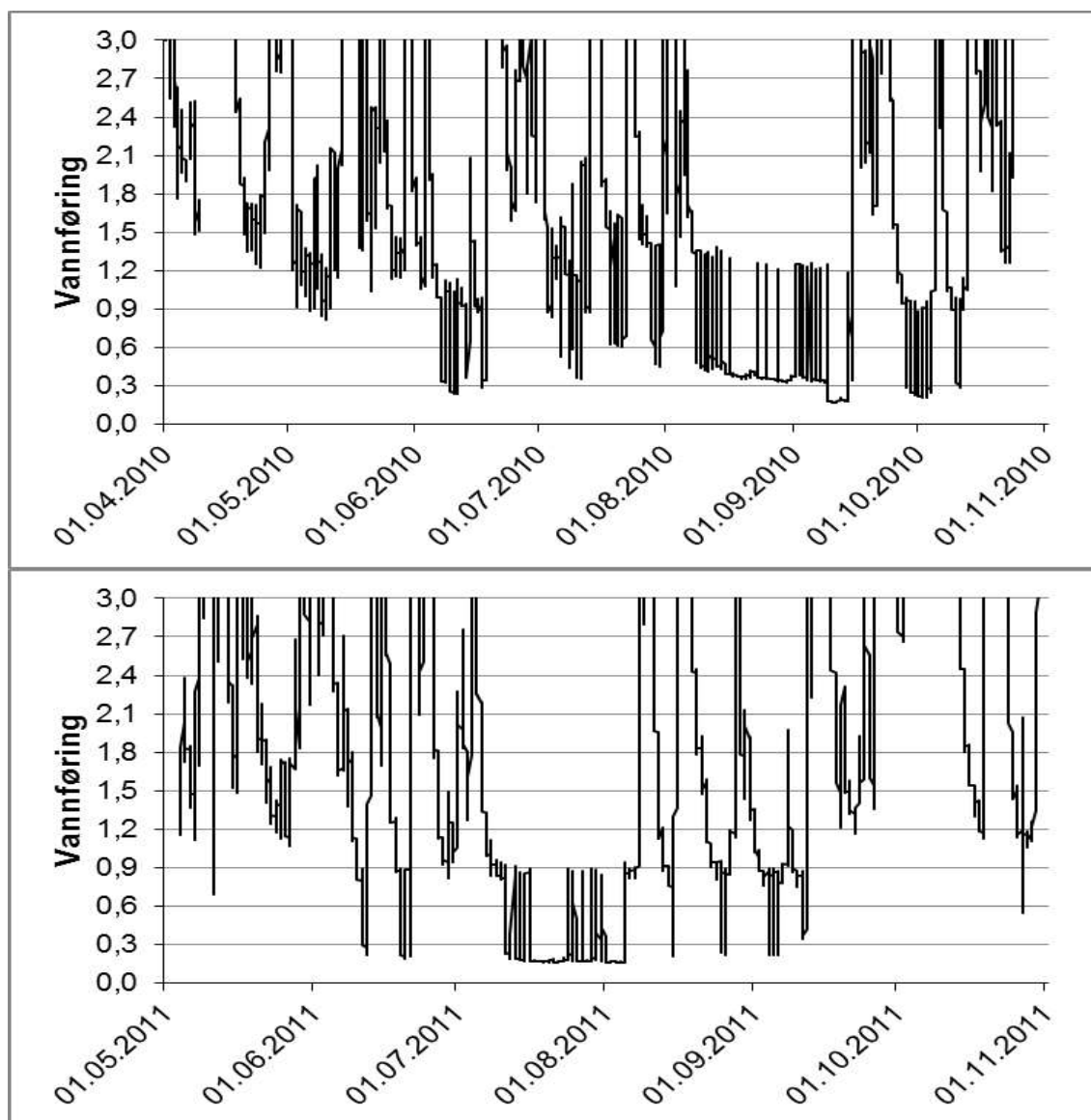
Figur 3.2. Døgnmiddelvannføring lavere enn 3 m³/s i Levangerelva ved Floan Bru i 2010-2011.

I **figur 3.3** og **figur 3.4** er vannføringen i Levangerelva ved Floan Bru for perioden 1. april - 1. november basert på halv-times verdier for registrert vannføring presentert (det vil si i tidsrom på året da halvtimesverdier for vannstand og vannføring med sikkerhet ikke er påvirket av isforhold i elva). Disse figurene viser at det forekom en rekke tilfeller hvor vannføringen varierer mye på kort tid. Disse fluktuasjonene i vannføring kan knyttes til driften av Hansfoss kraftverk (se kapittel 4).

Laveste registrerte vannføring ved Floan Bru i perioden 1. april - 1. november disse fem årene var 106 l/s (0,106 m³/s) den 8. juli 2009. Denne laveste vannføringen forekom mot slutten av en 10-dagers periode med lav vannføring i vassdraget hvor det ikke var produksjon ved Hansfoss kraftverk.



Figur 3.3. Vannføring lavere enn $3 \text{ m}^3/\text{s}$ i Levangerelva ved Floan Bru i perioden 1.april - 31.oktober i årene 2007-2009. Figuren er basert på halvtimesverdier for vannføring.



Figur 3.4. Vannføring lavere enn 3 m³/s i Levangerelva ved Floan Bru i perioden 1.april - 31.oktober 2010 og 1.mai - 31.oktober 2011. Figuren er basert på halvtimesverdier for vannføring. I 2011 var måleren ute av drift i nesten hele april.

4 Vannføring gjennom Hansfoss kraftverk

Hansfoss kraftverk har en maksimal slukeevne på om lag 3,0 m³/s. Kraftverket kan produsere ned til om lag 600 l/s. Kraftverket produserer strøm mesteparten av året. I perioden 2007-2011 varierte produksjonstiden fra 73 % av året i 2008 til 91 % av året i 2011 (**tabell 4.1**, **figur 4.1** og **4.2**). Når kraftverket var i drift var vannføringen i mesteparten av tiden større enn 1,0 m³/s, men driftsvannføringer lavere enn 1,0 m³/s var også vanlig. I 2010 forekom driftsvannføringer mindre enn 1,0 m³/s like hyppig som driftsvannføringer større enn 1,0 m³/s.

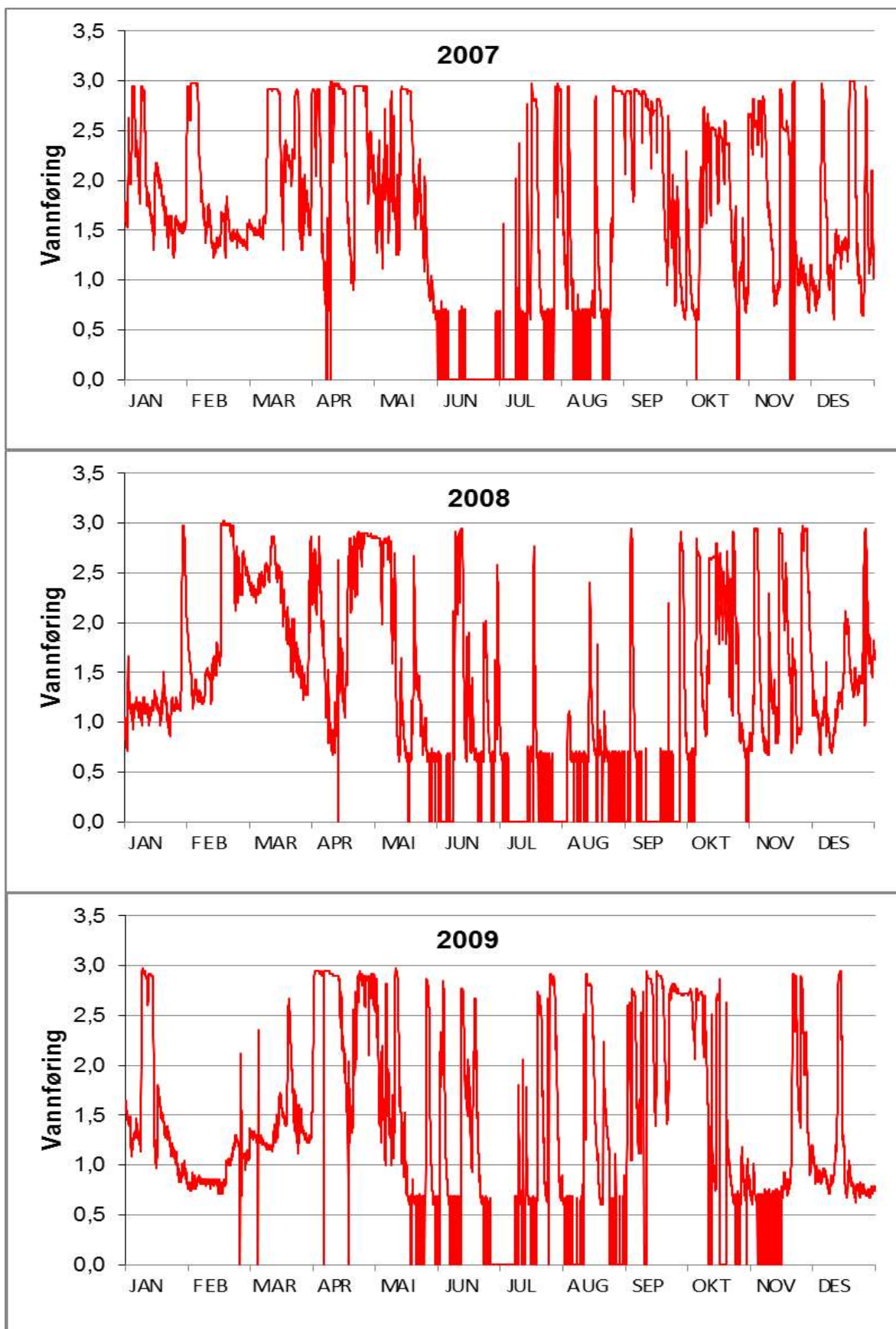
Tabell 4.1. Fordeling (i % av et år) av beregnet driftsvannføring gjennom Hansfoss kraftverk for i ulike år i perioden 2007-2011.

Vannføring (m ³ /s)	2007	2008	2009	2010	2011
0 (stans)	13,9	16,6	12,8	20,8	9,1
~ 0,6-0,75	8,2	14,9	15,0	31,3	15,4
0,75-1,0	6,7	8,6	15,7	8,5	12,3
1,0-2,0	35,5	33,0	30,0	17,9	26,4
> 2,0	35,7	26,9	26,5	21,5	36,8
Sum drift	86,1	73,4	87,2	79,2	90,9

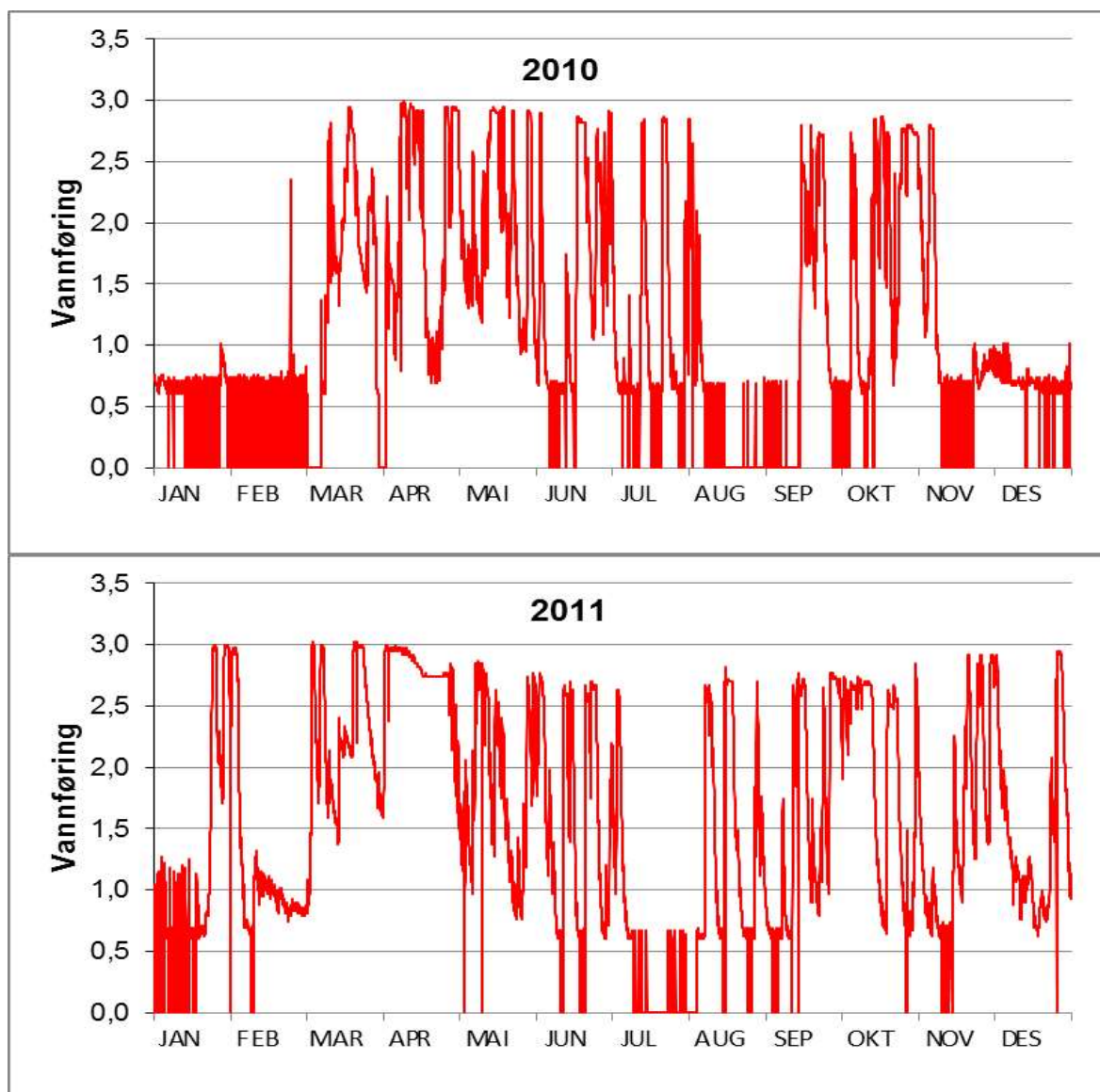
Antall stans i produksjonen i Hansfoss kraftverk i løpet av ett år har variert fra 49 stans i 2007 til 209 stans i 2010 (**tabell 4.2**). Til sammen ble det registrert 465 stans i produksjonen i løpet av denne femårsperioden. Stans i produksjonen har forekommet i alle årets måneder, men det var en markert forskjell i fordelingen gjennom året mellom ulike år. I 2007-2009 forekom stans i produksjonen om vinteren svært sjelden. I 2010 derimot var det tilsammen 108 stans i produksjonen i januar og februar. De fleste stans i produksjonen ved Hansfoss kraftverk i perioden 2007-2011 var kortvarige og produksjonen startet vanligvis igjen etter noen timer (**figur 4.1** og **4.2**). Det forekom imidlertid stans i produksjon med varighet opptil 14 dager. Slike langvarige stans skjedde om sommeren i perioder med lavt tilslag.

Tabell 4.2. Antall stans i produksjonen ved Hansfoss kraftverk fordelt på måned og år i perioden 2007-2011.

Måned	2007	2008	2009	2010	2011	Sum
Januar	0	0	0	34	14	48
Februar	0	0	1	74	4	79
Mars	0	0	1	6	0	7
April	2	1	2	0	0	5
Mai	0	4	9	0	2	15
Juni	11	10	17	9	5	52
Juli	15	15	10	17	11	68
August	16	19	15	13	3	66
September	0	16	2	15	5	38
Oktober	2	7	9	8	1	27
November	3	0	18	21	5	47
Desember	0	0	0	12	1	13
Sum	49	72	84	209	51	465



Figur 4.1. Beregnet driftsvannføring (i m^3/s) gjennom Hansfoss kraftverk i perioden 2007-2009.



Figur 4.2. Beregnet driftsvannføring (i m³/s) gjennom Hansfoss kraftverk i perioden 2010-2011.

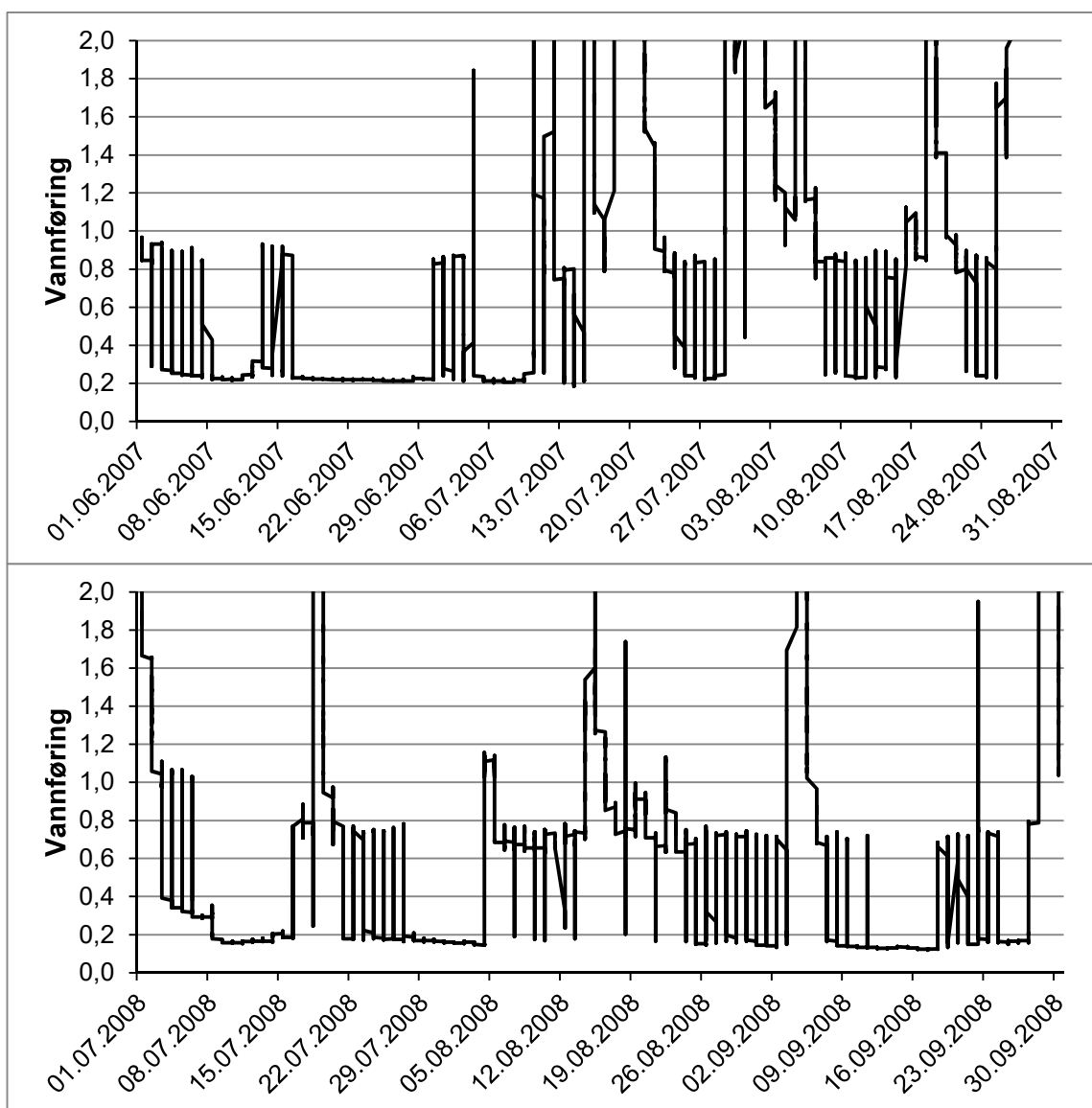
I de fleste tilfeller hvor det var stans i produksjonen av Hansfoss kraftverk var driftsvannføringen ned mot nedre grense for vannføring som kraftverket kan produsere ved (**tabell 4.3**). I alt 442 av 465 registrerte stans forekom ved driftsvannsføringer mellom om lag 600 og 750 l/s.

Tabell 4.3. Beregnet driftsvannføring (i m³/s) ved stans av Hansfoss kraftverk i ulike år i perioden 2007-2011.

Vannføring (m ³ /s)	2007	2008	2009	2010	2011	sum
~ 0,6-0,75	45	71	74	206	46	442
0,75-1,0	0	0	0	1	0	1
1,0-2,0	1	1	5	0	1	8
> 2,0	3	0	5	2	4	14
Sum	49	72	84	209	51	465

Vannføringsendringer ved stans av produksjonen ved lav driftsvannføring

I de aller fleste tilfeller hvor det skjer stans i kraftproduksjonen i Hansfoss kraftverk er det altså lav driftsvannføring. Ved stans i kraftverket reduseres vannføringen fra driftsvannføring til om lag 100 l/s som er den vannføringen som slippes gjennom omløpsventilen når kraftverket ikke er i drift. Dette innebærer at vannføringen nedstrøms kraftverket reduseres med om lag 500-650 l/s ved ordinære stans i produksjonen. Ved hyppige stans og oppstart i kraftverket vil vannføringen i elva nedstrøms derfor typisk variere med om lag 600 l/s mellom perioder med stans og perioder med produksjon. Dette er vist for somrene 2007 og 2008 i **figur 4.3**.

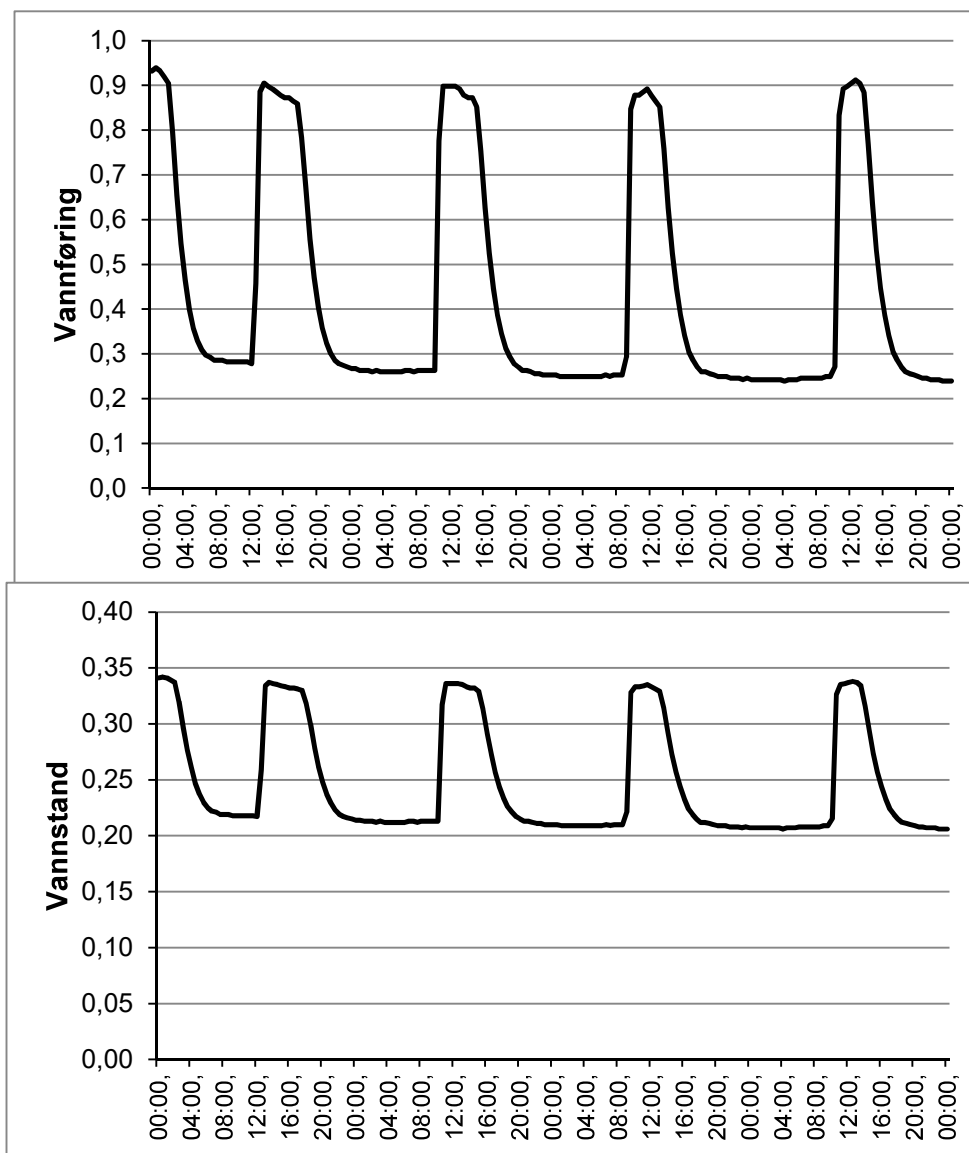


Figur 4.3. Vannføring i Levangerelva ved Floan bru i periodene 1. juni - 31. august 2007 og 1. juli - 30. september 2008. I disse to periodene var det henholdsvis 42 og 50 stans i produksjonen ved Hansfoss kraftverk.

Det foreligger ikke data på hvordan vanndekket areal i Levangerelva avtar med avtakende vannføring. Det er angitt at deler av elveleiet begynner å tørrlegges ved vannføringer under 3 m³/s (Lund 2006). Fotodokumentasjon fra lokalt hold viser at det skjer en betydelig reduksjon i vanndekket areal i deler av elva når vannføringen avtar fra om lag 1 m³ nedover. Det skjer derfor en betydelig tørrlegging av areal i Levangerelva når vannføringen målt ved Floan bru avtar fra om lag 0,7-0,9

m^3/s og ned til om lag $0,12 - 0,25 \text{ m}^3/\text{s}$, som er vanlige lavvannføringer i elva om sommeren når Hansfoss kraftverk ikke produserer. De hyppige fluktuasjonene i vannføring innebærer altså at store areal hyppig skifter mellom å være tørrlagt og vanndekket.

All stans i produksjonen ved Hansfoss kraftverk fører til raske endringer i vannføring og må i utgangspunktet vurderes som mulige tilfeller hvor stranding av fisk og bunndyr i elva nedstrøms kan forekomme. Responsen på stans i kraftverket med hensyn på endringer i vannstand og vannføring er forsinket i tid (om lag 2 timer) ved vannmerket ved Floan bru i en sommersituasjon (**figur 4.4**). Både endringer i vannføring og vannstand ved dette målepunktet er høyst sannsynligvis noe dempet i forhold til ved utløpet av kraftverket.



Figur 4.4. Vannføring (m^3/s) og vannstand (m) i Levangerelva ved Floan bru i løpet av en firedøgns periode i juni 2007 (3. juni kl. 00.00- 7.juni kl. 00:00). I dette tidsrommet forekom det 5 stans i produksjonen ved Hansfoss kraftverk, og den første stansen skjedde omtrent kl. 00 den 3. juni.

Strandingsrisiko

Det er vanskelig å anslå risikoen for stranding av fisk som følge av disse hyppige vannstandsendingene i Levangerelva. Risikoen for stranding ved raske vannstandsreduksjoner henger nært sammen med hastigheten på nedtappingen (oftest gitt som cm pr time). Faller vannstanden sakte nok kan fisken følge etter, mens raske vannstandsendinger øker risikoen for at fisk blir fanget i vannlommer som siden tørrlegges. Hastigheten på nedtappingen ved utfall eller stans av kraftverk er avhengig av hvor høy vannføringen er før utfallet, hvor mye den faller og av nedstrøms avstand fra kraftverksutløpet. Videre er hastigheten sterkt påvirket av elvas morfologi. På strekninger med bratte kanter vil vannstandsendingene per endring i vannmengde bli store, mens tørrlagt areal ofte blir lite. På strekninger med store og slake grusører vil senkningshastighetene bli lavere, mens tørrlagt areal blir stort. Utformingen av elveprofilen, elvas morfologi og gradient vil avgjør hvor mye nedtappingsforløpet fordrøyes nedstrøms utløpet.

Strandingsrisiko blir ofte vurdert ut fra hvor hurtig vannstandsendingen skjer og som en tommelfingerregel anses risikoen å være betydelig høyere når vannstanden faller med mer enn 10 cm/time. Strandingsrisiko avhenger ikke bare av senkningshastighet, men også elveprofilens utforming og ikke minst kan substratsammensetningen på den enkelte lokalitet også ha betydning. Ved vurdering av strandingsrisiko i Levangerelva må en også ta i betraktning at mange av vannførringsreduksjonene kommer tett på hverandre (få timer mellom stans og oppstart av kraftproduksjonen). I slike tilfeller vil sannsynligvis strandingsrisikoen for fisk avta med tiden da det kan ta tid før fiskeunger tar i bruk områder av elva som nylig har vært tørrlagt.

Ved vannførringsendingene som er vist i **figur 4.4** endret vannstanden seg med totalt 12 cm ved målepunktet ved Floan Bru. Selve nedtappingsforløpet strakte seg over 3-5 timer slik at senkningshastigheten var i underkant av 4 cm/time. En slik lav senkningshastighet tilsier ikke at disse vannførringsendingene medførte noen stor strandingsrisiko for fisk. Elveprofilen ved NVE sin målestasjon ved Floan Bru er høyst sannsynlig lite representativt for mange andre deler av elva. Det er derfor svært vanskelig å vurdere strandingsrisiko ut fra hastighetsendinger på denne stasjonen alene. Hastighetene på vannførringsendingene i andre deler av elva (spesielt nærmere kraftverksutløpet) kan være større og ha økt strandingsrisiko for fiskeunger. Uansett strandingsrisiko vil de hyppige fluktuasjonene i vannføring innebære at store areal hyppig skifter mellom å være tørrlagt og vanndekket. Dette må antas å påvirke fisken både direkte gjennom at fiskeungene trenges sammen på et mindre areal med økt konkurranse og økt dødelighet som mulig resultat, og indirekte gjennom å påvirke produksjonen av akvatiske bunndyr som er mat for ungfisk. Hvis det skal gjøres en grundig vurdering av strandingsrisiko i Levangerelva må det gjøres en omfattende kartlegging av sammenhenger mellom vannføring i elva, vanndekket areal og senkningshastigheter ved ulike vannførringsendinger på ulike habitattyper i elva. En videre fotodokumentasjon av hvordan vanndekket areal endres som følge av vannføring ville vært nyttig i seg selv da dette gir data på hvordan arealet av mulige leveområder for fiskeunger endres med vannføring.

De aller fleste hyppige vannførringsendingene synes altså knyttet til ordinær drift av Hansfoss kraftverk. Disse endringene i vannføring vil selvsagt også påvirke vanndekket areal i elva nedstrøms samløpet med Langåselva. Hvis Langåsfoss kraftverket ikke er i drift og det heller ikke er overløp over dammen der, vil reduksjonen i vanndekket areal nedenfor samløpet ikke være vesentlig forskjellig fra ovenfor. Overløp over dammen synes mindre sannsynlig da hyppige stans i produksjonen ved Hansfoss kraftverk skjer i perioder med lavt naturlig tilsig. Hvis det frivillige slippet av 100 l/s praktiseres i Langåselva vil virkningen på vanndekket areal i hovedelva nedstrøms samløpet være noe mindre enn ovenfor samløpet.

Det har vært vanlig at det ikke skjer produksjon i Langåsfoss kraftverk i lengre sammenhengende perioder i 2007-2011. Det har derfor vært vanlig at dette kraftverket ikke har vært i drift i perioder det har skjedd hyppige vannførringsendinger som følge av varierende produksjon i Hansfoss kraftverk. For eksempel var det 31 stans (av 42) i Hansfoss hvor det ikke var produksjon i Langåsfoss sommeren 2007 (1. juni - 31. august), og 42 stans (av totalt 50) sommeren 2008 (1. juli - 30. september) (jfr. **figur 4.3**).

I januar og februar 2010 var det svært mange stans i produksjonen ved Hansfoss kraftverk (**tabell 4.2, figur 4.2**). Det finnes ikke pålitelige halvtimesdata for vannføringsendringer i elva for denne perioden (jfr. kapittel 2). I utgangspunktet må vi anta at endringene i vanndecket areal er de samme om vinteren som om sommeren når stansene skjer ved lave driftsvannføringer. I perioder med lite vann gjennom kraftverkene og kaldt vær om vinteren islegges imidlertid vassdraget i de fleste deler nedenfor kraftverkene (Lund 2006), og Levangerelva var sannsynligvis islagt på i alle fall deler av elvestrekning nedenfor kraftverket vinteren 2010. Virkningene av den hyppige variasjonen i vannføring på strandingsrisiko for fiskeunger om vinteren kompliseres ved at lokale isforhold kan påvirke både hvor raskt vannstanden synker i ulike deler av elva og størrelsen på de arealene som kan være egnet som leveområder for fiskeunger om vinteren. Dette kan gi større strandingsrisiko om vinteren enn ved tilsvarende vannføringsendring om sommeren. Generelt er også strandingsrisikoen for fiskeunger større på vintertid enn på sommerstid. Langåsfoss kraftverk var ikke i drift i januar og februar 2010 (**figur 5.2**). Hvis vannføringen var lav i Langåselva i denne perioden innebærer dette at store deler av Levangerelva ble påvirket av de hyppige endringene i vannføringen som skjedde i januar og februar 2010.

Raske vannføringsendringer ved høyere driftsvannføring

Det forekom også stans i produksjonen i Hansfoss kraftverk ved høyere driftsvannføringer og i femårsperioden 2007-2011 ble det registrert åtte stans ved driftsvannføringer mellom 1 og 2 m³/s, og 14 stans ved driftsvannføringer over 2 m³/s (**tabell 4.3**). Slike stans i produksjonen har vanligvis kort varighet. I 14 tilfeller varte stansen i produksjon fra om lag 1 time til om lag 5 timer, mens den lengste produksjonsstoppen varte om lag tre døgn.

Av 14 registrerte stans i kraftverket ved driftsvannføringer over 2 m³/s kan det for fire av disse utfallene dokumenteres at vannføringen målt ved Floan Bru ble så lav (dvs. ned mot og under 1 m³/s) at det er muligheter for stranding av fisk (**tabell 4.4**). I åtte tilfeller var det enten så høy vannføring i vassdraget under stansen at vannføringsreduksjonen som følge av stansen skjedde på vannføringer over 3 m³/s, eller så skjedde stansen i produksjon i tilfeller hvor vannføringen i vassdraget var økende slik at vannføringsreduksjonen av stansen var vanskelig å se ut fra målingene ved Floan Bru. For to av tilfellene skjedde utfallet i perioder en mangler pålitelige vannføringsdata med høy tidsoppløselighet.

Tabell 4.4. Dato for stans av Hansfoss kraftverk i årene 2007-2011 hvor det kan dokumenteres raske reduksjoner i vannføringen i Levangerelva ved Floan Bru ned mot vannføringer som kan være relevante for stranding av fisk. Vannføringsreduksjonen gjennom kraftverket og den påfølgende reduksjon i vannføring ved Floan Bru er også vist.

Dato	Reduksjon i driftsvannføring ved stans av kraftverket	Vannføringsreduksjon ved Floan Bru
22.11.2007	2,9	4,4 - 0,58
23.11.2007	3,0	4,4 - 0,82
14.04.2008	1,5	1,8 - 0,61
19.04.2009	1,3	1,6 - 0,70
11.10.2009	1,6	2,1 - 0,68
13.10.2009	1,3	1,7 - 0,52
13.10.2010	2,2	3,3 - 1,20
11.05.2011	2,8	4,1 - 0,69

Den 13. oktober 2010 (stans ved driftsvannføring på 2,2 m³/s) avtok vannføringen fra 3,3 til 1,2 m³/s ved Floan Bru i løpet av to timer. Den 11. mai 2011 (stans ved driftsvannføring på om lag 2,8 m³/s) avtok vannføringen ved Floan Bru fra 4,1 til 0,7 m³/s i løpet av 3 timer. I det siste tilfellet avtok vannføringen noe mer ved Floan Bru enn bortfallet av driftsvannføring skulle tilsi (**vedleggsfigur 2**). Dette kan skyldes at utfallet i kraftverket falt sammen med en «naturlig» reduksjon i vannføring etter

nedbør. I begge disse tilfellene var senkningshastigheten over det samlede utfallet noe i overkant av 10 cm/time ved Floan Bru. Vurdert ut fra senkningshastighet alene førte altså disse to utfallene til større strandingsrisiko for fisk enn vannføringsendringene som skjer ved ordinær drift. Vannføringsendringen i disse to utfallene skjedde i større grad på høyere vannføringer og det er ukjent om disse to utfallene medførte like stor reduksjon i vanndekket areal som stans ved ordinær drift. Den 22. og 23. november 2007 stanset kraftverket ved en driftsvannføring på om lag $2,9 \text{ m}^3/\text{s}$ i to påfølgende døgn. Ved disse stansene avtok vannføringene fra i overkant av $4 \text{ m}^3/\text{s}$ ned til om lag $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ i løpet av en fire til fem timer begge dagene. Også her skjedde utfallene i en periode med økt nedbør og senkningshastigheten var i underkant av 10 cm/time.

Av åtte stans i kraftverket ved driftsvannsføringer mellom 1 og $2 \text{ m}^3/\text{s}$, mangler detaljerte vannføringsdata for tre av disse, mens en av stansene skjedde på raskt stigende vannføring. De fire øvrige utfallene (14. april 2008, 19. april 2009, 11. oktober 2009 og 13. oktober 2009) ga reduksjoner i vannføring fra $1,6 - 2,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ned til $0,5 - 0,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ved Floan Bru, med beregnede senkningshastigheter på fra 5-7 cm per time (**tabell 4.4**).

5 Vannføring gjennom Langåsfoss kraftverk

Langåsfoss kraftverk har en maksimal slukeevne på om lag 1,8 m³/s. Kraftverket kan produsere ned til om lag 350 l/s. Kraftverket produserer bare strøm i deler av året. I perioden 2007-2011 varierte produksjonstiden fra 37 % av året i 2008 til 62 % av året i 2011 (**tabell 5.1, figur 5.1 og 5.2**). Fra starten av juli 2009 til starten av april 2010 var det en lengre driftsstans. Når kraftverket var i drift var driftsvannføringen i mesteparten av tiden større enn 1,0 m³/s. De to siste årene har imidlertid andelen av tiden med lavere driftsvannføring økt noe.

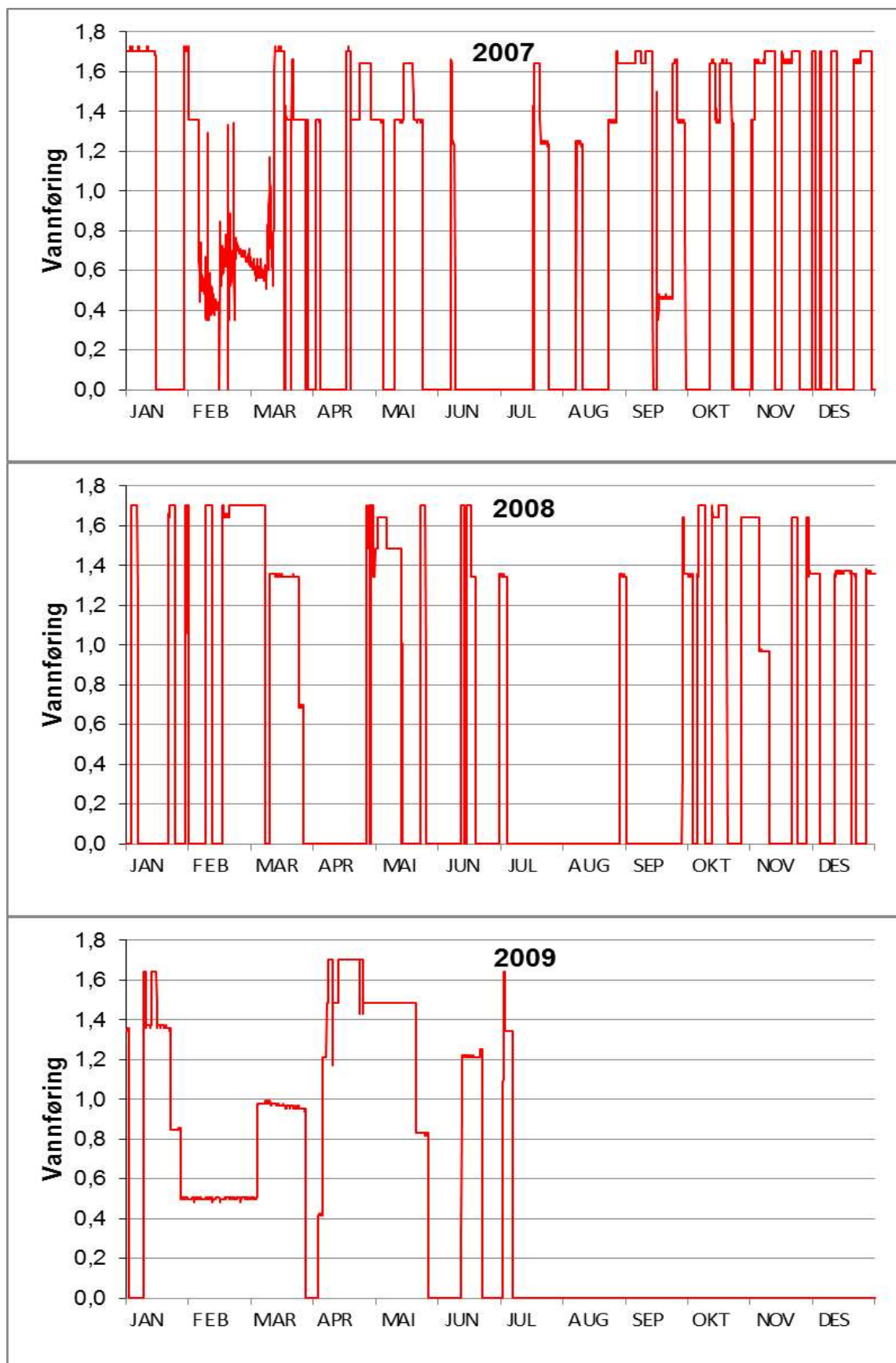
Tabell 5.1. Fordeling (i % av et år) av driftsvannføring gjennom Langåsfoss kraftverk for i ulike år i perioden 2007-2011.

Vannføring (m ³ /s)	2007	2008	2009	2010	2011
0 (stans)	44,9	62,7	59,2	55,6	37,7
~ 0,35-0,5	4,3	0,1	5,4	10,4	15,6
0,5-0,75	7,0	0,7	5,5	2,1	1,1
0,75-1	0,9	1,5	9,6	3,9	9,4
> 1,0	42,9	35,0	20,4	27,9	36,2
Sum drift	55,1	37,3	40,8	44,4	62,3

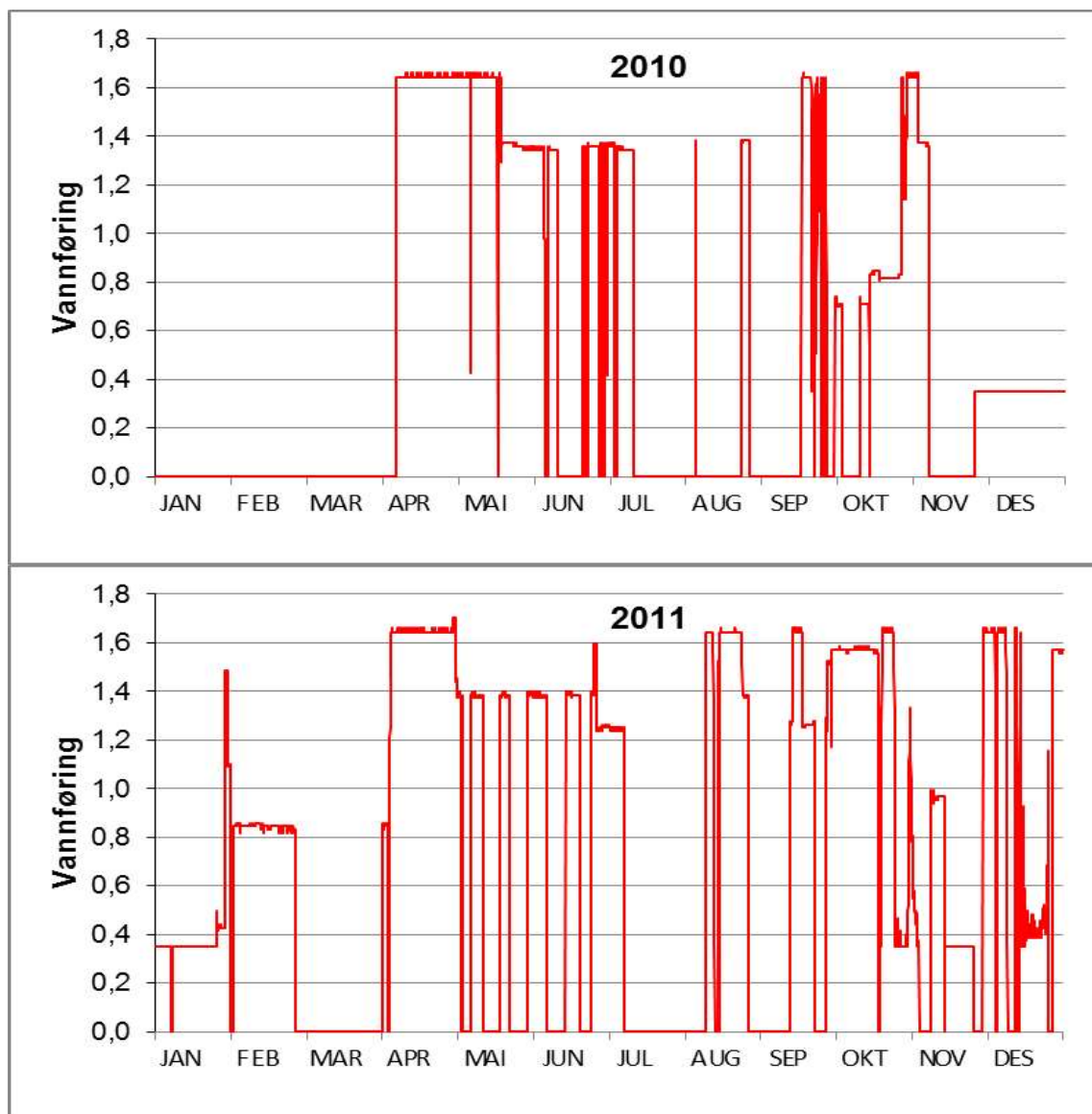
Antall stans i produksjonen ved kraftverket har variert fra 5 stans i 2009 til 23 stans i 2007 og 2011 (**tabell 5.2**). Få stans i 2009 er knyttet til at kraftverket ikke produserte fra starten av juli og ut året. Til sammen er det registrert 93 stans i den undersøkte femårsperioden. Stans i produksjonen har forekommet i alle årets måneder, men har vært noe vanligere i mai og juni enn i de andre månedene i året.

Tabell 5.2. Antall stans i produksjonen ved Langåsfoss kraftverk fordelt på måned og år i perioden 2007-2011.

Måned	2007	2008	2009	2010	2011	Sum
Januar	1	3	1	0	3	6
Februar	1	1	0	0	1	3
Mars	4	2	1	0	0	7
April	2	1	0	0	1	4
Mai	2	3	1	2	4	12
Juni	1	2	1	7	2	13
Juli	2	1	1	2	1	7
August	1	0	0	2	3	6
September	2	1	0	4	1	8
Oktober	1	3	0	2	1	7
November	2	2	0	1	2	7
Desember	4	3	0	0	4	11
Sum	23	22	5	20	23	93



Figur 5.1. Beregnet driftsvannføring (i m^3/s) gjennom Langåsfoss kraftverk i perioden 2007-2009.



Figur 5.2. Beregnet driftsvannføring (i m^3/s) gjennom Langåsfoss kraftverk i perioden 2010-2011.

I de fleste tilfeller hvor det var stans i produksjonen av Langåsfoss kraftverk var driftsvannføringen større enn $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ (**tabell 5.3**).

Tabell 5.3. Beregnet driftsvannføring (i m^3/s) ved stans i produksjonen av Langåsfoss kraftverk i ulike år i perioden 2007-2011.

Vannføring (m^3/s)	2007	2008	2009	2010	2011	Sum
~ 0,35-0,5	0	1	0	3	8	12
0,5-0,75	1	2	0	3	0	6
0,75-1,0	0	1	2	0	2	5
> 1,0	22	18	3	14	13	70
Sum	23	22	5	20	23	93

Raske vannstansendringer som følge av stans i Langåsfoss kraftverk

Produksjonsstans ved Langåsfoss kraftverk skjer i de fleste tilfeller ved driftsvannføringer større enn $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ (**tabell 5.3**). Ved stans i kraftverket skal det slippes om lag 100 l/s gjennom en omløpsventil. Stans i kraftverket innebærer derfor vanligvis at vannføringen endres raskt med mer enn $1 \text{ m}^3/\text{s}$ nedenfor kraftverksutløpet, og vil ha stor betydning for vannføring og vanndekket areal i Langåselva. Slike stans i kraftverket vil nødvendigvis også gi raske endringer i vannføring i hovedelva nedstrøms samløpet med Långåselva. Størst relativ endring vil skje når vannføringen i hovedelva er lav, det vil si når det ikke er produksjon ved Hansfoss kraftverk. I perioden 2007-2011 har det forekommet åtte tilfeller hvor det har vært stans i produksjonen ved Langåsfoss kraftverk og det samtidig har vært lav vannføring i hovedelva som følge stans ved Hansfoss kraftverk (**tabell 5.4**). I seks av tilfellene har forskjellen mellom vannføringsreduksjonen i kraftverket i Langåsfoss og samtidig vannføring i hovedelva vært om lag $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabell 5.4. Dato for stans av Langåsfoss kraftverk i årene 2007-2011 hvor vannføringen gjennom kraftverket har vært vesentlig større enn vannføringen i Levangerelva ved Floan Bru like ovenfor samløpet med Langåselva. Vannføringsreduksjonen gjennom kraftverket og den samtidige vannføringen ved Floan Bru er også vist.

Dato	Reduksjon i driftsvannføring ved stans av kraftverket	Vannføring i hovedelva ovenfor samløpet
10.06.2007	1,24	0,22
11.08.2007	1,22	0,24
05.07.2008	1,35	0,35
01.09.2008	1,35	0,15
08.07.2009	1,35	0,11
27.08.2010	1,39	0,34
03.10.2010	0,71	0,21
15.08.2011	0,35	0,23

I 18 tilfeller med stans i kraftproduksjonen ved Langåsfoss kraftverk var reduksjonen i driftsvannføring større enn den samtidige driftsvannføringen gjennom Hansfoss kraftverk. I resten av tilfellene med stans i kraftproduksjonen ved Langåsfoss kraftverk (67 tilfeller) var reduksjonen i driftsvannføring mindre eller lik den samtidige vannføringen ved Hansfoss kraftverk.

6 Oppsummering

I perioden 2007 - 2011 har døgnmiddelvannføringen i Levangerelva ovenfor samløpet med Langåselva variert mellom $0,118 \text{ m}^3/\text{s}$ (118 liter per sekund) og $66 \text{ m}^3/\text{s}$. Året sett under ett var 2011 det mest vannrike året med en middelvannføring på $3,6 \text{ m}^3/\text{s}$, mens 2008 var det tørreste året med en middelvannføring på $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Vintervannføringen i Levangerelva varierte mye i perioden 2007-2011. Laveste 7-døgnsmiddel om vinteren (januar-april) var relativt høyt i 2007 og 2008 med henholdsvis $1,6$ og $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$, men vesentlig lavere i 2010 og 2011 med henholdsvis $0,43$ og $0,32 \text{ m}^3/\text{s}$ i 2010 og 2011.

Vannføringen ved lavvannsperioder om sommeren er gjennomgående vesentlig lavere enn om vinteren. Laveste 7-døgnsmiddel om sommeren (juni-august) har variert mellom $0,14 \text{ m}^3/\text{s}$ i 2008 til $0,29 \text{ m}^3/\text{s}$ i 2007. Langvarige lavvannsperioder om sommeren forekommer når det ikke er kraftproduksjon ved Hansfoss kraftverk.

Hansfoss kraftverk har en maksimal slukeevne på om lag $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Kraftverket kan produsere ned til om lag 600 l/s. Produksjonstiden ved kraftverket varierte fra 73 % av året i 2008 til 91 % av året i 2011. Til sammen ble det registrert 465 stans av kraftverket i 2007-2011. I 2007-2009 forekom stans i produksjonen om vinteren svært sjelden. I 2010 derimot var det tilsammen 108 stans i produksjonen i januar og februar alene. I alt 442 av 465 stans forekom ved driftsvannsføringer mellom om lag 600 og 750 l/s, mens 22 stans skjedde ved driftsvannføringer større enn $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

All stans i produksjonen ved Hansfoss kraftverk fører til raske endringer i vannføring og må i utgangspunktet vurderes som mulige tilfeller hvor stranding av fisk og bunndyr i elva nedstrøms kan forekomme. I de aller fleste tilfeller stanset produksjonen ved lav driftsvannføring og det var vanlig med hyppige stans og oppstart i kraftverket. I slike tilfeller varierte vannføringen ved Floan Bru vanligvis med om lag $0,6$ - $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$ mellom perioder med stans og perioder med produksjon.

Det var minst åtte stans i kraftverket ved driftsvannsføringer over $1 \text{ m}^3/\text{s}$ som ga raske reduksjoner i vannføring målt ved Floan Bru på vannføringer som gir mulighet for stranding av fisk.

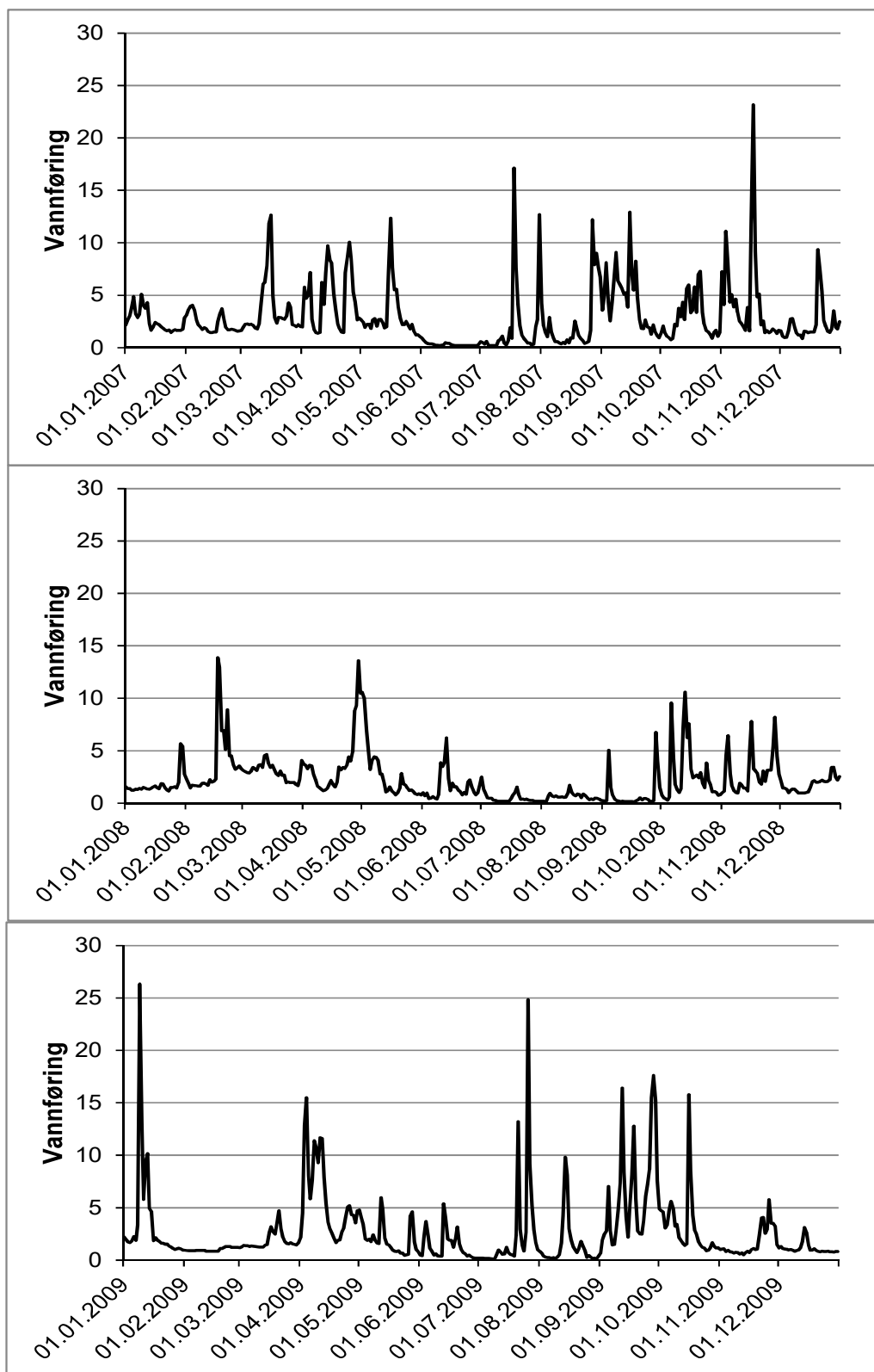
Langåsfoss kraftverk har en maksimal slukeevne på om lag $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Kraftverket kan produsere ned til om lag 350 l/s. Produksjonstiden ved kraftverket varierte fra 37 % av året i 2008 til 62 % av året i 2011. Fra starten av juli 2009 til starten av april 2010 var det en lengre driftsstans. Til sammen ble det registrert 93 stans av kraftverket i 2007-2011. Stans i produksjonen forekom i alle årets måneder og vanligvis ved driftsvannføringer større enn $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

All stans i produksjonen ved Langåsfoss kraftverk fører til raske endringer i vannføring i Langåselva og i hovedelva nedstrøms samløpet. Størst relativ endring nedstrøms samløpet vil skje når vannføringen i hovedelva er lav, det vil si når det ikke er produksjon i Hansfoss kraftverk. I perioden 2007-2011 har det forekommet åtte slike tilfeller. I 18 tilfeller med stans i kraftproduksjonen i Langåsfoss kraftverk var reduksjonen i driftsvannføring større enn den samtidige driftsvannføringen i Hansfoss kraftverk.

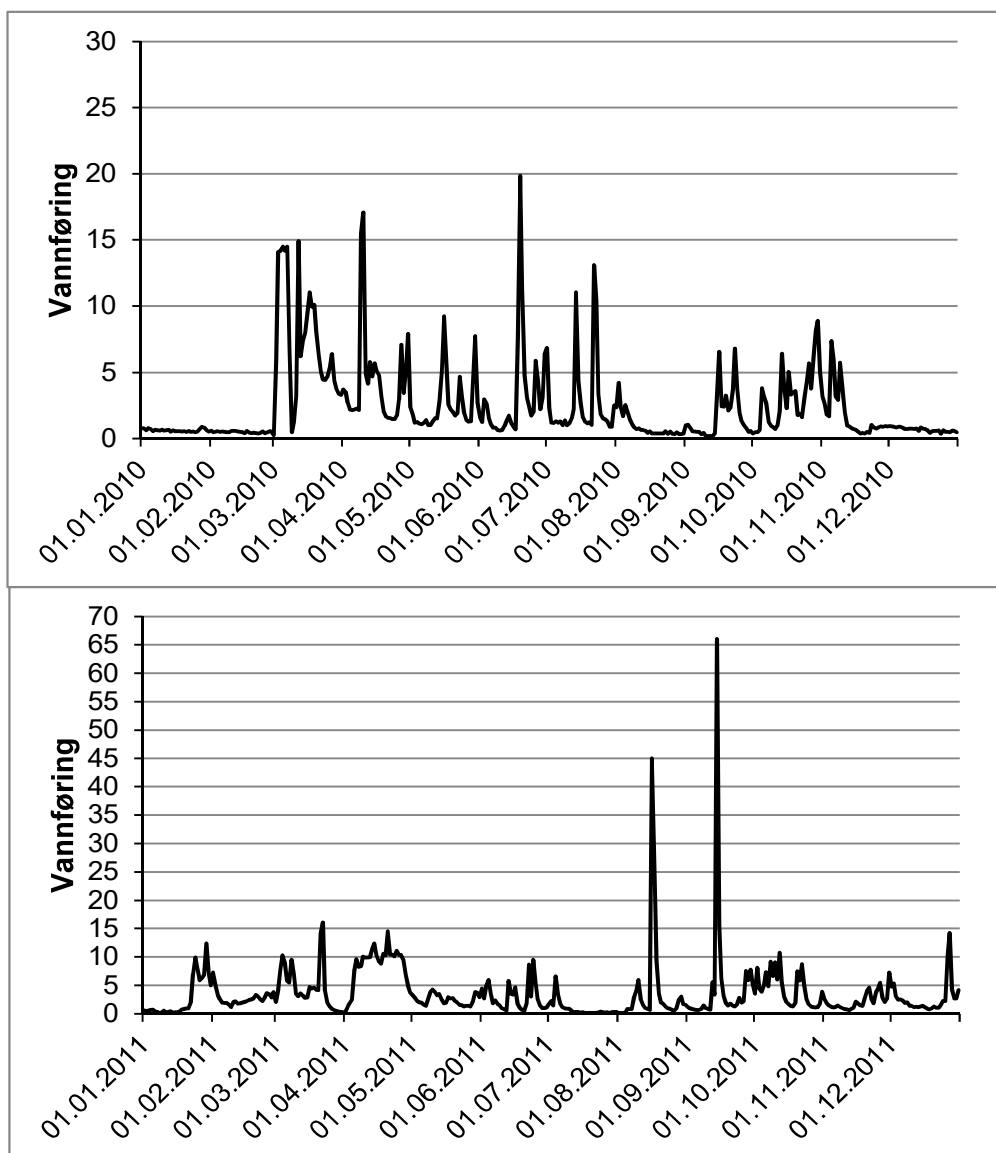
7 Referanser

Lund, R. 2006. Status for ungfiskbestanden i et regulert laksevassdrag (Levangerelva) relatert til vannføringsregimet. NINA Rapport 134. 40 s.

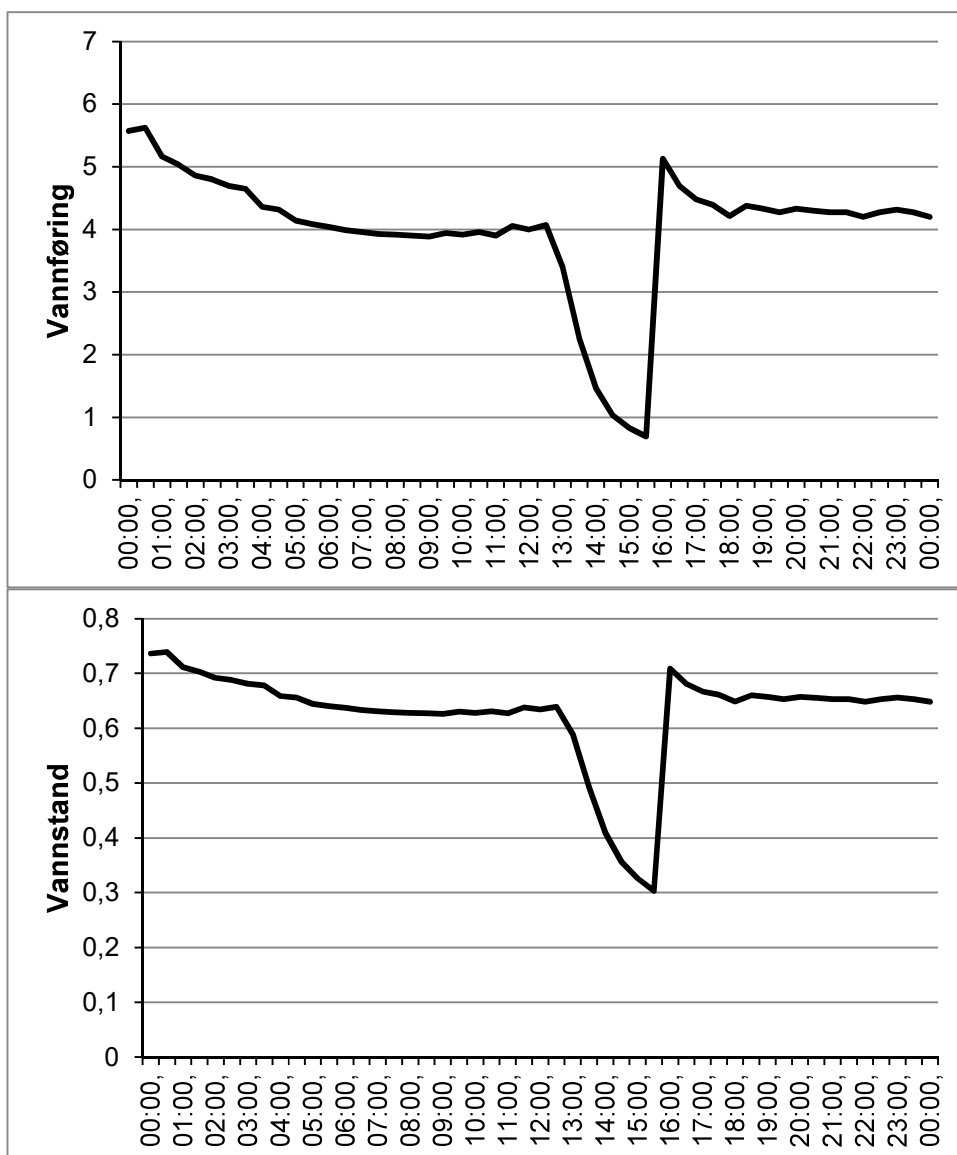
8 Vedlegg



Vedleggsfigur 1a. Døgnmiddelvannføring (m^3/s) i Levangerelva ved Floan Bru i 2007-2009.



Vedleggsfigur 1b. Døgnmiddelvannføring (m^3/s) i Levangerelva ved Floan Bru i 2010 og 2011. Merk at x-aksen er forskjellig for de to panelene.



Vedleggsfigur 2. Vannføring (m^3/s) og vannstand (m) i Levangerelva ved Floan Bru i løpet av 11. mai 2011. Hansfoss kraftverk stanset om lag klokka 12.00 og produksjonen ble startet igjen om lag to timer senere..

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger