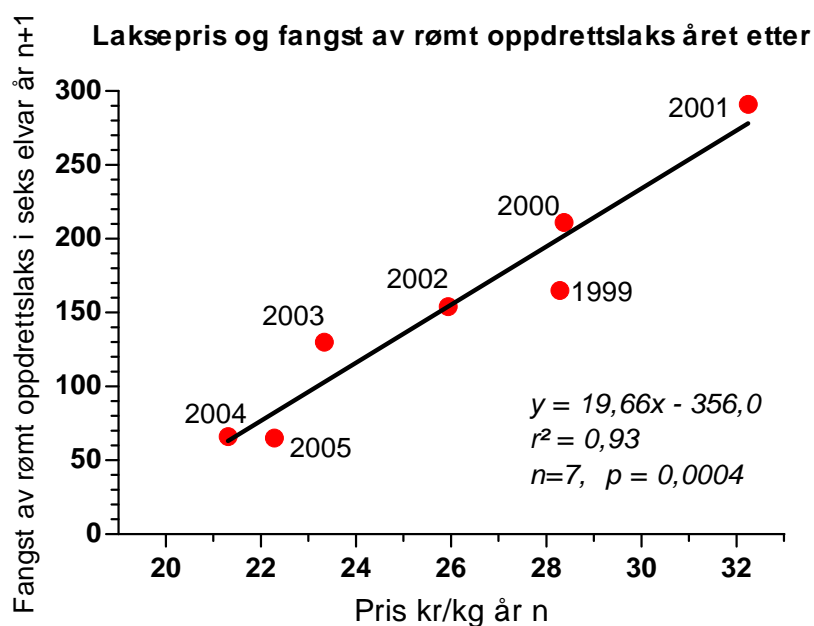


Rømt oppdrettslaks i sjø og elv; mengd og opphav





Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Rømt oppdrettslaks i sjø og elv; mengd og opphav.

FORFATTERE:

Harald Sægrov & Kurt Urdal

OPPDRAGSGIVER:

Fiskeridirektoratet, Kyst- og havbruksavdelingen

OPPDRAGET GJEVE:

Mai 2006

ARBEIDET UTFØRT:

Mai 2006 – november 2006

RAPPORT DATO:

17.11.2006

RAPPORT NR:

947

ANTAL SIDER:

21

ISBN NR:

ISBN 82-7658-509-4

EMNEORD:

- Rømt oppdrettslaks - rapportering - opphav - overleving - fangst

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS

Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen

Foretaksnummer 843667082-MVA

Internett : www.radgivende-biologer.no

E-post: post@radgivende-biologer.no

Telefon: 55 31 02 78

Telefax: 55 31 62 75

FØREORD

Fiskeridirektoratet, Kyst- og havbruksavdelingen, har gjeve Rådgivende Biologer AS i oppdrag å vurdere tendensar i rømming av oppdrettslaks sidan 1997, og om mogeleg svare på kor stor andel av den totale rømminga som blir rapportert. Det samla antalet laks som blir rapportert rømt blir kontinuerleg oppdatert og er tilgjengeleg på Fiskeridirektoratets heimeside. Innslaget av rømt oppdrettslaks i fisket i sjø og elv blir årleg overvaka av Norsk Institutt for Naturforvaltning (NINA) ved analyse av skjelprøvar frå laks fanga i kilenøter på kysten og i fjordane og ved fiske i elvar i fiskesongen, og også ved kartleggingsfiske i ein del elvar etter at den ordinære fiskesesongen er blitt avslutta. Resultata frå desse undersøkingane blir rapportert årleg i utredning for Direktoratet for Naturforvaltning, sist oppdatert i juni 2006 (Hansen mfl. 2006, Utredning for DN 2006-3). Denne utredninga inneheld også informasjon om tidsutviklinga i samla produksjon av oppdrettslaks, årleg rapportert rømt oppdrettslaks (1993 – 2005), og berekna årleg fangst i antal av rømt oppdrettslaks og villaks etter 1980.

Rådgivende Biologer AS har sidan 1999 organisert innsamling av og analysert skjelprøvar frå laksefisket i elvar i Sogn og Fjordane og Hordaland, og sidan 2000 også frå laks fanga i fire kilenøter i Sogn og Fjordane. Dette omfattande skjelprøvematerialet gav eit høve til å få ein meir detaljert oversikt om tidsutvikling og samansetting i innsiget av rømt oppdrettslaks enn det materialet som er innsamla på landsbasis.

Rådgivende Biologer AS takker Fiskeridirektoratet, Kyst- og havbruksavdelingen, for oppdraget.

Bergen, 17. november 2006

INNHALD

Føreord	2
Innhald.....	2
Samandrag	3
1 Bakgrunn	5
2 Produksjon, rapportert rømming og berekna fangst av rømt oppdrettslaks.....	7
3 Rømt oppdrettslaks i Sogn og Fjordane.....	12
4 Diskusjon.....	18
5 Litteratur.....	20

SAMANDRAG

Sægrov, H & K. Urdal 2006. Rømt oppdrettslaks i sjø og elv; mengd og opphav. Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 947, 21 sider.

Rådgivende Biologer AS har fått i oppdrag å gje svar på om kor god dagens statistikk er for rømming av oppdrettslaks og vurdere om høvet mellom rapportert og urapportert rømming av laks har endra seg sidan førre gjennomgang av dette spørsmålet i 1998 då det vart konkludert med at om lag 50 % av rømminga vart rapportert (Lund 1998).

I føreliggjande rapport er det teke utgangspunkt i ein berekna gjennomsnittleg årleg fangst på 45 000 rømte oppdrettslaks i det ordinære sjø- og elvefisket sidan 1998 (Hansen mfl. 2006). Vi har stilt spørsmålet kor mange laks som har rømt for å gje denne fangsten. Det er brukt eit omfattande skjelmateriale frå laks som er blitt fanga under sjø- og elvefisket i Sogn og Fjordane sidan 1999 for å svare på spørsmålet. Skjelkaraktarar og tidsmessig fangstfordeling av rømt oppdrettslaks og villaks indikerer at fangsten av rømt oppdrettslaks er dominert av fisk som har rømt som smolt/postsmolt kort tid etter utsett i sjøen om våren året før dei blir fanga. For å berekna antalet rømte smolt/postsmolt har vi anteke at smolt som rømmer frå oppdrettsanlegg har same overleving etter rømming som vill laksesmolt, og vidare at smolt som rømer etter utsett i sjøen om hausten ikkje overlever.

Med dette som utgangspunkt er det berekna at det i gjennomsnitt rømte 2,4 mill. (1,2 – 3,6) smolt/postsmolt årleg frå oppdrettsanlegg i perioden 1998 til 2004. Til samanlikning vart det rapportert om årleg rømming av 250 000 - 550 000 oppdrettslaks i den same perioden. Den urapporterte rømminga utgjorde dermed mellom 71 % og 88 % av den berekna totale rømminga.

Det vart funne ein svært god samanheng mellom fangsten av rømt oppdrettslaks i fiskesesongen i seks elvar i Sogn og Fjordane og lakseprisen året før for perioden 1998 - 2005 ($r^2 = 0,93$, $n=7$). Det var derimot ingen samanheng mellom lakseprisane og fangsten av rømt oppdrettslaks det same året. Resultatet tilseier at det rømmer meir smolt i år med gode lakseprisar enn i år med dårlege lakseprisar. Ei sannsynleg forklaring på denne samanhengen er at det blir sett ut eit høgare antal småfallen smolt i år med høg laksepris og stor etterspurnad etter smolt, enn i år med låge prisar og mindre etterspurnad. Samanhengen mellom fangsten av rømt oppdrettslaks og lakseprisar året før ser også ut til å gjelde for heile landet. Det er også gjennomført ein studie som viser at ein del av dei minste smoltane som blir sett ut i sjøen kan rømme gjennom smoltnøter som er vanleg i bruk.

Av smolten som blir sett ut i sjøen er det fram til slakting eit gjennomsnittleg svinn på 16,7 %, som i hovudsak er dødelegheit i anlegga på grunn av sjukdom/skade. For 2005 er det berekna eit svinn på 25 mill. fisk. Av dette vart 20,5 mill., eller 82 %, rapportert plukka opp frå merdane, medan det var usikkerheit knytt til dei resterande 18 %, som utgjorde 4,5 mill. laks. Usikkerheita slår begge vegar, både med omsyn til berekna antal laks som vart sett ut i sjøen, men også mogeleg uoppdaga og urapportert rømming. Det blir no sett ut nær 90 mill. smolt i anslagsvis 300 anlegg kvar vår. Dersom 1,3 % - 4,0 % av desse rømmer, utgjer dei likevel ein relativt liten den totale dødelegheita i utsettet, og det er lite sannsynleg at denne rømminga blir oppdaga.

I perioden 1998 til 2005 har lakseprisane variert mykje og anteken lønsemd i næringa har variert tilsvarande. Datasetta dekkjer dermed den variasjonen som har vore i næringa med omsyn til lønsemd dei siste 15 åra.

Konklusjonar:

- Skjelkarakterar og tidsmessig fangstfordeling indikerer at mesteparten av den rømte oppdrettslaksen som blir fanga i det ordinære laksefisket i sjø og elv har rømt som smolt/postsmolt året før.
- For perioden 1998 - 2005 indikerer samanhangen mellom fangst av rømt oppdrettslaks og lakseprisar året før, at det i år med stor etterspurnad etter smolt blir sett ut eit høgare antal småfallen smolt som kjem seg umerka ut av nota enn i år med låge prisar og mindre etterspurnad.
- Ein total fangst på 45 000 rømte oppdrettslaks i sjø- og elvefisket i Noreg tilseier at det har rømt 1,5 mill. smolt frå vårutsettet dersom desse overlever like godt i sjøen som vill laksesmolt.
- Haustutsettet av smolt utgjer 42 % av det totale årlege smoltutsettet på rundt 150 mill. smolt. Dersom det rømer ein like stor andel av haustutsettet som av vårutsettet utgjer desse 0.9 mill. smolt, men det lite sannsynleg at desse overlever etter røming.
- Samla rømming av smolt/postsmolt er berekna til 2,4 mill. årleg, men kan variere mellom 1,2 mill. og 3,6 mill., avhengig av overlevinga etter rømming. Dette er hovudsakleg urapportert rømming som dermed utgjer mellom 71 % og 88 % av den berekna totale rømminga av oppdrettslaks. Dette anslaget for urapportert rømming er høgare enn tidlegare anslag (Lund 1998), men er berekna på ein annan måte og kan dermed ikkje samanliknast direkte. Med dei nemnde føresetnadene blir altså berre 12 % - 29 % av den aktuelle rømminga rapportert.
- Det er fleire usikre element i desse berekningane. Dei viktigaste er at skjelanalysar ikkje gjev sikker informasjon om rømmingstidspunktet og at det er usikkert kor høg overleving det er på smolt/postsmolt i sjøen etter rømming samanlikna med villsmolt.

Rømming av laks er rekna som eit problem, m.a. på grunn av potensiell uheldig genetisk påverknad på dei ville laksestammene (ANON 1999). Det er vist at rømt oppdrettslaks gyt i elvane (Lura og Sægrov 1991). Dei får levedyktig avkom, både etter kryssing med vill laks, og som reine avkom etter rømt oppdrettslaks. Ved aukande tettleik av villaks på gyteplassane avtek gytesuksessen til rømt oppdrettslaks (Lura 1995, Fleming mfl. 1996). Laks som har hatt eit lengre sjøopphald i det fri har større gytesuksess i konkurranse med villaks på gyteplassane enn nyrømt oppdrettslaks (Fleming mfl. 1996). Analysar av skjel og andre karakterar, og fordeling av optiske isomerar av astaxanthin i kjøt/egg av rømt oppdrettslaks som vart fanga i elvar i gytetida tidleg på 1990-talet, viste at om lag halvparten av den rømte laksen hadde eit lengre sjøopphald i det fri bak seg, medan den andre halvparten hadde rømt nyleg (Lura og Økland 1994). Denne typen undersøkingar som inkluderer analyse av fargestoffet astaxanthin, er ikkje gjennomført seinare. For perioden 1989 - 1997 vart det berekna at ca. halvparten av rømt oppdrettslaks som vart gjenfanga, hadde rømt den første sommaren/hausten i sjøen, basert på analysar av skjelprøvar frå laks som vart fanga i sjø- og elvefisket (Lund 1998). Skjelanalysar av rømt oppdrettslaks som vart fanga i Salvassdraget i Nord Trøndelag i 2004 og 2005, tyder på at dei rømte laksane stamma frå fleire ulike rømmingsepisodar og ikkje frå eit fåtal store rømmingar (Fiske mfl. 2006).

Avkom etter rømt oppdrettslaks er konkurransesterke i høve til avkom etter villaks under oppveksten i elvane, men synest å vere utsett for større dødelegheit enn vill laks i sjøfasen. Over tid vil reproduksjon av rømt oppdrettslaks i elvane kunne føre til tap av genetisk variasjon i villaksbestandane og potensielt redusert produksjon og fangst av villaks (Fleming mfl. 2000, McGuinness mfl. 2003). Rømt oppdrettslaks som er kjønnsmoden spreier seg til eit stort antal elvar og fordelinga er ikkje avhengig av mengda villaks i den enkelte elva (Urdal 2006). Dette inneber at rømt oppdrettslaks utgjer ein høgare andel av gytebestandene og eit større trugsmål i elvar med fåtallig laksebestand enn i elvar med talrik bestand.

Produksjonen av oppdrettslaks har auka jamt, medan tal for rapportert rømming og fangst av rømt oppdrettslaks har stagnert eller er noko redusert fram til 2005. Dette tyder på at det skjer ei positiv utvikling i høve til rømmingsproblematikken, men rømt oppdrettslaks utgjorde i 2005 likevel over 20 % av fangstane i sjøfisket etter laks og 6 % i elvefisket. Berekna fangst av rømt oppdrettslaks i det ordinære sjø- og elvefisket har variert mellom 30 000 og 60 000 i perioden 1998 til 2005 (Hansen mfl. 2006). Kor mange laks må ha rømt for å gje denne fangsten? Dette talet er avhengig av overlevinga etter rømming, som igjen varierer med kor tid fisken rømer på året og kor stor fisken er. Mellomårsvariasjon i sjøoverleving for villaks er stor og kan variere med meir enn 5 gonger innan korte tidsintervall (Antonson mfl. 1996, Hansen mfl. 2006), og overlevinga til rømt oppdrettslaks er truleg påverka av dei same overlevingsfaktorane.

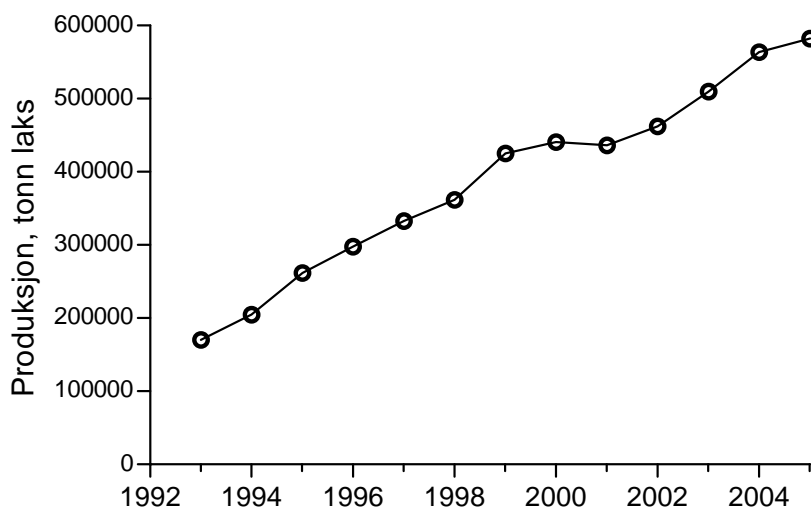
Frå 1999 er det årleg innsamla skjelprøvar frå laksefisket i dei fleste elvane og frå 2000 på fire kilenotstasjonar i Sogn og Fjordane. Også dette omfattande materialet viser ein nedgang i innslaget av rømt oppdrettslaks dei siste åra. Skjelanalysane indikerer at ein høg andel av dei rømte oppdrettslaksane som blir fanga i fiskesesongen både i sjø og elv har vore ein vinter ute i havet, og altså rømt som smolt/postsmolt året før (Urdal 2006). Når slik fisk går opp i elvane for å gyte, utgjer dei eit større genetisk trugsmål enn nyrømt oppdrettslaks, men det er få rapportar om rømming av smolt/postsmolt. Det omfattande skjelprøvematerialet som er innsamla frå laksefisket i Sogn og Fjordane, gav eit høve til å få ein meir detaljert oversikt om tidsutvikling og samansetting i innsiget av rømt oppdrettslaks enn det materialet som er innsamla for heile landet.

I periodar med høge lakseprisar er det stor etterspurnad etter smolt og dette kan medføre at det då blir sett ut eit høgare antal småfallen smolt samanlikna med når lakseprisen er låg. Ved

Havforskningsintituttets forskningsstasjon i Matre er det gjort forsøk som viser at den minste smolten som blir sett ut merdar i sjøen kan gå gjennom nøtene med dei maskeviddene som er vanleg i bruk (Hansen 2006). På denne bakgrunn har Fiskeridirektoratet uttrykt otte for at det vil kunne rømme nyutsett smolt, spesielt når det er stor etterspurnad etter smolt som i 2005 og 2006. Det er difor ikkje usannsynleg at høge lakseprisar i 2005 og 2006 har medført meir rømming av smolt enn i 2002, 2003 og 2004 då lakseprisane var relativt låge. I så fall bør ein vente fleire rømte laks i sjø- og elvefisket i 2006 og 2007, enn i åra frå 2003 -2005.

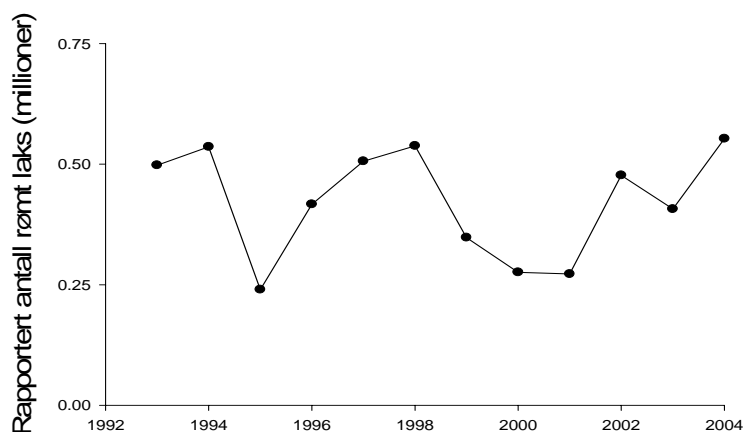
2.1. Rømming og fangst av rømt oppdrettslaks på landsbasis

I perioden 1993-2005 har produksjonen av oppdrettslaks i Noreg auka frå vel 170 000 tonn til 582 000 tonn, altså meir enn ei tredobling (**figur 2.1**).



FIGUR 2.1. Produksjon av laks i Noreg i perioden 1993 – 2005. Kjelde: Fiskeridirektoratet.

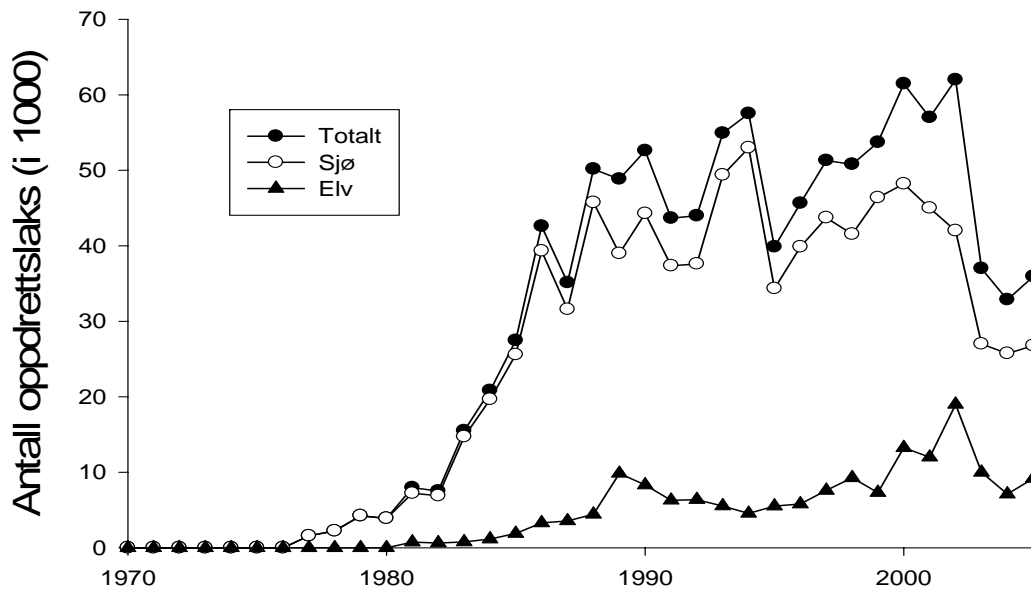
I perioden 1993-2004 varierte rapportert antal rømte oppdrettslaks årleg mellom rundt 250 000 og 550 000, men for 2005 er det oppgjeve at det rømte 722 000 laks. Det har ikkje skjedd noko systematisk endring i antal oppdrettslaks som er rapportert rømt, trass i at produksjonen er blitt tredobla i perioden (**figur 2.1, figur 2.2**).



FIGUR 2.2. Rapportert rømming av laks frå norske oppdrettsanlegg i perioden 1993-2004. Kjelde: Fiskeridirektoratet. Figuren er henta frå Hansen mfl. 2006; Utredning for DN 2006-3.

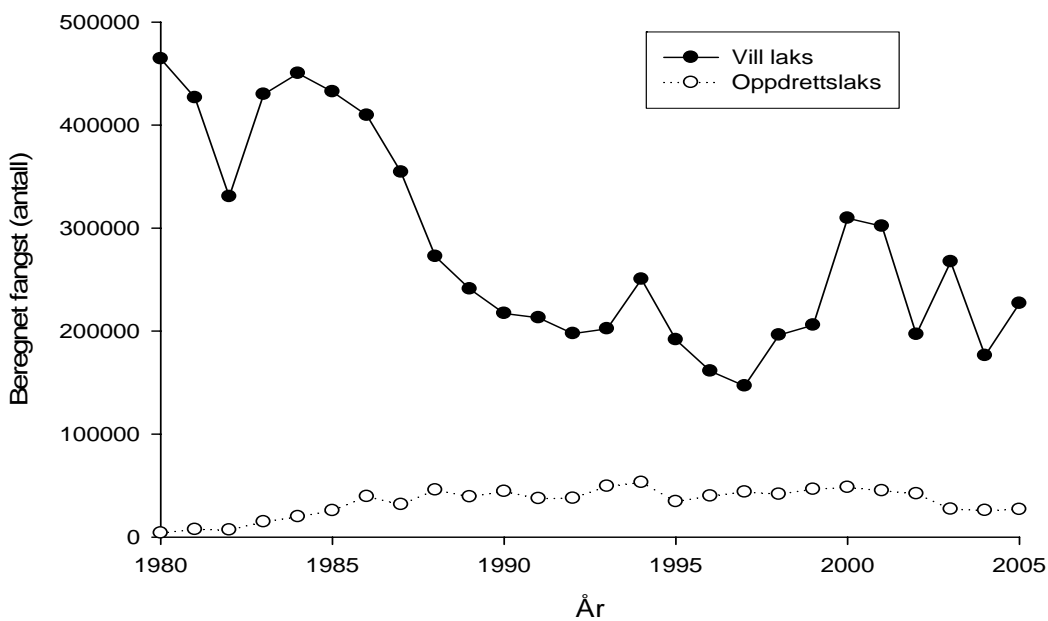
Med bakgrunn i analyse av skjelpørvar av laks fanga i kilenøter og elvar, har berekna årleg fangst av oppdrettslaks variert mellom 32 000 og 62 000 sidan slutten av 1980-talet. Til samanlikning har fangsten av villaks variert mellom 142 000 og 313 000 i den same perioden (Hansen mfl. 2006, **figur 2.3, figur 2.4**). I denne perioden var det ei firedobling i produksjonen av laks, i høve til mengda

produisert laks har dermed rømminga avteke. I åra 2003-2005 var berekna antal rømt oppdrettslaks i fangstane det lågaste sidan 1998 (**figur 2.3**).



FIGUR 2.3. Berekna antal rømt oppdrettslaks i fangstane av laks i Norge i perioden 1970-2005. Figuren er henta frå Hansen mfl. 2006; Utredning for DN 2006-3.

Fangstane av oppdrettslaks utgjer mellom 5 og 10 % av fangstane av villaks i det ordinære fisket i sjø og elv (**figur 2.4**, Hansen mfl. 2006). I overvakingsfiske i elvar om hausten har andelen rømt oppdrettslaks vore nær dobbelt så høgt som i fiskesesongen (Hansen mfl. 2006). Denne skilnaden kan delvis skuldast at relativt fleire oppdrettslaks går opp i elvane etter at fiskesesongen er avslutta, men også at det i nokre tilfelle blir fiska selektivt på oppdrettslaks.

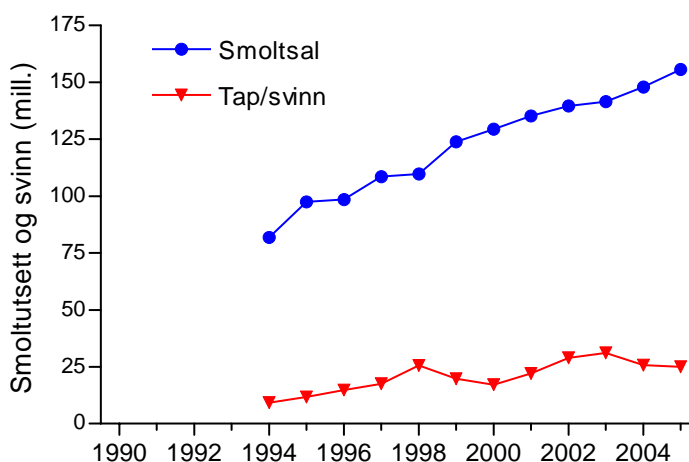


FIGUR 2.4. Berekna antal vill- og oppdrettslaks i fangstane av laks i Norge i perioden 1980-2005. Figuren er henta frå Hansen mfl. 2006; Utredning for DN 2006-3.

Sjølv om produksjonen av oppdrettslaks har blitt nær firedobla sidan tidleg på 1990-talet, har dei rapporterte tala for rømming ikkje endra seg vesentleg. Berekna fangst av rømt oppdrettslaks i sjø og elv har vore stabile, men med avtakande tendens dei siste tre åra (2003-2005). Dette tilseier at både andel og antal laks som rømmer frå oppdrettsanlegg har avteke jamt sidan slutten av 1980-talet, og spesielt dei fire siste åra.

2.2. Smoltsal og svinn

I perioden 1994-2005 har årleg sal av smolt auka frå 82 mill til 155 mill. Det årlege svinnet fram til slaktning utgjer i gjennomsnitt 16,7 % av smoltutsettet i denne perioden, i antal vel 20 mill. Det er ingen signifikant endring i andelen svinn i perioden (**figur 2.5**).



FIGUR 2.5. Årleg sal av laksesmolt og svinn/tap i Noreg i perioden 1994 – 2005 (tal frå Fiskeridirektoratet).

For 2005 er det oppgjeve eit svinn på 25 mill oppdrettslaks. Av desse vart 82 % rapportert talt opp og er i hovudsak fisk som er rapportert å ha døydd i merdane av ulike årsaker. Dei resterande 18 % utgjer 4.5 mill. og kan vere urapportert rømt fisk, men inkluderer også usikkerheit i kor mange fisk som vart sett ut i sjøen.

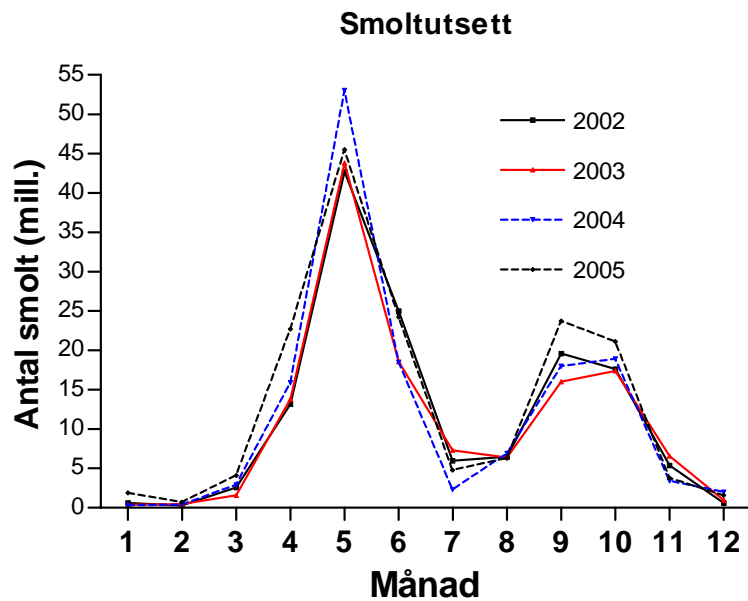
2.3. Smoltutsett gjennom året

Det blir sett ut mest smolt i merdar i sjøen om våren, frå april til juni. I denne perioden går også villsmolten ut i sjøen. I vinterhalvåret blir det sett ut lite eller ikkje smolt, medan haustutsettet i september og oktober er betydeleg. I juli og august blir det sett ut lite smolt (**figur 2.6**).

Dei fire åra frå 2002 til 2005 vart det i gjennomsnitt sett ut 144 mill. smolt i sjøen kvart år. Av desse omfatta vårutsettet i april, mai og juni 82 mill. smolt (58 % av totalen), dei resterande 62 mill. (42 %) vart sett til andre tider på året og flest som haustsmolt i september og oktober (**figur 2.6**).

Den ville laksesmolten forlet elvane i Sogn og Fjordane frå tidleg i mai til midt i juni, men mesteparten går ut i sjøen i siste halvdel av mai (Hellen mfl. 2006). Det er vist eksperimentelt at kultivert smolt som blir sett ut når den ville vandrar ut, overlever best i sjøen. Smolt som blir sett ut i sjøen seint på sommaren og om hausten overlever svært dårleg (Hansen og Jonsson 1989, Hansen 2006). Det er usikkert om overlevinga til smolt/postsmolt av laks som rømmer frå oppdrettsanlegg følgjer det same mønsteret som er vist eksperimentelt for kultivert smolt.

FIGUR 2.6. Utsett av smolt i oppdrettsanlegg fordelt på måned i åra 2002-2005. Tal frå Fiskeridirektoratet.



2.4. Lakseprisar og lønsemd i norsk lakseoppdrett

Når lakseprisane er høge og forventningane til inntening er gode, vil auke i produksjonen også gje auke i innteninga. I ein slik situasjon er det dermed gunstig for oppdrettaren å få sett ut tilstrekkeleg med smolt i sjøen. Dersom tilgangen på smolt er avgrensa vil det bli konkurrans om å få tak i smolt. Dette kan medføre at krava til storleik og kvalitet på smolten blir lågare enn i ein situasjon når lakseprisane og forventningane til inntening er låge. Denne problematikken har vore framsett av Fiskeridirektoratet som har uttrykt otte for at det blir sett ut smolt av for liten storleik i år med gode lakseprisar. Det er også gjort undersøkingar som viser at den minste smolten som blir sett ut kan gå gjennom dei nøtene som er mest vanlege i bruk. Dette kan medføre at det i år med gode lakseprisar blir sett ut eit høgare antal småfallen smolt som er i stand til å rømme enn i år med låge lakseprisar.

Den smolten som rømmer om våren og sommaren går til havs, og dei fleste som overlever vil kome attende til elvane neste sommar. Med denne bakgrunn kan ein formulere ei hypotese om at antalet rømt oppdrettslaks som blir fanga i sjøen og elvane i fiskesesongen, er korrelert til lakseprisane det føregåande året. For å gjere ei slik analyse må ein bruke antal rømt oppdrettslaks og ikkje andel fordi produksjonen av vill smolt varierer mellom år, og overlevinga i sjøen varierer truleg meir for ulike smoltårgangar. Antalet smolt som er blitt sett ut i oppdrettsanlegga om våren har variert relativt lite i den aktuelle perioden som omfattar smoltutsetta frå 1998 til 2004, det er difor ikkje nødvendig å korrigere for denne faktoren.

Som uttrykk for laksepris er det her teke utgangspunkt i mengde og verdi av eksportert heil, fersk og frosen laks. "Lønsemda" er uttrykt som gjennomsnittleg kilopris på denne eksporten minus gjennomsnittleg produksjonskostnad i næringa. I åra etter 1996 har produksjonskostnadene vore tilnærma stabile, og dette tilseier at salsverdien pr. kg åleine også gjev eit godt uttrykk lønsemda i næringa (**tabell 2.1**). For heile næringa og den einskilde lakseprodusent vil dermed lakseprisen vere eit godt uttrykk for forventa inntening.

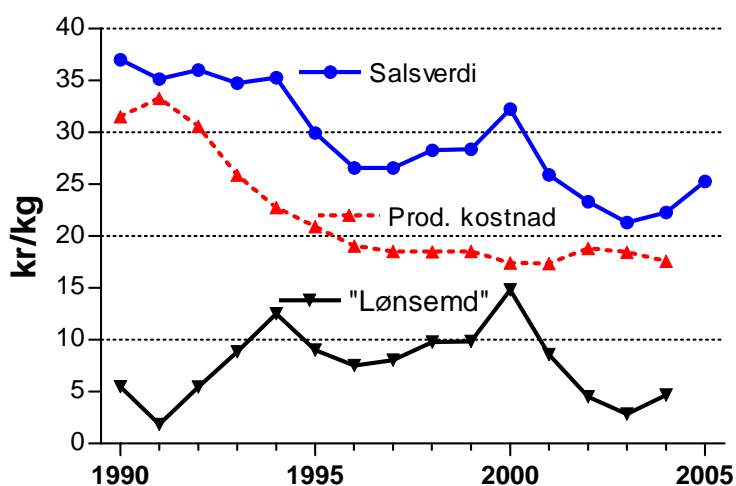
Eksporten av heil, fersk og frosen laks frå Noreg auka frå vel 122 000 tonn i 1992 til nær 500 000 tonn i 2005, det siste året utgjorde eksportverdien over 12,5 milliardar kroner (**tabell 2.1**). I perioden frå

1990 til 2005 har salsverdien pr/kg variert, men med ein avtakande tendens. Produksjonskostnadene var relativt høge tidleg på 1990-talet, men avtok fram til 1996 då dei stabiliserte seg mellom 17,50 og 19 pr/kg. "Lønsemda" har svinga relativt mykje i perioden, men det er ingen tidstrend i desse svingingane (**figur 2.7**).

TABELL 2.1. Eksport av oppdretta heil, fersk og frosen laks i tonn, eksportverdien av denne fisken i 1000 kr og gjennomsnittleg produksjonskostnad pr. kg i perioden 1990 til 2004 (tal frå Statistisk sentralbyrå). Det er også rekna ut gjennomsnittleg eksportverdi pr. kg laks og "lønsemd" som er gjennomsnittleg eksportverdi minus gjennomsnittleg produksjonskostnad.

År	Eksport, tonn	Eksportverdi kr x 1000	Eksportverdi kr/kg	Prod. kostnad kr/kg	"Lønsemd" kr/kg
1990	130 683	4 834 914	37,00	31,51	5,49
1991	126 623	4 449 594	35,14	33,29	1,85
1992	122 144	4 399 917	36,02	30,58	5,44
1993	130 984	4 553 229	34,76	25,90	8,86
1994	153 821	5 425 298	35,27	22,74	12,53
1995	189 103	5 660 800	29,94	20,93	9,01
1996	214 147	5 692 882	26,58	19,06	7,52
1997	233 052	6 191 043	26,57	18,53	8,04
1998	252 307	7 135 925	28,28	18,49	9,79
1999	295 583	8 385 209	28,37	18,51	9,86
2000	303 995	9 799 873	32,24	17,42	14,82
2001	299 621	7 769 988	25,93	17,34	8,59
2002	315 583	7 363 502	23,33	18,82	4,51
2003	364 100	7 758 016	21,31	18,46	2,85
2004	469 423	10 458 402	22,28	17,58	4,70
2005	496 332	12 544 972	25,28		

FIGUR 2.7. Gjennomsnittleg salsverdi, produksjonskostnad og "lønsemd" pr/kg for oppdretta laks som er blitt eksportert heil, fersk og frosen i åra 1990-2005. Kjelde: Statistisk sentralbyrå.



3.1. Fordeling av rømt oppdrettlaks i sjø- og elvefisket i Sogn og Fjordane

Rådgivende Biologer AS initierte i 1999 innsamling av skjelprøver av laks og sjøaure i dei aller fleste av elvane i Sogn og Fjordane. Unntaket var to elvar (Nausta og Stryneelva) der NINA (Norsk Institutt for Naturforskning) hadde organisert innsamling i mange år. Frå elvefisket i Sogn og Fjordane i åra 1999-2005 har Rådgivende Biologer AS analysert 8471 skjelprøver av laks. Frå 2000 inngjekk også innsamling og analyse av skjelprøver frå fangsten i fire kilenøter i Nordfjord, Sunnfjord og Sogn. Frå kilenotfisket er det analysert skjelprøver av 4697 laks.

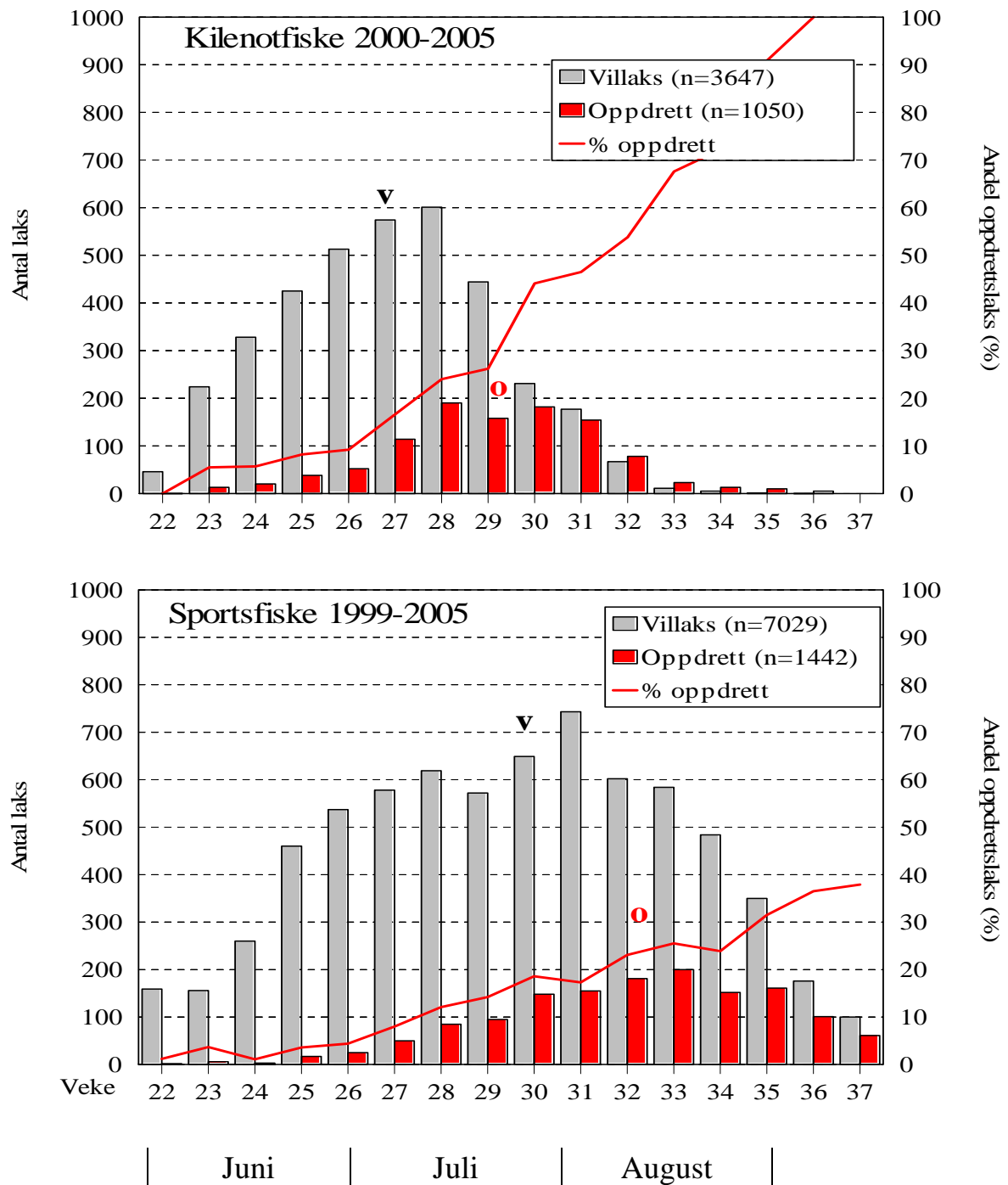
I dei fleste elvane har fiskesesongen starta 1. juni, men i nokre elvar 15. juni og 1. juli, og fiskesesongen har vart til 15. september. På dei fire kilenotstasjonane har det blitt fiska frå 1. juni og fram til 15. august, men eit år fram til 15. september.

I kilenøtene har halvparten av sesongfangsten av vill laks blitt fanga innan veke 27, dvs. tidleg i juli, tilsvarende har halvparten av sesongfangsten av rømt oppdrettlaks blitt fanga to veker seinare. Fangstane av vill laks avtok frå midt i juli, men også fangstane av rømt oppdrettlaks avtok frå tidleg i august (**figur 3.1**).

I elvane var halvparten av den ville laksen fanga innan siste veke av juli, og fangstane avtok frå midt i august. Halvparten av den rømte oppdrettlaksen var fanga innan andre veka av august, om lag to veker seinare enn av den ville laksen. Også i elvane avtok fangstane av rømt oppdrettlaks mot slutten av fiskesesongen (**figur 3.1**).

Fangstane i elvefisket er to veker forseinka samanlikna med fangstane i kilenøtene. Det var også i elvefisket to vekers forseinking i fangstane av rømt oppdrettlaks laks samanlikna med vill laks. Denne forseinkinga gjer at andelen rømt oppdrettlaks i fangstane aukar utover i fiskesesongen, men fangstane av rømt oppdrettlaks avtek mot slutten av fiskesesongen både i sjø og elv (**figur 3.1**). Dette fangstmønsteret viser at innsiget av rømt oppdrettlaks er tidsmessig parallellforskova i høve til vill laks, og mønsteret indikerer at den rømte oppdrettlaksen kjem inn frå havet, men to veker seinare enn den ville laksen. Analysane av skjelprøvane viser også vintersøner i skjela på mykje av den rømte oppdrettlaksen, og også dette tilseier at dei fleste har vore ein vinter ute i havet i lag med den ville laksen.

Av vill laks kjem dei som har vore to eller fleire vintrar i havet inn til kysten og elvane noko tidlegare i sesongen enn dei som har vore berre ein vinter i havet. Ein høg andel av den rømte oppdrettlaksen har vore berre ein vinter i sjøen, og i kilenøtene er 50 % av den rømte oppdrettlaksen blitt fanga berre ei veke seinare enn tilsvarende andel av den ville 1-sjøvinterlaksen (Urdal 2006, Urdal upublisert).

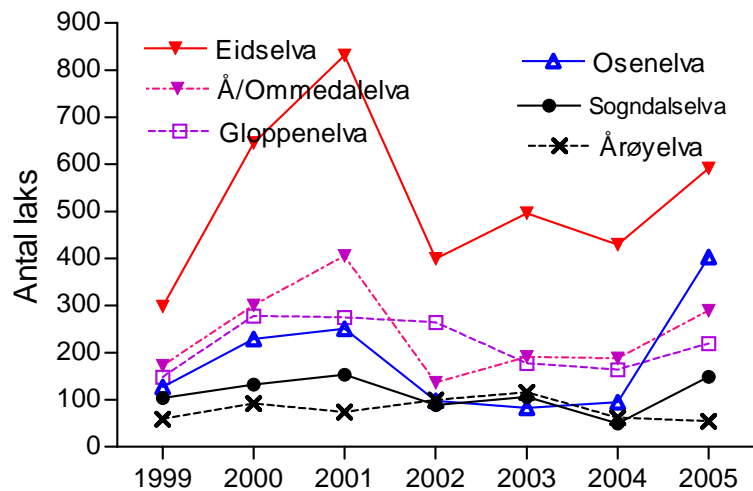


FIGUR 3.1. Fangstfordeling av vill laks og rømt oppdrettslaks i fiskesesongen på fire kilenotstasjoner i Sogn og Fjordane i åra 2000-2005 (øvt), og fordeling av laksefangsten i elvar i Sogn og Fjordane som det er teke skjelpørvar av i åra 1999-2005 (nedst). Fangstane er fordelt på veke (stolpar), og andelen rømt oppdrettslaks er vist som linje. Det er markert kva veke halvparten eller meir av sesongfangsten av vill laks (V) og rømt oppdrettslaks (O) er blitt fanga (frå Urdal 2006).

3.2. Fangst av rømt oppdrettslaks i seks elvar i Sogn og Fjordane

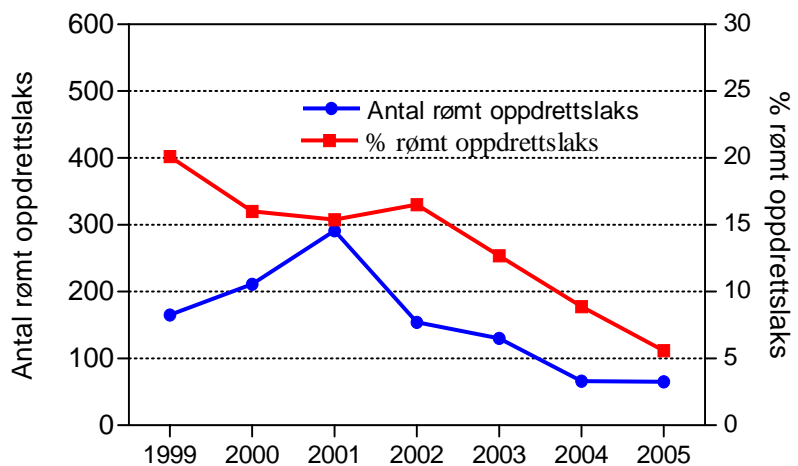
I seks av elvane i Sogn og Fjordane vart det kvart år i perioden 1999-2005 innsamla store og representative materiale som er brukt til vidare analyse av fangsten av rømt oppdrettslaks. Desse er Eidselva, Gloppenelva og Å/Ommedalelva i Nordfjord, Osenelva i Sunnfjord og Sogndalselva og Årøyelva i Sogn og er geografisk spreidde frå kystnære til midtre og indre fjordstrøk (Skurdal mfl. 2001). Det er betydeleg skilnad mellom elvane med omsyn til smoltproduksjon og fangst (**figur 3.2**), men fellestrekk er at dei har relativt høg andel av fleirsjøvinterlaks og at alle elvane har vore opne for fiske alle år. Samla fangst i dei sju åra var 9520 laks i dei seks elvane, og av desse vart det samla inn og analysert prøvar frå 4348 laks, tilsvarande 45,7 % (Urdal 2006).

FIGUR 3.2. Fangst av laks i seks elvar i Sogn og Fjordane i perioden 1999-2005. Skjelmaterialet av laks frå desse elvane er omfattande og er brukt til å berekne fangst av rømt oppdrettslaks i perioden.



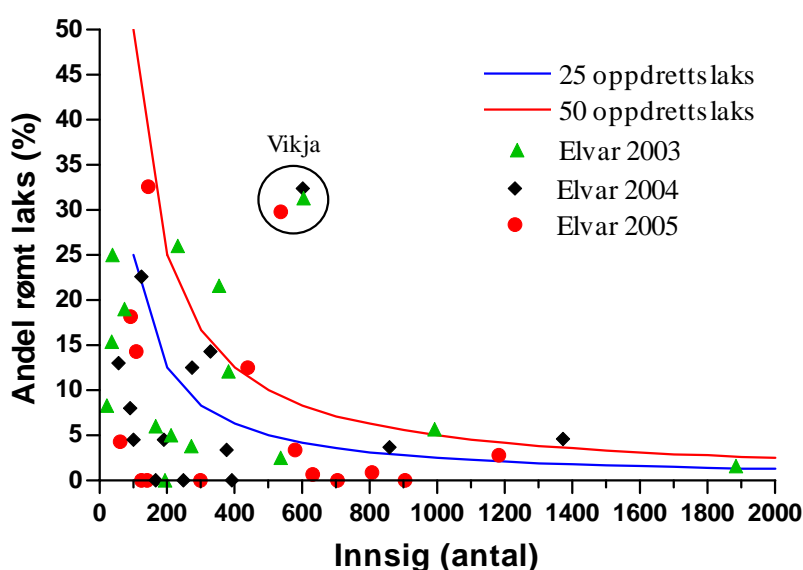
Det vart fanga flest rømt oppdrettslaks i 2001, nær 300 stk., men andelen rømt oppdrettslaks var høgast i 1999 på grunn av fåtallig innsig av villaks dette året. I 2004 og 2005 vart det fanga totalt ca. 80 rømte oppdrettslaks pr. år (**figur 3.3**).

FIGUR 3.3. Fangst av rømt oppdrettslaks til seks elvar i Sogn og Fjordane i åra 1999-2005 og gjennomsnittleg andel rømt oppdrettslaks (%) i fangstane.



Andelen rømt oppdrettslaks i fangsten låg mellom 15 % og 20 % dei fire første åra, deretter avtok innslaget gradvis ned mot 5 % i 2004 og 2005 (**figur 3.3**). Under fisket i elvane blir normalt rundt 50 % av innsiget fanga i fiskesesongen (Sættem 1995, Hansen mfl. 2006), og vi antek her at vill laks og rømt oppdrettslaks er like fangbare i fiskesesongen.

Antalet rømte laks som går opp i ei elv er ikkje korrelert til antalet ville laks som går opp i elva, og skjelmaterialet frå elvane i Sogn og Fjordane indikerer at det er relativt liten skilnad i antal rømte laks som går opp i dei enkelte elvane (Urdal 2006). Dette inneber at andelen rømt oppdrettslaks vert høgare i elvar med fåtallig bestand av vill laks enn i elvar med meir talrike villaksbestandar. Dei fåtallige bestandane er dermed meir utsette for genetisk påverknad enn talrike bestandar (Lura 1995). I denne framstillinga er alt skjelmaterialet frå Sogn og Fjordane inkludert, og dette viser m.a. at både innslaget og absolutt antal av rømt oppdrettslaks er spesielt høgt i Vikja i Sogn (**figur 3.4**). I denne elva er det låg produksjon av vill smolt, og laks som stammar frå utsettingar av smolt frå kultiveringsanlegg dominerer i fangsten. Det er ikkje usannsynleg at smolt med bakgrunn frå kultiveringsanlegg og smoltproduksjonsanlegg for utsett i merdar har ein tendens til å søkje saman i havet. Dette er ikkje undersøkt spesielt, men tendensen har vore den same i fleire år. Ei alternativ forklaring er at Vikja er den ytste elva i Sognefjorden der det føregår ordinært fiske etter laks, og at denne elva er ei av dei første rømt oppdrettslaks finn på veg innover fjorden.



FIGUR 3.4. Høve mellom samla innsig av laks (= fangst x 2) og andel rømt oppdrettslaks (%) i skjelmateriale frå elvar i Sogn og Fjordane i 2003-2005. Andel rømt oppdrettslaks i Vikja er ringa inn (frå Urdal 2006).

Dersom ein tek utgangspunkt i at innsiget av rømt oppdrettslaks er relativt likt til dei fleste elvar, og at snittet for dei 6 nemnde elvane er representativt, blir berekna innsig av rømt oppdrettslaks til elvane i Sogn og Fjordane i 2005 på 792 fisk. Andelen rømt oppdrettslaks i kilenotfangstane i høve til total fangst av laks i sjøen i Sogn og Fjordane i 2005 (offisiell statistikk), tilseier ein fangst i sjøen på nær 400 rømte laks, og eit totalt innsig til Sogn og Fjordane på 1200. Dette inneber ein berekna andel rømt oppdrettslaks på 5,6 % av totalt innsig før fangst, ein andel som ligg nær talet som Hansen mfl. (2006) kom fram til for heile landet.

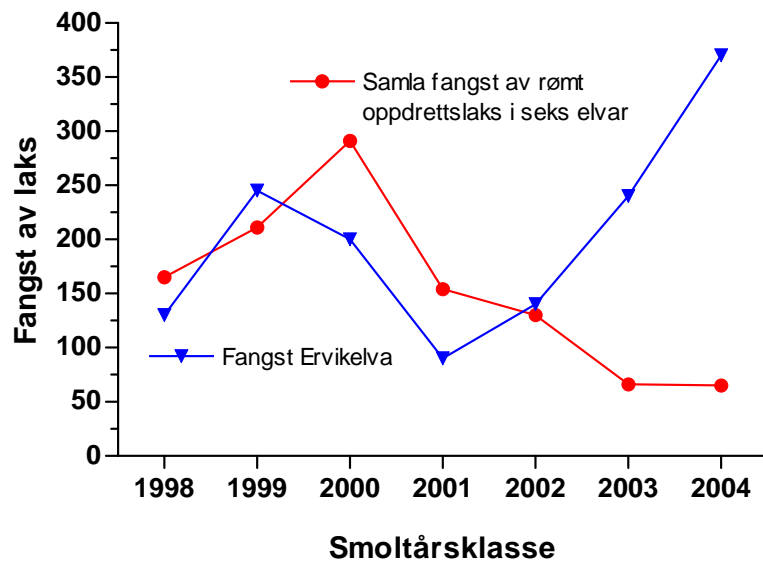
3.3. Laksens overleving i sjøen

Overlevinga til vill laks i sjøen svingar i periodar, men kan også variere med utslag på meir enn 5 gonger innan korte periodar (Antonson mfl. 1996, Friedland mfl. 2000, Hvidsten mfl. 2004). Produksjonen av laksesmolt i elvane varierer mindre (Gibson 1993, Jonsson mfl. 1998, Hvidsten mfl. 2004). Det er antekje at den største dødelegheita på laksen skjer relativt kort tid etter at han forlet elva,

dvs. i elvenære/kystnære område, og låg temperatur og mattilgang er sannsynlegvis dei viktigaste naturlege årsakene til denne dødelegheita, medan angrep får lakselus har vore ei ekstra dødelegheitsårsak dei siste 15 åra i område med mykje fiskeoppdrett (Holst og Jakobsen 1999).

Laks som rømmer frå merdar kan vere påverka av dei same naturlege dødelegheitsfaktorane som vill laks, men det kan også vere skilnader i dødelegheit. Oppdrettslaks kan ha blitt fora med middel som hindrar effektane av lakselus, noko som vil gje den ei føremon etter rømming. På den andre sida indikerer resultat frå eksperimentelle forsøk at avkom etter oppdrettslaks som er rekruttert etter gyting i elvar overlever noko dårlegare i sjøen enn avkom etter vill laks (Fleming mfl. 2000, McGinnity mfl. 2003).

FIGUR 3.5. Samla fangst av rømt oppdrettslaks i seks elvar i Sogn og Fjordane og fangst av laks i referansen Ervikelva på Stadt for smoltårsklassar som gjekk ut/rømte i perioden 1998 til 2004.



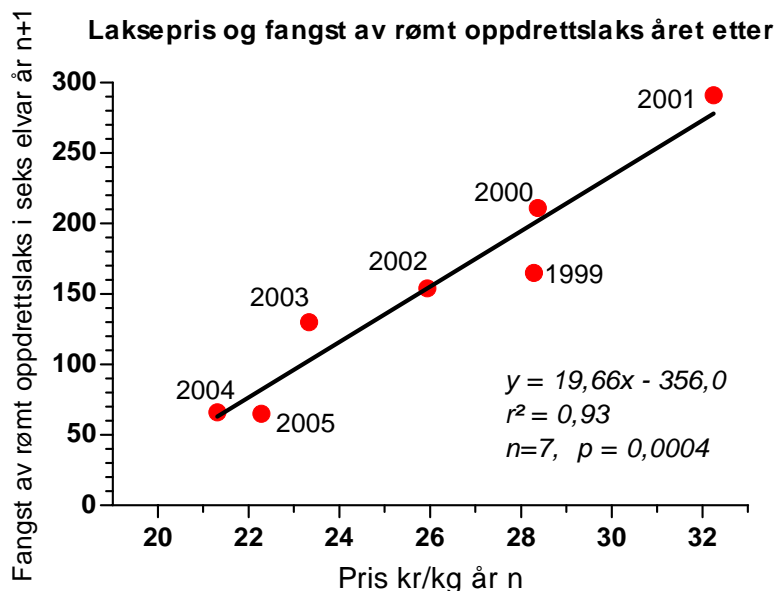
Dersom rømt oppdrettslaks og villaks blir påverka likt av dødelegheitsfaktorar i sjøen, kan ein forvente at innsiget av rømt oppdrettslaks og villaks vil svinge i takt, men dette føreset at antalet som rømmer og smoltproduksjonen i elvane er konstant frå år til år. Denne føresetnaden er usannsynleg, spesielt med omsyn til rømming. Vi har brukt laksefangsten i Ervikelva på Stadt som referanse for variasjon i sjøoverlevinga for vill laks av dei ulike smoltårsklassane frå perioden 1998 til 2004. Innsiget av laks til Ervikelva er tidlegare vist å variere i takt med gjenfangsten av merka vill laks frå elva Figgjo på Jæren og frå elva North Esk på austkysten av Skottland (Larsen og Sægrov 2003). Fangsten av laks i Ervikelva av dei ulike smoltårgangane frå 1998 til 2004 er samanlikna med det berekna innsiget av rømt oppdrettslaks til seks elvar i Sogn og Fjordane i **figur 3.5**.

Det er ingen statistisk samanheng mellom fangst av rømt oppdrettslaks i seks elvar i Sogn og Fjordane og fangst av laks i Ervikelva av dei same smoltårsklassane som gjekk ut/rømte i perioden 1998-2004 (lineær regresjon, $p = 0,45$). Av dei fire siste smoltårgangane har fangsten av laks auka i Ervikelva, med 2004-årgangen som ein førebels topp, medan fangsten av rømt oppdrettslaks har avteke i den same fireårsperioden (**figur 3.5**). Det er berekna at 1,7 % av smolten som gjekk ut at av Ervikelva i åra 1998 til 2003 seinare vart gjenfanga under fisket i elva. I same periode vart ca. 1,5 % av smolten frå Orkla i Trondheimsfjorden gjenfanga i Orkla, men gjenfangsten har variert betydeleg mellom ulike smoltårsklassar, frå under 1% til over 3 % (Hvidsten mfl. 2004). Av vill laksesmolt som er blitt merka i Figgjo på Jæren har rapportert gjenfangst som vaksen laks vore lågare enn 1,5 % sidan 1996 (Hansen mfl. 2006).

3.4. Lakseprisar og rømming av laks

Innsiget av rømt oppdrettslaks er to til tre veker forseinka i høve til vill laks både i sjøfisket og elvefisket og dette tilseier at den rømte laksen brukar like lang tid frå kysten til elva som villaksen. Etter fiskesesongen kan det kome ekstra innsig av rømt oppdrettslaks til elvane (Hansen mfl. 2006), men dette er truleg i hovudsak laks som har rømt i løpet av det siste halvåret og som ikkje har vore ute i havet.

FIGUR 3.6. Fangst av rømt oppdrettslaks til seks elvar i Sogn og Fjordane i fiskesesongen som funksjon av prisen på oppdrettslaks føregåande år. Lakseprisar frå perioden 1998 til 2005. Årstala refererer til det året den rømte oppdrettslaksen er blitt fanga i elvane.



Det var ein svært god samanheng mellom fangst av rømt oppdrettslaks til seks elvar i Sogn og Fjordane i perioden 1999 til 2005 og lakseprisen året før (**lineær regresjon, $r^2 = 0,93$, figur 3.6**). Det var derimot ingen samanheng mellom lakseprisane og innsig av rømt oppdrettslaks det same året. Det er her brukt laksepris som uttrykk for lønsemd fordi det var liten variasjon i produksjonskostnadene i den aktuelle perioden. Både skjelanalysane og tidspunkt for innsig/fangst tyder på at dette i hovudsak er laks som har rømt som smolt/postsmolt i løpet av den første våren/sommaren etter utsett i sjøen, og som har returnert etter ein vinter ute i havet. Resultatet tilseier at det rømmer meir smolt i år med gode lakseprisar enn i år med dårlege lakseprisar. Ei mogleg forklaring på denne samanhengen er at det blir sett ut eit høgare antal småfallen smolt i år med høg laksepris og stor etterspurnad etter smolt, samanlikna med år då det er låge prisar og kanskje blir sett ut relativt sett færre småfallen smolt. Det er anteke at stor smolt har betre kvalitet og overlever betre i anlegga enn liten smolt, og at færre av dei store rømer.

I perioden 1998 til 2005 har lakseprisane variert mykje og "lønsemda" i næringa har variert tilsvarande (**figur 2.7**). Datasetta dekkjer den variasjonen som har vore i næringa med omsyn til lønsemd dei siste 15 åra. Materialet frå denne perioden er difor tilstrekkeleg til å illustrere den aktuelle problemstillinga. Rømming av liten smolt er truleg vanskeleg å oppdage for oppdrettaren og utgjer uansett berre ein liten del av det totale svinnet i merdane i sjøen.

Med bakgrunn i skjelkaraktarar og den tidsmessige fangstfordelinga i sjø- og elvefisket antek vi at mesteparten av den rømte oppdrettslaksen som vart fanga i det ordinære fisket i elvar i Sogn og Fjordane hadde rømt som smolt/postsmolt etter vårutsettet året før. Vi har også antek at dei rømte laksane overlever like godt i sjøen som villsmolt. Denne siste føresetnaden er usikker, m.a. fordi smolten som skal setjast ut sjøen kan ha blitt fora med middel som reduserer effekten av lakseluspåslag og som gjer at den rømte smolten er betre verna enn den ville smolten. På den andre sida er det mogeleg at avkom etter rømt oppdrettslaks overlever dårlegare i sjøen enn avkom frå villaks, noko som t.d. kan skuldast skilnader i åtferd som følgje av avl eller ulik læring. Kva utslag desse skilnadene gjev på overleving er usikkert. Kultivert smolt overlever dårlegare i sjøen enn villsmolt, men tidspunkt for utsett/rømming er svært viktig. Smolt som blir utsett/rømmer i den perioden då villsmolten forlet elvane (mai-juni) overlever betre enn fisk som blir utsett/rømmer på andre tider av året (Hansen 2006).

For smoltårsklassar av villsmolt frå elvar på Vestlandet som gjekk ut i sjøen i åra 1998-2003, kan ein anslå at i gjennomsnitt 1,5 % er blitt gjenfanga under fisket i elvane, men med variasjon frå under 1% til over 3 %. Det er blitt fanga om lag like mykje villaks i sjøen som i elvane i denne perioden, både i Sogn og Fjordane og på landsbasis, men fangstfordelinga har variert mellom år (Hansen mfl. 2006). Eit grovt anslag blir dermed at 3 % av den utvandrande smolten er blitt gjenfanga under det ordinære fisket i sjø og elv, men med variasjon frå under 2 % til over 6 %. I gjennomsnitt er det i denne perioden blitt fanga om lag 45 000 rømt oppdrettslaks i sjø- og elvefisket i Noreg (Hansen mfl. 2006). Dersom desse har overlevd like godt som villsmolten, betyr det at dei stamma frå 1,5 mill rømte oppdrettslaks, men talet kan ha variert mellom år frå 750 000 og 2,2 mill. avhengig av overlevinga i sjøen etter rømming.

Dersom den rømte oppdrettslaksen overlever dårlegare enn den ville i sjøen, vil antal rømt oppdrettslaks vere høgare, og ved betre overleving er tala lågare. Det er her antek at det meste av den rømte oppdrettslaksen som blir fanga i det ordinære fisket har rømt som smolt/postsmolt året før. Det blir også fanga ein del som har rømt inneverande år, men vi har så langt ikkje metodar for å fastslå rømmingstidspunktet sikkert ved skjelanalysar. På landsbasis er det ein høgare andel rømt oppdrettslaks i sjøfisket enn i elvefisket, noko som kan indikere at den rømte oppdrettslaksen er meir fangbar i sjøfisket enn villaksen. Det er også berekna at det blir fangsta 2-3 gonger fleire rømte oppdrettslaks i sjøfisket enn i elvefisket på landsbasis (Hansen mfl. 2006).

Vårutsettet av smolt har dei siste åra vore nær 90 mill., og vi antek at den rømte oppdrettslaksen i hovudsak stammar frå vårutsettet. Det berekna antalet rømte smolt/postsmolt på 1,5 mill. utgjer 1,6 % av vårutsettet, men kan ha variert mellom 0,8 % og 2,4 %. Haustutsettet utgjer om lag 60 mill. smolt og vi antek at det rømmer like mange frå haustutsettet som frå vårutsettet, men at få eller ingen frå haustutsettet overlever. Under føresetnad av 0,8 - 2,4 % rømming av haustutsettet, utgjer desse mellom 480 000 og 1,4 mill. fisk. Samla, urapportert rømming har under desse føresetnadene variert mellom 1,2 og 3,6 mill smolt/postsmolt i perioden 1998 - 2004. Antalet rapportert rømte oppdrettslaks har til samanlikning variert mellom 250 000 til 500 000 årleg i same perioden. Den urapporterte rømminga utgjer dermed mellom 71 % og 88 % av det berekna totale antalet rømte oppdrettslaks.

Pr. desember 2005 var det anslagsvis 600 lokalitetar i aktivt bruk for lakseoppdrett på landsbasis. Dersom ein antek at vårutsettet på ca. 90 mill. smolt blir spreidde på 300 av desse lokalitetane, blir det i gjennomsnitt sett ut 300 000 smolt pr. lokalitet. Dersom det rømmer 0,8 % - 2,4 % som smolt/postsmolt i gjennomsnitt frå kvar lokalitet utgjer desse frå 2400 - 7200 fisk. Dette er eit såpass lågt tal at det er lite sannsynleg at den enkelte oppdrettar vil oppdage svinnet. Sidan 1998 er det

rapportert eit svinn/tap på grunn av sjukdom o.a. på 20 mill. - 25 mill. laks årleg, eller om lag 17 % av all fisk som blir sett ut i sjøen. Den berekna urapporterte rømminga utgjer altså ein relativt liten del av det totale svinnet. Det er også noko usikkerheit knytt til kor mange fisk som blir sett ut i sjøen kvart år, og til kor mange daude som reelt blir fjerna.

Tidlegare berekningar av urapportert rømming er i storleiksorden 50 % av det totale antalet rømte oppdrettslaks (Lund 1998). Berekningane som er gjort i føreliggjande rapport indikerer at andelen urapportert rømming er høgare enn det som har vore berekna tidlegare, men berekningsmåten er ulik og det er difor uråd å seie om høvet mellom urapportert og rapportert rømming har endra seg over tid. I denne rapporten er det teke utgangspunkt i antalet rømt oppdrettslaks som blir fanga i det ordinære fisket i sjø og elv, og ut frå anteken overleving i sjøen er det berekna kor mange smolt/postsmolt som må ha rømt frå oppdrettsanlegg for å gje denne fangsten. Det er også rekna at smolt/postsmolt som rømmer frå oppdrettsanlegg overlever like godt i sjøen som vill laksesmolt, og denne føresetnaden er usikker i begge retningar.

Ei undersøking av astaxanthinprofil til rømt oppdrettslaks frå tidleg på 1990-talet indikerte at om lag halvparten av den rømte laksen i elvane i gyteperioden hadde rømt første sommaren og vore til havs minst ein vinter. Opphavet vart bestemt på bakgrunn av skjelkarakterar og finneslitasje (Lura og Økland 1993). Denne undersøkinga var basert på laks som vart fanga i elvane om hausten, etter at den ordinære fiskesesongen var over. Det er sannsynleg at det etter fiskesesongen hadde gått opp ein del nyrømt oppdrettslaks, og dermed var det truleg ei overvekt av laks som hadde rømt året før som gjekk opp i fiskesesongen. Dette kan tyde på at oppdrettslaks rømt som smolt/postsmolt tidleg på 1990-talet utgjorde ein høgare andel av fangsten av rømt oppdrettslaks i det ordinære fisket i sjø og elv enn nyrømt laks. Det er ikkje gjort tilsvarande undersøkingar etter 1993.

Fangsten av rømt oppdrettslaks vil variere både i høve til antalet som rømmer, og i høve til overlevinga etter rømming. Den gode samanhengen mellom fangst av rømt oppdrettslaks og lakseprisar året før kan best forklarast med at det blir sett ut fleire små smolt som søm gjennom nota i år med høge lakseprisar enn i år med låge lakseprisar. Den berekna fangsten av rømt oppdrettslaks i Noreg var tydeleg lågare i åra 2003-2005 enn dei føregåande åra (Hansen mfl. 2006), og dette er også i samsvar med låge lakseprisar i perioden 2002-2004. Samanhengen mellom fangst av rømt oppdrettslaks til dei seks elvane i Sogn og Fjordane og lakseprisar året før ser dermed ut til å gjelde for heile landet.

Det er stor usikkerheit knytt til berekningane av kor mange laks som rømer frå oppdrettsanlegg, kor tid dei rømer og deira overleving etter rømming. Det er no i gang forsøk for å gje sikrere anslag for overleving i høve til rømmingstidspunktet (Skilbrei mfl. 2006).

- ANON 1999. Til laks åt alle kan ingen gjera? NOU 1999:9.
- ANTONSSON, TH., G. GUDBERGSSON & S. GUDJONSSON. 1996. Environmental continuity in fluctuation of fish stocks in the North Atlantic Ocean, with particular reference to Atlantic salmon. *North American Journal of Fisheries Management* 16:540-547.
- FISKE, P., R.A. LUND, E.B. THORSTAD, T.G. HEGGBERGET & G. ØSTBORG 2006. Rømt oppdrettslaks i Salvassdarget i 2004 og 2005. NINA Rapport – 172. 13 s.
- FLEMING, I.A., B. JONSSON, M.R. GROSS & A. LAMBERG. 1996. An experimental study of the reproductive behaviour and success of farmed and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Applied Ecology* 33: 893-905.
- FLEMING, I.A., K. HINDAR, I.B. MJØLNERUD, B. JONSSON, T. BALSATD & A. LAMBERG 2000. Lifetime success and interactions of farm salmon invading a native population. *Proc. R. Soc. Lond.* 267:1517-1523.
- FRIEDLAND, K.D., L.P. HANSEN, D.A. DUNKLEY & J.C.MACLEAN 2000. Linkage between ocean climate, post-smolt growth, and survival of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the North Sea area. *ICES Journal of Marine science* 57 : 419-429.
- GIBSON, R.J. 1993. The Atlantic salmon in fresh water: spawning, rearing and production. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 3: 39-73.
- HVIDSTEN, N.A., B.O. JOHNSEN, A.J. JENSEN, P. FISKE, O. UGEDAL, E.B. THORSTAD, J.G. JENSÅS, Ø. BAKKE & T. FORSETH. 2004. Orkla – et nasjonalt referansevassdrag for studier av bestandsregulerende faktorer av laks. - NINA fagrapport 079, 96 sider.
- HANSEN, L.P. & B. JONSSON 1989. Salmon ranching experiments in the River Imsa: Effect of timing of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolt migration on survival to adults. *Aquaculture* 82: 367-373.
- HANSEN, L.P., P. FISKE, M. HOLM, A.J. JENSEN & H. SÆGROV 2006. Bestandsstatus for laks. Rapport fra arbeidsgruppe. Utredning for DN 2006-3: 48 sider.
- HANSEN, L. 2006. Vandring og spredning av rømt oppdrettslaks. – NINA Rapport 162. 21 s.
- HELLEN, B. A., H. SÆGROV, S. KÅLÅS & K. URDAL 2006. Fiskeundersøkingar i Aurland og Flåm, årsrapport for 2005. Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 897, 81 s.
- HOLST, J.C. & P.J. JAKOBSEN 1999. Lakselus dreper. *Fiskets gang* 8: 25-28
- JENSEN, A.J. (redaktør) 2004. Geografisk variasjon og utviklingstrekk i norske laksebestander. - NINA Fagrapport 80. 79 sider.
- JONSSON, N., JONSSON, B & HANSEN L.P. 1998. Long-term study of the ecology of wild Atlantic salmon smolts in a small Norwegian river. *Journal of Fish Biology* 52: 638-650.
- KÅLÅS, S, & K. URDAL. 2005. Overvaking av lakselusinfeksjonar på tilbakevandra sjøaure i Rogaland og Hordaland sommaren 2005. Rådgivende Biologer AS, rapport 855, 28 sider.
- LARSEN, T. & H. SÆGROV 2003. Sammenhengen mellom forsuringsrelatert vannkvalitet og utvikling av villaksbestander på Vestlandet. NIVA-rapport 4662, 39 sider.
- LUND, R.A. 1998. Rømt oppdrettslaks i sjø- og elvefisket i årene 1989 - 1997. - NINA Oppdragsmelding 556: 1-25.
- LURA, H. 1995. Domesticated female Atlantic salmon in the wild: spawning success and contribution to local populations. Dr. scient avhandling. Universitetet i Bergen, Mai 1995.
- LURA, H. & H. SÆGROV 1991. Documentation of successful spawning of escaped farmed female Atlantic salmon, *Salmo salar*, in Norwegian rivers. *Aquaculture* 98: 151-159.
- LURA, H. & F. ØKLAND 1994. Content of synthetic astaxanthin in escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., ascending Norwegian rivers. *Fisheries Management and Ecology* 1: 205-216.

- McGUINNITY, P., P. PRODÖHL, A. FERGUSON, R. HYNES, N.Ó. MAOILÉIDIGH, N. BAKER, D. COTTER, B. O'HEA, D. COOKE, G. ROGAN, J. TAGGART & T. CROSS. 2003. Fitness reduction and potential extinction of wild populations of Atlantic salmon, *Salmo salar*, as a result of interactions with escaped farm salmon. -Proceedings of the Royal Society of London B 279: 2443-2450.
- SKILBREI, O.T., J.C. HOLST & M. HOLM. 2006. Oppsummering av kunnskapsstatus innen rømming av oppdrettslaks. – Tiltak for gjenfangst etter rømming. Fisken og Havet, nr. 7 - 2006.
- SKURDAL, J., L.P. HANSEN, Ø. SKAALA, H. SÆGROV & H. LURA 2001. Elvevis vurdering av bestandsstatus og årsaker til bestandsutviklingen av laks i Hordaland og Sogn og Fjordane. Utredning for DN 2001-2.
- SÆGROV, H. & B.A. HELLEN. 2004. Bestandsutvikling og produksjonspotensiale for laks i Suldalslågen. Sluttrapport for undersøkingar i perioden 1995 – 2004. *Suldalslågen – Miljørapport nr. 13*, 55 sider.
- SÆGROV, H. 2005. Variasjon i andel smålaks i Suldalslågen samanlikna med andre storlaksbestandar. Rådgivende Biologer AS rapport 827, 18 sider.
- SÆTTEM, L.M. 1995. Gytebestander av laks og sjøaure. En sammenstilling av registreringer fra ti vassdrag i Sogn og Fjordane fra 1960 - 94. Utredning for DN. Nr 7 - 1995. 107 sider.
- URDAL, K. 2006. Analysar av skjellprøvar frå sportsfiske- og kilnenotfangstar i Sogn og Fjordane i 2005. Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 919, 50 sider.