

675

OPPDRAKSMELDING

Oppvandring hos radiomerket
laks i Suldalslågen i forhold til
vannføring, vannkvalitet og
vanntemperatur

Peder Fiske
Eva B. Thorstad
Finn Økland
Bjørn Ove Johnsen



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Oppvandring hos radiomerket
laks i Suldalslågen i forhold til
vannføring, vannkvalitet og
vanntemperatur

Peder Fiske
Eva B. Thorstad
Finn Økland
Bjørn Ove Johnsen

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding NIKU Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befaringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

NINA•NIKU Project Report

Serien presenterer resultater fra begge instituttenes prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc.

Opplaget varierer avhengig av behov og målgrupper.

Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "almenheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvern-avdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

Opplag: Varierer

Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINA og NIKUs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer NINA og NIKU-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Fiske, P., Thorstad, E.B., Økland, F. & Johnsen, B.O. 2001. Oppvandring hos radiomerket laks i Suldalslågen i forhold til vannføring, vannkvalitet og vanntemperatur. - NINA Oppdragsmelding 675: 1-42.

Trondheim, januar 2001

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1190-4

Forvaltningsområde:
Udefinert

Rettighetshaver ©:
Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning
NINA•NIKU

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:
Torbjørn Forseth
NINA•NIKU, Trondheim

Design og layout:
Synnøve Vanvik

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice


Opplag: 200

Kontaktadresse:
NINA•NIKU
Tungasletta 2
7485 Trondheim
Tel: 73 80 14 00
Fax: 73 80 14 01

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13134 Suldalslågen - telemetri, laksevandring

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning
Lakseforsterkingsprosjektet fase 2

Referat

Fiske, P., Thorstad, E.B., Økland, F. & Johnsen, B.O. 2001. Oppvandring hos radiomerket laks i Suldalslågen i forhold til vannføring, vannkvalitet og vanntemperatur. - NINA Oppdragsmelding 675: 1-42.

Sur nedbør har ført til reduksjon i laksebestandene i mange vassdrag i Sør-Norge. Det meste av kunnskapen om hvordan laksen responderer på redusert vannkvalitet foreligger for parr og smolt. Det eksisterer liten kunnskap om hvordan voksen laks under oppvandring til gyteplassene responderer atferdsmessig på nedsatt vannkvalitet. Ved tilførsel av surt og aluminiumrikt vann til vassdrag med mindre surt vann kan det dannes blandsoner som er giftige for laksefisk.

I løpet av sommeren og høsten 1995 og 1996 ble til sammen 72 laks merket med radiosendere i Sandsfjorden eller i laksetrappa i Sandsfossen i Suldal, Rogaland. I denne rapporten analyseres atferden til laksen som passerte Sandsfossen og påbegynte en vandring videre oppover i Suldalslågen (totalt 37 laks). Fisken ble lokalisert ved daglige peilinger.

Andelen laks som vandret nedstrøms i retning av elvemunningen var ikke signifikant forskjellig for laks i Suldalslågen sammenlignet med laks i Altaelva og Namsen i løpet av de første 20 dager etter oppvandring. Dette tyder på at laksen i Suldalslågen ikke oppfører seg forskjellig fra laks i elver som er mindre utsatt for sur nedbør. Imidlertid er disse elvene ikke direkte sammenlignbare med Suldalslågen, fordi de har en vesentlig lengre lakseførende strekning og ingen store vandringshindre i nedre del av elva.

Vannføring, vanntemperatur, pH samt endringer i disse variablene hadde ingen signifikant effekt på vandringslengden hos laksen i Suldalslågen de første 20 dagene etter oppvandring. Imidlertid var variasjonen i vandringslengde signifikant mindre på dager med høy andel vann fra sidebekker til Suldalslågen. At laksen holdt seg mer i ro i perioder med høy andel vann fra sidebekkene tyder på at laksen hadde en atferdsmessig respons på tilførsel av vann fra sidebekkene. Dersom den observerte atferden skyldes tilførselen av surt vann fra sidebekkene, kan sure sidebekker forsinke laksens naturlige oppvandring i elva. Det kan ikke utelukkes at disse resultatene skyldes en respons på høy vannføring, fordi økt andel av vann fra sidebekkene var en faktor som til dels samvarierte med høy vannføring. Dette er imidlertid en lite sannsynlig forklaring, fordi laks vanligvis responderer på økt vannføring med økt oppvandringsaktivitet. Mønsteret i materialet var dessuten det samme ved analyser av dager da andelen vann fra sidebekker og vannføring opptrådte mer uavhengig av hverandre, men denne forskjellen var ikke signifikant. For å trekke sikre konklusjoner vedrørende dette, må vandring hos laks registreres på en tilsvarende måte ved en bedre

vannkvalitet etter kalking, og resultater før og etter kalking sammen-lignes.

En signifikant mindre andel radiomerkede laks ble registrert ovenfor vandringshindrene ved Grovafossen, Skotifossen og Juvet (6-7 km fra Sandsfossen) enn andelen laks registrert ovenfor disse vandringshindrene ved gytefisktellinger. Den mest sannsynlige årsaken til dette er en kombinasjon av at radiosendere falt av under passering av Juvet og at fiskene som ble merket med radiosendere ikke er et representativt utvalg av laksen som går opp i elva fordi de ble fanget i laksetrappa. Laksen som ble fanget i laksetrappa kan være fisk som er dårligere skikket til å passere vandringshindre enn laks som vandrer opp i elva gjennom Sandsfossen.

Emneord: *Salmo salar* - gytevandring - sur nedbør - blandsoner - kalking - radiomerking - telemetri.

Peder Fiske, Eva B. Thorstad, Finn Økland & Bjørn Ove Johnsen, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim.

Abstract

Fiske, P., Thorstad, E.B., Økland, F. & Johnsen, B.O. 2001. Upstream migration of radio tagged Atlantic salmon in the River Suldalslågen related to water discharge, water quality and water temperature. - NINA Oppdragsmelding 675: 1-42.

Salmon populations in several rivers in southern Norway have declined due to acid rain. Most of the knowledge about responses of salmon to reduced water quality is from fry and smolts. The response of adult salmon during their spawning migrations is less known. When acid water with high levels of dissolved aluminium is mixed with neutral water, toxic mixing zones can be formed. The unstable aluminium ions in such water can be toxic to salmonids.

During the summers of 1995 and 1996, 72 salmon were radio tagged in Sandsfjorden (sea) or in Sandsfossen (river) in Suldal, Rogaland. In this study, migration behaviour of the fish that started upstream migration in the River Suldalslågen past the Sandsfossen waterfall was analysed (37 individuals). The position of the fish in the river was recorded by daily trackings.

The proportion of radio tagged salmon with downstream movements longer than 500 meters was not significantly different in Suldalslågen compared to the rivers Namsen and Altaelva. This suggests that the migration pattern of salmon in Suldalslågen is not different from less acidified rivers. However, the topography and length of the rivers vary considerably, and, therefore, they may not be directly comparable. In the two other rivers, there are no main obstacles to upward migration in the lower parts of the river as is found in Suldalslågen.

Water flow, water temperature, pH and daily changes in these variables did not significantly affect upstream migration. However, the variation in daily migration distances shows a significant relationship to water flow and the percentages of water coming from the tributaries. The variation in migration distances was lower when the percentages of water coming from the tributaries were high, which indicates that the salmon migrated less both up- and downstream during periods of reduced water quality. However, it can not fully be ruled out that the behavioural changes were a result of increased water flow, but this explanation is less likely, because salmon usually respond to increased water flow by increased migration activity. If the reduced migration activity was an effect of toxic mixing zones or of water flow per se can be ascertained by comparing these data with migration behaviour in the river after the water quality is improved by liming.

Few radio tagged salmon passed the waterfalls Grovafossen, Skotifossen and Juvet (6-7 km upstream from

Sandsfossen) compared to the distribution of salmon in the river system based on manual counts by diving. These results indicate that radio tagged salmon did not behave in the same way as untagged salmon, that some of them lost their transmitters during passage of Juvet or that the radio tagged fish was a biased sample of the fish ascending the river. Most of the salmon in this sample were caught and tagged in the fish ladder in Sandsfossen. Salmon caught in the fish ladder may be less suited to pass obstacles and waterfalls than salmon migrating through the waterfall Sandsfossen.

Key words: *Salmo salar* - spawning migration - acidification - mixing zones - liming - radio tagging - telemetry.

Peder Fiske, Eva B. Thorstad, Finn Økland & Bjørn Ove Johnsen, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, NO-7485 Trondheim, Norway.

Forord

Undersøkelser av vandring hos radiomerket laks i Suldalslågen ble gjennomført i 1995 og 1996, etter oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning (DN) og Lakseforsterkingsprosjektet fase 2. Resultater fra 1995 er rapportert i Johnsen et al. (1996, 1997, 1998). Resultater fra både 1995 og 1996 er analysert i denne rapporten. Undersøkelsene ble finansiert av DN, NINA og Lakseforsterkingsprosjektet fase 2.

Helge N. Husevåg, Steinar Husevåg, Anders Lamberg (NINA), Morten Kraabøl, Øyvind Vårvik, Eilif Brodtkorb (Statkraft Engineering, SE), Ola Bråtveit, Kjell Aarhun, Oddvar Klungtveit, Rasmus Mikkelsen og Svein Møgedal deltok i arbeidet med fangst og merking av fisk; også med hjelp fra Bjørn Moe og Ola Hauge. Peilearbeidet ble utført av Torbjørn og Kjell Pettersen, Jan Halvard, Jan, Marit og Helga Møgedal, Terje Frøyland og Finn Gravem (SE). Skjellprøvene ble bearbeidet av Gunnel Østborg (NINA). Grete Klaveness (SE) skaffet til veie pH-data. Leiv G. Ruud og Arve M. Tvede (Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE) skaffet til veie vannførings- og vanntemperaturdata fra Suldalslågen. Roy Langåker (DN), Antonio B. S. Poléo (Universitetet i Oslo) og Steinar Sandøy (DN) leste gjennom og kommenterte en tidligere versjon av manuskriptet. Vi vil takke alle involverte for hjelpen og et godt samarbeid. Bjørn Ove Johnsen (NINA) var prosjektleder i 1995 og 1996.

Trondheim januar 2001

Eva B. Thorstad
prosjektleder

Innhold

Referat	3
Abstract	4
Forord	5
1 Innledning	6
2 Områdebeskrivelse	7
3 Materiale og metoder	7
3.1 Merking og peiling av fisk	7
3.2 Registrering av vannføring, vannkvalitet og vanntemperatur	8
3.3 Statistiske analyser	8
3.3.1 Sammenligning med vandringmønster i andre elver	8
3.3.2 Vandring i forhold til vannføring, vanntemperatur og vannkvalitet	8
3.3.3 Passering av vandringshinder	9
3.3.4 Laksens plassering i elva i forhold til sidebakk	9
4 Resultater	9
4.1 Sammenligning med vandringmønster i andre elver	9
4.2 Vandring i forhold til vannføring, vanntemperatur og vannkvalitet	9
4.3 Passering av vandringshinder	11
4.4 Laksens plassering i elva i forhold til sidebakk	11
5 Diskusjon	15
5.1 Sammenligning med vandringmønster i andre elver	15
5.2 Vandring i forhold til vannføring, vanntemperatur og vannkvalitet	15
5.3 Passering av vandringshinder	16
5.4 Laksens plassering i elva i forhold til sidebakk	16
5.5 Oppsummering og konklusjon	16
6 Litteratur	17
Vedlegg 1 Merket fisk	20
Vedlegg 2 Returnerte sendere	21
Vedlegg 3 Vandringmønster	22

1 Innledning

Laksebestandene i mange vassdrag i Sør-Norge har gått kraftig tilbake fra midten av forrige århundre. En del av årsaken er negative effekter av forsurening (f eks Muniz og Leivestad 1980, Muniz 1984, Rosseland et al. 1986). Effekten av surt vann på laksefisk er ikke bare avhengig av surheten på vannet alene, men også vannets kjemiske sammensetning utover pH (f eks Driscoll et al. 1980, Wood & McDonald 1987, Kroglund et al. 1994, Gensemer & Playle 1999). I Skandinavia er det aluminium som har de største negative effektene på fisk i surt vann (Gunn & Belzile 1994). Laksefisk som blir eksponert for surt vann med mye aluminium viser økt dødelighet i burforsøk (bioassays) og laboratorieforsøk (f eks Poléo et al. 1991, Poléo & Muniz 1993, Van Sickle et al. 1996, Berntssen et al. 1997, Kroglund et al. 1998a, 1998b). Smolt ser særlig ut til å bli negativt påvirket av surt vann (f eks Staurnes et al. 1996), men effektene på kjønnsmoden fisk er dårligere undersøkt enn effektene på smolt og parr (Kroglund et al. 1994). Flere undersøkelser indikerer at fisken kan samle seg i lommer med gunstig vannkvalitet (Barlaup & Åtland 1996, Rosseland et al. 1986), eller foreta nedstrøms forflytninger for å unngå giftig vann (Baker et al. 1996, Gagen et al. 1994, Skogheim et al. 1984, sammendrag i Åtland 1996). Lacroix et al. (1995) fant imidlertid ingen endringer i bruk av mikrohabitater i løpet av sure episoder.

Ved blanding av surt vann og mer nøytralt vann kan det oppstå blandsoner hvor aluminium har forhøyet giftighet (f eks Baker 1982, Skogheim et al. 1986, Rosseland et al. 1992, Poléo 1995). Arealet av blandsoner er avhengig av avgiftingsraten, som har en sammenheng med temperatur og pH (Lydersen 1990, Kroglund et al. 1998a, 1998b). Den økologiske relevansen av blandsoner i vassdrag er enda ikke påvist i tilstrekkelig grad (Kroglund 1998a). Dette har sammenheng med at de giftige tilstandsformene av aluminium ikke kan måles i vannprøver som blir oppbevart en stund før de analyseres (f eks Lydersen et al. 1994), men både laboratorieforsøk og feltforsøk (f eks Poléo et al. 1994, Rosseland et al. 1992, Kroglund et al. 1998ab) viser at de kan medføre negative effekter på laksunger og smolt. Smoltkvaliteten i Suldalslågen er vurdert ut fra fysiologisk status både for stedegen villfisk og anleggsprodusert fisk (Kroglund et al. 1998c, Finstad et al. 1999). Resultatene fra disse undersøkelsene tydet på at Suldalslågen er moderat forsuret og at vannkvaliteten forårsaket tilstandsendringer på gjellevev, ioneregulering, enzymer og reduserte fiskens saltreguleringsevne. Høye aluminiumskonsentrasjoner på gjellene hos smolt i Suldalslågen tydet på tilstedeværelse av blandsoner som ikke ble fanget opp av det vannkjemiske programmet (Finstad et al. 1999). Muligheten for dannelse av blandsoner i Suldalslågen kan være mindre om høsten enn om våren (Øxnevad & Poléo 1998).

Fram til 1998 ble vannet i Suldalslågen kun tilsatt kalk i øvre deler av vassdraget, slik at pH skulle være høyere enn 6,0 ved kalkingsstedet (Anon. 1994, 1999). I perioder med mye nedbør eller sterk snøsmelting bidrar vann fra sidebekker med mye av vannføringen i Suldalslågen (Blakar 1995). Vannet i sidebekkene var surere enn vannet fra Suldalsvatnet (Blakar 1995). Tilførselen av surt vann fra sidebekker førte til at pH nedover i vassdraget ble lavere enn 6,0 (Blakar 1995). I perioden 1989-95 bidro restfeltet med gjennomsnittlig 23 % av vannet nederst i Suldalslågen. Restfeltet kan imidlertid bidra med 80-95 % av vannet i perioder med minstevannføring og ekstrem nedbør (Blakar 1995). Blakar (1995) antok at stor avrenning fra restfeltet i flomperioder trolig ga giftige blandsoner med en betydelig utbredelse i Suldalslågen. I 1998 ble tre kalkingsanlegg i sidevassdrag til Suldalslågen satt i drift, noe som har medført en forbedret vannkvalitet (Anon. 1999).

I denne undersøkelsen ble vandringsatferd hos oppvandrende laks i Suldalslågen undersøkt ved hjelp av radiomerking i 1995 og 1996. Spørsmål vi ønsker å belyse er:

- Hvordan er oppvandringsmønsteret i Suldalslågen i forhold til i elver uten påvirkning av surt vann?
- Hvordan reagerer laks under oppvandringsfasen på endringer i vannføring, pH, vanntemperatur og andelen av vannføringen som kommer fra sidebekker?
- Oppfører laksen som er merket med radiosendere seg på samme måte som den øvrige laksen som vandrer opp i elva?

2 Områdebeskrivelse

Suldalslågen renner fra Suldalsvatnet (Suldalsosen) til utløpet i Sandsfjorden ved Sand i Rogaland. Dette er en strekning på ca 22 km, med en høydeforskjell på 68 m. Vannet i øvre deler av elva ble fram til 1998 kalket ved Suldalsosen dersom pH ble lavere enn 6,0, noe som stort sett bare skjedde i perioder med minstevannføring (Anon. 1994, 1999). Elva drenerer et restfelt på ca 135 km² (Blakar 1995). Vannet fra restfeltet renner ned i Suldalslågen gjennom en rekke sidebækker. Disse sidebakkene har hatt vann som er betydelig surere og med et høyere aluminiumsinnhold enn vannet i selve Suldalslågen i flomperioder (Blakar 1995). I 1998 ble kalkingsanlegg satt i drift i Tjøstheimsåna, Steinsåna og Mosåna (Anon. 1999).

Suldalslågen deles naturlig inn i tre deler (Johnsen et al. 1996, 1997):

- 1) Sjøen - Sandsfossen (0,5 km)
- 2) Sandsfossen - Skotifossen (6,5 km)
- 3) Skotifossen - Suldalsosen (14,5 km)

Topografi, historikk og reguleringer i Suldalslågen er grundig beskrevet i Johnsen et al. (1996, 1997). Laksen i Suldalslågen gyter i desember og januar, og elva er dermed en av de elvene i Norge hvor gytingen foregår seinest (Heggberget 1988).

3 Materiale og metoder

3.1 Merking og peiling av fisk

Laksen ble enten fanget i kilenøter i sjøen eller fanget i laksetrappa ved Sandsfossen (laksestudio) (**tabell 1, vedlegg 1**). Laksen ble merket med radiosendere (Modell 7PN, Advanced Telemetry Systems Inc., ATS) som ble festet med ståltråd gjennom ryggmuskulaturen ved basis av ryggfinnen. Senderne var 3,8 cm lange, 2,0 cm brede og 1,0 cm tykke. De veide 3,4 g i vann og 11,0 g i luft. Garantert levetid var 130 dager. Radiosenderne hadde signaler i frekvensområdet 142,010 - 142,500 MHz. Laksen som ble fanget i sjøen ble satt ut i sjøen igjen, mens de som ble fanget i laksetrappa ble satt ut ovenfor Sandsfossen. I 1995 ble 38 laks merket, og i 1996 ble 34 laks merket (**tabell 1, vedlegg 1, 2**). Fiskens plassering i elva ble bestemt til nærmeste 500 m ved daglige peilinger fra bil i perioden fra første radiomerkede laks gikk opp i elva til 30. november (fisk merket i 1995) og 31. januar (fisk merket i 1996). Fisk merket i 1995 ble deretter peilet to ganger per uke til 10. januar og én gang per uke fram til slutten av januar. Fisk merket i 1996 ble peilet ukentlig fra 1. februar til utgangen av april 1997.

Ved fangst ble fiskens lengde målt og det ble tatt en skjellprøve. Villaks, utsatt laks og oppdrettslaks ble identifisert ved en kombinasjon av ytre kjennetegn og skjellanalyser (Johnsen et al. 1996, 1997). Ved disse metodene vil en kjenne igjen all villaks, tilnærmet all oppdrettslaks som er rømt etter minst ett år i sjømare, og minst halvparten av laksen som har rømt eller blitt satt ut som smolt. Eventuelle feilbestemmelser vil være at laks om rømte eller ble satt ut som smolt blir tatt for å være villaks (Lund et al. 1989).

Tabell 1. Oversikt over radiomerket laks i 1995 og 1996 (se også tabell 1 og 2 i Johnsen et al. (1996, 1997) og vedlegg 1 og 2 i denne rapporten).

År	Fangststed	Villaks		Oppdretts-, usikker og utsatt laks		
		Hann	Hunn	Ubestemt kjønn	Hann	Hunn
1995	Sjøen	6	14	1	4	8
	Laksetrappa	2	2		1	0
	Sum	8	16	1	5	8
1996	Sjøen	2	2			2
	Laksetrappa	11	4		9	4
	Sum	12	6		9	6
1995 & 1996	Totalt	21	22	1	14	14

3.2 Registrering av vannføring, vannkvalitet og vann-temperatur

Data om vanntemperatur og vannføring ble framskaffet av Statkraft Engineering fra NVE's database, samt direkte fra NVE. Data om pH for 1996 ble framskaffet fra Statkraft Engineering. Det ble benyttet data fra følgende stasjoner: Suldalsosen ved utløpet av Suldalsvannet (vannføring), Lavika (vannføring), Tjelmane Bru (temperatur) og Sand (pH). For vannføring og temperatur benyttet vi døgnmiddel på målestasjonene. Data om pH foreligger som målinger hver halvtime. Dataene ble inpsisert manuelt, og de laveste pH målingene for hvert døgn ble plukket ut for bruk i analysene. Ved å benytte pH målt til et fast tidspunkt hvert døgn eller døgn-gjennomsnitt, kan korte episoder med nedsatt pH bli oversett. I tillegg ble endringene i vanntemperatur og vannføring fra én dag til neste, samt differansen mellom høyeste og laveste pH i løpet av et døgn, inkludert i analysene. Absolutte pH verdier kan være noe unøyaktige på grunn av unøyaktigheter i måleinstrumentene dersom det har gått lang tid siden kalibrering, men de relative endringene (differansen mellom høyeste og laveste pH) vil gjenspeiles på en riktigere måte.

3.3 Statistiske analyser

På grunn av liten variasjon i fiskens atferd fra 20 dager etter at de hadde begynt sin oppvandring i elva og fram til gyting, ble kun de første 20 dagene etter oppvandring behandlet statistisk i denne rapporten. Denne perioden er også den perioden hvor vi har opplysninger om vandringer fra flest individer.

3.3.1 Sammenligning med vandringsmønster i andre elver

Data om vandringsmønsteret basert på telemetri i andre elver ble samlet inn fra litteraturen. Som en respons på giftig vann kan man forvente at laksen vandrer nedstrøms i elva igjen, basert på observasjoner som antyder en slik unnvikelsesatferd (Skogheim et al. 1984). Derfor ble nedvandringsmønsteret i Suldalslågen testet mot nedvandringsmønsteret som er observert i Altaelva og Namsen (Heggberget et al. 1996, Thorstad et al. 1996) ved hjelp av kji-kvadrat tester. Nedvandring ble definert som forflytninger på mer enn 500 m (mer enn peileunøyaktighet) nedover mot elvemunningen. Siden peilingene i Suldalslågen ble foretatt daglig, mens det for de andre elvene var lengre tid mellom hver peiling (3-7 dager), valgte vi bare å registrere om nedvandring hadde funnet sted eller ikke. Noen sammenligning av antall nedvandring per fisk, samt lengden på nedvandringene ble ikke foretatt fordi metodene i undersøkelsene og elvenes topografi var såvidt forskjellige.

3.3.2 Vandring i forhold til vannføring, vanntemperatur og vannkvalitet

Laks under oppvandring i elv vil som regel vandre relativt langt den første tiden etter at de har gått opp i elva, og deretter holde seg relativt rolig fram til gyting når de har funnet fram til området hvor de vil foreta gytingen (f eks Hawkins & Smith 1986, Økland et al. 1995). På bakgrunn av dette kan vandringsmønsteret til fisken ikke tilnærmes ved en lineær regresjon. Vandringslengden per dag ble derfor tilnærmet som en funksjon av dager siden den startet oppvandringen med en negativ eksponentsiell funksjon ($y = 7136,83e^{-1,06x}$, hvor x = antall dager fra oppvandring og y = forventet daglig vandringslengde, $r^2 = 0,21$, $p < 0,001$). Residualene fra denne regresjonen ble brukt som et mål på hvordan laksen vandret relativt til hva man kan forvente ut fra hvilken fase i oppvandringen fisken befant seg i. Residualene vil da uttrykke avviket fra den forventede vandringslengden på den aktuelle dagen. Positive residualer betyr at fisken har vandret lenger oppover i elva enn man kunne forvente ut fra antall dager etter oppvandring, mens negative residualer betyr at fisken har vandret kortere oppover i elva enn man kunne forvente, eller at den har vandret nedover i elva. Ved å bruke residualer kan vi dermed kontrollere for noe av effekten som tiden etter at fisken startet sin oppvandring vil ha på resultatene.

Miljøparametre (kovariater) som ble testet var: (1) vannføring ved utløpet av elva, (2) differansen i vannføring i forhold til dagen før, (3) prosentandelen av vannføringen som kommer fra sidebekker (beregnet som differansen i vannføring mellom innløpet av elva (Suldalsosen) og utløpet av elva (Lavika) ganget med 100 delt på vannføringen ved utløpet av elva), (4) døgnmiddeltemperatur ved utløpet av elva, (5) differansen i døgnmiddeltemperatur siden forrige døgn, (6) minimumsverdier per døgn for pH ved utløpet av Suldalslågen og (7) differansen mellom maksimum og minimum pH i løpet av siste døgn. Effekten av disse parametrene ble testet med multippel regresjon, med vandringslengde (observerte verdier eller residualer) som avhengig variabel. Først ble alle variablene tatt med i regresjonen. Deretter ble "den beste" modellen bygget opp med stegvis (stepwise) prosedyre med forover (forward) inkludering av variabler. I tillegg ble følgende faktorer tatt med i analysen (1) individ og (2) fisketype (vill eller oppdrett). Fisk ble karakterisert som oppdrett dersom skjellanalysene indikerte oppdrettsfisk, fisken var fettfinneklippet (utsatt) eller fisken var karakterisert som usikker type. Absolutt vandringslengde og vandringslengde kontrollert for tid siden oppvandring (residualer) ble testet mot alle kovariatene og faktorene ved hjelp av en ANCOVA i prosedyren GLM i SPSS 8.0 for Windows. I tillegg ble det testet for ulik varians ved hjelp av Levenes test.

Daglige vandringslengder var ikke normalfordelte, og ble heller ikke mer normalfordelte ved bruk av vanlige (og uvanlige) transformasjoner. Mønstrene som kommer fram bør derfor tolkes med en viss skepsis. Imidlertid var forklaringsgraden i regresjonen så liten og fraværet av noe mønster såpass klart at dette neppe har noen innvirkning på tolkningen av resultatene. Siden de daglige vandringslengdene dreier seg til en viss grad av repeterte målinger på de samme individene, vil det være en avhengighet mellom datapunktene i materialet. En bedre analysemetode for et slikt datasett ville være å benytte ANOVA for repeterte målinger ("repeated measures ANOVA"), men dessverre manglet observasjoner av alle fiskene ved alle typer vannkvalitet. At vi ikke fikk noen signifikant effekt av individ tyder på at avhengighetsproblemet ikke er stort, men det utelukker ikke at avhengige datapunkter kan være et problem. Generaliseringsverdien av resultatene er derfor begrenset utover å kunne beskrive hvordan disse spesielle fiskene responderte som følge av endringer i vannkvaliteten.

3.3.3 Passering av vandringshinder

Oppfører laksen som er merket med radiosendere seg på samme måte som resten av laksen som går opp i elva? Antallet laks som vandret forbi Juvet ble testet mot fordelingen av laks som ble observert på de samme strekningene under en taksering av laks i desember 1995 og januar 1996 (Sægrov & Kålås 1996) ved hjelp av en kji-kvadrat test.

3.3.4 Laksens plassering i elva i forhold til sidebekk

Laks som oppholdt seg i nærheten av en sidebekk ved Grovamoen (Grovabekken) ble peilet med nøyaktighet +/- 20 m for å teste atferd ved en potensiell blandson. Kun tre individer ble registrert i dette området. Dette er for lite materiale til å kunne gjøre statistiske tester, slik at resultatene fra denne delen av studiet blir presentert uten statistiske tester. Vi har heller ikke data om vannkjemi fra dette området i den aktuelle perioden.

4 Resultater

4.1 Sammenligning med vandringsmønster i andre elver

De fleste fiskene vandret et relativt kort stykke opp i elva og stoppet opp eller vandret nedstrøms igjen da de møtte vandringshinderet ved Skotifossen/Juvet. Vi fant ingen signifikant forskjell i andelen laks som vandret nedstrøms mellom Suldalslågen og Altaelva og Namsen (**tabell 2**). Teststyrken ($1-\beta$) for denne testen var relativt høy (**tabell 2**). I denne analysen ble det ikke skilt mellom villaks og oppdrettslaks.

Av 33 laks som ble merket i laksetrappa og dermed befant seg ovenfor Sandfossen når de ble sluppet løs, var det 9 (27 %) som ikke ble peilet lenger opp i elva etter slipp. Det var ingen signifikante forskjeller mellom andelen oppdrettslaks (5 av 14) og villaks (4 av 19) som ikke vandret videre oppover i elva. Om fisken som ikke vandret videre oppover i elva tas med i materialet og defineres som nedvandringssatferd, er det fortsatt ikke signifikante forskjeller mellom Suldalslågen og andre norske elver.

4.2 Vandring i forhold til vannføring, vanntemperatur og vannkvalitet

Vi fant ingen signifikante effekter av laveste pH, vannføring ved utløpet og vanntemperatur ved utløpet av elva, samt med endringene fra dag til dag i disse variablene på gjennomsnittlig vandringslengde hos laksen, enten vi benyttet observerte vandringslengder eller residualer (**tabell 3**). Ingen variabler ble inkludert i modellen ved bruk av en stegvis multippel regresjon. pH-data forelå bare for 1996, og for å kunne benytte det totale materialet ble prosentandelen av vannføringen som kom fra sidebekker benyttet som en variabel i en multippel regresjon på totalmaterialet. Her var endringer i vanntemperatur positivt korrelert med vandringslengde. Det var også en tendens i samme retning hvis vi kontrollerer for dager etter oppvandring ved å benytte residualene (**tabell 4**). Endring i vanntemperatur var den eneste variabelen som ble med i den stegvist oppbygde modellen. Denne ble med i modellen både ved bruk av vandringslengder ($F = 7,0$, $df = 1$, 576 , $p = 0,008$, $r^2 = 0,012$) og residualer ($F = 3,96$, $df = 1$, 576 , $p = 0,047$, $r^2 = 0,007$). Dette indikerer at fiskene vandrer lenger oppover elva på dager med økende vanntemperatur, men forklaringsgraden for denne modellen er svært lav. For å teste om fiskeidentitet eller fisketype (vill eller oppdrett) hadde noen innvirkning på resultatene, ble de samme testene også kjørt som ANCOVA med disse variablene som faktorer. Disse analysene ga ikke signifikante resultater for noen av faktorene eller kovariatene.

Tabell 2. Antall fisk som viste nedvandringsatferd (som vandret mer enn 500 m tilbake mot elvemunningen) blant radiomerkede laks i tre ulike norske elver. I denne testen er det sett på de første 20 dagene etter oppvandring. Det er ingen signifikant forskjell mellom elvene $\chi^2 = 0,22$, $df = 2$, $p = 0,90$, teststyrke (power) for å oppdage en middels forskjell ($w = 0,3$), ved $\alpha = 0,05$: $1-\beta = 0,78$.

Elv	Antall fisk med nedvandringsatferd	Antall fisk uten nedvandringsatferd	Sum	Referanse
Suldalslågen	18	19	37	(Denne rapporten)
Altaelva	23	29	52	(Heggberget et al. 1996)
Namsen	6	8	14	(Thorstad et al. 1996)
Sum	47	56	103	

Tabell 3. Multippel regresjon av daglig vandringslengde (observerte verdier og residualer) mot laveste pH, vanntemperatur og vannføring ved utløpet til Suldalslågen. Data fra radiomerket laks i 1996.

Vandringslengde				
Total modell:	F = 0,56	df = 6, 293	p = 0,76	r ² =0,011
Parameter estimater	B	SE (B)	t	p
Laveste pH	569,44	347,65	1,63	0,10
Vanntemperatur	44,78	49,38	0,91	0,37
Vannføring	-2,96	4,94	-0,60	0,55
Endring i pH	549,89	595,42	0,92	0,36
Endring i vanntemperatur	-16,41	59,78	-0,28	0,78
Endring i vannføring	1,75	6,22	0,28	0,78
Residualer				
Total modell	F = 0,25	df = 6, 293	p = 0,96	r ² =0,005
Parameter estimater	B	SE (B)	t	p
Laveste pH	358,77	319,46	1,12	0,26
Vanntemperatur	24,78	45,38	0,55	0,58
Vannføring	-0,92	4,53	-0,20	0,84
Endring i pH	343,44	547,15	0,63	0,53
Endring i vanntemperatur	-12,90	54,93	-0,24	0,82
Endring i vannføring	-1,21	5,72	-0,21	0,83

Vi fant ingen signifikant effekt av andelen vann fra restfeltet på gjennomsnittlig vandringslengde hos laksen. På dager hvor mer enn 30 % av vannføringen kom fra sidebekkene var imidlertid variasjonen i vandringslengde signifikant mindre enn på dager med mindre vannføring fra sidebekkene (**figur 1, 2 og 3**). Dette resultatet holder enten man ser på vandringslengde (Levenes test for likhet i varianser: $F = 4,97$, $df = 23$, 569 , $p < 0,001$), eller om man kontrollerer for dager etter oppvandring ved å bruke residualer fra den eksponensielle funksjonen for vandringslengde mot antall dager fra oppvandring (Levenes test for likhet i varianser: $F = 3,58$, $df = 23$, 569 , $p < 0,001$). Mønsteret er det samme både

innenfor de første 10 dagene etter at laksen har begynt sin oppvandring i elva og innenfor dag 11-20 etter oppvandring. Villaks og oppdrettslaks viser også det samme mønsteret, men hvis materialet splittes blir testen signifikant bare for villaks.

Tabell 4. *Multipel regresjon av daglig vandringslengde (observerte verdier og residualer) mot prosent av vannføringen som kommer fra sidebekker, vanntemperatur og vannføring ved utløpet til Suldalslågen, samt endringer fra forrige dag i vanntemperatur og vannføring. Data fra radiomerket laks i 1995 og 1996.*

Vandringslengde				
Total modell:	F = 1,99	df = 5, 572	p = 0,08	r ² =0,017
Parameter estimater	B	SE (B)	t	p
Prosent vannføring fra sidebekker	-3,72	5,21	-0,71	0,48
Vanntemperatur	12,58	28,17	0,45	0,66
Vannføring	-1,42	3,59	-0,39	0,69
Endring i vanntemperatur	85,60	36,60	2,34	0,02
Endring i vannføring	-0,11	3,37	-0,032	0,98
Residualer				
Total modell:	F = 0,94	df = 5, 572	p = 0,45	r ² =0,008
Parameter estimater	B	SE (B)	t	p
Prosent vannføring fra sidebekker	0,68	4,68	0,14	0,89
Vanntemperatur	13,76	25,33	0,54	0,59
Vannføring	-1,30	3,23	0,40	0,69
Endring i vanntemperatur	57,94	32,90	1,76	0,08
Endring i vannføring	-0,84	3,02	-0,28	0,78

4.3 Passering av vandringshinder

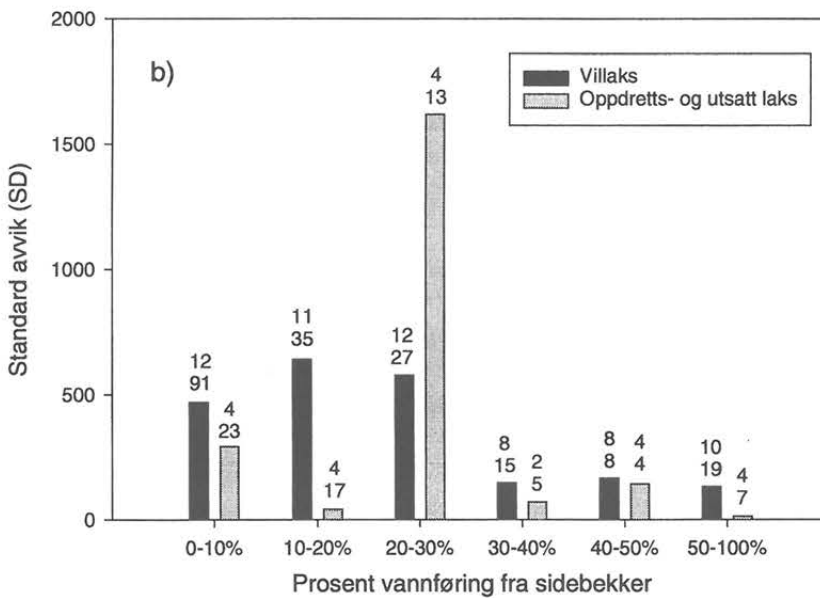
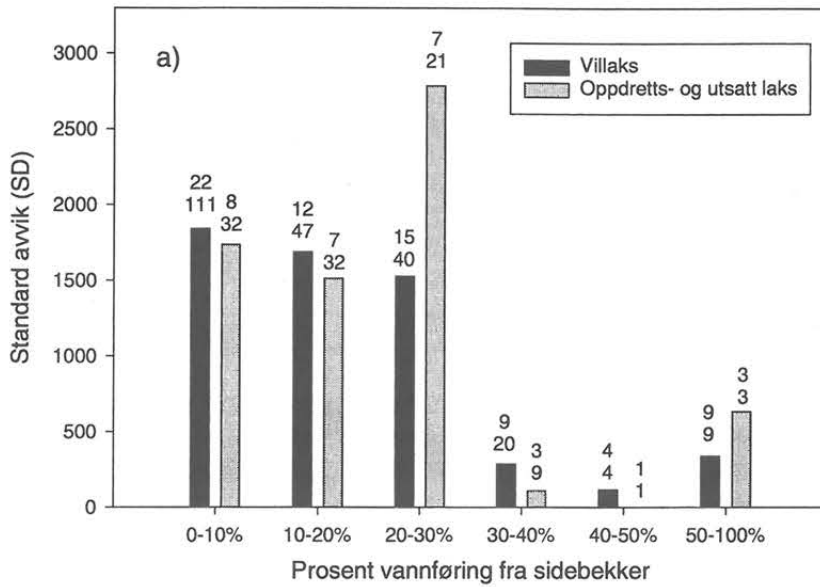
Færre radiomerkede laks passerte vandringshinderet ved Juvet enn man kunne forvente ut fra observasjoner av laks ovenfor og nedenfor dette vandringshinderet ved visuelle tellinger (**tabell 5**).

4.4 Laksens plassering i elva i forhold til sidebekk

Tre ulike individer ble peilet nøyaktig i forhold til utløpet av en sidebekk i elva. Alle individene oppholdt seg ved alle peilinger ovenfor utløpet av bekken.

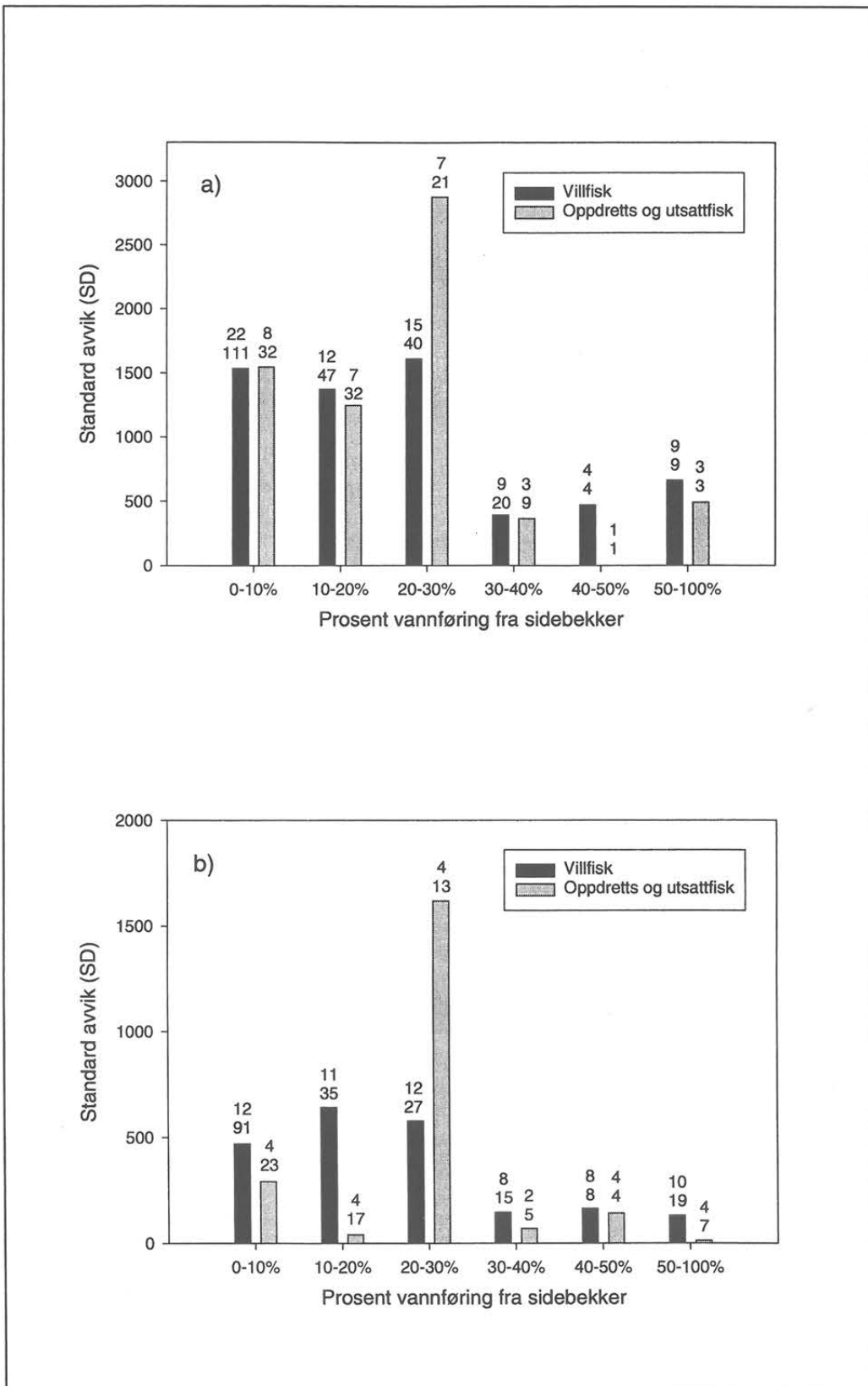
Tabell 5. *Fordeling av laks ovenfor og nedenfor Juvet basert på observasjoner av gytefisk ved dykking i desember 1995 og januar 1996 (Sægrov & Kålås 1996) og registrering av radiomerket laks i 1995 og 1996. Forskjellen i fordeling mellom gytefiskobservasjoner og registrering av radiomerkede laks er statistisk signifikant $\chi^2 = 39,04$, $df = 1$, $p < 0,001$.*

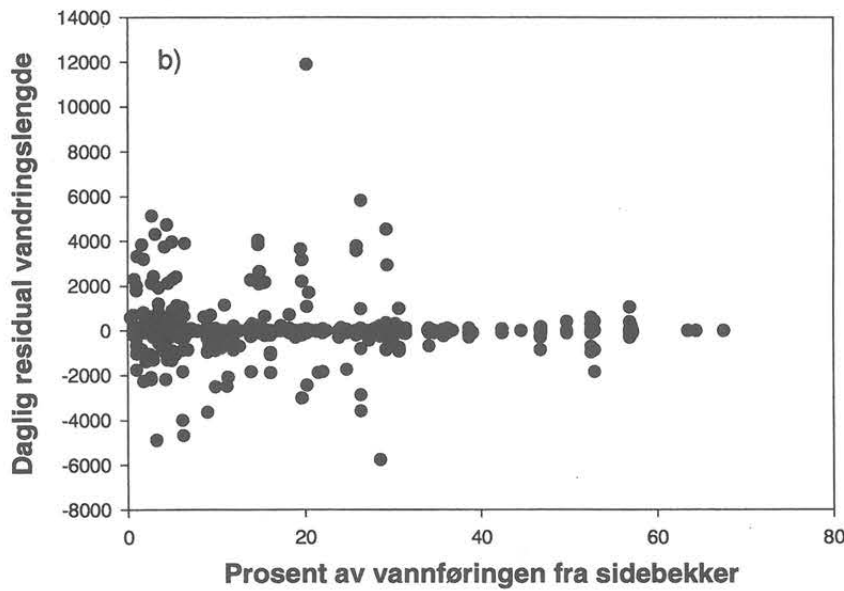
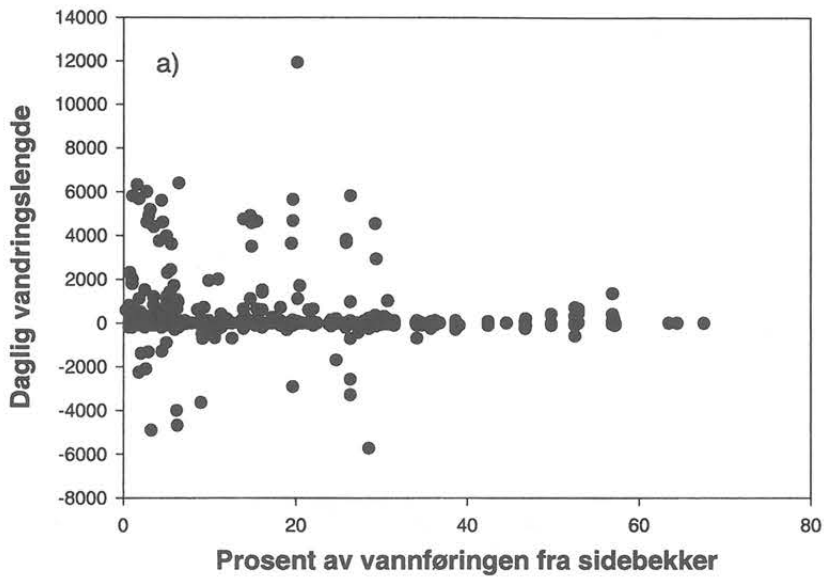
Strekning	Antall laks observert ved dykking	Antall radiomerkede laks registrert	Sum
Ovenfor Juvet	110	5	115
Nedenfor Juvet	46	31	77
Sum	156	36	192



Figur 1. Standardavvik for vandringslengde hos radio-merket laks i Suldalslågen i perioder med ulik andel av vannføringen i elva som kommer fra sidebekker. Materialet er delt i to perioder a) første 10 dager etter at fisken begynte sin oppvandring og b) 11-20 dager etter at laksen begynte sin oppvandring. Over hver søyle står øverst antall ulike fisker og nederst det totale antallet vandringslengder. Standardavviket er beregnet ut fra det totale antall vandringslengder i hver gruppe.

Figur 2. Standardavvik for residualer fra den eksponentielle sammenhengen mellom vandringslende og dager siden oppvanding for radiomerket laks i Suldalslågen i perioder med ulik andel av vannføringen som kommer fra sidebekker. Materialet er delt i to perioder: a) første 10 dager etter at fisken begynte sin oppvanding og b) 11-20 dager etter at laksen begynte sin oppvanding. Over hver søyle står øverst antall ulike fisker og nederst det totale antallet residualer. Standardavviket er beregnet ut fra det totale antall vandringslengder i hver gruppe.





Figur 3. Daglig vandringsslengde plottet mot prosent av vannføringen i elva som kommer fra sidebekker. a) vandringsslengder beregnet som differansen mellom fiskens posisjon på den aktuelle dagen og dagen før, b) vandringsslengder beregnet som residualene fra en negativ eksponentiell sammenheng mellom vandringsslengde og antall dager fra oppvandring.

5 Diskusjon

5.1 Sammenligning med vandringsmønster i andre elver

Andelen laks med nedstrøms vandring i Suldalslågen var ikke signifikant forskjellig fra mønsteret man finner i Altaelva og Namsen. Dette kan enten skyldes at vandringsmønsteret generelt ikke er forskjellig mellom disse elvene, eller at vårt nedvandringsmål ikke er nøyaktig nok til å fange opp reelle forskjeller. Vår test har relativt høy teststyrke (power), og det er derfor lite sannsynlig at nedvandringmønsteret til laksen i Suldalslågen skiller seg vesentlig fra nedvandringmønsteret i Altaelva og Namsen. Det kan derimot være andre faktorer, som for eksempel daglig vandringslengde, hvor Suldalslågen vil skille seg ut. Suldalslågen er ulik de andre undersøkte elvene ved at den har en relativt kort lakseførende strekning, og ved at det forekommer vandringshindre relativt langt nede i elva. Det er verdt å merke seg at peilerutinene er forskjellig i de ulike studiene, noe som medførte at det ikke var mulig å gjøre mer detaljerte sammenligninger enn om fisken hadde vandret nedover eller ikke. Imidlertid er det grunn til å forvente at de daglige peilingene i Suldalslågen skulle føre til en økt sannsynlighet for å oppdage nedvandringsepisoder sammenlignet med de andre elvene, hvor peilingene ble foretatt med 3-7 dagers mellomrom.

Tjuesju prosent av laksen som ble fanget i laksetrappa og som derved hadde startet sin oppvandring i elva, fortsatte ikke sin oppvandring etter merking. Dette kan skyldes flere faktorer, som 1) feilvandring, 2) respons på håndtering av fisken og montering av sender eller 3) respons på vannkvalitet. Andelen villaks som vandrer opp i andre elver enn de opprinnelig kom fra antas å være mindre enn 3 % (Stabell 1984). Feilvandringandelen er ofte mye høyere for fisk som er satt ut i elva som parr (Stabell 1984). Feilvandring kan derfor forklare noe av mønsteret for oppdrettslaks og utsatt laks, men kan trolig ikke forklare hvorfor såvidt mange villaks også avsluttet sin oppvandring etter å ha passert Sandsfossen. I Mandalselva hvor laks og ørret ble merket med tilsvarende sendere, vandret 18 % av fisken (alle laks) nedover i elva i forhold til utsettingsstedet etter fangst og merking i elva (Thorstad & Heggberget 1997). Dette kan tyde på laks fanget og merket i elv kan respondere på fangst, håndtering og sendermontasje ved å vandre nedstrøms i elva etter merking, men vannkvaliteten i Mandalselva var også marginal under dette forsøket. Vi kan derfor verken avkrefte eller bekrefte at vannkvalitet har vært en medvirkende årsak til at en så høy andel av laksen forlot elva etter merking. Nedstrøms vandring ble registrert hos gytelaks i Ognå ved episoder med pH 5,2 og 5,5 (Skogheim et al. 1984).

5.2 Vandring i forhold til vannføring, vanntemperatur og vannkvalitet

Ulike vannkvalitetsmål forklarte svært lite (0-2 %) av variasjonen i vandringslengde. Selv om sammenhengen mellom endringer i vanntemperatur og vandringslengde var signifikant, ble svært lite av variasjonen i vandringslengde forklart av endringer i vanntemperatur. Den signifikante sammenhengen forsvant dessuten når fiskeidentitet og fisketype (oppdrett eller vill) ble tatt med i modellen, noe som tyder på at dette kan være et resultat av at de ulike datapunktene i modellen ikke er helt uavhengige.

Variasjonen i vandringslengde var signifikant mindre på dager hvor mye vann ble tilført elva fra sidebekkene. Dette tyder på at laksen under slike forhold beveger seg svært lite både oppover og nedover i elva. Et slikt mønster kan være en atferdsmessig respons på ugunstige miljøforhold ved at fisken står i ro i "lommer" i elva som inneholder gunstig vannkvalitet. Alternativt kan en tenke seg at fisken blir fysiologisk svekket av giftige blandsoner (Skogheim et al. 1984, Staurnes et al. 1995, 1996) og derfor beveger seg mindre. Ørret yngel holdt seg mer i ro i vann som var en blanding av surt og nøytralt vann enn i nøytralt vann (Åtland 1996). Svømmekapasitet (U-crit) hos voksen laks i svømmekammer var redusert for fisk holdt i surt vann (vann fra Fossbekken i Rogaland, pH 5,2-5,6) i forhold til fisk holdt i nøytralt vann (vann fra lmsa i Rogaland, pH 6,5-6,7) (Ytrestøyl 1999). Resultatene i denne undersøkelsen kan tyde på at laks under oppvandring i Suldalslågen viser en lignende respons på å bli utsatt for en dårligere vannkvalitet. Imidlertid er det ikke mulig å fullstendig skille effekten av andelen vann som kommer fra sidebekker fra effekten av vannføring i elva i denne undersøkelsen, fordi disse faktorene til dels samvarierte. Det kan derfor ikke utelukkes at fiskens reduserte aktivitet på dager med mye vann fra sidebekker skyldes en respons på vannføringen i elva. Imidlertid er dette en lite sannsynlig forklaring, fordi økninger i vannføring vanligvis stimulerer til økt aktivitet hos oppvandrede laks (f.eks. Huntsman 1948, Hayes 1953, Saunders 1960, Brayshaw 1967, Swain & Champion 1968, Alabaster 1970, Jensen et al. 1986, Potter 1988, Webb & Hawkins 1989, Baglinière et al. 1990, Jonsson et al. 1990, Clarke et al. 1991, Smith et al. 1994). En indikasjon på at det er andelen vann fra sidebekker som er av betydning får man også ved å se på dager da andelen vann fra sidebekker og vannføring opptrådte mer uavhengig av hverandre, det vil si dager med vannføring mindre enn 75 m³ og større enn 50 m³. Mønsteret er det samme i dette materialet, men forskjellene er ikke signifikante.

Tilstedeværelse og utstrekning av giftige blandsoner i Suldalslågen er ikke bekreftet ved *in situ* målinger av vannkvalitet. Målte fiskeresponser i forsøk sannsynlig-

gjør imidlertid at Suldalslågen er moderat forsuret (Krogglund et al. 1998a, 1998b, 1998c, Finstad et al. 1999). Overvåking av vannkvaliteten indikerer at det finnes ustabile tilstandsformer av aluminium i vassdraget som mest sannsynlig skyldes tilførsel av surt aluminiumholdig vann fra sidebekkene (Finstad et al. 1999). Framtidige undersøkelser av atferd hos fisk i forsurede vassdrag må samordnes med et omfattende program for *in situ* analyser av vannkvalitet.

5.3 Passering av vandringshinder

De radiomerkede fiskene passerte Juvet i mindre grad enn man kunne forvente ut fra visuelle tellinger av gytelaks i elva ved dykking. Dette mønsteret kan skyldes flere faktorer:

- 1 Radiosenderne kan ha ført til at fiskene ble svekket og ute av stand til å forsere den sterke strømmen som dette vandringshinderet representerer. Laks med sendere var i stand til opprettholde normale svømmehastighet motstrøms i like stor grad som laks uten sendere i et svømmekammer (Thorstadet et al. 2000), men motstrømmen i denne undersøkelsen var mindre enn hva som kreves for å forsere stri strøm som i Juvet. Fem av ti radiomerkede laks som passerte Sandsfossen i 1995, var imidlertid i stand til å forsere selve Sandsfossen (de øvrige fem vandret opp laksetrappa, Johnsen et al. 1996, 1997).
- 2 Laksen kan ha mistet radiosenderne under forsøk på å forsere vandringshinderet. Peilinger av tre sendere like nedenfor Juvet uten at noen fisk ble observert (Johnsen et al. 1996, 1997) tyder på at dette kan være en del av forklaringen på mønsteret som ble funnet. Imidlertid må hele 15 fisker ha mistet senderne for at forskjellen i fordeling mellom den radiomerkede og visuelt observerte laksen ikke lenger skal være signifikant. Dette er et for høyt tall til at mistede sendere kan være hele forklaringen til forskjellen mellom gruppene.
- 3 Den radiomerkede laksen kan være et ikke-representativt utvalg av laksen som går opp i elva. De fleste fiskene i dette materialet ble fanget i laksetrappa i Sandsfossen. Det er mulig at laksen som velger å benytte laksetrappa er dårligere rustet til å forsere vandringshindre enn laks som vandrer opp Sandsfossen. Hvis dette er tilfellet vil fiskene med radiosender i stor grad representere fisk som normalt ikke ville passert Juvet under noen omstendigheter. To av 24 fisk som var fanget i Laksetrappa passerte vandringshindret, mens 3 av 12 fisk som var merket i sjøen passerte. Dette er ikke signifikante forskjeller mellom gruppene (Fisher exact test, to-halet $p = 0.33$), men tendensen er i den retningen som denne hypotesen predikerer.
- 4 Tellingene av fisk i elva kan være ikke-representativ for den virkelige fordelingen av fisk elva, mens fordelingen av de radiomerkede fisker er mer representativ. Dette er en lite sannsynlig forklaring på

mønsteret som blir observert fordi sikten i Suldalslågen er relativt god (Sægrov & Kålås 1996), noe som skulle gjøre elva godt egnet for slike tellinger. Videre foregikk alt stamfiske ovenfor Juvet, noe som vil føre til at dersom tellingene er ikke-representativ, vil dette bli i retning av at flere fisk burde hatt opphold ovenfor Juvet.

Den mest sannsynlige årsaken til at så få radiomerkede laks passerte Juvet, er derfor en kombinasjon av at senderne falt av under passeringen og at fiskene som ble merket med radiosendere ikke er et representativt utvalg av laksen som vandrer opp i elva fordi de ble fanget i laksetrappa. De fleste fiskene ble også fanget relativt seint i sesongen, og det er mulig at fisk som vandrer opp i elva seint i sesongen har et annet vandringsmønster enn fisk som vandrer tidlig opp i elva. Videre kan lave vanntemperaturer seint i sesongen gjøre det vanskelig for laksen å passere vandringshinderet (Jensen et al. 1986).

5.4 Laksens plassering i elva i forhold til sidebakk

Tre fisk ble peilet i forhold til utløpet av en sidebakk. Alle tre fiskene oppholdt seg ovenfor utløpet av bekken og hadde dermed en slik plassering at de unngikk eventuelt giftig vann. Imidlertid er dette materialet for lite til at statistiske analyser kan gjennomføres, og det kan ikke utelukkes at andre forhold i elva enn tilførselen av surt vann bestemmer fiskenes plassering i dette tilfellet. Slike forhold kan være gunstige mikrohabitater, eller generelle preferanser som disse fiskene hadde for denne bestemte plasseringen i elva. For å si noe mer generelt om dette kreves data på flere fisker fra utløpet av flere sidebækker både under perioder med mye og lite vannføring. Det må dessuten samles inn data om vannkvalitet i det aktuelle området.

5.5 Oppsummering og konklusjon

- Denne undersøkelsen indikerer at laksens atferd i Suldalslågen ble påvirket av tilførsel av vann fra sidebekkene. Laksen holdt seg mer i ro på dager da høy andel av vannføringen kom fra sidebekkene. Dersom det observerte vandringsmønsteret skyldes tilførselen av surt vann fra sidebekkene, kan sure sidebækker forsinke fiskens naturlige oppvandring i elva.
- Det kan imidlertid ikke utelukkes at resultatene skyldes en respons på høy vannføring, fordi høy vannføring var en faktor som til dels samvarierte med høy andel av vann fra sidebekkene. Denne forklaringen er lite sannsynlig, fordi oppvandring hos laks vanligvis stimuleres av økninger i vannføring. Dessuten var mønsteret i materialet det samme ved

analyser av dager da andelen vann fra sidebekker og vannføring opptrådte mer uavhengig av hverandre, men denne forskjellen var ikke signifikant.

- For å kunne si noe mer bestemt om dette, bør vandringmønster i elva før omfattende kalking (resultatene i denne rapporten) sammenlignes med vandringmønster etter fullkalking. Vi anbefaler derfor at den planlagte videreføringen av dette prosjektet etter fullkalking gjennomføres.
- Det bør også samles inn data om laksenes nøyaktige plassering i forhold til lokaliteter med potensielle blandsoner i perioder med både liten og stor vannføring for å teste om voksen laks oppholder seg i lommer med gunstig vannkvalitet i naturen. Siden vannkvaliteten i Suldalslågen nå er bedret ved kalking, bør en slik undersøkelse gjennomføres i andre vassdrag som har forskjellig vannkvalitet i hovedelv og sidebekker og hvor det potensielt oppstår blandsoner. En slik undersøkelse må samordnes med et prøvetakingsprogram for analyser av vannkvalitet.
- Generelt mangler kunnskap om effekter av sur vannkvalitet på oppvandrende laks. For å kunne evaluere vannkvalitetsmål i oppvandringsperioden, bør effekter av sur vannkvalitet på atferd hos oppvandrende laks undersøkes nærmere. Redusert svømmekapasitet hos voksen laks i surt vann (Ytrestøyl 1999) indikerer at vannkvalitet kan være særlig viktig for oppvandrende laks i vassdrag med store vandringshindre. Undersøkelser må samordnes med et tett prøvetakingsprogram for analyser av vannkvalitet.

6 Litteratur

- Alabaster, J.S. 1970. River flow and upstream movement and catch of migratory salmonids. - J. Fish Biol. 2: 1-13.
- Anon. 1994. Ulla-Førrereguleringen. Rapport fra rådgivende arbeidsgruppe for vurdering av undersøkelser og tiltak. - NINA Utredning 64: 1-51.
- Anon. 1999. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1998. - DN-notat 1999-4.
- Baglinière, J.L., Maise, G. & Nihouarn, A. 1990. Migratory and reproductive behaviour of female adult Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in a spawning stream. - J. Fish Biol. 36: 511-520.
- Baker, J.P. 1982. Effects on fish of metals associated with acidification. - s. 165-176 i Johnson, R.E., red. Proceedings of the International Symposium on Acidic Precipitation and Fisheries. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Baker, J.P., van Sickle, J., Gagen, C.J., DeWalle, D.R., Sharpe, W.E., Carline, R.F., Baldigo, B.P., Murdoch, P.S., Bath, D.W., Kretser, W.A., Simonin, H.A. & Wigington, P.J. 1996. Episodic acidification of small streams in the Northeastern United States: effects on fish populations. - Ecol. Appl. 6: 422-437.
- Barlaup, B.T. & Åtland, Å. 1996. Episodic mortality of brown trout (*Salmo trutta* L.) caused by sea-salt induced acidification in Western Norway: Effects on different life-stages within three populations. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: 1835-1843.
- Berntssen, M.H.G., Kroglund, F., Rosseland, B.O. & Bonga, S.E.W. 1997. Responses of skin mucous cells to aluminum exposure at low pH in Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 1039-1045.
- Blakar, I.A. 1995. Vannkvaliteten i Ulla-Førre og Suldalsområdet i perioden 1990-93. - Lakseforsterkingsprosjektet i Suldalslågen fase II Rapport nr 21: 1-60.
- Brayshaw, J.D. 1967. The effects of river discharge on inland fisheries. - s. 102-118 i Isaac, P.G., red. River management. London, MacLaren.
- Clarke, D., Purvis, W.K. & Mee, D. 1991. Use of telemetric tracking to examine environmental influence on catch effort indices. A case study of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the River Tywi, South Wales. - s. 33-48 i Cowx, I.G., red. Catch effort sampling strategies: their application in freshwater fisheries management. Blackwell, London.
- Driscoll, C.T., Baker, J.P., Bisogni, J.J. & Schofield, C.L. 1980. Effects of aluminium speciation on fish in dilute acidified waters. - Nature 284: 161-164.
- Finstad, B., Kroglund, F., Hartvigsen, R., Teien, H.-C., Rosseland, B.O. & Salbu, B. 1999. Suldalslågen: Fisk og vannkjemisk status våren 1997. - NINA Oppdragsmelding 588: 1-32.
- Gagen, C.J., Sharpe, W.E. & Carline, R.F. 1994. Downstream movement and mortality of brook trout

- (*Salvelinus fontinalis*) exposed to acidic episodes in streams. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51: 1620-1628.
- Gensemer, R.W. & Playle, R.C. 1999. The bioavailability and toxicity of aluminium in aquatic environments. - Crit. Rev. Environ. Sci. Technol. 29: 315-450.
- Gunn, J.M. & Belzile, N. 1994. Extrapolating from toxicological findings to regional estimations of acidification damage. - s. 217-226 i Steinberg, C.E.W. & Wright, R.F., red. Acidification of freshwater ecosystems: Implications for the future. John Wiley and Sons Ltd.
- Hawkins, A.D. & Smith, G.W. 1986. Radio-tracking observations on Atlantic salmon ascending the Aberdeenshire Dee. - Scott. Fish. Res. Rep. 36: 1-24.
- Hayes, F.R. 1953. Artificial freshets and other factors controlling the ascent and population of Atlantic salmon in the LaHave River, Nova Scotia. - Bull. Biol. Board Can. 99: 1-47.
- Heggberget, T.G. 1988. Timing of spawning in Norwegian Atlantic salmon (*Salmo salar*). - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 845-849.
- Heggberget, T.G., Økland, F. & Ugedal, O. 1996. Prespawning migratory behaviour of wild and farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in a north Norwegian river. - Aquacult. Res. 27: 313-322.
- Huntsman, A.G. 1948. Freshets and fish. - Trans. Am. Fish. Soc. 75: 257-266.
- Jensen, A.J., Heggberget, T.G. & Johnsen, B.O. 1986. Upstream migration of adult atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the river Vefsna, northern Norway. - J. Fish Biol. 29: 459-465.
- Johnsen, B.O., Jensen, A.J., Økland, F., Lamberg, A. & Thorstad, E.B. 1998. The use of radiotelemetry for identifying migratory behaviour in wild and farmed Atlantic salmon ascending the Suldalslågen river in Southern Norway. - s. 55-68 i Jungwirth, M., Schmutz, S. & Weiss, S., red. Fish migration and fish bypasses. Fishing News Books, Oxford.
- Johnsen, B.O., Økland, F., Lamberg, A., Thorstad, E.B. & Jensen, A.J. 1996. Undersøkelser av laksens vandringer i Sandsfjordsystemet og i Suldalslågen i 1995 ved hjelp av radiotelemetri. - NINA Oppdragsmelding 421: 1-44.
- Johnsen, B.O., Økland, F., Lamberg, A., Thorstad, E. & Jensen, A.J. 1997. Undersøkelser av laksens vandringer i Sandsfjordsystemet og i Suldalslågen i 1995 ved hjelp av radiotelemetri. - Lakseforsterkingsprosjektet i Suldalslågen fase II. Rapport nr. 28: 1-46.
- Jonsson, N., Jonsson, B. & Hansen, L.P. 1990. Partial segregation in the timing of migration of Atlantic salmon of different ages. - Anim. Behav. 40: 313-321.
- Kroglund, F., Finstad, B., Rosseland, B.O., Teien, H.C., Håvardstun, J. & Salbu, B. 1998c. Fisk og vannkjemisk status i Suldalslågen, våren 1996. - NIVA Rapport 3863: 1-54.
- Kroglund, F., Hesthagen, T., Hindar, A., Raddum, G.R., Gausen, D. & Sandøy, S. 1994. Sur nedbør i Norge. Status, utviklingstendenser og tiltak. - DN-utredning 1994-10, Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim.
- Kroglund, F., Teien, H.C., Håvardstun, J., Rosseland, B.O., Salbu, B. & Kvellestad, A. 1998a. Varighet av ustabil og skadelig aluminiumskjemi på giftighet overfor lakseparr; renneforsøk utført i Suldalslågen, høst 1996. - NIVA Rapport 3815: 1-64.
- Kroglund, F., Teien, H.C., Rosseland, B.O., Lucassen, E., Salbu, B. & Åtland, Å. 1998b. Endring i aluminiumsgiftighet i en humus-fattig elv ved bruk av kjemiske tiltak. Forsøk med laksesmolt i Suldalslågen. - NIVA Rapport 3970: 1-102.
- Lacroix, G.L., Hood, D.J. & Smith, J.A. 1995. Stability of microhabitat use by brook trout and juvenile Atlantic salmon after stream acidification. - Trans. Am. Fish. Soc. 124: 588-598.
- Lund, R.A., Hansen, L.P. & Järvi, T. 1989. Identifisering av oppdrettslaks og villaks ved ytre morfologi, finnestørrelse og skjellkarakterer. - NINA forskningsrapport 001: 1-54.
- Lydersen, E. 1990. The solubility and hydrolysis of aqueous aluminium hydroxides in dilute fresh waters at different temperatures. - Nordic Hydrology 21: 195-204.
- Lydersen, E., Poléo, A.B.S., Nandrup Pettersen, M., Riise, G., Salbu, B., Kroglund, F. & Rosseland, B.O. 1994. The importance of 'in situ' measurements to relate toxicity and chemistry in dynamic aluminium freshwater systems. - J. Ecol. Chem. 3: 357-365.
- Muniz, I.P. 1984. The effects of acidification on Scandinavian freshwater fish fauna. - Phil. Trans. Royal Soc. London, Ser. B. 305: 517-528.
- Muniz, I.P. & Leivestad, H. 1980. Acidification - effects on freshwater fish. - s. 84-92 i Drabløs, D. & Tollan, A., red. Ecological impact of acid precipitation. SNSF-project. Proc. Int. Conf. Sandefjord, Norway.
- Poléo, A.B.S. 1995. Aluminium polymerization - a mechanism of acute toxicity of aqueous aluminium of fish. - Aquat. Toxicol. 31: 347-356.
- Poléo, A.B.S. & Muniz, I.P. 1993. The effect of aluminium in soft water at low pH and different temperatures on mortality, ventilation frequency and water balance in smoltifying Atlantic salmon, *Salmo salar*. - Environ. Biol. Fish. 36: 193-203.
- Poléo, A.B.S., Lydersen, E. & Muniz, I.P. 1991. The influence of temperature on aqueous aluminium chemistry and survival of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fingerlings. - Aquat. Toxicol. 21: 267-278.
- Poléo, A.B.S., Lydersen, E., Rosseland, B.O., Kroglund, F., Salbu, B., Vogt, R.D. & Kvellestad, A. 1994. Increased mortality of fish due to changing Al-chemistry of mixing zones between limed streams and acidic tributaries. - Water Air Soil Pollut. 75: 339-351.
- Potter, E.C.E. 1988. Movements of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in an estuary in South-west England. - J. Fish Biol. 33 (Suppl. A): 153-159.
- Rosseland, B.O., Skogheim, O.K. & Sevaldrud, I.H. 1986. Acid deposition and effects in Nordic Europe.

- Damage to fish populations in Scandinavia continue to apace. - *Water Air Soil Pollut.* 30: 65-74.
- Rosseland, B.O., Blakar, I.A., Bulger, A., Kroglund, F., Kvellstad, A., Lydersen, E., Oughton, D.H., Salbu, B., Staurnes, M. & Vogt, R. 1992. The mixing zone between limed and acidic river waters: complex aluminium chemistry and extreme toxicity for salmonids. - *Environ. Pollut.* 78: 3-8.
- Saunders, J.W. 1960. The effect of impoundment on the population and movement of Atlantic salmon in the Ellerslie Brook, Prince Edward Island. - *J. Fish. Res. Bd. Can.* 17: 453-473.
- Skogheim, O.K., Rosseland, B.O. & Sevaldrud, I.H. 1984. Death of spawners of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in River Oгна, SW Norway, caused by acidified aluminium-rich water. - *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm* 61: 195-202.
- Skogheim, O.K., Rosseland, B.O., Hoell, E. & Kroglund, F. 1986. Base addition to flowing acidic water: effects on smolts of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). - *Water Air Soil Pollut.* 39: 215-217.
- Smith, G.W., Smith, I.P. & Armstrong, S.M. 1994. The relationship between river flow and entry to the Aberdeenshire Dee by returning adult Atlantic salmon. - *J. Fish Biol.* 45: 953-960.
- Stabell, O.B. 1984. Homing and olfaction in salmonids: a critical review with special reference to the Atlantic salmon. - *Biol. Rev.* 59: 333-388.
- Staurnes, M., Kroglund, F. & Rosseland, B.O. 1995. Water quality requirement of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in water undergoing acidification or liming in Norway. - *Water Air Soil Pollut.* 85: 347-352.
- Staurnes, M., Hansen, L.P., Fugelli, K. & Haraldstad, O. 1996. Short-term exposure to acid water impairs osmoregulation, seawater tolerance, and subsequent marine survival of smolts of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). - *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 1695-1704.
- Swain, A. & Champion, A.S. 1968. Upstream movements of migratory salmonids in relation to river flows on the River Axe, Devon. - I.C.E.S. Anadromous and Catadromous Fish Committee. CM 1868/M 9: 1-7.
- Sægrov, H. & Kålås, S. 1996. Gytelaks og gyting i Suldalslågen i 1995/1996. - Lakseforsterkingsprosjektet i Suldalslågen fase II Rapport nr 25: 1-34.
- Thorstad, E.B. & Heggberget, T.G. 1997. Oppvandring hos radiomerket laks og sjøørret i Mandalselva i forhold til minstevannføring, lokkeflommer, terskler og kalking. - NINA Oppdragsmelding 470: 1-41.
- Thorstad, E.B., Heggberget, T.G. & Økland, F. 1996. Gytevandring og gyteatferd hos villaks og rømt oppdrettslaks (*Salmo salar*) i Namsen og Altaelva. - NINA fagrapport 017: 1-35.
- Thorstad, E.B., Økland, F. & Finstad, B. 2000. Effects of telemetry transmitters on swimming performance of adult Atlantic salmon. - *J. Fish Biol.* 57: 531-535.
- Van Sickle, J., Baker, J.P., Simonin, H.A., Baldigo, B.P., Kretser, W.A. & Sharpe, W.E. 1996. Episodic acidification of small streams in the Northeastern United States: fish mortality in field bioassays. - *Ecol. Appl.* 6: 408-421.
- Webb, J.H. & Hawkins, A.D. 1989. The movements and spawning behaviour of adult salmon in the Girnock Burn, a tributary of the Aberdeenshire Dee, 1986. - *Scott. Fish. Res. Rep.* 40: 1-42.
- Wood, C.M. & McDonald, D. 1987. The physiology of acid/aluminium stress in trout. - *Annl. Soc. r. zool. Belg.* 117 (Suppl. 1): 399-410.
- Ytrestøl, T. 1999. Physiological performance in brown trout (*Salmo trutta*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*) related to water pH and aluminium concentration. - Cand. scient. oppgave, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim, 58 pp.
- Økland, F., Heggberget, T.G. & Jonsson, B. 1995. Migratory behaviour of wild and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) during spawning. - *J. Fish Biol.* 46: 1-7.
- Åtland, Å. 1996. Low pH and elevated Al concentrations as behavioural modifiers in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*Salmo trutta* L.) - laboratory and field studies. - Dr. scient. avhandling, Universitetet i Bergen.

Vedlegg 1

Laks og sjørret fanget og merket med radiosendere i Suldal 1996. Fangststeder: 1 = Velabukta, 2 = Døvika, 3 = Seljevika, 4 = laksetrapp i Sandsfossen.

Fisk nr	Frekvens (142.xxx MHz)	Merkedato	Fangststed	Art L = laks Ø = sjørret	Type	Kjønn 1 = hann 2 = hunn
1	010	09.06.	1	L	vill	2
2	020	10.06.	1	L	utsatt	2
3	030	10.06.	1	L	utsatt	2
4	040	14.06.	1	L	vill	2
5	050	24.06.	1	Ø		1
6	101	30.06.	3	L	vill	1
7	080	02.07.	2	L	vill	1
8	070	16.08.	4	L	usikker	2
9	090	16.08.	4	L	oppdrett	1
10	411	23.08.	4	L	vill	2
11	460	23.08.	4	L	oppdrett	2
12	430	23.08.	4	L	vill	2
13	450	23.08.	4	L	vill	1
14	020	23.08.	4	Ø		2
15	470	23.08.	4	L	oppdrett	2
16	490	23.08.	4	L	oppdrett	1
17	480	23.08.	4	L	oppdrett	1
18	500	23.08.	4	L	vill	2
19	421	23.08.	4	Ø		2
20	060	02.09.	4	L	oppdrett	2
21	440	03.09.	4	L	vill	2
22	280	03.09.	4	L	oppdrett	1
23	241	05.09.	4	Ø		2
24	361	05.09.	4	L	vill	1
25	232	05.09.	4	L	vill	1
26	350	05.09.	4	L	vill	1
27	180	05.09.	4	L	usikker	1
28	311	30.09.	4	L	oppdrett	1
29	390	30.09.	4	L	vill	2
30	260	30.09.	4	L	oppdrett	1
31	161	01.10.	4	L	usikker	1
32	201	01.10.	4	L	vill	1
33	380	01.10.	4	L	vill	1
34	341	10.10.	4	L	vill	1
35	320	10.10.	4	L	vill	1
36	130	10.10.	4	L	oppdrett	1
37	170	10.10.	4	L	vill	1
38	180	10.10.	4	Ø		2
39	450	10.10.	4	L	vill	1

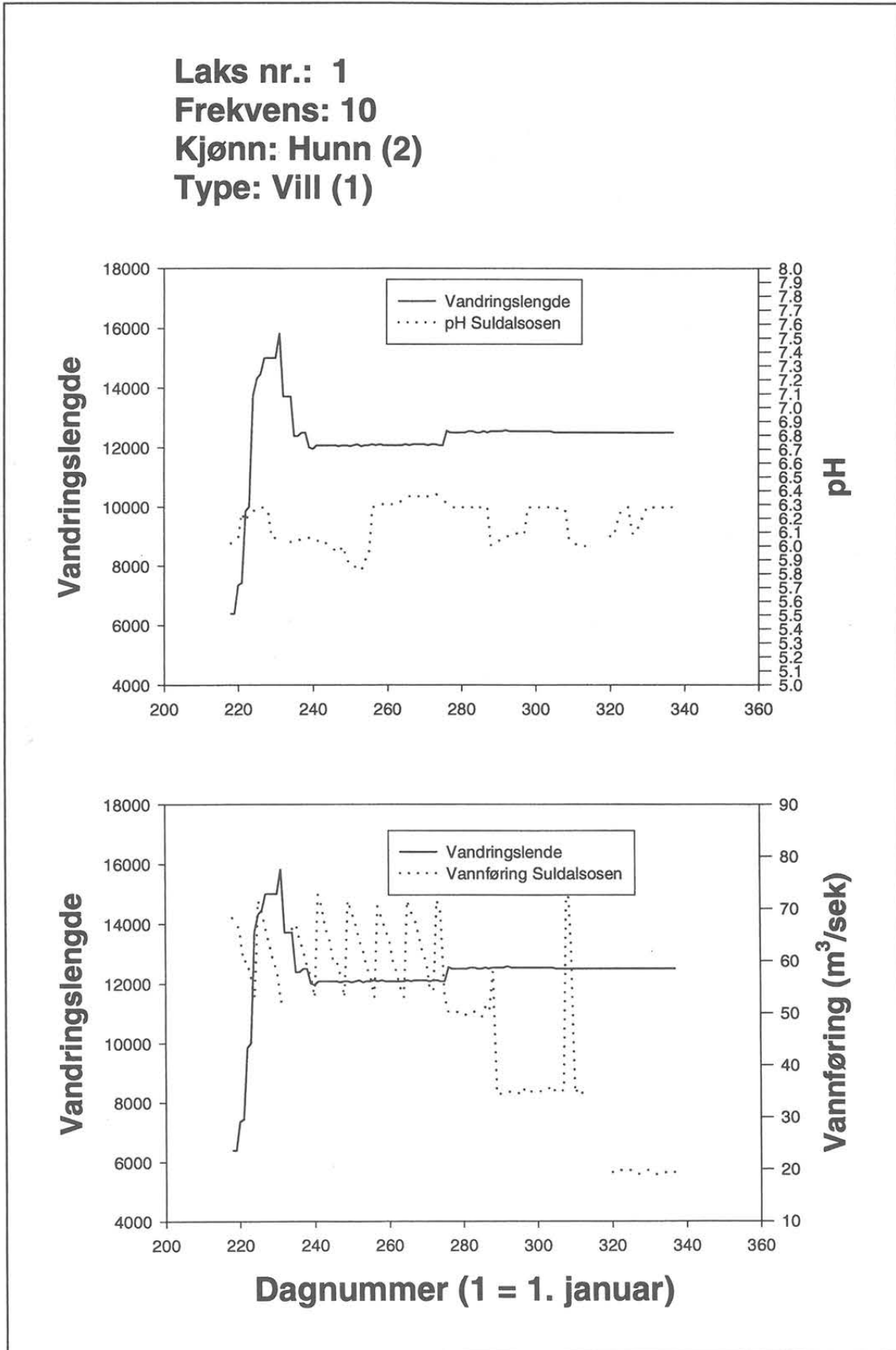
Vedlegg 2

Returnerte radiosendere fra Suldal 1996.

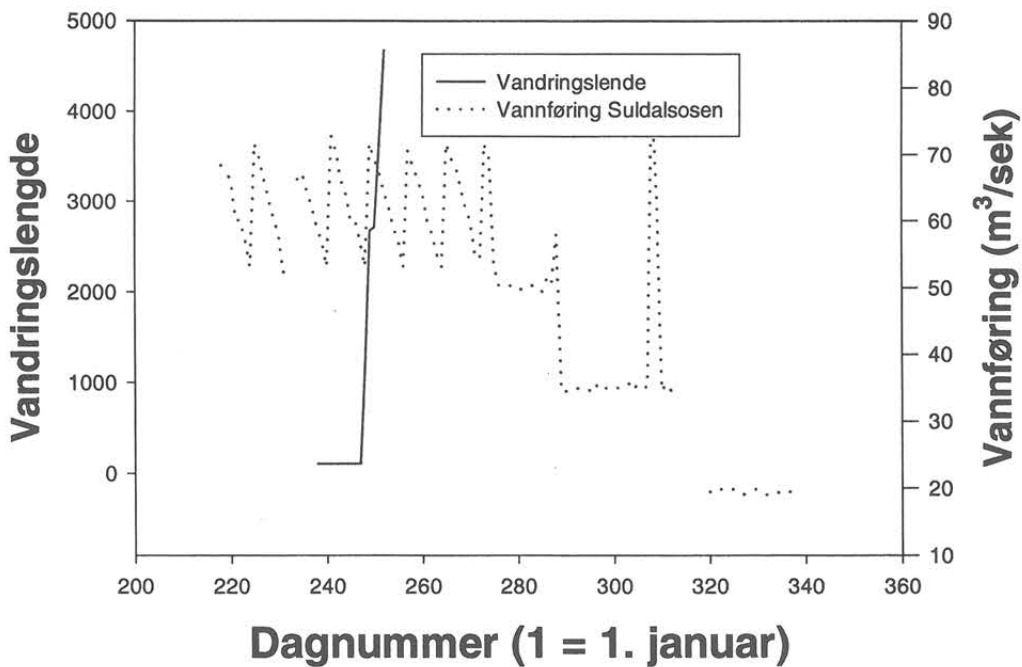
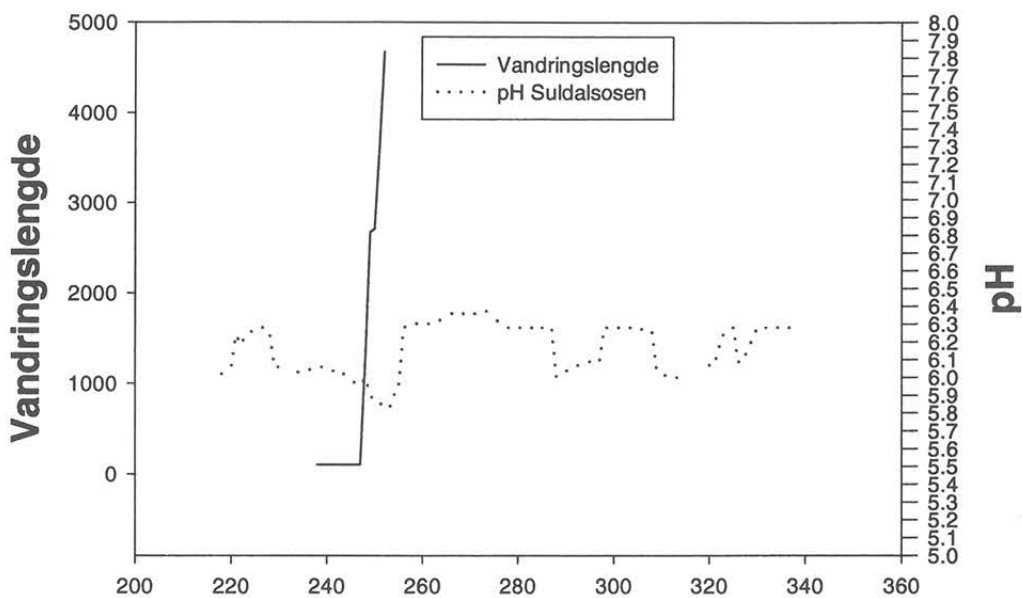
Fisk nr	Fangst dato	Fangststed		Fangstredskap
			s = sjø e = elv	
2	19.06.	Tau, Rogaland	s	kilenot
3	02.07.	Årdalsfjorden, Rogaland	s	kilenot
7	11.07.	Hoddevik, Stadt	s	kilenot
9	24.08.	Suldalslågen	e	stang
13	27.08.	Hanakam, Suldalslågen	e	stang
17	?	Kilavågen i Erfjord, Suldal kommune	s	funnet skadd i fjæresteinene, trolig angrepet av et dyr
23	15.10.	Nordelva i Sauda	e	elfiskeapparat (stamfiske)
27	15.09.	Hylsfjorden, ved smoltanlegg	s	garn

Vedlegg 3

Oppvandringskurver for radiomerket laks i Suldalslågen i 1996. Vandringslengdene er angitt som meter fra Sandsfossen.

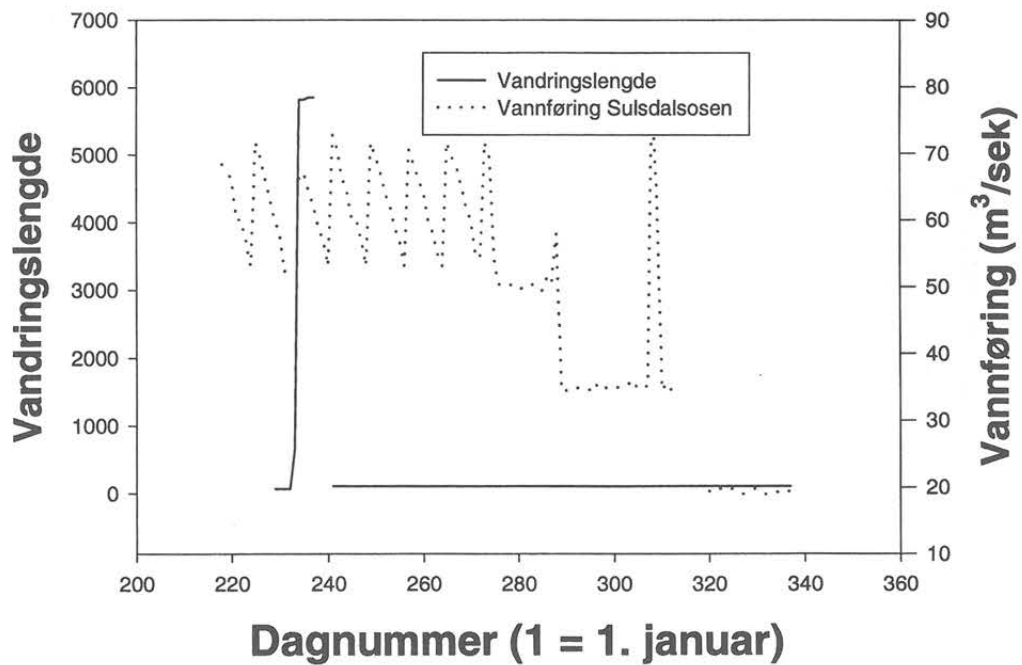
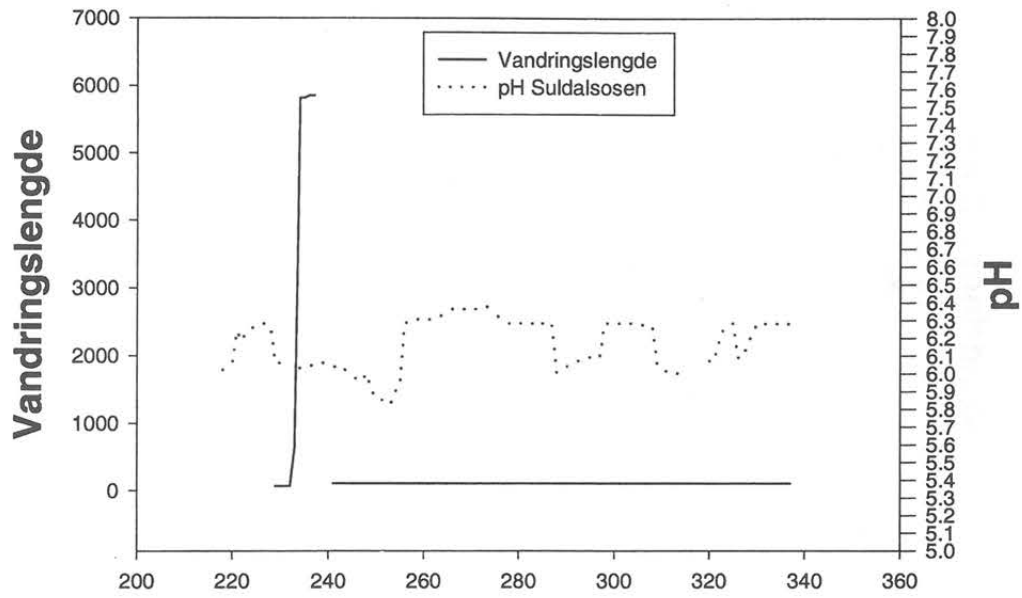


Laks nr.: 2
Frekvens: 20
Kjønn: Hunn (2)
Type: Utsatt (4)



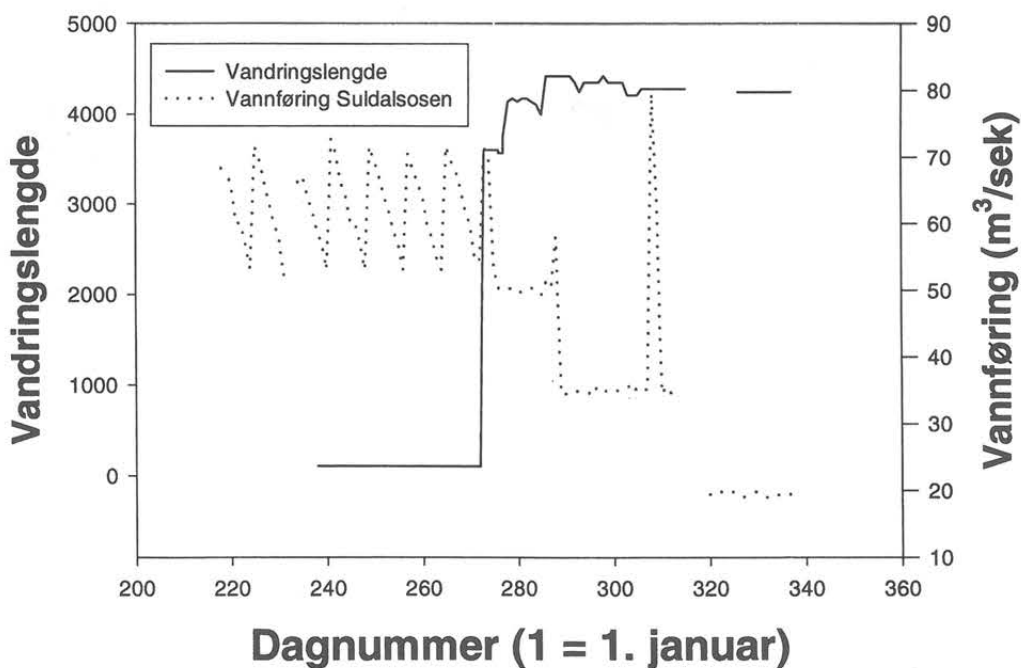
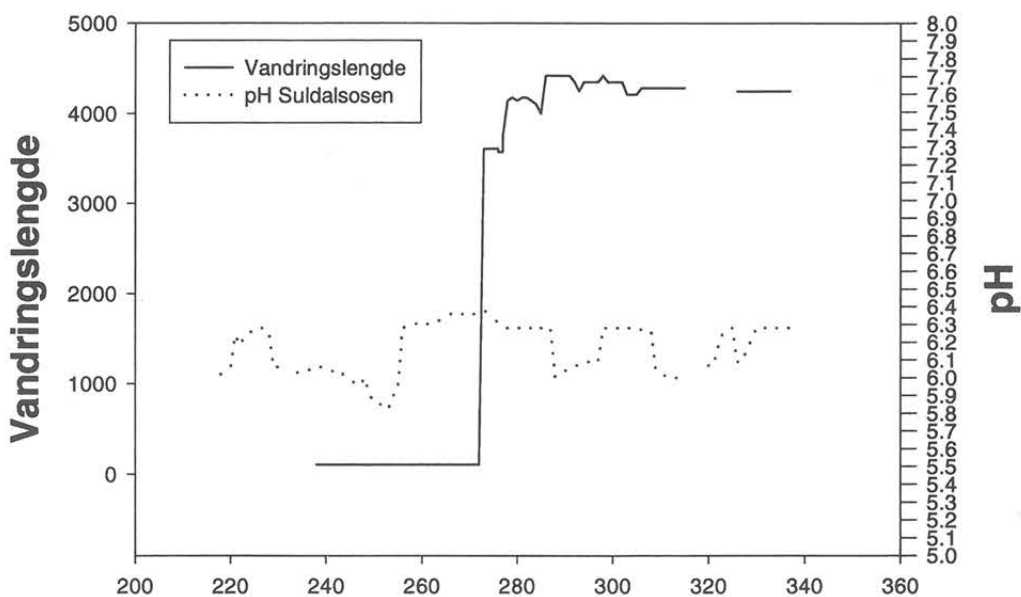
Dagnummer (1 = 1. januar)

Laks nr.: 8
Frekvens: 69
Kjønn: Hunn (2)
Type: Usikker (3)

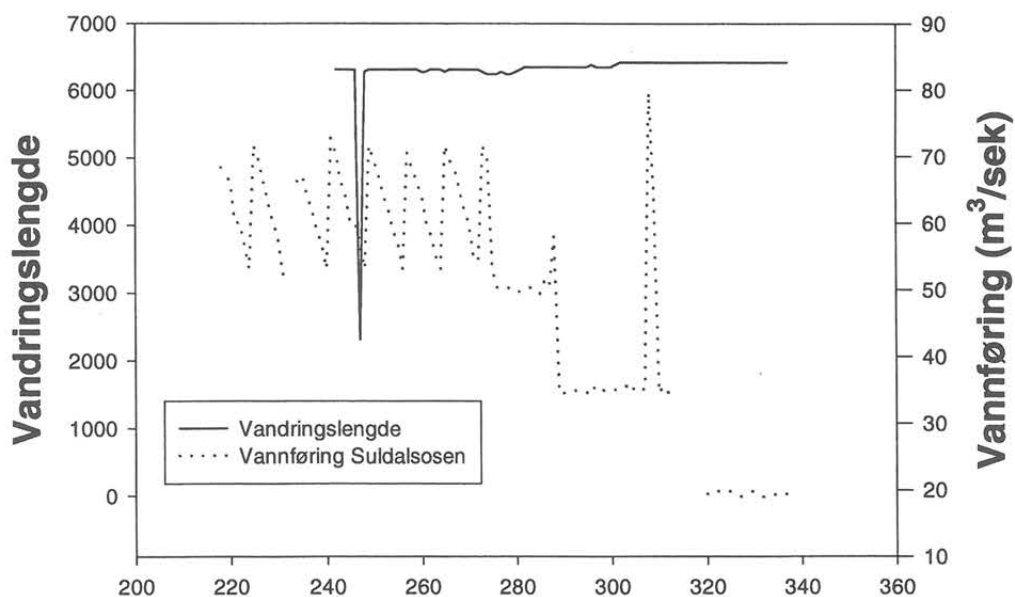
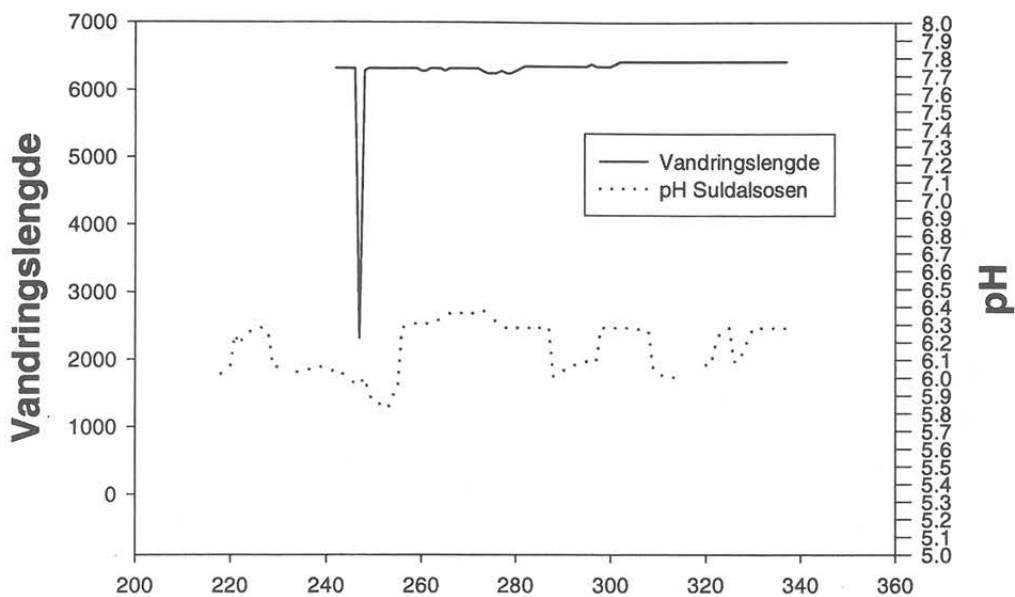


Dagnummer (1 = 1. januar)

Laks nr.: 10
Frekvens: 410
Kjønn: Hunn (2)
Type: Vill (1)



Laks nr.: 12
Frekvens: 429
Kjønn: Hunn (2)
Type: Vill (1)



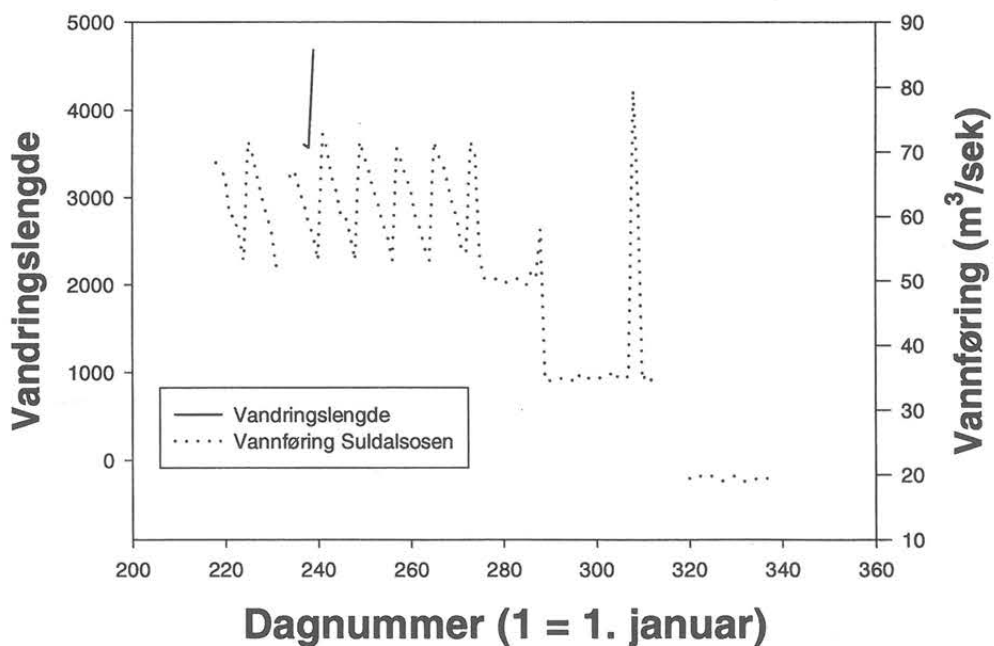
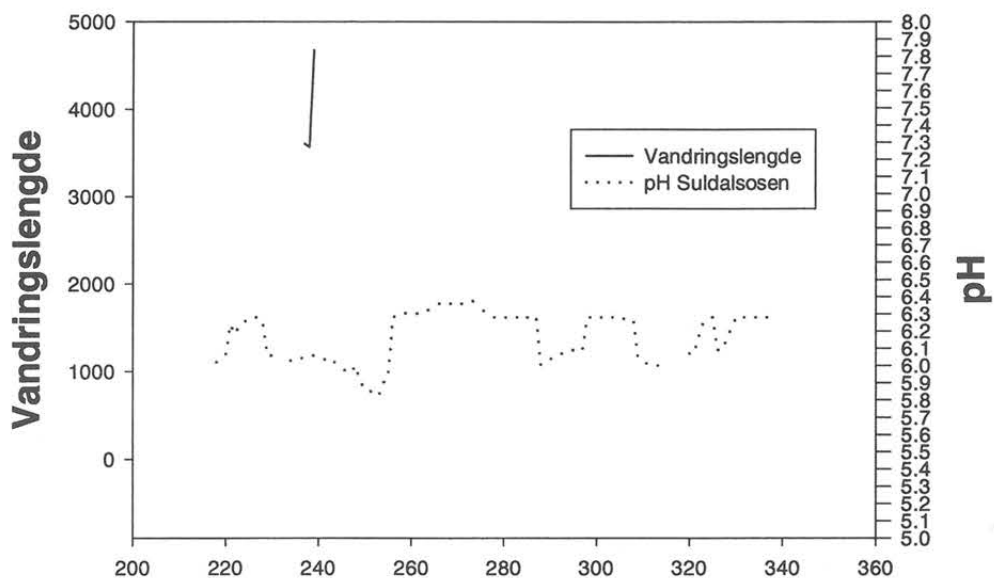
Dagnummer (1 = 1. januar)

Laks nr.: 13 (Fisket opp dag 240)

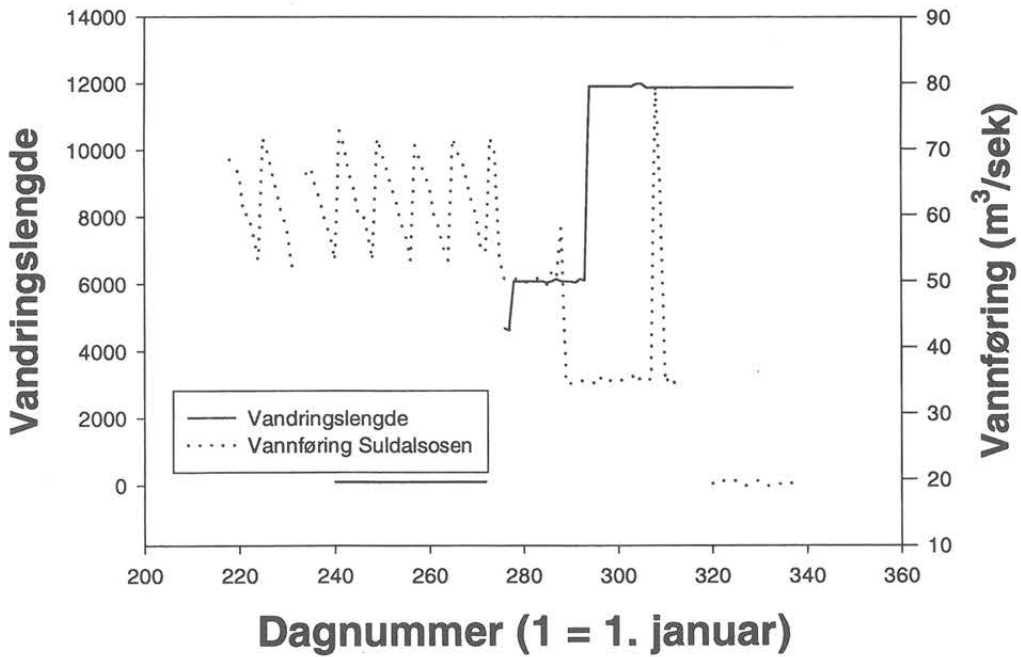
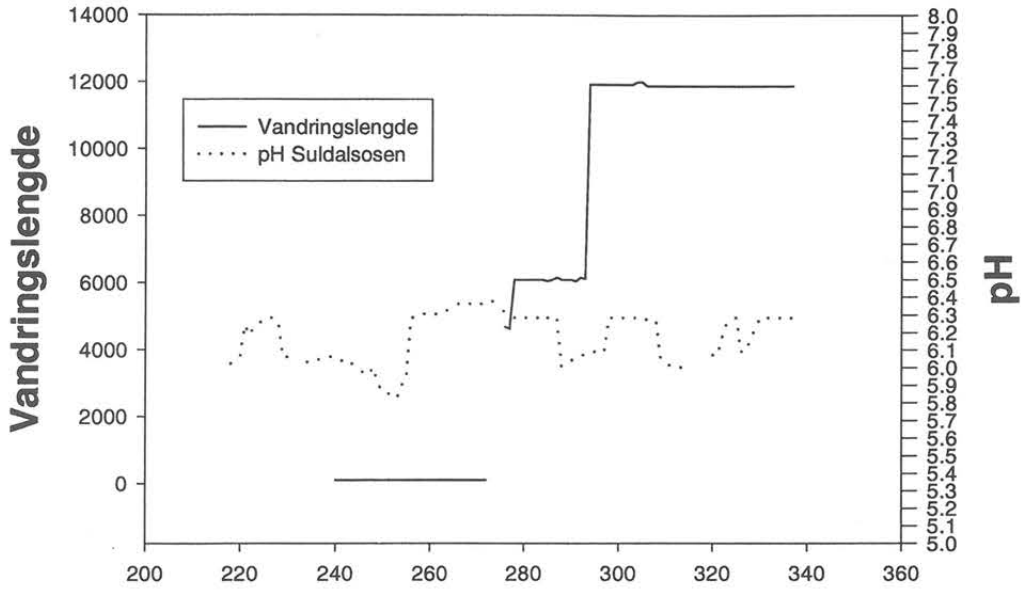
Frekvens: 450

Kjønn: Hann (1)

Type: Vill (1)

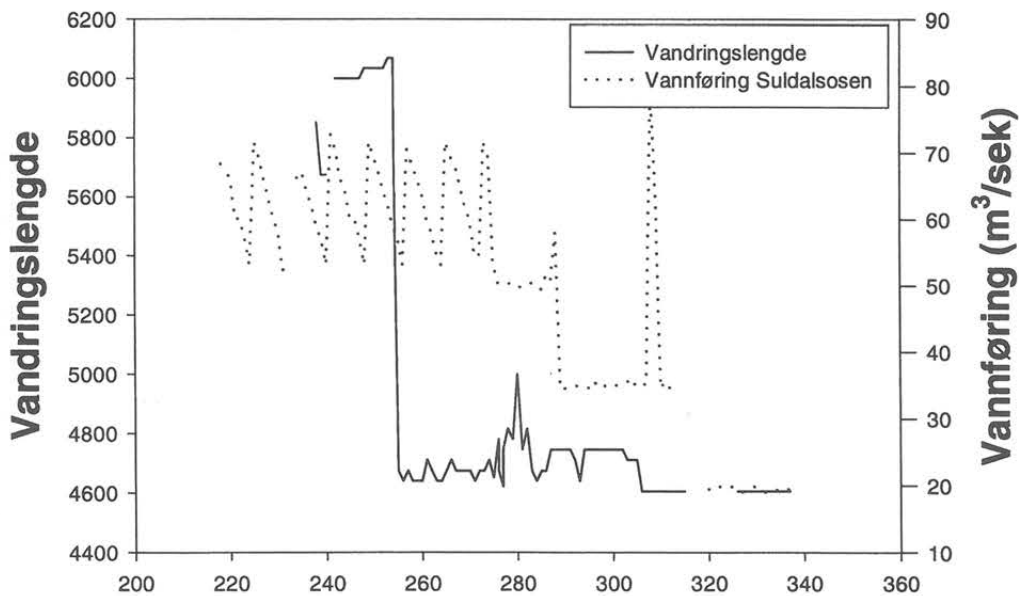
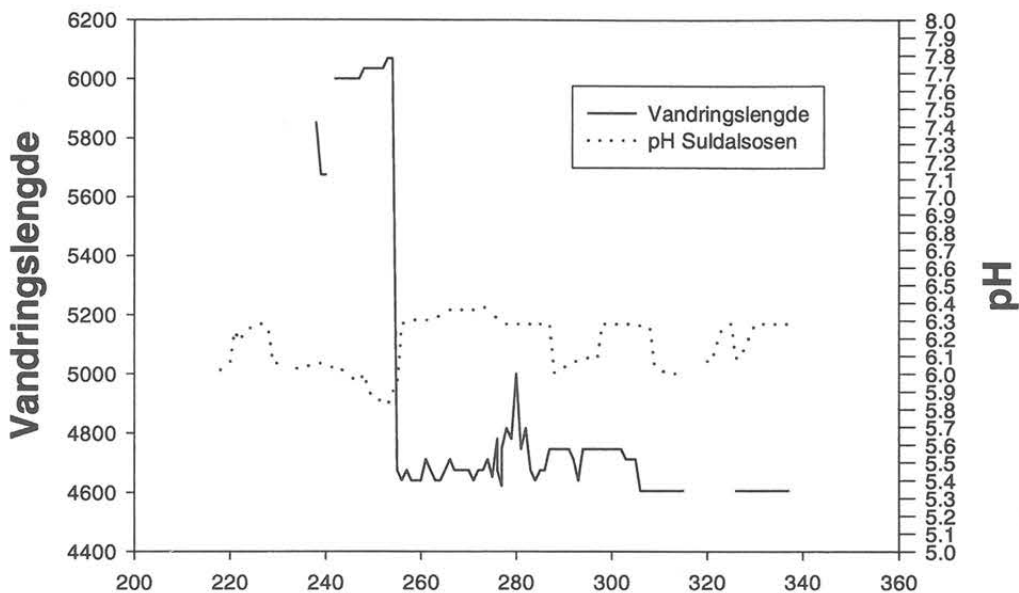


Laks nr.: 15
Frekvens: 471
Kjønn: Hunn (2)
Type: Oppdrett (2)



Dagnummer (1 = 1. januar)

Laks nr.: 16
Frekvens: 490
Kjønn: Hann (1)
Type: Oppdrett (2)



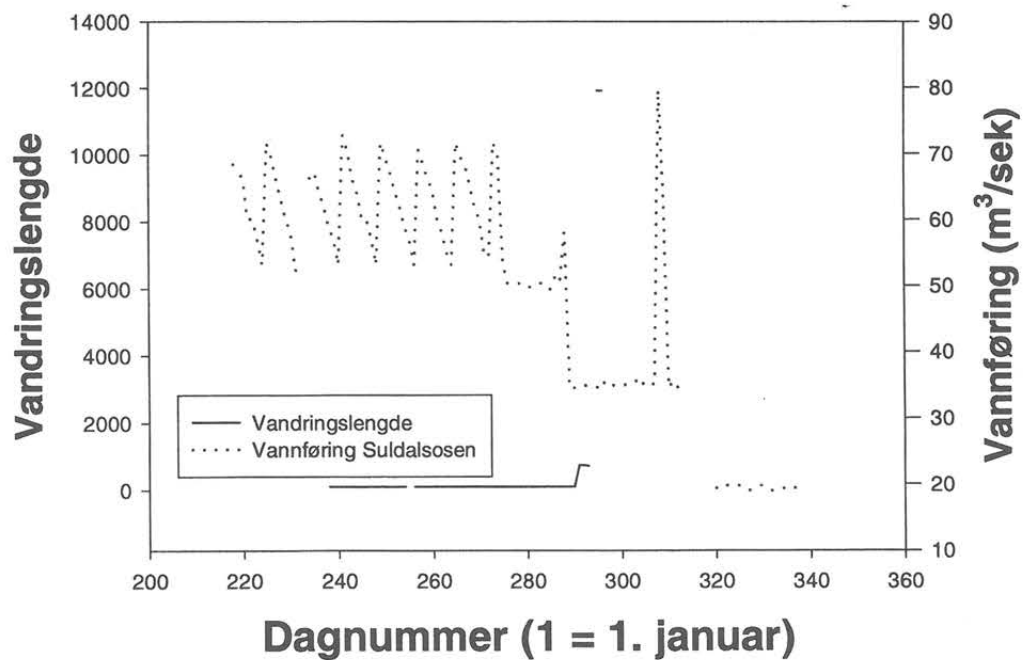
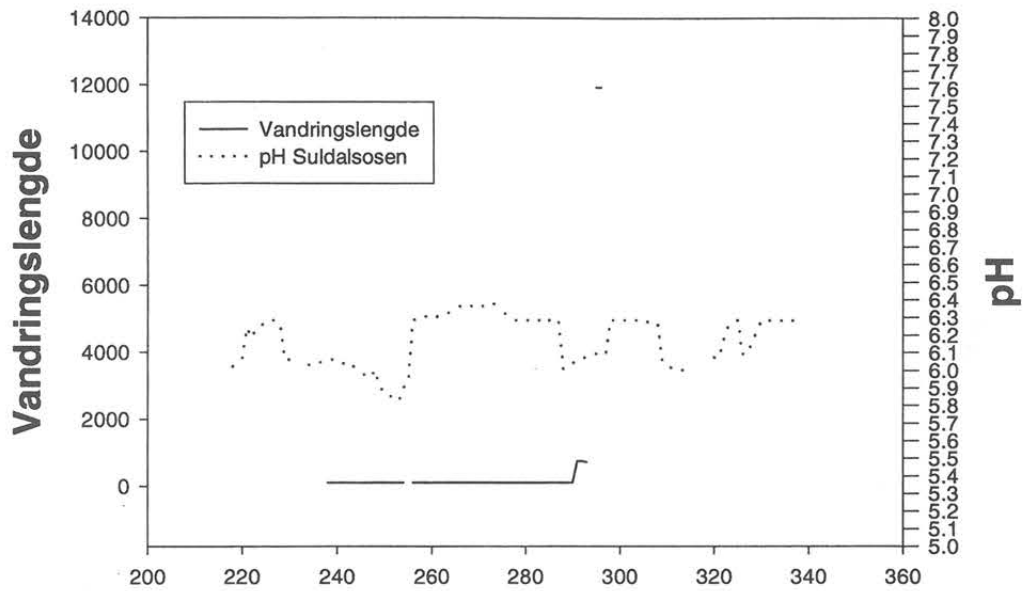
Dagnummer (1 = 1. januar)

Laks nr.: 17 (Funnet skadd Erfjord, ukjent dag)

Frekvens: 480

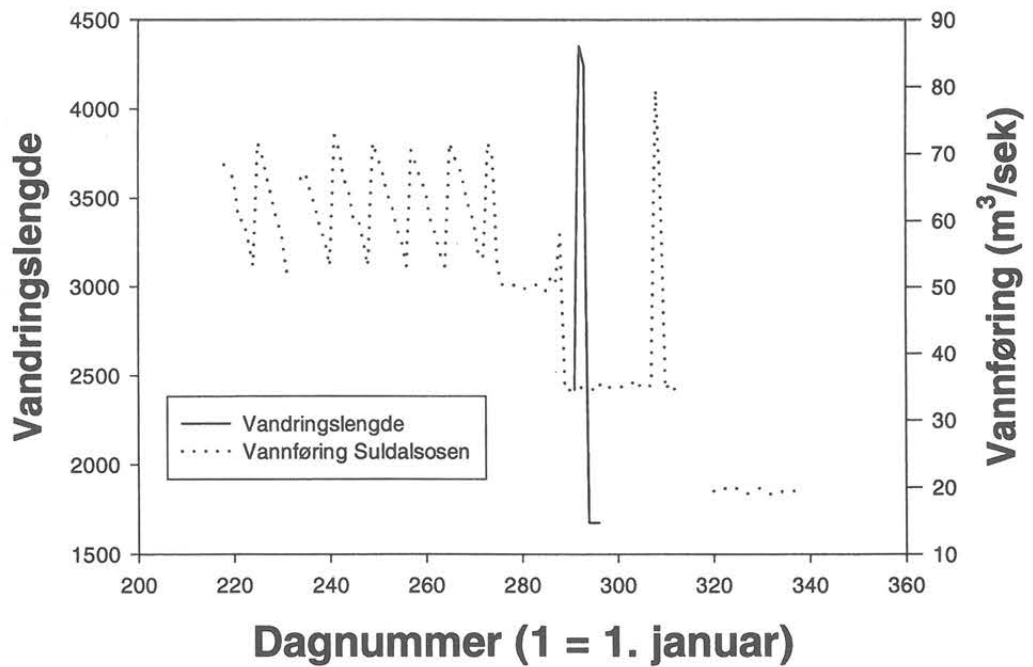
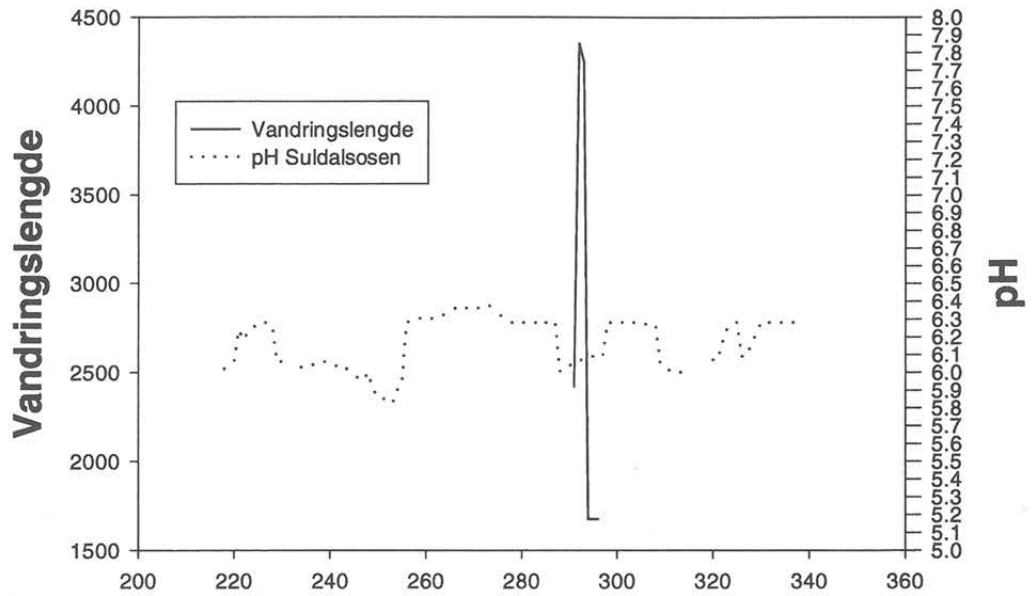
Kjønn: Hann (1)

Type: Oppdrett (2)

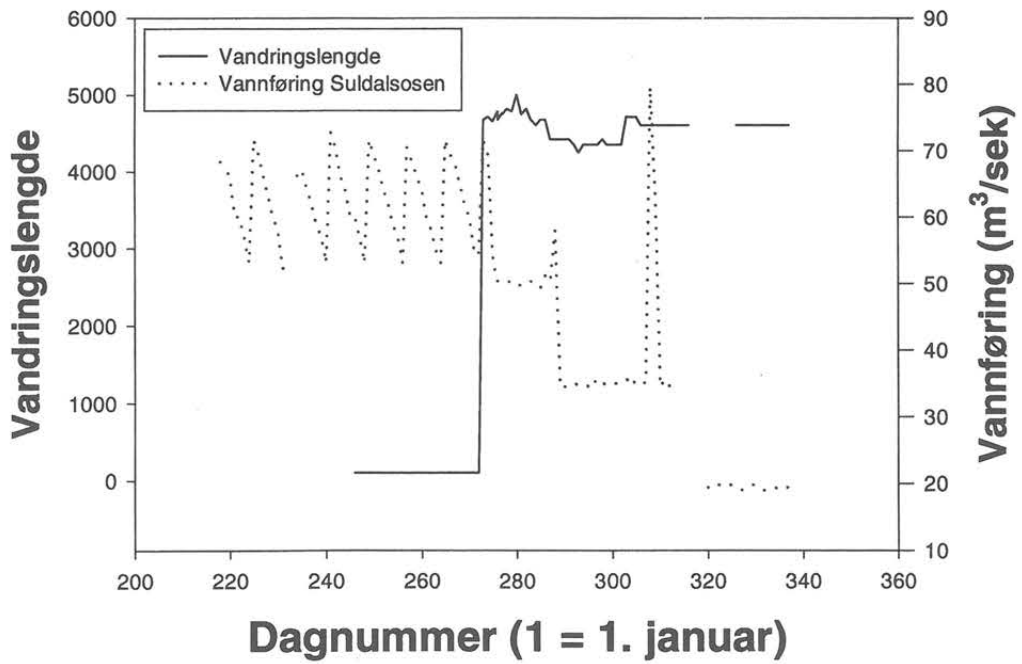
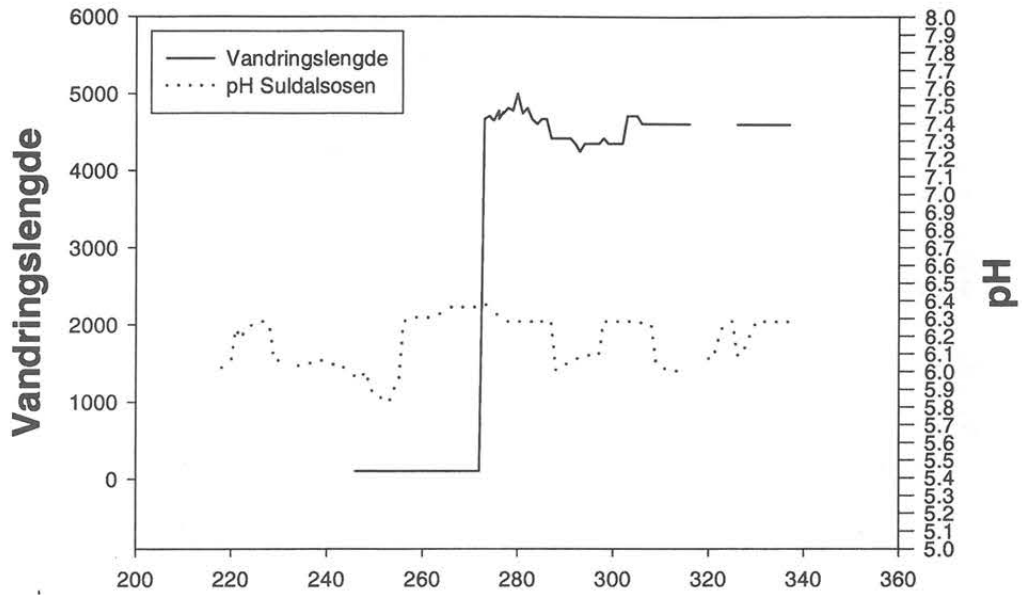


Dagnummer (1 = 1. januar)

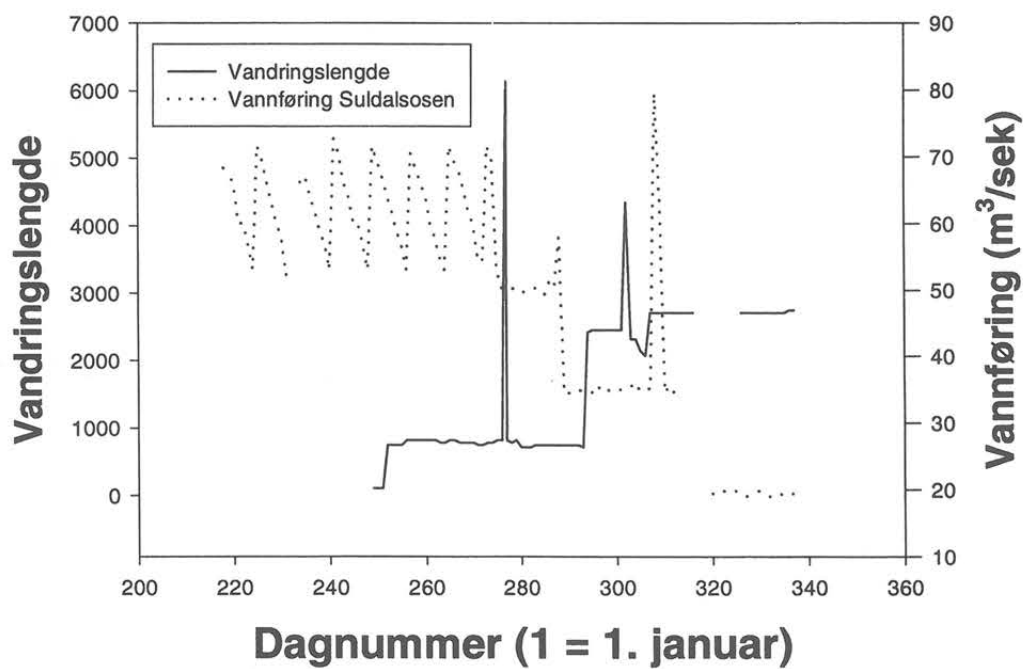
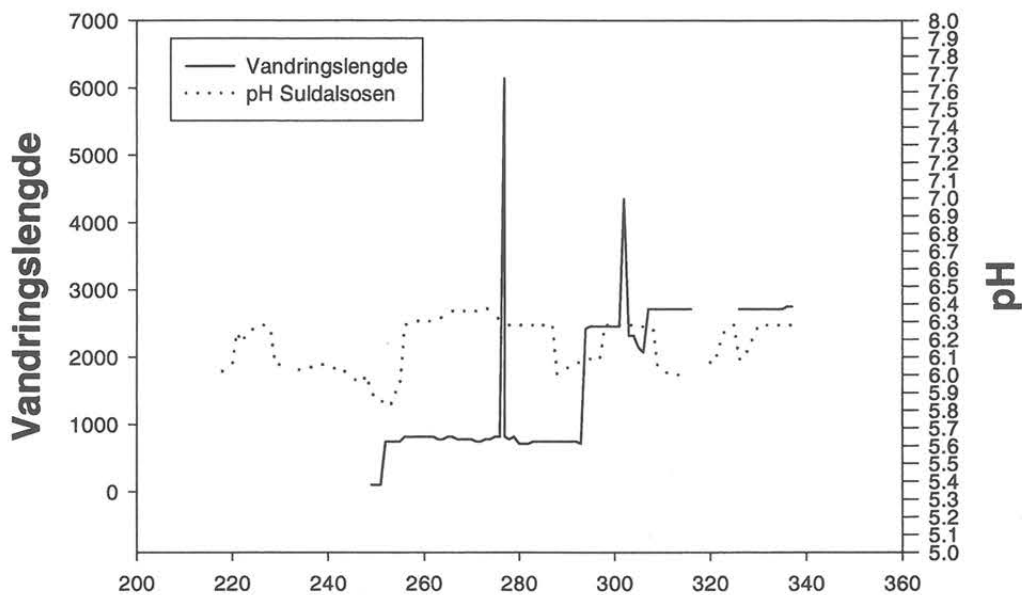
Laks nr.: 18
Frekvens: 500
Kjønn: Hunn (2)
Type: Vill (1)



Laks nr.: 20
Frekvens: 59
Kjønn: Hunn (2)
Type: Oppdrett (2)

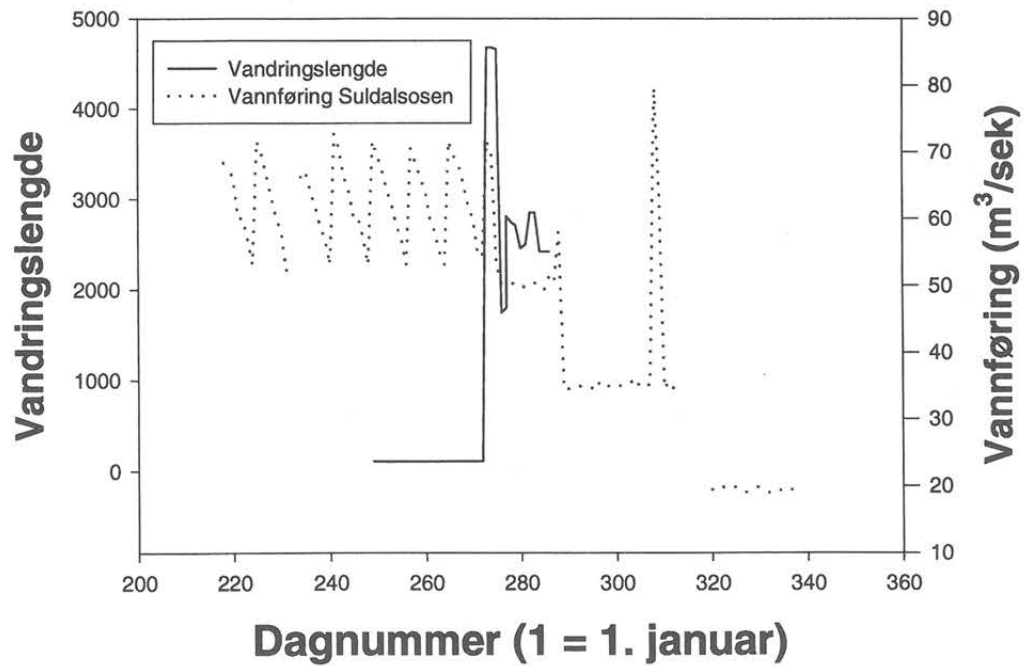
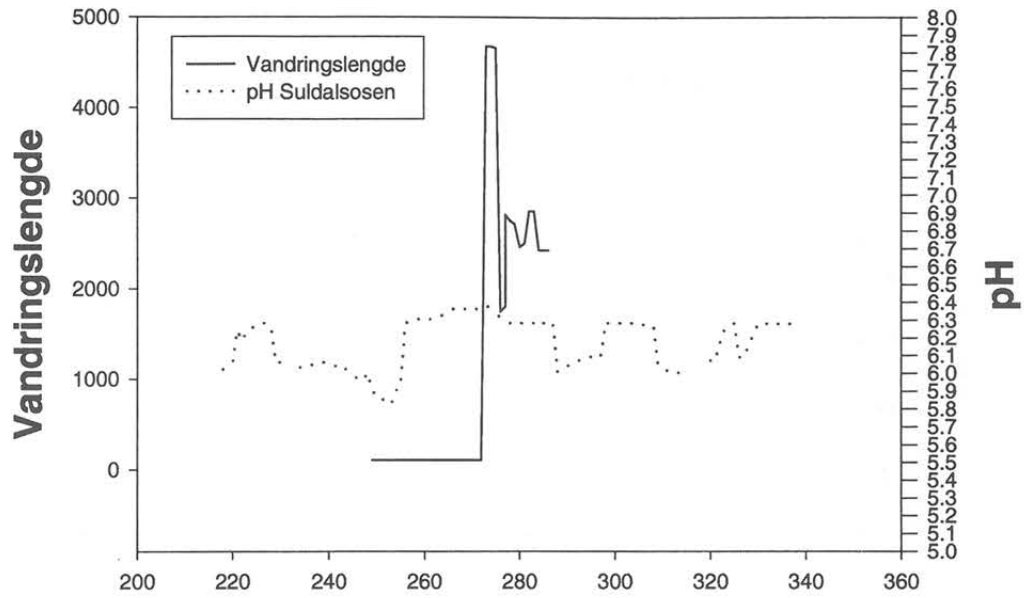


Laks nr.: 24
Frekvens: 360
Kjønn: Hann (1)
Type: Vill (1)

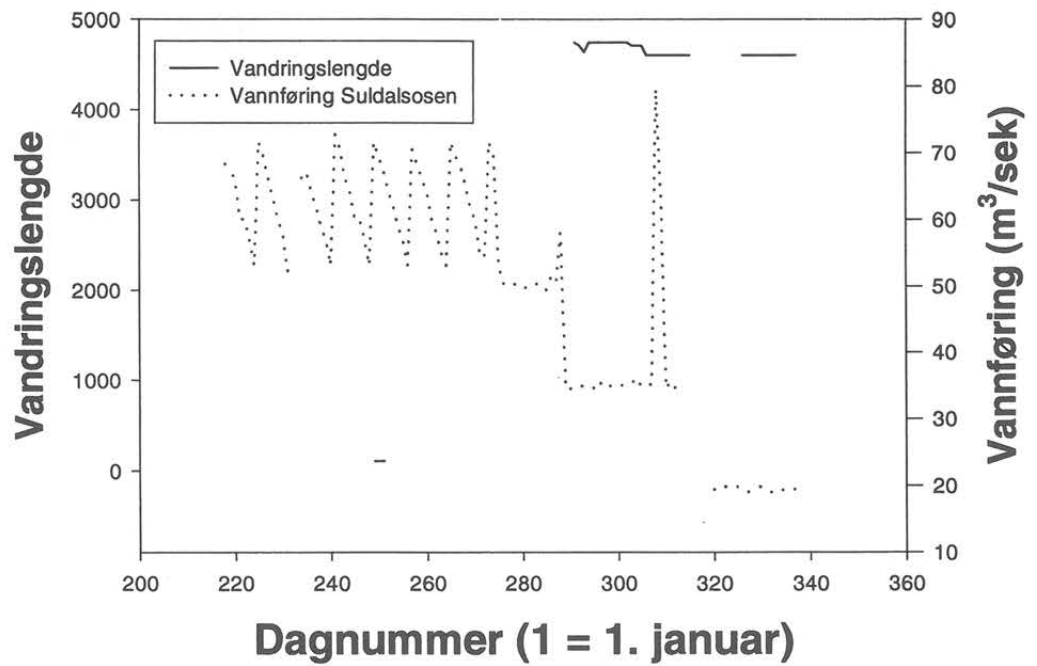
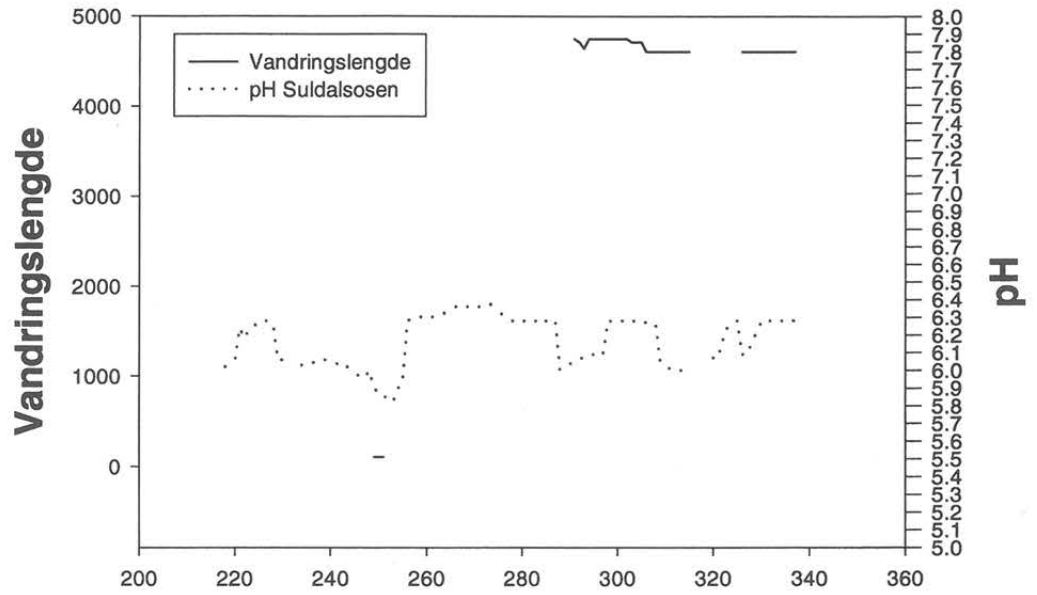


Dagnummer (1 = 1. januar)

Laks nr.: 25
Frekvens: 231
Kjønn: Hann (1)
Type: Vill(1)

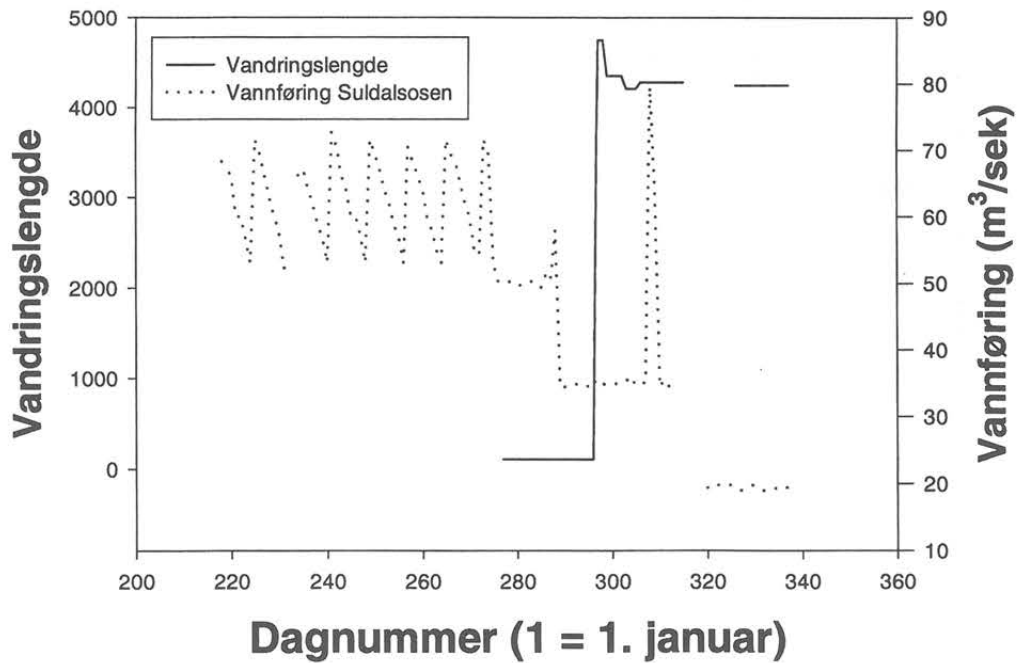
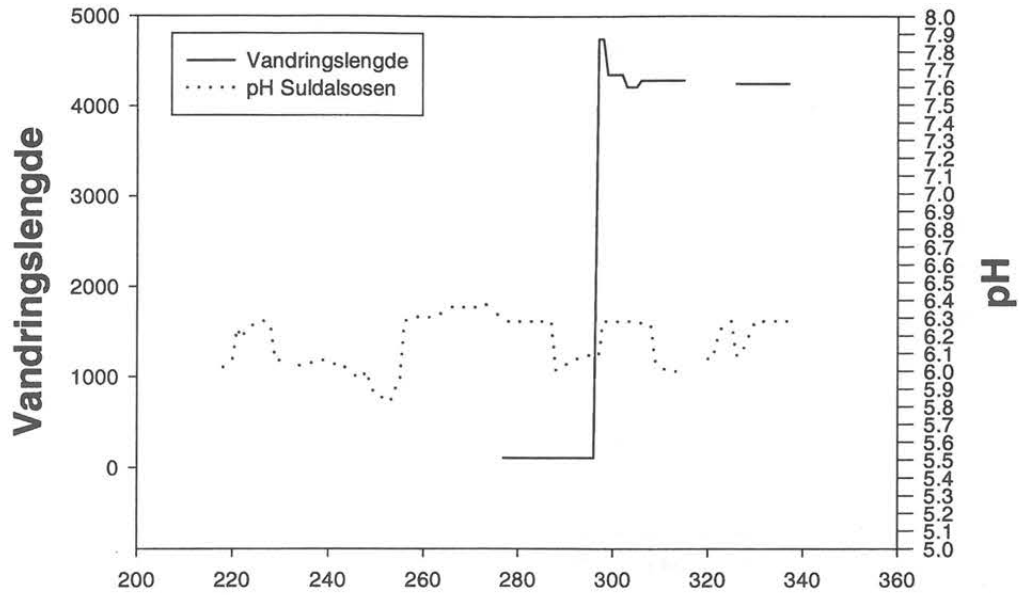


Laks nr.: 26
Frekvens: 350
Kjønn: Hann (1)
Type: Vill (1)



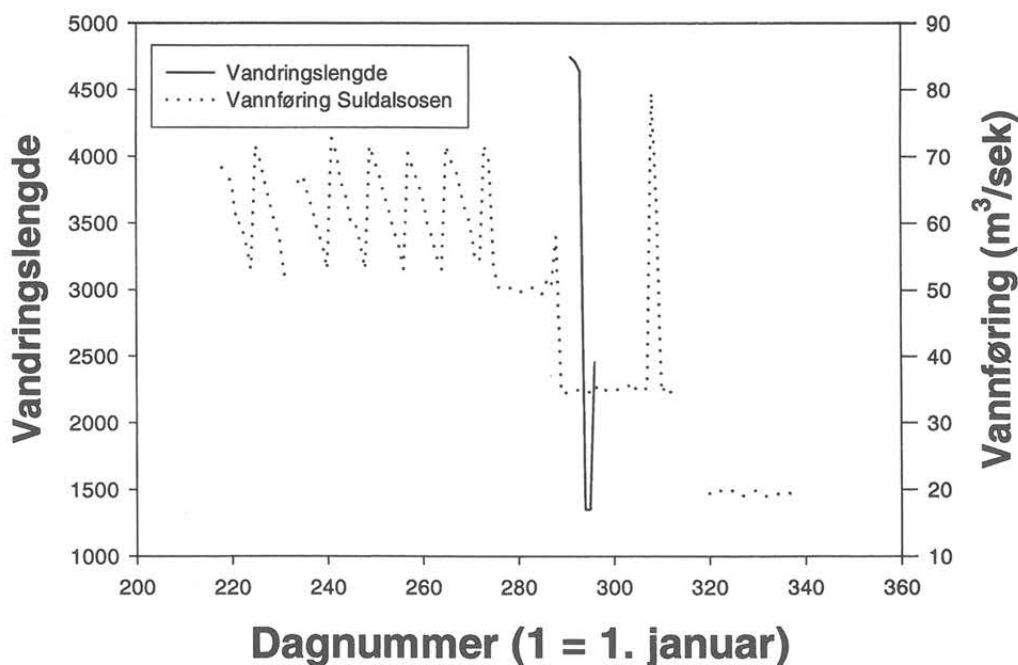
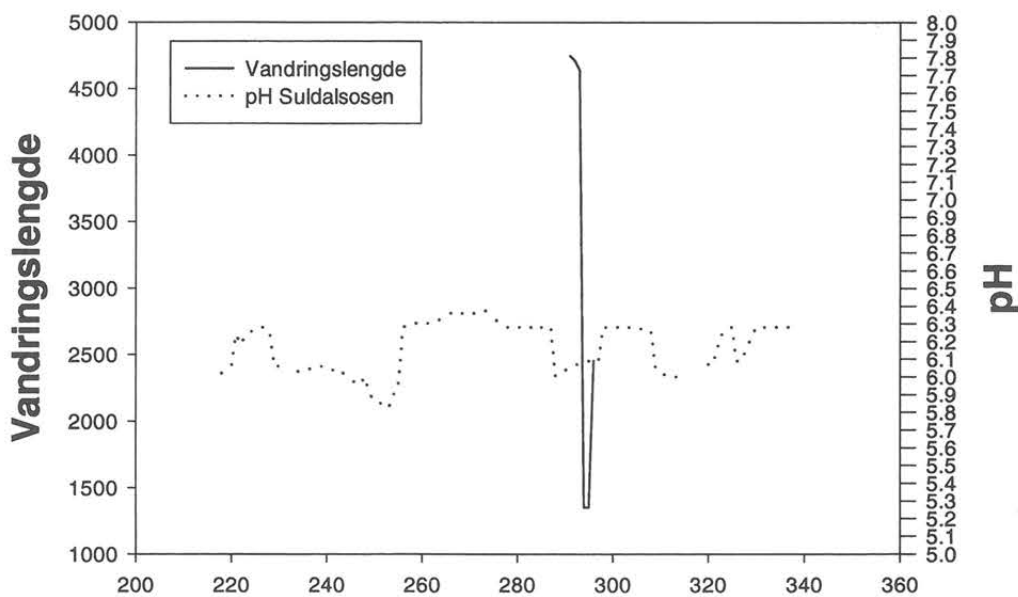
Dagnummer (1 = 1. januar)

Laks nr.: 29
Frekvens: 391
Kjønn: Hunn (2)
Type: Vill (1)



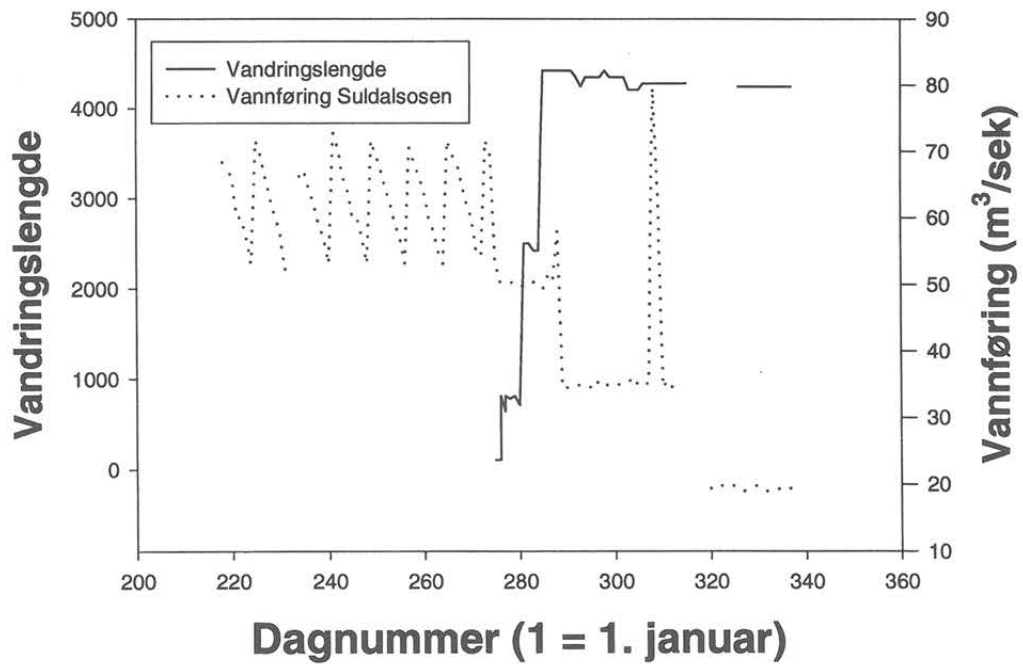
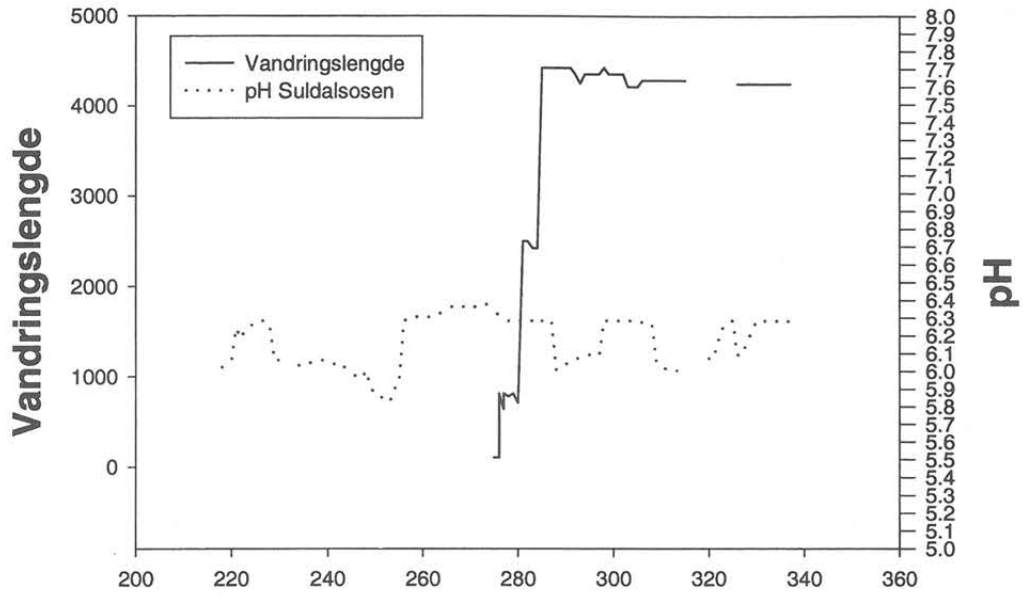
Dagnummer (1 = 1. januar)

Laks nr.: 30
Frekvens: 260
Kjønn: Hann (1)
Type: Usikker (3)



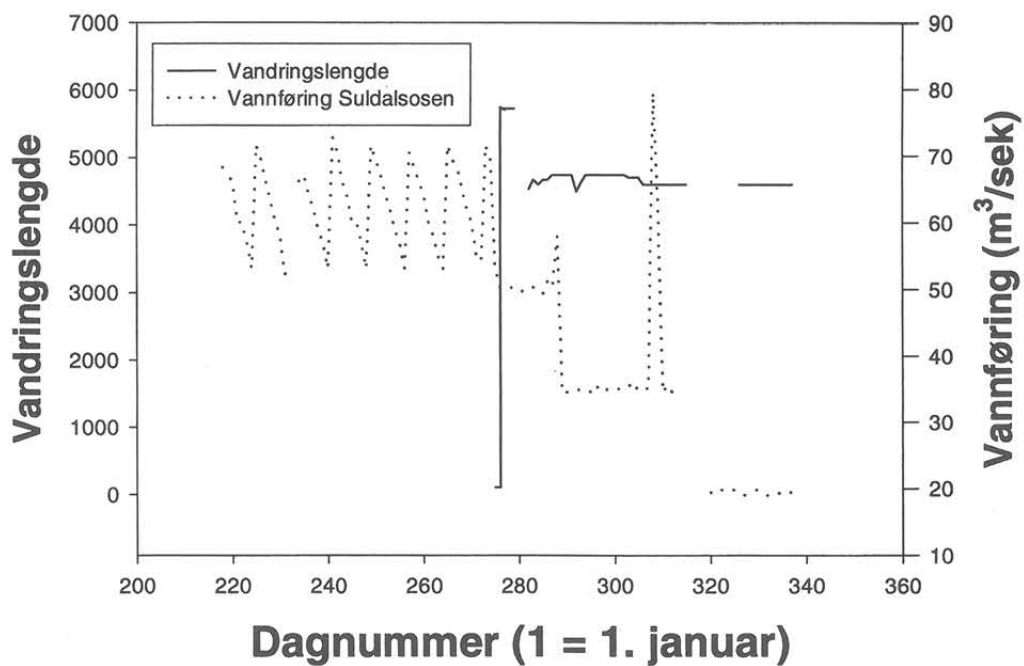
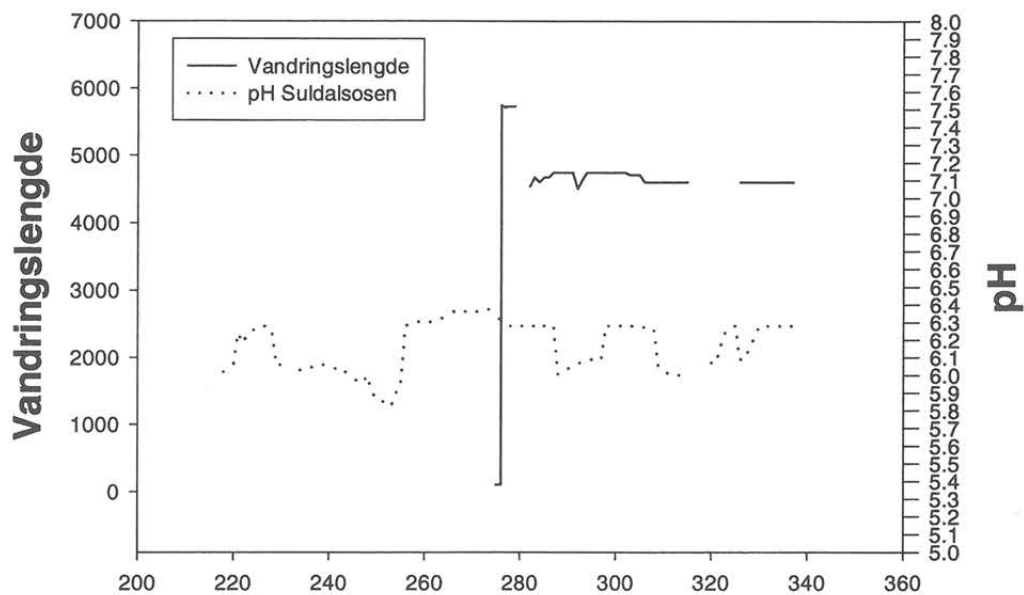
Dagnummer (1 = 1. januar)

Laks nr.: 31
Frekvens: 161
Kjønn: Hann(1)
Type: Usikker(3)



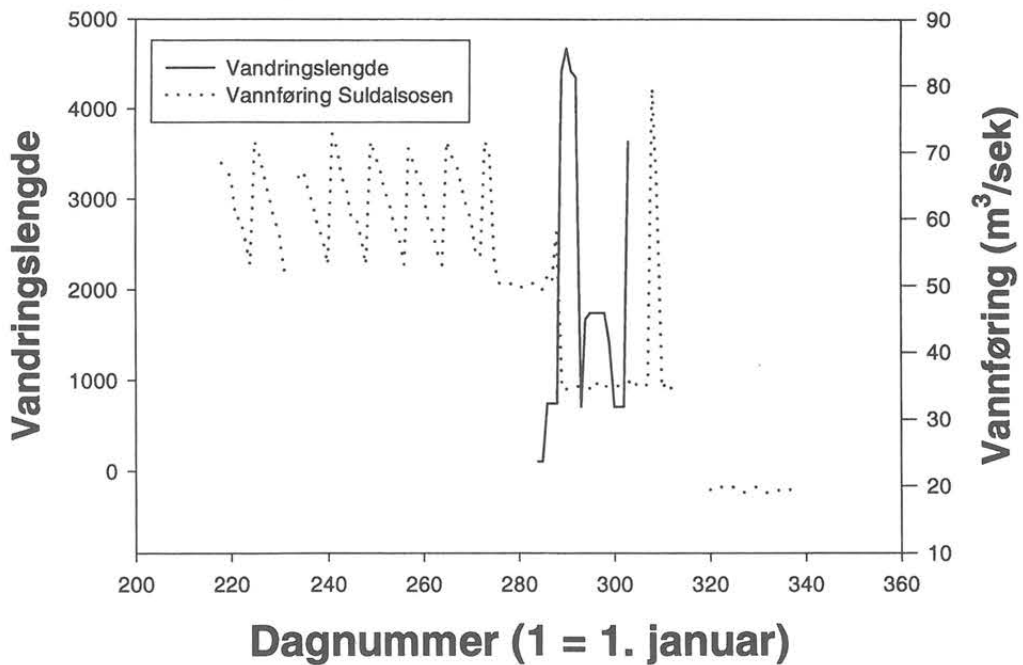
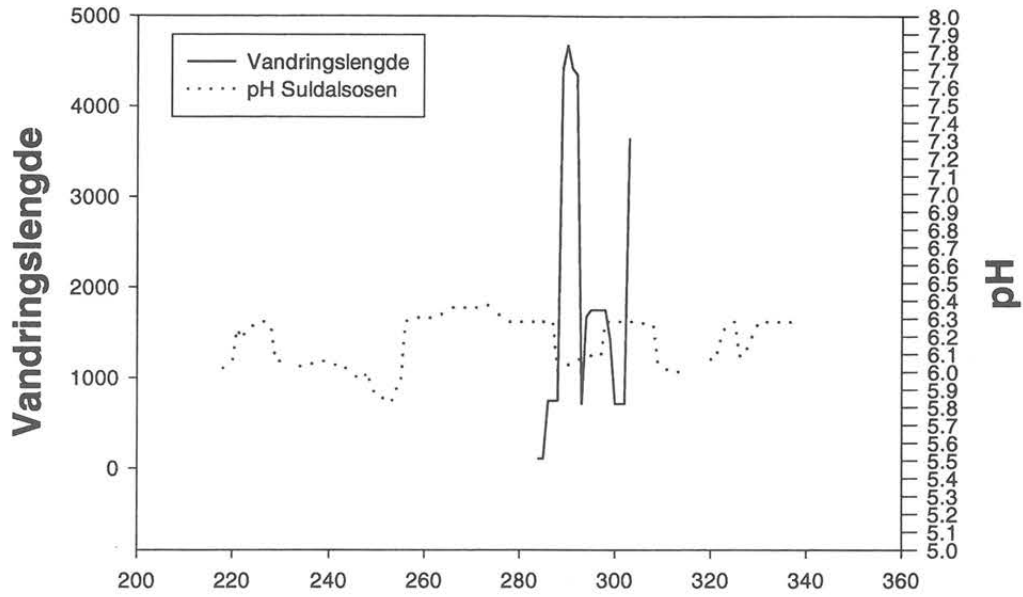
Dagnummer (1 = 1. januar)

Laks nr.: 33
Frekvens: 380
Kjønn: Hann (1)
Type: Vill (1)



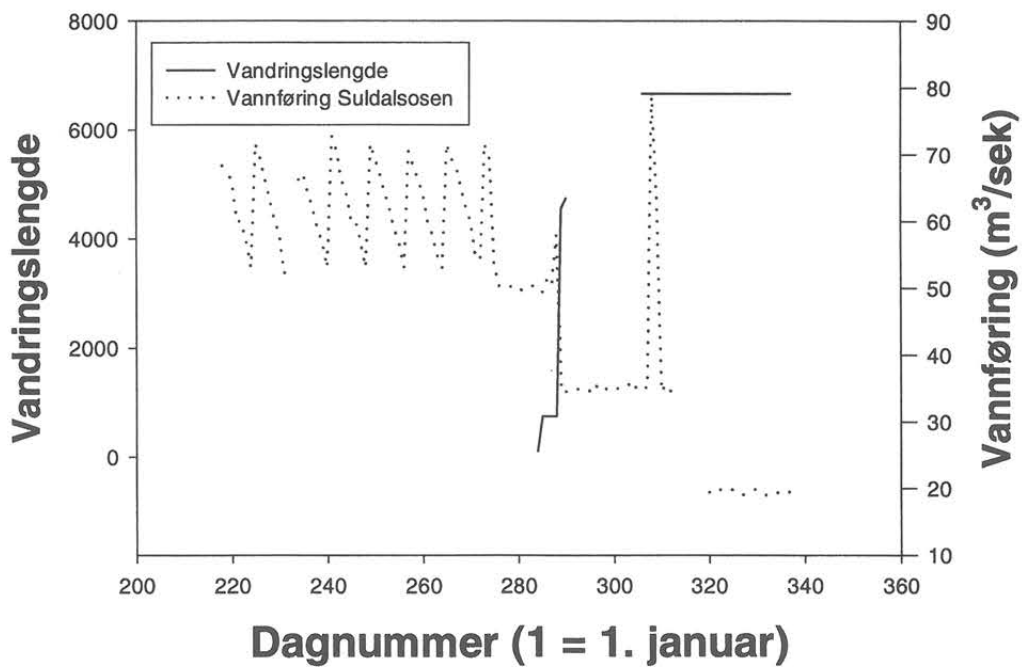
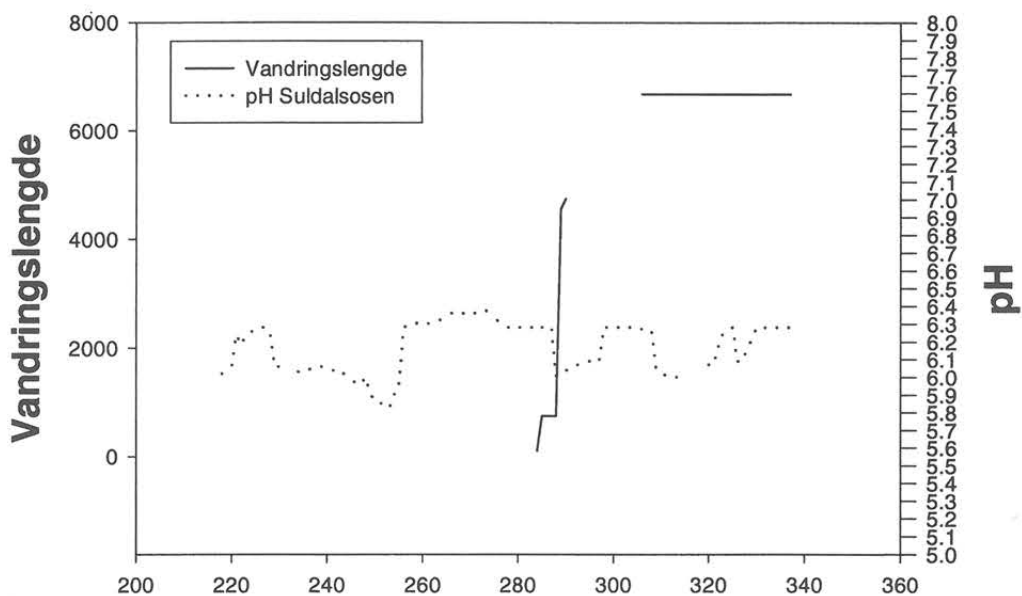
Dagnummer (1 = 1. januar)

Laks nr.: 34
Frekvens: 341
Kjønn: Hann (1)
Type: Vill (1)

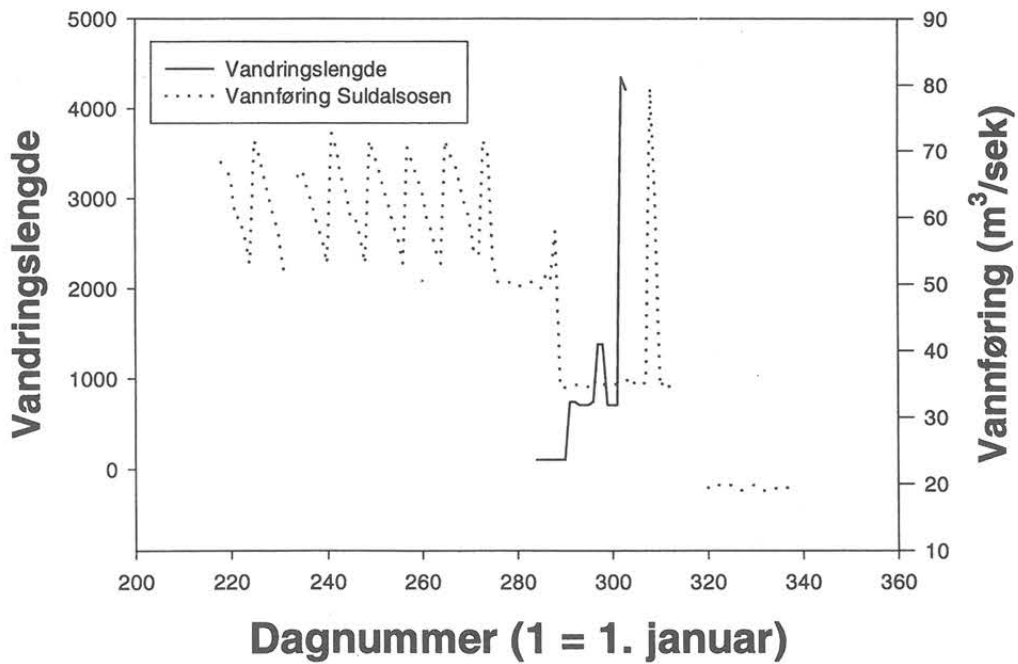
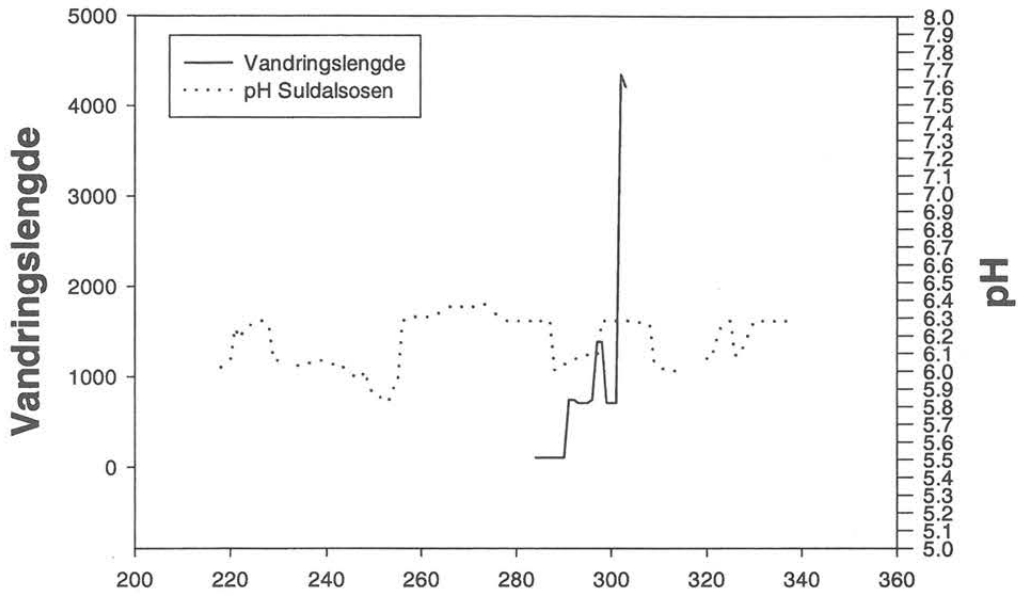


Dagnummer (1 = 1. januar)

Laks nr.: 35
Frekvens: 320
Kjønn: Hann (1)
Type: Vill (1)



Laks nr.: 37
Frekvens: 170
Kjønn: Hann(1)
Type: Vill (1)



ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-1190-4

675

**NINA
OPPDRAGS-
MELDING**

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7485 TRONDHEIM
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01

**NINA
Norsk institutt
for naturforskning**