

435

# OPPDRAKSMELDING

Endringer i drift ved Nedre  
Vinstra kraftverk  
- effekter på overvintrende Fossekall

John Atle Kålås  
Ole Reitan  
Per Jordhøy



NINA · NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Endringer i drift ved Nedre  
Vinstra kraftverk  
- effekter på overvintrende Fossekall

John Atle Kålås  
Ole Reitan  
Per Jordhøy

## 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)

### 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, fylkesmennesenes 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.

Kålås, J.A., Reitan, O & Jordhøy, P. 1996. Endringer i drift ved Nedre Vinstra kraftverk - effekter på overvintrende Fossefall. - NINA Oppdragsmelding 435: 1-21.

Trondheim, august 1996

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-0730-3

Forvaltningsområde:

Naturinngrep, effekter på fauna.

Natural encroachment, effects on fauna

Rettighetshaver ©:

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

NINA•NIKU

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Tycho Anker-Nilssen

NINA•NIKU, Trondheim

Design og layout:

Synnøve Vanvik

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 100

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

7005 Trondheim

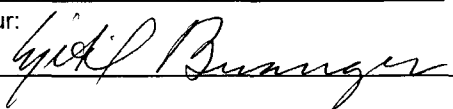
Tel: 73 58 05 00

Fax: 73 91 54 33

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 12173 Fossefall

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Vinstra Kraftselskap

## Referat

Kålås, J.A., Reitan, O & Jordhøy, P. 1996. Endringer i drift ved Nedre Vinstra kraftverk - effekter på overvintrende fossekall. - NINA Oppdragsmelding 435: 1-21.

I forbindelse med endring i kapasitetsutnyttelse og reguleringsreglement ved Nedre Vinstra kraftverk (NVK) fra høsten 1989 er det utført undersøkelser for å belyse eventuelle effekter av dette for overvintrende fossekall (*Cinclus cinclus*). Våre undersøkelser er utført i perioden 1991-94 og omfatter kartlegging av forekomster samt studier av aktivitet og næringsøksadferd for fossekall langs Gudbrandsdalslågen på strekningen Vinstra bru - Breivegen bru. I tillegg har vi benyttet oss av NOF, Avdeling Oppland sine desembertellinger (ca 20 desember) av fossekall langs Lågen fra Dombås til Lillehammer, som er utført årlig siden 1978.

Desembertellinger viser at det har vært en betydelig reduksjon i antall fossekall langs Lågen mellom Vinstra bru og Frya i perioden 1977-95 og for årene etter iverksettelsen av endret reguleringsreglement (1990-95) er det her observert under halvparten så mange fugler sammenlignet med perioden 1977-89. Særlig sterk er reduksjonen mellom Harpefossen kraftverk (HK) og Frya (65 %). Reduksjonen for de øvrige delene av Lågen mellom Dombås og Lillehammer var betydelig mindre (25 %). Med de forhold en har hatt i perioden 1990-95 ser området mellom Vinstra bru og Frya ut til å ha kapasitet til ca 25 fossekall i desember og ca 10-15 fossekall i perioden januar-februar.

Studier av fossekallens aktivitet i området gir ytterligere indikasjoner på at endringene i vannføringsregime ved NVK har bidratt til reduksjonen i vinterforekomster av fossekall langs denne elvestrekningen. Fossekallene som bruker strekningene mellom NVK og Harpefossen og de første kilometerne nedstrøms HK må, slik forholdene er ved kjøring av nytt reguleringsreglement ved NVK, søke føde på større dyp og/eller ved sterkere strømforhold enn tidligere. Vi viser at den dykkdyp og dykketider fossekallen nå har i de aktuelle områdene ligger helt på grensen av hva som vil gi et effektivt fødesøk.

Selv uten døgnregulering ved NVK vinteren 1991/92 fikk vi ingen økning i fossekall langs de aktuelle elvestrekningene. Dette hadde vi ventet dersom reduksjonen i fossekallbestanden utelukkende var forårsaket av de fysiske hindringene vannstandsendingene gir næringsøkende individer. Dette indikerer at det også er andre årsaker med i bildet f.eks langtidsvirkninger av de omfattende vannstandsendingene på forekomster av fossekallens føde (vannlevende insekter). Det foreligger imidlertid ingen undersøkelser fra området som kan belyse dette.

For temperaturforhold  $-20$  -  $-10$  °C har vi informasjon bare fra en vinter og mulighetene for klare konklusjoner om hva som skjer med fossekallbestanden i området under slike forhold er derfor begrensede. Imidlertid viser denne undersøkelsen at områdene omkring NVK vil ha relativt omfattende isfrie arealer selv ved lave temperaturer. Likevel

ser bestanden ut til å bli redusert her ved kalde værforhold (8-10 individ). Vi har ingen informasjon som kan belyse hva som vil skje med fossekallene ved Vinstra ved ekstremt kalde temperaturforhold ( $< -20$  °C). Vi regner imidlertid med at de få fossekallene som nå benytter området ved kalde værforhold vil kunne skaffe seg tilstrekkelig føde i området også i korte perioder med slik ekstrem kulde. Vi vurderer derfor at faren er liten for at området på grunn av sitt åpne vannspeilet skal tiltrekke seg fugl ved særlig kalde værforhold, som så sulter i hjel på grunn av det dårlige energiutbytte næringsøk i dette området da gir.

Omfanget av den fysiske hindringene vannføringsendringene gir næringsøkende fossekall er forårsaket av forskjellen mellom laveste vannføring i løpet av en periode og vannføringen på dagtid. Den høye dagvannføring er hovedsakelig forårsaket av stort utslipp fra NVK, og er en kombinasjonseffekt av endringer i døgnreguleringen og økt slukeevne her. Det enkleste tiltaket for å redusere denne fysiske hindringen for næringsøkende fossekall vil trolig være å sikre en høyest mulig minstevannføring nedenfor NVK (f.eks  $60 \text{ m}^3 \text{ sek}^{-1}$ ). Effekten av et slikt tiltak er imidlertid betinget av at insektsmengden i den delen av elva som ikke blir periodevis tørrlagt ikke er negativt påvirket av de store vannføringsvariasjonene.

Emneord: Vannstandsendinger, fossekall, overvintring, dykkadferd, aktivitet.

John Atle Kålås, Ole Reitan & Per Jordhøy, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim.

## Abstract

Kålås, J.A., Reitan, O. & Jordhøy, P. 1996. Changes in the operating of Nedre Vinstra Power Station - impact on wintering dippers. - NINA Oppdragsmelding 435: 1-21.

In connection with changes in the regulations controlling the flow regime at the Nedre Vinstra Power Station (NVPS) we have carried out investigations aimed at revealing possible impacts on the wintering dipper (*Cinclus cinclus*). Our study has been carried in the period 1991-94 and has included mapping the occurrences of dippers and studying their activity and behaviour of dippers searching for food along the river-stretch from Vinstra bridge to Breivegen bridge (Gudbrandsdalslågen). In addition, we have used censuses of dippers carried out each December (about 20 December) since 1978 by the Norwegian Ornithological Society, Oppland, along the same river between Dombås and Lillehammer.

The December censuses have demonstrated a significant reduction in the number of dippers along the river between Vinstra bridge and the Frya (a tributary of the main river) in the period 1977-95. In the years since the changes in the flow regime were introduced (1990) less than half as many birds have been observed as in 1977-1989. The reduction has been particularly prominent between the Harpefoss Power Station (HPS) and the Frya (65 %). The reduction along the rest of the river from Dombås to Lillehammer was much less (25 %). With the conditions that have existed in the period 1990-95, the stretch from Vinstra bridge to the Frya seems to have the capacity to maintain about 25 dippers in December and about 10-15 in January and February.

Studies of the activity of the dipper in the area give additional indications that the changes in the flow regime of the NVPS have contributed to the reduction in the winter occurrence of dippers along this stretch of river. Under the conditions existing since the operation of the new regulations, the dippers using the stretches from the NVPS to the HPS and the first few kilometres downstream from the HPS have to seek food at greater depths and/or under stronger current conditions than previously. The diving depths and diving times which the dippers now have on these stretches are also right on the limit of what will give an efficient food search.

Even without the 24-hour regulation operated by the NVPS in the winter of 1991/92, the number of dippers along these stretches of river did not increase. We had expected this if the reduction in the dipper population was exclusively caused by the physical obstacles which the changes in water level inflict on individuals seeking food. This indicates that other reasons are also present, for instance long-term effects of the changes in water level on occurrences of aquatic insects. However, no investigations have been carried out in the area which can throw light on this aspect.

Regarding the temperature range of  $-20$  to  $-10$  °C, we have information from only one winter and the opportunities for drawing clear conclusions concerning what happens to this dipper population under such conditions are therefore limited. However, our investigation shows that the stretches around the NVPS will have relatively extensive ice-free areas even with such low temperatures. Nevertheless, the population seems to be reduced here under such cold conditions (8-10 individuals). We have no information which can show what will happen with the dippers at Vinstra under extreme temperature conditions ( $< -20$  °C). We expect, however, that the few dippers which use the area under cold conditions will be able to obtain sufficient food in short periods with such extremely cold weather. We therefore expect there to be little risk that the open water areas present here will attract birds under particularly cold conditions, which will then starve to death because of the poor energy yield given by seeking food in this area.

The greater physical obstacles for food-seeking dippers produced by the changes in water flow result from an increased difference between the lowest flow over a period and the flow in daytime. The high daytime flow is principally caused by a large discharge from the NVPS, and is the combined effect of changes in the 24-hour regulation and the increased capacity at this power station. The simplest measures to reduce the physical obstacles for food-seeking dippers will probably be to ensure a highest possible minimum waterflow downstream from the NVPS (e.g.  $60 \text{ m}^3 \text{ sec}^{-1}$ ). The effect of such a measure will, however, depend upon the density of insects in the part of the river that is not periodically drained not being reduced by the large variations in water flow. We know too little about the possible extent of this aspect to be able to discuss it further about here.

Key words: changes in water level, dipper, wintering, diving behaviour, activity.

John Atle Kålås, Ole Reitan & Per Jordhøy, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim.

## Forord

I forbindelse med Vinstra Kraftselskap sin endring i kapasitetsutnyttelse og reguleringsreglement ved Nedre Vinstra kraftverk er det i perioden 1990-95 utført flere typer undersøkelser. Disse har som mål å beskrive fysiske og biologiske effekter i og langs elveløpet nedenfor vannutslippet fra Nedre Vinstra kraftverk forårsaket av de endrede vannføringene. Den undersøkelsen som rapporteres her er utført i regi av Vinstra Kraftselskap og har som mål å belyse eventuelle effekter på overvintrende fossefall langs Gudbrandsdalslågen mellom Nedre Vinstra kraftverk og Frya.

En rekke personer har bistått oss i forbindelsen med innsamlingen av data. En særlig takk vil vi rette til NOF, Avdeling Oppland ved Jon Oppheim som har bistått med opplysninger fra vintertellingene av vannfugl langs Gudbrandsdalslågen fra Dombås til Lillehammer for årene 1978-95, og som i perioden 1990-95 har gjort detaljerte registreringer av fossefall på strekningen Vinstra bru - Frya. Videre vil vi takke Ivar Myklebust for bistand under feltarbeidet i 1991, det Norske meteorologiske institutt for klimadata og Vinstra Kraftselskap for vannføringsdata fra området.

Trondheim, august 1996

John Atle Kålås

## Innhold

Referat.....	3
Abstract .....	4
Forord .....	5
1 Innledning .....	6
2 Endringer i vannføring fra Nedre Vinstra kraftverk.....	7
3 Fossefallens økologi og forekomst i Norge .....	8
4 Materiale og Metoder .....	8
5 Resultater.....	10
5.1 Forekomster av fossefall langs Gudbrandsdalslågen, 1977-95 .....	10
5.1.1 Forekomster i desember langs strekningen mellom Kvam og Fryas utløp i Lågen.....	10
5.1.2 Forekomster i januar - februar langs strekningen NVK og Breivegen bru.....	12
5.1.3 Fossefallens fordeling langs strekningen Vinstra bru - Breivegen bru .....	14
5.2 Adferdsundersøkelser .....	14
5.2.1 Fossefallens vinteraktivitet .....	14
5.2.2 Dykkfrekvenser ved næringsøk.....	17
6 Diskusjon .....	20
7 Referanser .....	21

# 1 Innledning

I forbindelse med Vinstra Kraftselskap sin endring i kapasitetsutnyttelse og reguleringsreglement ved Nedre Vinstra kraftverk (NVK) fra 1 november 1989 (økning i slukeevne fra 60 til 85 m<sup>3</sup> sek<sup>-1</sup>, og økt dagdrift) er det utført undersøkelser for å belyse eventuelle effekter av dette for overvintrende fossefall (*Cinclus cinclus*) langs Gudbrandsdalslågen mellom Vinstra og Frya.

De aktuelle endringene i kapasitetsutnyttelsen vil til tider medføre store daglige vannførings- og vannstandsvariasjoner. Det vil i perioder bli dobbelt så høy dagvannføring som nattvannføring nedstrøms NVK og Harpefossen kraftverk (HK). Døgnvariasjonen i vannstanden blir størst like nedenfor HK. Dette kan påvirke næringssituasjonen (mengde, kvalitet og tilgang) for fossefall i området. Midtvinters må fossefallens søke næring i tidsrommet mellom kl 0900 og 1600. Etter endret regulering sammenfaller dette tidsrommet med perioden som har sterkest vannføring og høyest vannstand, noe som vil øke energibruken for næringssøkende fossefall (Bryant & Tatner 1988). De områdene nedenfor NVK og HK som blir sterkest påvirket av kapasitetsøkningen har tradisjonelt vært mye brukt av fossefall. Etter innføring av nye driftsforhold må fossefallene som har tilhold her dykke etter føde ved sterkere strøm, og på enkelte strekninger må de også dykke dypere for å finne mat. Hvert dykk etter mat vil da trolig ta lengre tid, og dermed vil også antall dykk som kan utføres i løpet av en dag, avta. Vi kan da få en situasjon hvor næringsøket blir mindre effektivt og mer energikrevende i perioder når fossefallene allerede har et ekstra høyt energibehov på grunn av lave temperaturer (Bryant & Tatner 1988).

Som basis for våre tolkninger av fossefallenes fordeling langs vassdraget går vi ut fra at et hvert individ plasserer seg fritt langs elva og at de gjør dette slik at det medfører lavest mulig kostnader for individene å skaffe seg føde. Kostnadene kan her være aggresjon mellom individer, predasjonstrykk og lave tettheter av eller vanskelig tilgjengelig føde. Ved et slikt utgangspunkt vil antall fugler langs en åpen elvestrekning være et mål for denne elvestrekningen sin verdi for overvintrende fossefall. Ved en stabil bestand vil derfor en reduksjon i antall individer langs en gitt strekning representere reduksjonen i denne strekningen sin verdi for fossefall.

Ved særlig lave temperaturer (< -20 °C) vil de områdene som har størst variasjon i daglig vannføring utgjøre en betydelig andel av den åpne elvestrekningen ved Vinstra. Dermed blir de mest påvirkede områdene også arealmessig mest tilgjengelige for næringssøkende fossefall. I slike perioder vil disse isfrie arealene også kunne tiltrekke seg fossefall fra andre områder langs Lågen som fryser til. På denne måten vil disse mest påvirkede områdene kunne bli en «felle» som fossefallene tiltrekkes, men der næringstilgangen ikke er tilstrekkelig. Ved en langvarig kuldeperiode vil dette kunne medføre at fossefaller sulter i hjel.

For å belyse disse forholdene nærmere er det innhentet informasjon om forekomster av fossefall langs Gudbrands-

dalslågen fra Dombås til Lillehammer for perioden 1978-95. Videre er det gjort en nærmere kartlegging av forekomstene og adferd ved næringssøk for fossefall ved Vinstra i årene 1990-95.



## 2 Endringer i vannføring fra Nedre Vinstra kraftverk

Fra 1 november 1989 ble kapasitetsutnyttelse og reguleringsreglement ved NVK endret. Dette medførte en økning iets slukeevne fra 60 til 85 m<sup>3</sup> sek<sup>-1</sup>, og en endret døgndrift med høy kraftproduksjon om dagen og lav produksjon om natta. Den økte slukeevnen ble ikke utnyttet før vinteren 1990 og av forskjellige årsaker har utnyttelsen variert i perioden 1990-95 (totalt antall dager med mer enn 60 m<sup>3</sup> sek<sup>-1</sup> gjennom NVK for perioden 1. desember til 28 mars har vært henholdsvis 52, 0, 56, 54 og 30 døgn for 1990/91, 91/92, 92/93, 93/94 og 94/95). Vannføringen i Lågen ovenfor NVK varierer fra år til år, men vil ofte være betydelig lavere enn utslippene fra NVK. Det vil derfor i perioder bli over dobbelt så høy dagvannføring som nattvannføring nedstrøms NVK. Vannføringen i januar og februar 1994 viser eksempler på dette (figur 1).

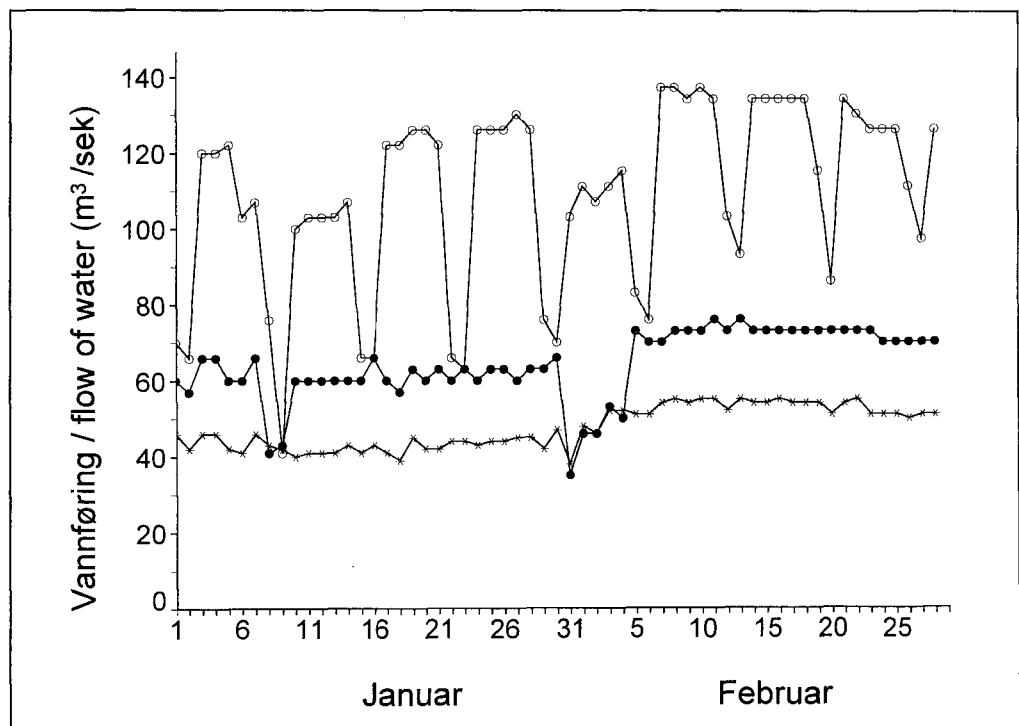
NVK slipper vannet ut i inntaksmagasinet til HK. Dette kraftverket ligger ca 2,5 km nedenfor NVK og justerer sin drift i forhold til utslippene fra NVK. Endringene i vannføring gir derfor små vannstandsvariasjoner på strekningen mellom NVK og Harpefossen. Størst døgnvariasjonen i vannstand blir det derfor på strekningen nærmest utslippet fra HK.

Ikke bare døgnvariasjoner i vannføring, men også perioder eller enkeltepisoder med spesielt lav vannføring vil sterkt påvirke fødetilgangen for fossefall. Bare få timer med tørt

legging av et areal vil sterkt kunne redusere antall potensielle byttedyr, og vil medføre at fuglene de påfølgende ukene må dykke dypere enn dette tørrlagte arealet for å finne mat. Når det gjelder strekningene som er sterkest påvirket av vannstandsvariasjonene vil derfor den reelle vannføringsvariasjonen fossefallene må forholde seg til, gjerne være over 100 m<sup>3</sup> sek<sup>-1</sup> (f.eks. fra ca 35 til 135 m<sup>3</sup> sek<sup>-1</sup> som vi ser var tilfelle for de første ukene av februar 1994, figur 1). Ca 600 m nedenfor HK vil dette gi et minimum dykkdyp for fossefall på ca 90 cm, mens tilsvarende dyp 1 200 m nedenfor kraftverket blir ca 80 cm. I helgene blir det vanligvis kjørt lav kapasitet ved NVK også på dagtid. Dette medfører at vannføringen vil være lav på dagtid 1-2 dager i uka (figur 1). Det vil da fysisk sett være gode næringssøk forhold for fossefall.

Også før endringen av reguleringsreglementet ved NKV var det omfattende vannstandsvariasjoner i hovedløpet av Lågen mellom NVK og Breivegen bru. Hovedendringen etter det nye reguleringsreglementet er at maksimumsvannføringen har blitt høyere, og dermed er også totalvariasjonen for vannstandsendingen større. Omfanget av periodevis tørrlegging av arealer av elvebunnen er derimot ikke endret i betydelig grad. For fossefallet vil derfor hovedeffekten trolig være at maten på elvebunnen i perioder er mindre tilgjengelig. Grunnen til at vi tar et forbehold ved dette utsagnet er at det ikke er utført undersøkelser som belyser om den økte vannstandsvariasjonen i strømforhold reduserer mengden av invertebrater på elvebunnen også for den delen av elva som ikke periodevis tørrlegges (se Brabrand et al. 1994).

**Figur 1.** Vannføring i Gudbrandsdalslågen ved Vinstra for perioden 1 januar til 28 februar 1994. Åpne sirkler angir vannføring ved Harpefossen kl 0900, fylte sirkler angir vannføring ved Harpefossen kl 0400 og kryss angir vannføring ved Vinstra bru. - Flow in the Gudbrandsdalslågen river at Vinstra from 1 January to 28 February 1994. Open circles show the flow at Harpefossen at 9 a.m., filled circles show the flow at Harpefossen at 4 a.m. and crosses show the flow at Vinstra bridge.





### 3 Fossekallens økologi og forekomst i Norge

Fossekallen er en vanlig fugl langs våre vassdrag, selv om den ikke kan betraktes som tallrik. Den hekker helt fra havnivå og opp til høyfjellet, og fra de sørligste til de nordligste delene av landet. Arten er territoriell i hekketida og tettheten er ofte relativt lav med bare omkring 1 par pr. 10 km<sup>2</sup>, eller ca 0,5 par pr km elvestrekning med gode fossekallbiotoper. Den totale norske hekkebestanden av fossekall er derfor ikke større enn et sted mellom 5 000 og 25 000 par (Gjershaug et al. 1994).

Om høsten trekker deler av den norske hekkebestanden av fossekall ut av landet og de fleste overvintrer i Danmark og i sørlige deler av Sverige og Finland (Andersson & Wester 1976, Kasselstrand & Wester 1991). Deler av den norske bestanden overvintrer imidlertid i Norge ved åpne elvestrekninger langs kysten og i lavereliggende deler av innlandet. Også vinterstid er en del av fuglene territoriale. Det er særlig de gamle hannene som da hevder territorier, men omfanget av dette ser ut til å variere fra område til område. Territorialiteten er trolig også påvirket av værforholdene da streng kulde vil redusere isfritt areal og presse fugler sammen på mindre arealer slik at territoriene bryter sammen (Tyler & Ormerod 1994). Langs Lågen er det dokumentert at arealene som forsvares kan variere fra noen få til flere hundre m<sup>2</sup> (Sundfør 1979).

Fossekallen spiser nesten utelukkende vannlevende insekter og små fiskeyngel som hentes opp fra elvebunnen. Insekter er vanligvis den klart viktigste føden. Blant disse dominerer vårfluer (*Tricoptera*), steinfluer (*Plecoptera*) og døgnfluer (*Ephemeroptera*), men også mindre insekter som fjærmygglarver (*Chironomidae*) og knottlarver (*Simuliidae*) kan inngå i dietten (Ormerod et al. 1987, Ormerod & Tyler 1991, Tyler & Ormerod 1994).

### 4 Materiale og Metoder

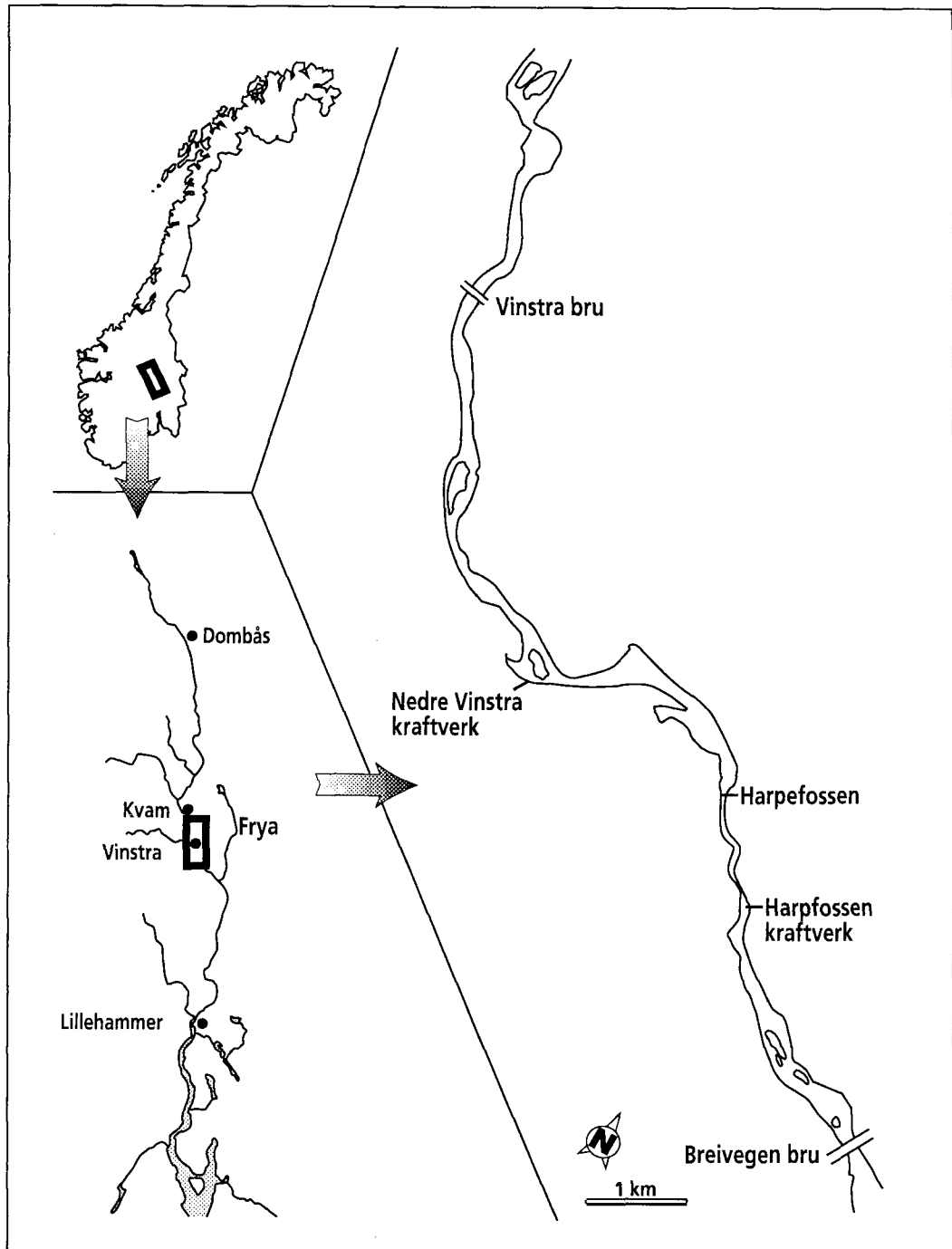
Opplysningene i denne rapporten baserer seg i hovedsak på to kilder. For det første er det detaljerte studier utført langs Gudbrandsdalslågen mellom Vinstra bru og Breivegen bru vintrene 1990/91 til 1994/95. Disse er direkte knyttet til de aktuelle manøvreringsendringene ved NVK og er utført av personell fra NINA. Videre er det Norsk Ornitologisk Forening (NOF), Avdeling Oppland sine vintertellinger (ca 20 desember) av vannfugl langs Gudbrandsdalslågen fra Dombås til Lillehammer for perioden 1977-95, (Opheim 1990, NOF, Avdeling Oppland, Lillehammer, upubl.) (figur 2).

For de intensive undersøkelsene mellom Vinstra bru og Breivegen bru ble det utført detaljerte kartlegginger av fossekall gjentatte ganger hver vinter. Dette ble gjort enten av personell fra Vinstra Kraftselskap etter instruks fra NINA, eller av NINAs feltarbeidere. Videre ble det utført undersøkelser av fossekallenes aktivitet hvor data som tid brukt til næringsøk, effektivitet ved næringsøk og type næringsøk ble samlet inn.

Den detaljerte kartleggingen av fossekallenes fordeling i studieområdet ble utført årlig i perioden 1990/91 til 1994/95. Aktivitetsstudiene var planlagt utført vintrene 1990/91, 1991/92 og 1994/95, ved full drift med den nye manøvreringen ved NVK, og ved både 'normalt' kalde og spesielt kalde værforhold. De milde vintrene fra 1990/91 til 1992/93 gjorde det umulig å samle informasjon for kalde værforhold i denne perioden. For milde til 'normale' temperaturforhold (dagmiddel -5 til 0 °C) ble aktivitetsdata samlet inn i periodene 27-31 januar 1991 og 19-22 januar 1993. Vinteren 1993/94 var betydelig kaldere enn de foregående vintrene og forekomster av fossekaller samt deres aktivitet ble da undersøkt ved kalde værforhold (dagmiddel: -17 til -10 °C) i periodene 17-20 januar og 16-18 februar 1994.

Ved analyser av data innsamlet langs strekningen Dombås - Lillehammer for årene 1978-95 har vi benyttet følgende elvestrekninger: Vinstra bru - Harpefossen og HK - Frya som de to områdene med endringer i vannføring på grunn av NKV, og hele strekningen mellom Dombås og Lillehammer minus strekningen Vinstra bru - Frya som upåvirket strekning (figur 2). NVK har sitt utslipp mellom Vinstra bru og Harpefossen. En ytterligere oppdeling av denne strekningen hadde derfor vært ønskelig. For perioden 1977-90 foreligger det imidlertid ikke tilstrekkelig informasjon for å gjøre en slik oppdeling. For registreringene vi har utført i perioden 1991-95 er slik informasjon tilgjengelig og her har vi gjort følgende inndelinger av elvestrekningen ved Vinstra: Vinstra bru - NVK (upåvirket del), NVK - Harpefossen (endringer i døgnvariasjon i vanngjennomstrømning, men ikke vannstand), og HK (utslipp fra HK) - Breivegen bru (endringer i både døgnvariasjon i vannstand og i vanngjennomstrømning) (figur 2). Aktivitetsstudiene er i all hovedsak lagt til den øverste kilometeren av strekningene NVK - Harpefossen og strekningen fra 300 til 1200 m nedenfor utslippet fra HK.

**Figur 2.** Oversikt over områder der aktivitetsstudier og/eller kartlegging av forekomster av fossekall og utført. - The areas where activity studies and/or mapping of dipper occurrences have been carried out.



**Tids-aktivitetsstudier** ble utført for fugler som hadde tilhold mellom NVK og Breivegen bru. Ved disse kvantifiserte vi tid brukt til forskjellige typer adferd ved hjelp av en kombinasjon mellom 'focal animal sampling' og 'instantaneous sampling' (Altmann 1974). Ved det opplegg vi valgte innebar dette at vi fra forhåndsbestemte observasjonsplasser registrerte aktivitetstyper for grupper av fossekall (vanligvis 2-7 individ) hvert hele minutt i 15-minutters perioder. For hver 15-minutters periode ble det så beregnet en frekvensfordeling for de aktuelle aktivitetskategoriene. Disse frekvensene er senere benyttet for å beregne gjennomsnittlig tid brukt til forskjellige aktiviteter. Ved kartleggingen av aktivitet har vi benyttet følgende kategorier:

- Fødesøk - fugler i aktivt fødesøk. Dette innbefatter dykking fra svømmende posisjon, dykking fra land eller plukking av mat på iskanten.
- Hvile - sitter i ro på land eller på isflak ute i elva. (Når fossekallene hviler vil mulighetene for å se dem avhenge av lokalisering av fugler i forhold til observasjonspunkt og isforhold. Alle individene ble derfor ikke nødvendigvis sett ved alle registreringstidspunktene. I slike tilfeller har de mest sannsynlig sittet i ro på land og de er derfor registrert som det. Dette utgjorde 10 % av individ/minutt registreringene i 1993 og 19 % i 1994.)

- Fjærpuss - puss og stell av fjærdrakta. (Fugler pusser ofte fjær i korte økter innen en hvileperiode. Siden alle fugler som ikke er observert ved et registreringstidspunkt er notert som hvilende, vil tid brukt til fjærpuss være noe underestimert).
- Slåssing - fugler som slåss eller jager hverandre.
- Sang - hanner som synger.
- Flukt - fugler som flyr.

Det er i 1991 og 1994 samlet inn aktivitetsdata fra 72 registreringsperioder (å 15 min). Totalt inngår det 3345 registreringer av fossekallers aktivitet, derav 2 184 i 1993 og 1 161 i 1995. Antall forskjellige fossekall som inngikk i aktivitetsstudiene var ca 15 individer i 1993, og ca 8 individer i 1994.

**Dykkfrekvensstudiene** ble utført ved at et næringsøkende individ ble valgt ut og fulgt kontinuerlig inntil næringsøket ble avsluttet eller fuglens dykkaktivitet var fulgt i 5 min. I denne perioden ble samtlige tidspunkt når fuglen dykket under vann og når den kom opp igjen notert til nærmeste sekund. Med bakgrunn i dette ble tid under vann og tid over vann beregnet for hver dykksekvens. Gjennomsnittlig tid under vann og over vann ble så beregnet for hver registreringsperiode og er brukt ved videre beregninger (f.eks sammenhenger mellom tid under og tid over vann). Hoveddelen av dette arbeidet ble lagt til elveavsnittene mellom NVK og Breivegen bru. Imidlertid inngår det noe data innsamlet mellom Vinstra bru og NVK i 1991. Det inngår 103 registreringsperioder, hver med lengde mellom 1,5 og 5 min (21 i 1991; 27 i 1993; 55 i 1994).

Det er også tidligere utført detaljert kartlegging av fossekall i Vinstra-området. Ved plan om ny regulering i Lågen ved Vinstra ble det 1 februar 1984 talt fossekall under kalde værforhold. Det ble da registrert hele 30 individer bare langs strekningen mellom Vinstra bru og Harpefossen, hvorav 21 individer i bassenget nedenfor NVK og 9 individer langs elvestrekningen mellom Vinstra bru og NVK (Sigholt et al. 1984). I tillegg gjorde NINA noen innledende undersøkelser i området i 1988. Disse foregikk i perioden 29 februar-3 mars (temperaturer omkring 0 °C), og innbefattet telling av fossekall langs Lågen fra Vinstra bru til Breivegen bru, samt aktivitetsstudier og dykkfrekvensstudier av fossekall (etter samme opplegg som beskrevet for perioden 1991-95). Disse adferdsdataene er inkludert i denne rapporten. Også i 1988 var det høye tettheter av fossekall mellom Vinstra bru og Breivegen bru, med bortimot 40 individer fordelt på ca 25 individer mellom Vinstra bru og NVK, ca 5 individer mellom NVK og Harpefossen og ca 7 individer mellom HK og Breivegen bru.

## 5 Resultater

### 5.1 Forekomster av fossekall langs Gudbrandsdalslågen, 1977-95

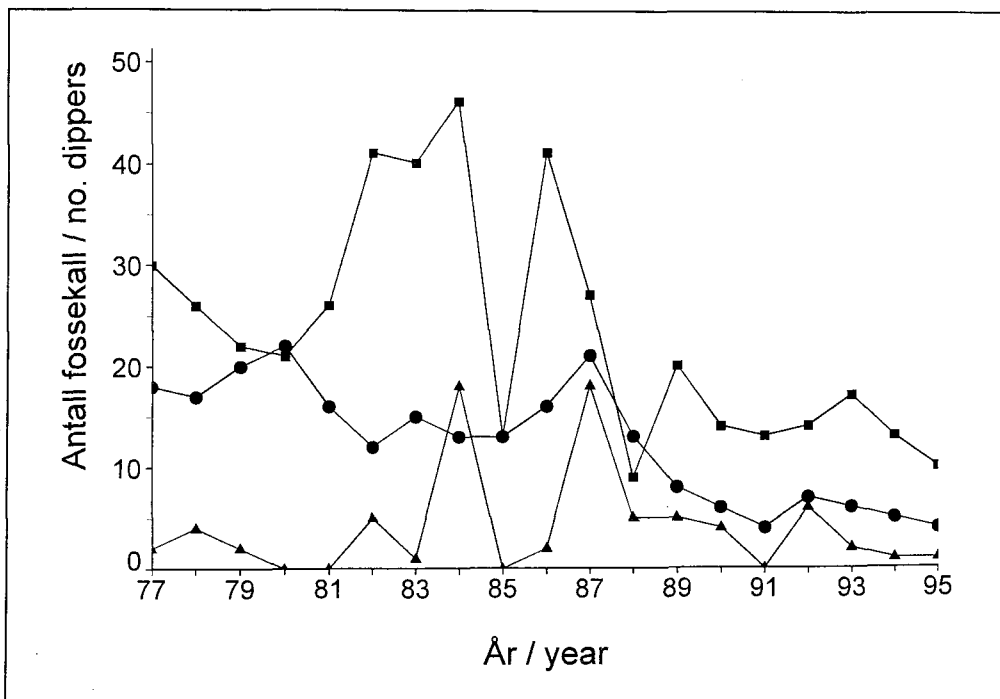
#### 5.1.1 Forekomster i desember langs strekningen mellom Kvam og Fryas utløp i Lågen

For å få innblikk i forekomstene av fossekall i området omkring utløpet av NVK har vi tatt utgangspunkt i den ca 30 km lange elvestrekningen mellom Kvam og Fryas utløp i Lågen. For denne strekningen er fossekallforekomstene godt dokumentert ved NOF, Oppland sine vintertellingene (ca 20 desember) av vannfugl langs Lågen. Disse tellingene viser at antall fossekall langs denne strekningen har variert mellom 17 og 77 individer (**figur 2**). I hele denne perioden har strekningen mellom Vinstra bru og Harpefossen vært det klart viktigste området for fossekall her (**figur 3**). Det har imidlertid vært en klar nedgang i totalt antall registrerte fossekall langs den aktuelle strekningen av Lågen i løpet av disse årene. Mens her i perioden 1977-89 var mellom 26 og 77 fossekall, har antallet i perioden 1990-95 variert mellom 17 og 27 individer.

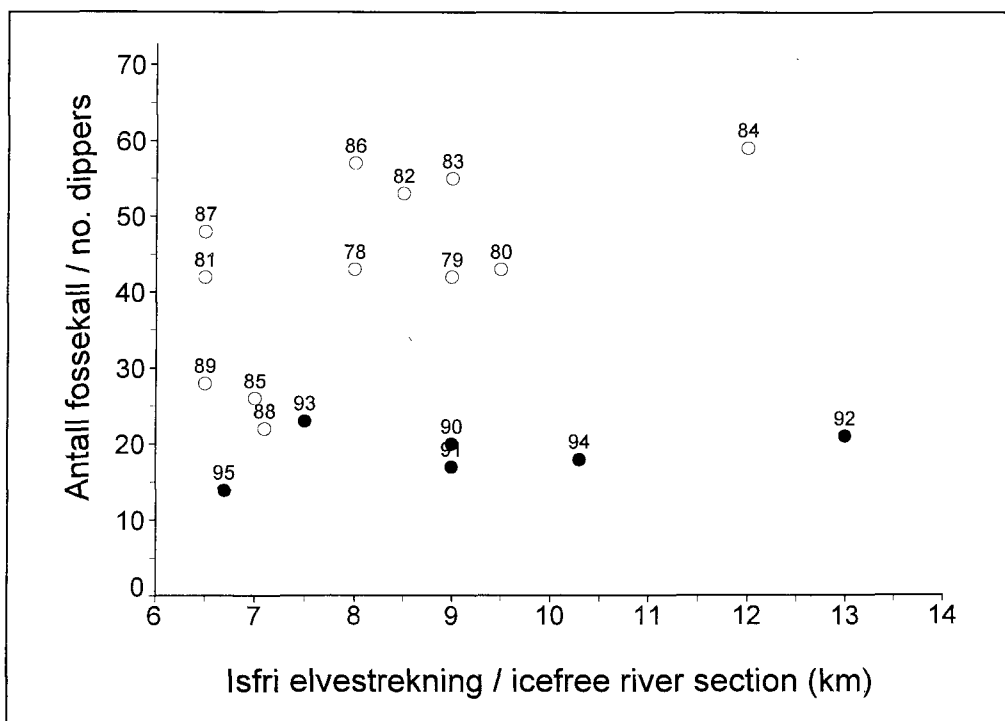
Det var ingen ensartet mønster i reduksjon i forekomst av fossekall langs dette elveavsnittet. Den ca 10 km lange elvestrekningen mellom Kvam og Vinstra bru har vært minst benyttet av fossekall. Antall individer har her stort sett variert mellom 0 og 6 (unntatt 1984 og 1987), og vi kan ikke dokumentere noen reduksjon når vi sammenligner periodene 1977-89 (median = 3) og 1990-95 (median = 1,5) (Mann-Whitney U-test, korrigert for like verdier:  $Z = 0.58$ ,  $p = 0.56$ ). Strekningen fra Vinstra bru til Harpefossen (ca 8 km) hadde i perioden 1977-89 et betydelig høyere antall fossekall (median = 26) enn i perioden 1990-95 (median = 13,5) (Mann-Whitney U-test, korrigert for like verdier:  $Z = 2.55$ ,  $p < 0.01$ ) (**figur 3**). For strekningen HK til Frya (ca 12 km) var det også en betydelig reduksjon i antall fugler for den siste 6 års-perioden (1977-89: median = 15,5; 1990-95: median = 5,5) (Mann-Whitney U-test, korrigert for like verdier:  $Z = 3.43$ ,  $p < 0.001$ ).

Disse tellingene viser forøvrig at forekomstene av fossekall på strekningen Vinstra bru - Frya i perioden 1977-89 har samvariert med omfang av islegging på elva (6 og 13 km), og mer enn en tredel av variasjonen i antall fossekall kan tilskrives lengde av isfri elvestrekning ( $r = 0.61$ ,  $n = 13$ ,  $p < 0.03$ ) (**figur 4**). Det lave antallet fugler observert i dette området i 1985, 1988 og 1989 synes derfor å kunne tilskrives kort isfri elvestrekning disse årene. For perioden 1990-95 var antall fugl betydelig lavere, og i denne perioden finner vi ikke tilsvarende reduksjon i antall fossekall med lengde av isfri elvestrekning ( $r = 0.35$ ,  $n = 6$ ,  $p = 0.50$ ) (**figur 4**).

**Figur 3.** Antall fossekall observert langs Gudbrandsdalslågen på strekningene Kvam - Vinstra bru (trekant), Vinstra bru - Harpefossen (firkant) og Harpefossen - Fryas utløp (sirkel) ved NOF, Avdeling Oppland sine vintertellinger (ca 20 desember) i årene 1977-95. - Number of dippers observed along the stretches of the Gudbrandsdalslågen from Kvam to Vinstra bridge (triangles), Vinstra bridge to Harpefossen (squares) and Harpefossen to the outlet of the Frya (circles) during the annual winter censuses (about 20 December) performed by members of the Norwegian Ornithological Society in 1977-95.

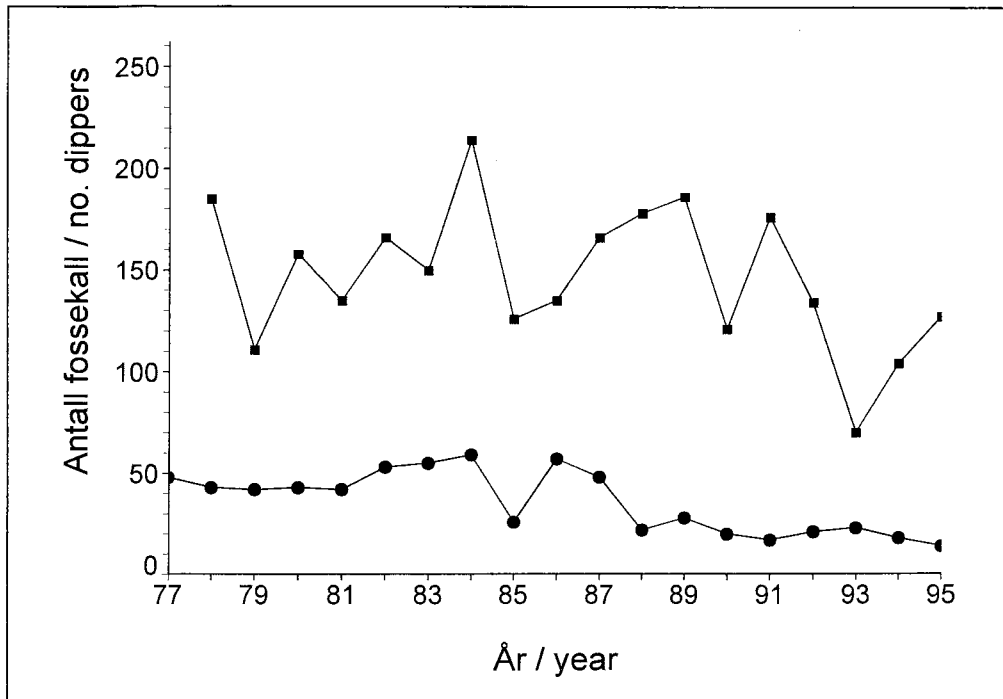


**Figur 4.** Sammenhengen mellom antall fossekall observert på strekningen Vinstra bru - Frya og lengde isfri elvestrekning langs dette elveløpet før endringer i vannføring ved Nedre Vinstra kraftverk (åpne sirkler) og etter disse endringene (fylte sirkler). Tellingene er utført ca 20 desember og årstall er angitt ved hvert punkt. - Relationship between the number of dippers observed on the stretch from Vinstra bridge to the Frya and the length of ice-free river along this stretch prior to (open circles) and following (filled circles) the changes in the flow regime at the Nedre Vinstra Power Station. The censuses were carried out on about 20 December and the years are given beside each point



En bestandsnedgang av en art i et overvintringsområde kan ha flere årsaker. Det kan skyldes kvalitetsreduksjon ved selve området, men det kan også ha sin årsak i en generell bestandsnedgang med årsaker i forhold på artens hekkplasser eller langs deres trekkruter. Området mellom Kvam og Vinstra bru er ikke påvirket av de aktuelle inngrepene. Antallet fossekall her er imidlertid for lite til å si noe sikkert om den generelle bestandsendringer for overvintrende fossekall i området. For å vurdere omfang av en generell bestandsnedgang sammenligner vi derfor bestandsfor-

holdene langs de deler av Gudbrandsdalslågen mellom Dombås og Lillehammer som var upåvirket av endringene ved NVK, med strekningen mellom Vinstra bru og Frya. Disse tellingene viser relativt store forskjeller mellom år (figur 5). Dersom vi sammenligner bestandsstørrelser i årene før med årene etter endring i manøvrering ved NVK (1978-89 vs 1990-95) finner vi signifikant lavere bestander både for de områdene som er påvirket av endret vannføring (Vinstra bru - Frya: Mann-Whitney U-test, korrigert for like verdier:  $Z = -3,28$ ,  $p < 0,001$ ), og for de upåvirkede om-



**Figur 5.** Antall observerte fossekall langs strekningen Vinstra bru - Frya (sirkler) og langs den øvrige strekningen av Lågen fra Dombås til Lillehammer (firkanter) ca 20 desember i årene 1977-95. - Number of dippers observed on the stretch from Vinstra bridge to the Frya (circles) and the rest of the stretch from Dombås to Lillehammer (squares) on about 20 December from 1977-95.

rådene (Mann-Whitney U-test, korrigert for like verdier:  $Z = -2,16$ ,  $p < 0,04$ ) (figur 6). Omfanget av reduksjon er imidlertid betydelig høyere for det påvirkede området (55 % reduksjon) enn for de øvrige delene av elvestrekningen (25 % reduksjon). I tråd med dette viser desembertellingene at for perioden 1978-89 huset strekningen Vinstra bru til Frya vanligvis mellom 20 og 30 % (median = 22,0 %) av totalbestanden av fossekall langs Gudbrandsdalslågen mellom Dombås og Lillehammer. For årene 1990-95 er denne andelen redusert til mellom 10 og 20 % (median = 13,9 %). Forskjellene mellom de to periodene var signifikante (Mann-Whitney U-test, korrigert for like verdier:  $Z = -1,97$ ,  $p < 0,05$ ).

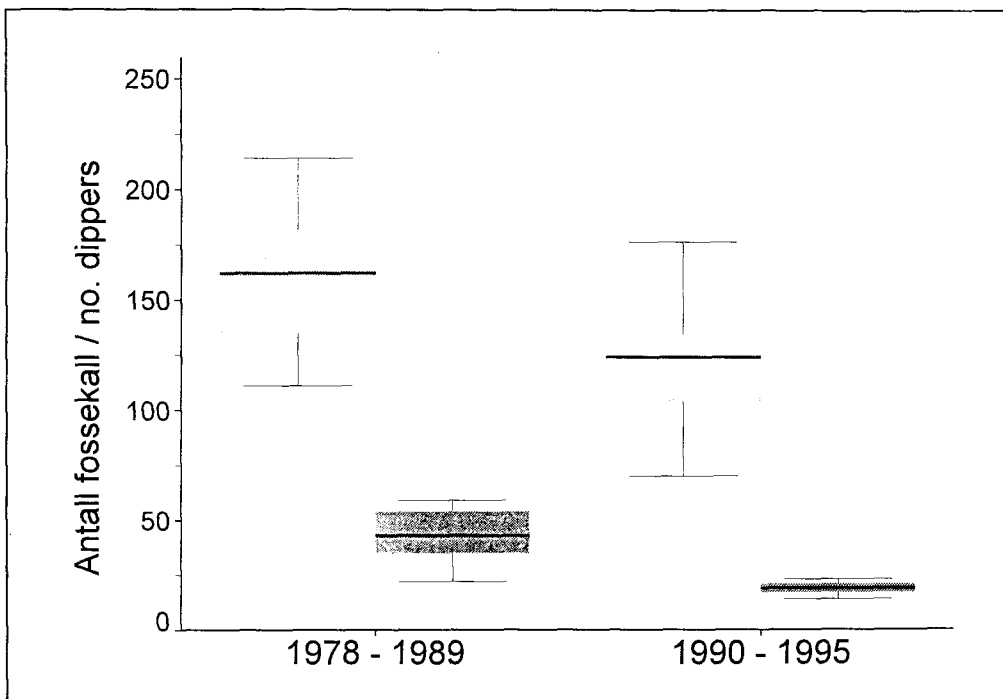
Kvaliteten av et område og dermed tettheter av fugl kan også variere mellom år av naturlige årsaker. Den mest aktuelle naturlige årsaken til slike variasjoner er temperaturforholdene som påvirker både vannføring og lengder av isfrie elvestrekninger (figur 7). Reduksjonen i antall fossekaller ved Vinstra vil derfor kunne være forårsaket av økt islegging langs denne delen av Lågen i den siste 5-års perioden. Desember-registreringene viser imidlertid at dette ikke er tilfelle (figur 8). Denne figuren viser også at strekningen fra Vinstra bru til Frya har hatt mellom 10 og 30 % av den totale isfrie strekningen av Gudbrandsdalslågen fra Dombås til Lillehammer, og at denne andelen øker når den totale isfrie strekningen minker ( $r = -0,74$ ,  $n = 18$ ,  $p < 0,001$ ). Det vil si at dette området holder seg isfritt selv ved lave temperaturer. Dette gjelder særlig strekningen fra Vinstra bru til Breivegen bru og skyldes utslippene fra NVK og HK.

### 5.1.2 Forekomster i januar - februar langs strekningen NVK og Breivegen bru.

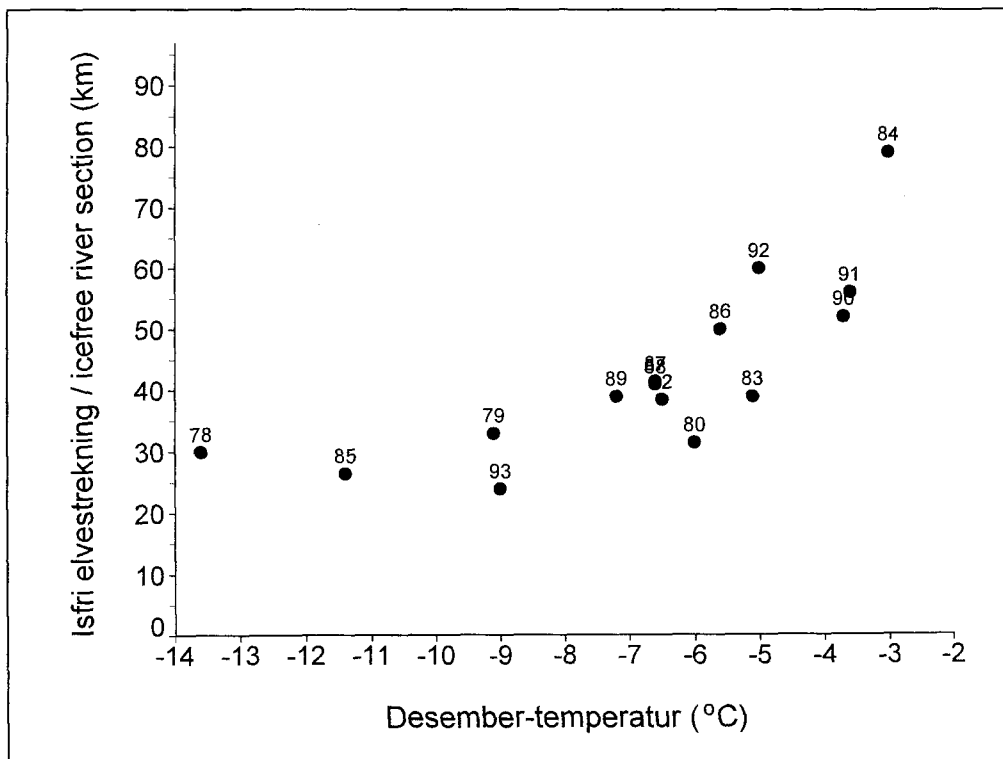
I perioden januar-februar er temperaturene vanligvis på det laveste og forholdene mest kritiske for overvintrende fossekall. Fjorten tellinger utført med mer enn 7 dagers mellomrom i januar-februar i årene 1991-94 har påvist mellom 1 og 23 (median = 6,5) fossekall langs strekningen NVK og Breivegen bru. Midlere antall fossekall i januar/februar 1991-94 for denne strekningen var ca 50 % av antall individer registrert i desember de samme vintre. Vinteren 1991/92 ble det ikke kjørt døgnvariasjoner for utslippet fra NVK. Dette resulterte imidlertid ikke i noen økning i forekomstene av fossekall langs denne elvestrekningen (fire tellinger i januar-februar: 1-11 individer).

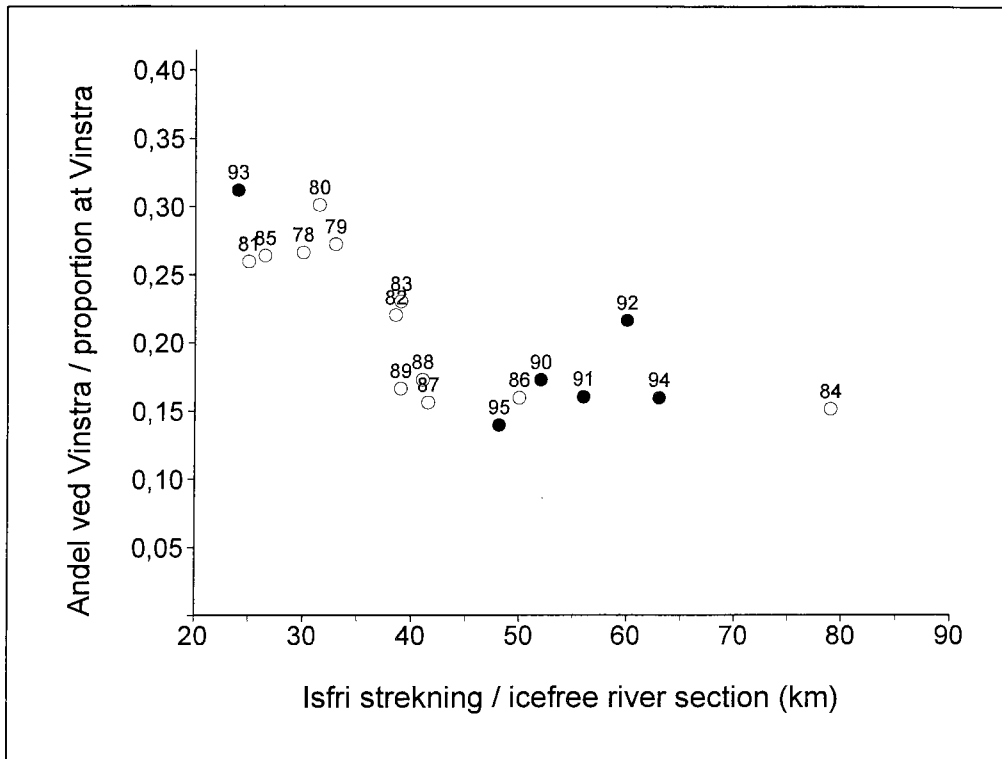
For årene 1977-90 foreligger det lite informasjon om forekomster av fossekall langs denne strekningen i perioden januar-februar. Eneste informasjon er 21 individer mellom NVK og Harpefossen 1 februar 1984 og 12 individer langs strekningen NVK - Breivegen bru 1 mars 1988. Selv om bakgrunns materialet fra perioden 1977-89 gir begrensede muligheter for sammenligninger, indikerer dette en minst like stor reduksjon i januar/februar-forekomstene av fossekall som den vi har dokumentert for desember-forekomstene. I Lågendeltaet og ved Tretten har NOF, Oppland utført gjentatte tellinger i løpet av vinteren i perioden 1978-94. Disse tellingene antyder at antall fossekall i perioden januar-februar lå innenfor 70-100 % av antallet observert i desember. For mars er antallet redusert til ca 60 % av vinterens maksimum tall (NOF, Avdeling Oppland, Lillehammer, upubl).

**Figur 6.** Medianantall (horisontal linje i boksene), kvartiler (skravert boks) og maks-min antall for observerte fossefall i desember langs elvestrekningene Vinstra bru - Frya (mørk skraverte bokser) og de øvrige deler av strekningen Dombås - Lillehammer (lyst skraverte bokser) for årene 1978-89 og 1990-95. - Median numbers (horizontal line in the boxes), quartiles (shaded box) and max.-min. numbers of dippers observed in December along the stretches of river from Vinstra bridge to the Frya (darkly shaded boxes) and the rest of the Dombås-Lillehammer stretch (lightly shaded boxes) in the periods 1978-89 and 1990-95.



**Figur 7.** Sammenhengen mellom isfri elvestrekning langs Gudbrandsdalslågen fra Dombås til Lillehammer ca 20 desember og gjennomsnittlig temperatur for desember. Tallene ved hvert punkt angir årstall. - Relationship between ice-free stretches of river along the Gudbrandsdalslågen from Dombås to Lillehammer on about 20 December and average December temperatures. The figures at each point show the year.





**Figur 8.** Sammenhengen mellom total lengde isfri elvestrekning i Gudbrandsdalslågen fra Dombås til Lillehammer ca 20 desember og andel isfri strekning som var innenfor elveavsnittet fra Vinstra bru til Frya. Tallene ved hvert punkt angir årstall. - Relationship between the total length of ice-free river along the Gudbrandsdalslågen from Dombås to Lillehammer on about 20 December and the proportion of ice-free stretches along the stretch of river from Vinstra bridge to the Frya. The figures beside each point

### 5.1.3 Fossefallens fordeling langs strekningen Vinstra bru - Breivegen bru

Tellinger utført i perioden 1 januar-1 mars i årene 1991-94, viser at fordelingen av fossefall mellom de forskjellige elveavsnittene på strekningen mellom Vinstra bru og Breivegen bru kan variere mye (figur 9). Tellinger som har dekket hele denne strekningen i løpet av en dag ( $n = 11$ ) viste at den upåvirkede elvestrekningen, Vinstra bru - NVK, vanligvis hadde den høyeste andelen av fuglene ( $43 \% \pm 24$ ) etterfulgt av strekningen NVK - Harpefossen ( $32 \% \pm 16$ ) og strekningen HK - Breivegen bru ( $21 \% \pm 14$ ). Antall individer langs disse elveavsnittene ser ut til å være lite påvirket av temperaturforholdene (figur 9). For strekningen NVK - Harpefossen finner vi riktignok en tendens til færre fugler ved lave temperaturer (Spearman rang-korrelasjon:  $r_s = 0,43$ ,  $n = 11$ ,  $p = 0,19$ ). Klare tendenser til negative sammenhenger mellom antall fossefall langs de to strekningene nedenfor NVK og antall på strekningen Vinstra bru - NVK henholdsvis  $r_s = -0,53$ ,  $n = 0,11$ ,  $p = 0,09$  og  $r_s = 0,57$ ,  $n = 10$ ,  $p = 0,09$ ) indikerer at ved særlig ugunstige forhold nedenfor NVK og HK benyttes områdene like ovenfor NVK.

## 5.2 Adferdsundersøkelser

### 5.2.1 Fossefallens vinteraktivitet

Innenfor tidsrommet 0900-1700 varierer andel tid brukt til næringssøk lite (for data fra 1993-94 separert i to-timers perioder: Kruskal-Wallis test, korrigeret for like verdier:  $\chi^2 = 0,006$ ,  $df = 3$ ,  $p = 0,99$ ). Ved videre håndtering av disse

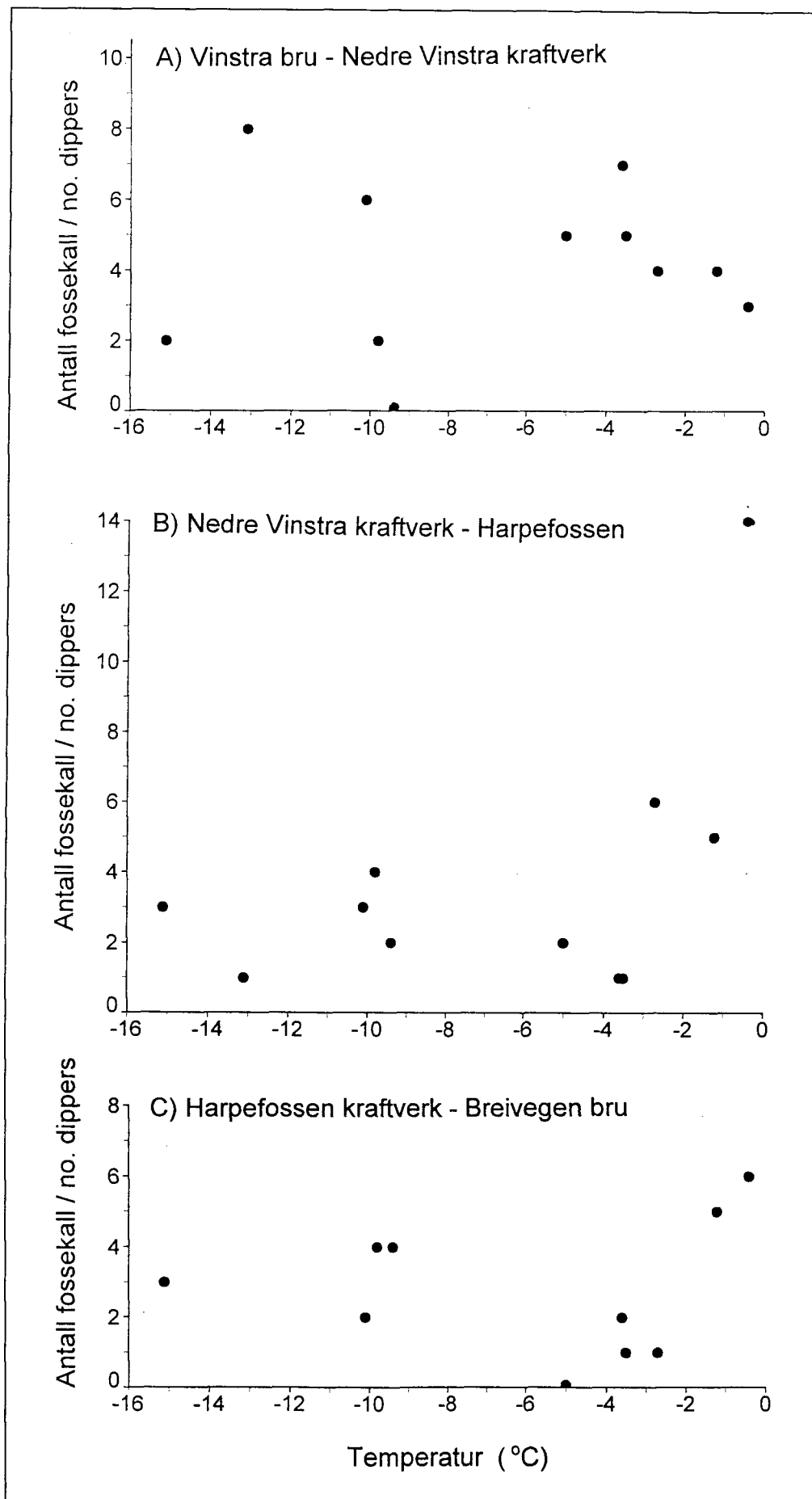
dataene har vi derfor behandlet alle data innsamlet i tidsrommet 0900-1700 samlet. For månedene januar og februar dekker dette hele den lyse delen av døgnet.

For å belyse eventuelle effekter av kalde værforhold på andel tid brukt til næringssøk, sammenlignet vi data fra den relativt milde vinteren 1992-93 med de betydelig kaldere vinteren 1993-94. Under datainnsamlingen disse årene var dagvannføringen i området på omtrent samme nivå ( $125-135 \text{ m}^3 \text{ sek}^{-1}$ ).

Grovt sett brukte fossefallene som hadde tilhold i dette området 2/3 av tiden til fødesøk (tabell 1). Dersom vi splitter opp elveavsnittet NVK til Breivegen bru i: i) strekningen NVK - Harpefossen (som bare har endring i vanngjennomstrømming) og ii) strekningen HK - Breivegen bru (som har endringer både i vanngjennomstrømming og vannstand) finner vi systematiske forskjeller mellom 1993 og 1994 i andelen tid fossefallene brukte til næringssøk. En variansanalyse (ANOVA basert på rangerte verdier (Conover & Iman 1981)) gir riktig nok ingen signifikante forskjeller i andel tid brukt til næringssøk verken mellom områder ( $f = 1,08$ ,  $p = 0,30$ ) eller år ( $f = 0,16$ ,  $p = 0,69$ ), men den viser en signifikant 2-veis interaksjon mellom område og år ( $f = 17,12$ ,  $p < 0,001$ ) som kan godskrives ca 29 % av den totale variasjonen i tid brukt til fødesøk. Dette er forårsaket av at vi for bassenget nedenfor NVK finner en signifikant økning i andel tid brukt til fødesøk i 1994 ( $72,4 \% \pm 15,4$ ,  $n = 31$ ) sammenlignet med 1993 ( $58,4 \% \pm 9,0$ ,  $n = 16$ ) (Kruskal-Wallis test, korrigeret for like verdier:  $\chi^2 = 9,27$ ,  $p = 0,002$ ), mens vi for strekningen HK - Breivegen bru fant at den høyeste andel av tiden brukt til fødesøk var i 1993 (1993:  $72,8 \% \pm 7,0$ ,  $n = 11$ ; 1994:  $61,9 \% \pm 12,0$ ,  $n = 14$ ) (Kruskal-Wallis test, korrigeret for like verdier:  $\chi^2 = 5,09$ ,



**Figur 9.** Antall fossekall observert langs forskjellige elveavsnitt mellom Vinstra bru og Breivegen bru i forhold til gjennomsnittlig temperatur for femdagers-perioden før takseringene. Data fra perioden 1 januar til 1 mars, 1991-94. På grunn av liten døgnvariasjon i vannføring ved NVK i 1992 er det ikke inkludert data fra denne vinteren. - The number of dippers observed along the various stretches of river between Vinstra bridge and Breivegen bridge in relation to the average temperature for the five-day period prior to the censuses. Data for the period from 1 January to 1 March, 1991 and 1993-94.



$p = 0,024$ ). Dette tolker vi som at fuglene i bassenget nedenfor NVK, der det bare var økning i vanngjennomstrømning, var i stand til å respondere på de kalde værforholdene med økt næringsssøksaktivitet. Dette maktet tydeligvis ikke de få fuglene som til tider hadde tilhold like nedenfor HK, der også vannstandsvariasjonen økte. At de fuglene som hadde tilhold nedenfor HK i 1993 brukte en større andel av tiden til fødesøk enn de fuglene som var like nedenfor NVK (Kruskal-Wallis test, korrigert for like verdier:  $\chi^2 = 12,29$ ,  $p = 0,001$ ), samsvarer også med at de mer uegnede vannføringsforholdene her ga et dårligere fødeutbytte pr. tidsenhet under næringsøk (se nedenfor).

For de fleste år var dykking den vanligste formen for fødesøk (tabell 2). Imidlertid kan fossekallen også søke føde på land. I begynnelsen av mars 1988 var dette en svært vanlig næringsøksform. I denne perioden var det svært mye frø fra gran og furu som ble vasket opp på

iskanten og fossekallene utnyttet da denne føderessursen. Ved næringsøk i vann er dykk fra svømmende stilling den vanligste næringsøksformen. I 1993 og 1994 ble henholdsvis 72 % og 91 % av næringsøkstiden benyttet til dykking fra svømmende stilling (tabell 2). Andel av fødesøkstiden benyttet i forbindelse med dykk fra vann varierte også mellom de forskjellige områdene. Særlig var andelen tid til dykk fra vann høy nedenfor HK ( $93,4 \% \pm 14,4$ ,  $n = 29$ ) sammenlignet med bassenget nedenfor NVK ( $72,8 \% \pm 28,2$ ,  $n = 47$ ) (Kruskal-Wallis test, korrigert for like verdier:  $\chi^2 = 21,5$ ,  $p < 0,001$ ). For bassenget nedenfor NVK var andelen tid til dykk fra vann høyere i 1993 ( $87,0 \% \pm 14,1$ ) enn den var i 1994 ( $65,4 \% \pm 30,8$ ) (Kruskal-Wallis test, korrigert for like verdier:  $\chi^2 = 4,95$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0,03$ ). Disse forskjellene skyldes delvis forskjeller i islegging og vannføring som gir varierende mengde overvann på iskantene. Dette vil særlig være et problem nedenfor HK, der døgnvariasjonene i vannstanden er størst.

**Tabell 1.** Vinteraktivitet (% av tid + SD) for fossekall med tilhold mellom Nedre Vinstra kraftverk og Breivegen bru. Temp angir min og maks gjennomsnittlig døgntemperatur i perioden. N angir antall 15-min registreringsperioder. - Winter activity of dippers between Nedre Vinstra kraftverk and Breivegen bru.

År Year	Periode	Temp °C		N	Fødesøk Feeding	Ro Resting	Fjærpuss Preening	Slåssing Agonistic	Sang Singing	Flukt Flight
		min	max							
1988	1-3 mars	-5	0	11	59,2 ± 14,0	32,4 ± 12,1	3,4 ± 4,2	1,5 ± 2,2	2,8 ± 6,1	0,7 ± 1,4
1993	20-22 jan	-5	0	27	64,3 ± 10,8	30,6 ± 10,9	0,6 ± 1,1	0,0	0,6 ± 1,8	3,9 ± 2,8
1994	18-21 jan	-15	-10	23	69,7 ± 16,1	23,0 ± 15,8	1,3 ± 4,4	0,6 ± 1,9	0,6 ± 0,2	4,8 ± 4,4
1994	16-19 feb	-17	-12	22	68,4 ± 14,4	26,2 ± 13,3	1,4 ± 2,6	0,0	0,7 ± 0,2	3,2 ± 3,3
1994	jan + feb	-17	-10	45	69,1 ± 15,1	24,6 ± 14,6	1,3 ± 3,5	0,3 ± 1,4	0,6 ± 2,0	4,0 ± 4,0

**Tabell 2.** Prosent av fødesøktid (+ SD) benyttet til aktuelle fødesøksformer for fossekall mellom Vinstra bru og Breivegen bru. N angir antall registreringsperioder. - Frequency of time used for different categories of food search for dippers between Vinstra bru and Breivegen bru.

År Year	N	Fødesøk		
		Dykk fra vann Diving from water	Dykk fra land Diving from land	Fødesøk på land Feeding on land
1988	18	21,2 ± 21,0	36,0 ± 24,3	42,8 ± 31,1
1993	27	90,6 ± 13,0	7,4 ± 12,4	1,7 ± 3,8
1994	45	72,2 ± 29,4	27,6 ± 29,4	0,2 ± 1,1

Bunnlevende insekter er den vanligste føden for fossekall (Ormerod et al. 1987, Ormerod & Tyler 1991). På grunn av lange observasjonsavstander var det ikke mulig å kvantifisere føden nærmere. Imidlertid var trolig vårflyelarver (*Tricoptera*) viktige, da vi ofte så at fuglene 'ristet' byttet (for å få larvene ut av husene sine) før de spiste. Ved næringsøk på land var føden hovedsakelig frø fra bartrær som var blitt vasket opp på iskanten. Enkelte ganger kunne tetthetene av slike frø være høy og fuglene hadde da et svært intenst fødesøk (1 min registreringsperioder fra perioden 1-3 mars 1988: 33 plukk  $\text{min}^{-1} \pm 13$ ,  $n = 26$ ).

## 5.2.2 Dykkfrekvenser ved næringsøk

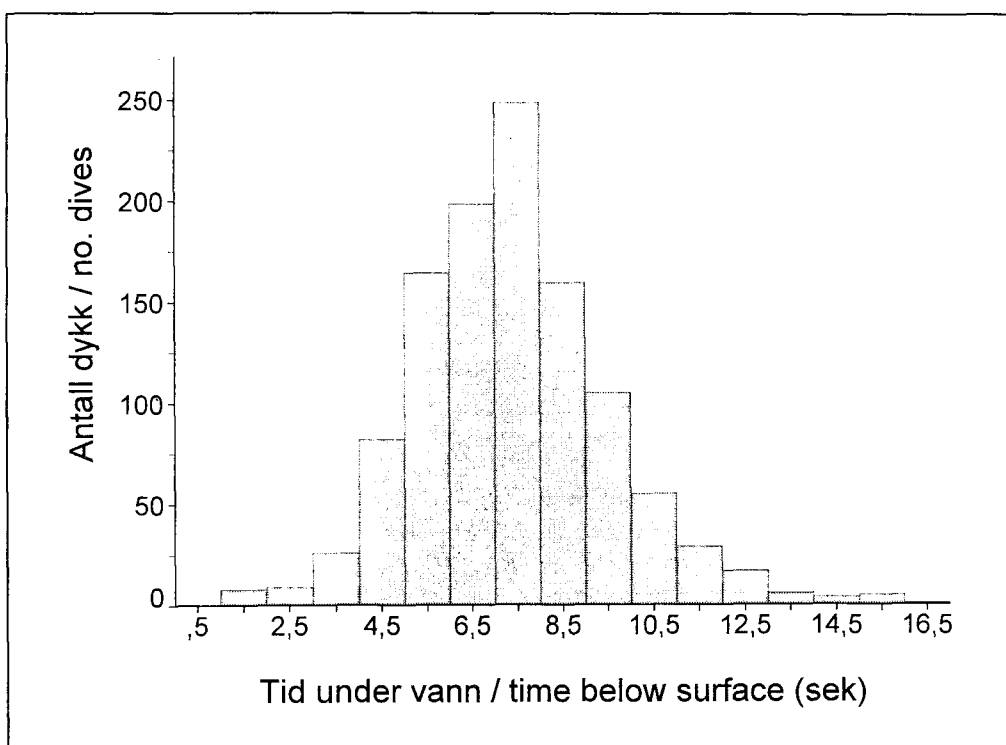
Ved dykk fra svømmende stilling varierte dykktiden vanligvis mellom 4 og 10 sekunder (median = 7 sek, **figur 10**). Det var en klar sammenheng mellom dykketid og hvor lenge fuglene var over vann mellom hvert dykk (kvadratisk regresjon for gjennomsnittsverdier for 101 dykksekvenser:  $r^2 = 0.69$ ,  $p < 0.001$ , **figur 11a**). Vi fant en tilsvarende sammenheng for dykk fra land. Dykkaktiviteten fra land syntes imidlertid å være mindre kontinuerlig enn fra vann, og sammenhengen mellom tid over og under vann var mindre klar (kvadratisk regresjon for gjennomsnittsverdier for 22 dykksekvenser:  $r^2 = 0.45$ ,  $p < 0.01$ ) (**figur 11b**). Dette kommer trolig av at fugler som dykker fra land vil være mer utsatt for rovdyr. Fulene bruker derfor mer tid til å kontrollere omgivelsene og lar seg lettere forstyrre når de er oppe av vannet.

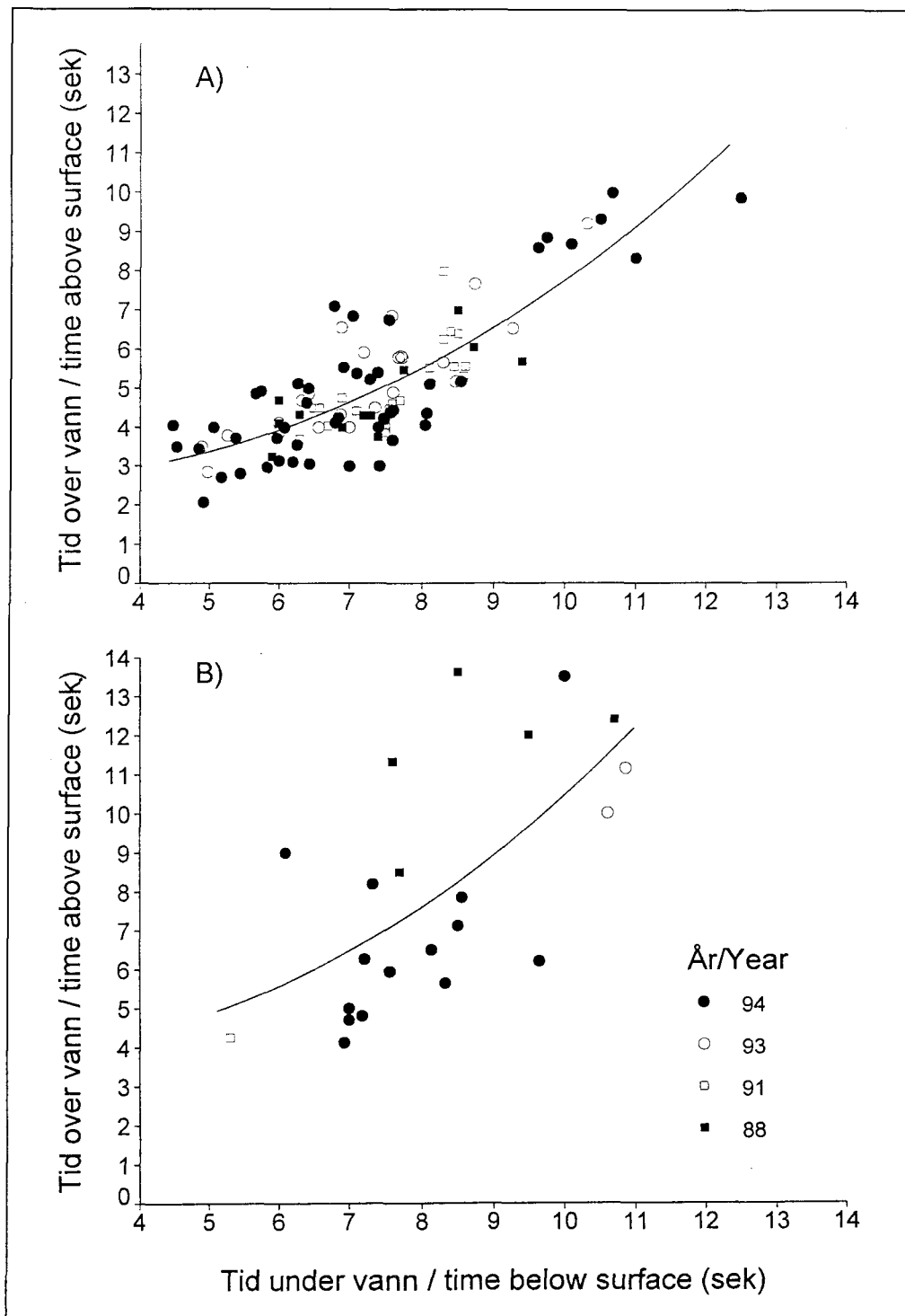
Ikke overraskende viser data fra denne undersøkelsen kombinert med data publisert av Efteland (1976) at dykktiden øker med dykkdyp (**figur 12**). Dette medfører at effektiviteten av næringsøket avtar sterkt ved økende dyp. For eksempel vil en fossekall som er under vann i 10 sek pr. dykk kunne utføre mindre enn halvparten så mange dykk som en som er under vann bare 5 sek pr. dykk (henholdsvis ca 16 og 34 dykk i løpet av en 5 min næringsøksperiode).

Siden området like nedenfor HK er det som er mest påvirket av endringer i vannstand, vil vi forvente at fuglene her må dykke dypere for å finne føde og derfor har lengre dykketider enn i bassenget nedenfor NVK. Materialet innsamlet i 1993 og 1994 viste da også at gjennomsnittlig dykketid for fossekallene som søkte føde nedenfor HK var signifikant lengre ( $7,74 \text{ s} \pm 1,89$ ,  $n = 31$ ) enn for fuglene som dykker i bassenget nedenfor NVK ( $6,74 \text{ s} \pm 1,24$ ,  $n = 41$ ) (Kruskal-Wallis test, korrigert for like verdier:  $\chi^2 = 4,26$ ,  $p = 0,039$ ). Fugler som søker føde like nedenfor HK har dermed redusert næringsøks effektivitet og vil være ekstra sårbare ved lange kuldeperioder.

Sammenhengen mellom dykkdyp og dykketid kan også bistå til å øke vår forståelse for hvilke fysiologiske begrensninger fossekallene er gitt ved næringsøk under vann og hvilke avveininger de må gjøre. Som vi ser i **figur 12** er sammenhengen mellom dykkdyp og dykketid kurveformet med forholdsvis kortere dykketider når dykkdybden økte over 1 m. Umiddelbart kan dette virke merkelig, men en slik sammenheng samsvarer med teorier omkring optimalisering av nær-

**Figur 10.** Fordelingen av 1116 enkeltdykk utført av 6 individer i området mellom Nedre Vinstra kraftverk og Breivegen bru i januar/februar 1994. - Distribution of 1116 separate dives carried out by 6 dippers on the stretch between the Nedre Vinstra Power Station and Breivegen bridge in January and February 1994.





**Figur 11.** Sammenhengen mellom tid over vann og tid under vann for fossekall som: A) dykker fra svømmende stilling, og B) dykker fra land. Data fra Gudbrandsdalslågen ved Vinstra. - Relationship between the time spent above and below the water surface for dippers which A) dive from a swimming position, and B) dive from land. Data from the Gudbrandsdalslågen at Vinstra.

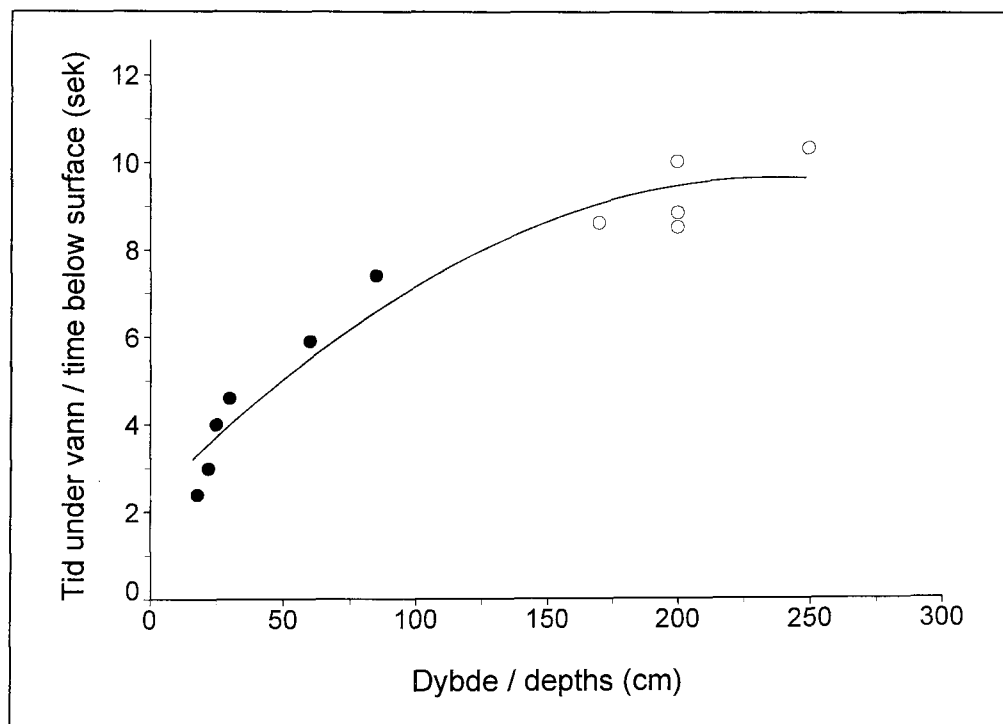
ingssøk (MacArthur & Pianka 1966) (første del av kurva), og fysiologiske begrensninger for hvor lenge fuglene kan oppholde seg under vann (andre del av kurva). Et dykk består av to faser. En transportfase som er tida det tar å dykke ned til bunnen pluss tida det tar å svømme opp til overflata igjen, og en fase på bunnen som brukes til leting etter mat. Avstanden mellom linjen for samlet dykketid og linjen for transporttid i **figur 13** tilsvarer da tid til leting etter mat på bunnen. Vi ser at denne tiden øker fram til et maksimum (for den teoretiske transportkurven gitt i figuren ca 4 sek. ved ca 100 cm dyp) for så å avta igjen. Vi går her ut fra at det er en lineær sammenheng med dykkedybden og

transporttiden og den teoretiske transportkurven vi har lagt inn i **figur 13** er basert på at samlet transporttid er 3 sek ved 1 m dykkedyp. Teorien tilsier at lengden på fødesøksperioden (her tid på bunnen) skal øke når tiden mellom hver anledning til næringssøk (her transporttiden pluss tiden fuglen oppholder seg over vann) øker (Charnov 1976) slik tilfellet er langs første delen av kurva. Når denne økningen ikke fortsetter, er det rimelig å anta at dette skyldes en fysiologisk begrensning for hvor lenge en fossekall kan oppholde seg under vann ved gjentatte dykk. At tiden over vann økte forholdsmessig mer ved lange dykk (se **figur 11a**) tyder også på dette. Våre målinger av dykketider viste

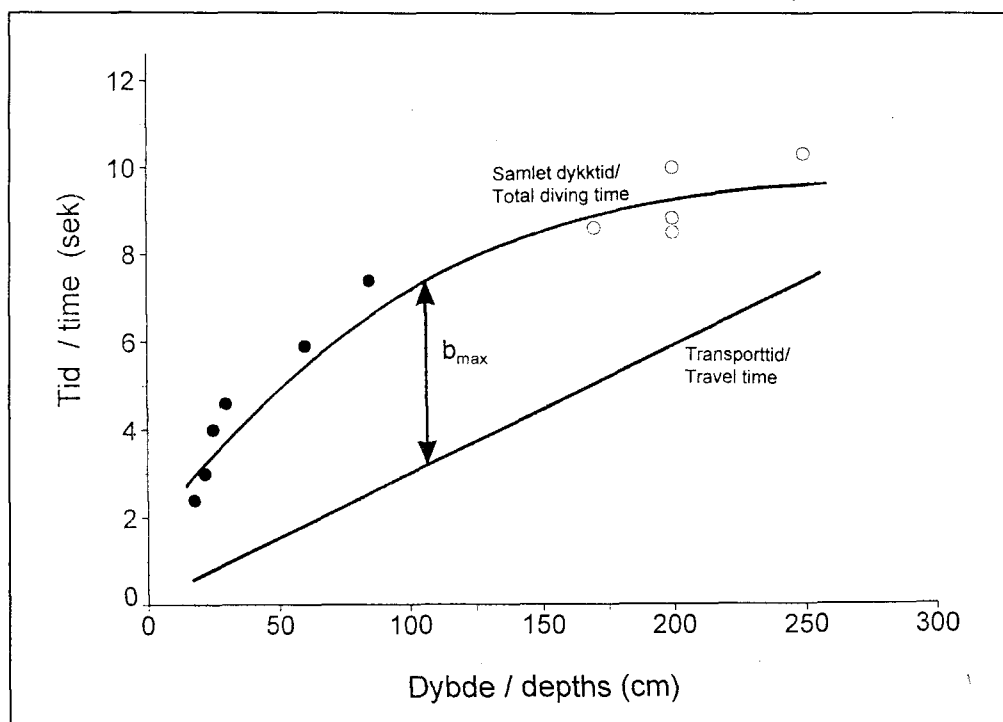
også at de aller fleste dykksekvenser hadde gjennomsnittlige dykktider under 9 s (figur 11a). For 1993-94 var gjennomsnittlig dykktid for fugler som søkte næring i

bassenget nedenfor NVK 6,7 sek, noe som trolig er svært nært dykktiden som gir lengst tid på bunnen (figur 13). Ved dypere dykk enn dette vil vi forvente at utbytte ved hvert dykk avtar.

**Figur 12.** Sammenheng mellom vanddyb og tiden fossekallen er under vann ved hvert dykk. Fylte sirkler er data fra Efteland (1976), åpne sirkler er data fra denne undersøkelsen og angir gjennomsnittlig dykktid for 10-20 dykk fra iskant der dybde er målt. - Relationship between water depth and the time dippers are under the water surface on each dive. Filled circles are data from Efteland (1976) and open circles are data from this study and show the average diving time for 10-20 dives from the edge of the ice where the depth was measured.



**Figur 13.** Sammenhenger mellom dykkdyp og samlet dykktid (øverste linje), og en teoretisk linje for sammenhengen mellom dykkdyp og transporttid (svømming fra overflate til bunn tur/retur). Avstanden mellom linjene viser hvor lenge fossekallene oppholder seg på bunnen for søking og håndtering av føde. Linjen merket  $b_{max}$  viser dykkdypet der fuglene bruker lengst tid på bunnen. For den teoretiske transporttiden som er benyttet her skjer dette ved ca 100 cm vanddyb og samlet dykktid på ca 7 sek. Den teoretiske transportkurven er basert på at det er en lineær sammenheng mellom dyp og transporttid og at samlet transporttid er 3 sek ved 1 m dykkdyp. - Relationships between diving depth and total diving time, and a theoretical line for the relationship between the diving depth and the travel time (swimming from the surface to the bottom and back). The distance between the lines shows how long the dipper remains on the bottom to search for and deal with food. The line marked  $b_{max}$  shows the depth at which birds spend most time on the bottom. For the theoretical transport time used here, this depth is about 100 cm and the total diving time is about 7 seconds. The theoretical transport curve is based on a linear relationship between depth and travel time, and that the total travel time is 3 sec for a diving depth of 100 cm.



## 6 Diskusjon

Det har skjedd en betydelig reduksjon i forekomstene av fossekall langs hovedløpet av Gudbrandsdalslågen på strekningen fra Vinstra bru til Frya i perioden 1977-94. Særlig sterk er reduksjonen for strekningen HK - Frya, som både er påvirket av vannføring- og vannstandsendringer, med 65 % færre individer observert ved desembermålingene i årene etter endret regulering ved NVK (1990-95) sammenlignet med årene for reguleringsendringen (1977-89). For strekningen Vinstra bru - Harpefossen der bare deler av strekningen er påvirket med endret vannføring er reduksjonen mindre (50 %). For de øvrige upåvirkede delene av Lågen fra Dombås til Lillehammer var reduksjonen begrenset til omkring 25 % mellom disse to tidsperiodene. Med de forhold en hadde i perioden 1990-95, ser strekningen Vinstra bru - Frya nå ut til å kunne underholde ca 25 fossekall tidlig på vinteren (desember) og 10-15 fossekall i januar-februar.

Studier av fossekallens aktivitet i området ga ytterligere indikasjoner på at endringene i vannføringsregime ved NVK har bidratt til reduksjonen i vinterforekomster av fossekall langs denne elvestrekningen. For det første vil fossekallens energibehov ved overvintring i Gudbrandsdalslågen være svært høyt. Undersøkelser i Sør-Sverige har vist at fossekallen vinterstid er avhengig av å øke kroppsvekten med ca 6 % fra den starter næringssøket ved daggry til den avslutter ved solnedgang (Andersson & Wester 1972). Videre er det dokumentert i Skottland at energiforbruket øker ved fallende temperatur (Bryant & Tatner 1988). Denne undersøkelsen viste også at energiforbruket økte når fossekallen søkte føde i elver som var dype eller hadde sterk strøm. Fossekallene som bruker strekningene mellom NVK og de første kilometrene nedstrøms HK, må slik forholdene har vært etter endrede vannføringer gjennom NVK, søke føde på større dyp og/eller ved sterkere strømforhold enn tidligere.

Forskjellen i daglige endringer i vannstand og vannføring før og etter regimeendring kan kanskje synes marginale. En må imidlertid ta i betraktning at enkelte episoder med særlig lav vannføring kan ha stor betydning for hvilke dyp fossekallene må ned på for å finne føde. Våre resultater viste også at fossekallens dykkdyp og dykketider i de aktuelle områdene etter vannføringsendringene ligger helt på grensen av hva som vil gi et effektivt fødesøk. Relativt små endringer i vannføring og dykkdyp vil dermed kunne gi betydelige negative effekter. Slik situasjonen er nå, vil fossekallen langs de mest påvirkede elvestrekningene søke føde under forhold der både antall dykk som kan utføres pr. tidsenhet er klart redusert, og der effektiviteten ved hvert dykk trolig også er redusert. Dette vil gjelde spesielt like nedenfor utslippet fra HK der vannstandsvariasjonene er størst. Ved slike forhold vil netto energiutbytte (omsettbar energiinnhold i byttet minus energibruk for å få fatt i det, håndtere det og fordøye det) for næringssøkende fossekall lett bli for lite.

Dersom reduksjonen i fossekallbestanden ved Vinstra utelukkende var forårsaket av de fysiske hindringene vannstandsendringene gir næringssøkende individer forventet vi at en kjøring av NVK med små døgnvariasjoner i vannutslipp umiddelbart ville forbedre området kvaliteten for fossekall og resultere i økte bestander i området. Liten variasjon i vannutslipp fra NVK vinteren 1991/92 resulterte imidlertid ikke i en økning i fossekallbestanden langs de aktuelle elvestrekningene. Dette indikerer at det også er andre årsaker enn de rent fysiske med i bildet. Dette kan være langtidsvirkninger av de omfattende vannstandsendringene på forekomster av vannlevende insekter. For eksempel kan de store vannstandsendringene om vinteren tenkes å vaske bort både vannlevende insekter og deres føde (dødt biologisk materiale). Det foreligger imidlertid ingen undersøkelser fra området som kan belyse dette.

For temperaturforhold mellom  $-20$  og  $-10$  °C har vi data bare fra vinteren 1993/94, og dermed dårlig grunnlag for å trekke klare slutninger om området egnethet for fossekall ved slike forhold. Likevel gir vi noen vurderinger av disse forholdene. Undersøkelsene viste at områdene omkring Vinstra har relativt omfattende isfrie arealer selv ved lave temperaturer. Likevel var det, bare 8-11 fossekall mellom Vinstra bru og Breivegen bru ved de kalde værforhold i januar/februar 1994. For samme periode i 1993 ( $-5$  -  $0$  °C) ble det her observert 12-26 individer. Langs hver av strekningene NVK - Harpefossen og HK - Breivegen bru, hadde 3-4 fossekaller tilhold i januar-februar 1994. Det lave antallet like nedenfor NVK skyldes trolig at bare strekningen nærmest NVK var åpen for is. Her er strømmen sterk og elva forholdsvis dyp, dessuten er det en del overvann på iskanten langs land, noe som også gjør disse arealene uegnet for næringssøkende individer. Fuglene som hadde tilhold nedenfor HK benyttet i 1994 særlig strekningen 500-2 500 m nedenfor vannutslippet fra dette kraftverket. Her ser det dermed ut til å være forhold for å livnære noen få fossekall selv ved svært kalde værforhold. Like nedenfor utslippet fra HK ser imidlertid forholdene ut til å være uegnet på grunn av sterk strøm og store døgnvariasjoner i vannstanden.

Vi har ingen informasjon som kan belyse hva som vil skje med fossekallene ved Vinstra ved ekstreme vintertemperaturer ( $< -20$  °C). Vi regner imidlertid med at de få fossekallene som nå benytter området ved kalde værforhold vil kunne skaffe seg tilstrekkelig føde i området også ved kortere perioder med temperaturer under  $-20$  °C. De vil også kunne finne tradisjonelt velbenyttede overvintringsområder ved Otta (ca 30 km oppstrøms Vinstra), ved Tretten (ca 45 km nedstrøms Vinstra) og i Lågendeltaet (ca 70 km nedstrøms Vinstra). Vi vurderer derfor at faren er liten for at det åpne vannspeilet i området, ved særlig kalde værforhold, skal tiltrekke seg fossekall, som så sulter i hjel på grunn av den dårlige næringstilgangen området gir i slike perioder.

Omfanget av den fysiske hindringene for næringssøkende fossekall er forårsaket av forskjellen mellom laveste vannføring innen en periode (uker) i forveien, og vannføringen på dagtid (kl 0900-1600). Dette er altså en effekt både av

minstevannføring i vassdraget (delvis forårsaket av lavt utslipp fra NVK) og høy dagvannføring. Høy dagvannføring er hovedsakelig forårsaket av stort utslipp fra NVK, og er en kombinasjonseffekt av endringer i døgnreguleringen og økt slukeevne for NVK. Det enkleste tiltaket for å redusere den fysiske hindringen for næringsøkende fossefall vil trolig være å sikre en høyest mulig minstevannføring nedenfor NVK (f.eks 60 m<sup>3</sup> sek<sup>-1</sup>). Effekten av et slikt tiltak er imidlertid betinget av at insektsmengden i den delen av elva som ikke periodevis tørrlegges, ikke er negativt påvirket av de store vannføringsvariasjonene.

Når det gjelder eventuelle negative effekter på insekter (fossekallens føde) i de deler av elva som ikke tørrlegges vil vi tro at de til stadighet store endringene i strømhastighet (døgnreguleringen) har størst effekt. Imidlertid kjenner vi for lite til både omfang av dette fenomenet og eventuelle mekanismer bak det til å gi noen ytterligere kommentarer her.

## 7 Referanser

- Altmann, J. 1974. Observational study of behaviour: sampling methods. - *Behaviour* 49: 227-267.
- Andersson, J.S. & Wester, S.A.L. 1972. Body weight of wintering Dippers *Cinclus c. cinclus* (L.). - *Ornis Scand.* 3: 39-43.
- Andersson, J.S. & Wester, S.A.L. 1976. Långåterfynd av nordiska strömstarar *Cinclus c. cinclus*. - *Vår Fågelvärd* 35: 279-286.
- Brabrand, Å., Bremnes, T. & Saltveit, S.J. 1994. Fiskeribiologisk konsekvensvurdering i Lågen ved effektkjøring av Nedre Vinstra kraftverk. - LFI, Rapport 151: 1-19. (Zoologisk museum, Univ. i Oslo)
- Bryant, D.M. & Tatner, P. 1988. Energetics of the annual cycle of Dipper *Cinclus cinclus*. - *Ibis* 130: 17-38.
- Charnov, E.L. 1976. Optimal foraging: the marginal value theorem. - *Theoret. Pop. Biol.* 9: 129-136.
- Conover, W. & Iman, R.L. 1981. Rank transformation as a bridge between parametric and non-parametric statistics. - *Am. Stat.* 35: 124-129.
- Efteland, S. 1976. Fossekallens dukketid og dukkehypighet. - *Sterna* 15: 11-18.
- Gjershaug, J.O., Thingstad, P.G., Eldøy, S. & Byrkjeland, S. 1994. Norsk Fugleatlas. NOF, Klæbu, Norge.
- Kasselstrand, M & Wester, S. 1991. Svenska studier av strömstare (fossekall) i Norge. - *Ringmerkaren* 3: 178-180.
- MacArthur, R.H. & Pianka, E.R. 1966. On the optimal use of a patchy environment. - *Am. Nat.* 100: 603-609.
- Opheim, J. 1990. Vintertellinger av vannfugl i Oppland fylke i årene 1977/78 - 1988/89. - NOF, Avd. Oppland. Rapport nr. 3 1990: 1-184
- Ormerod, S.J., Efteland, S.V. & Gabrielsen, L.E. 1987. The diet of breeding dippers *C. cinclus cinclus* and their nestlings in south western Norway. - *Holarctic Ecol.* 10: 201-205.
- Ormerod, S.J. & Tyler, S.J. 1991. Exploitation of prey by a river bird, the dipper *Cinclus cinclus* (L), along acidic and circumneutral streams in upland Wales. - *Freshwater Biol.* 25: 105-116.
- Sigholt, T., Møkkelgjerd, P.I., Kålås, J.A. & Jordhøy, P. 1984. Vilt- og fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med planlagt utbygging av Odden og Øyom kraftverk i Gudbrandsdalslågen, Vinstra. - DVF-Reguleringsundersøkelsene Rapp. 2: 1-53.
- Sundfør, W. 1979. Lågen ved Tretten. Økologiske vurderinger vedrørende et vinter-oppholdssted for vannfugl. - NOF, Avd. Oppland. Upubl. Rapport 95 s.
- Tyler, S.J. & Ormerod, S.J. 1994. *The Dipper*. T & AD Poyser, London.



ISSN 0802-4103  
ISBN 82-426-0730-3

435

**NINA  
OPPDRAGS-  
MELDING**

NINA Hovedkontor  
Tungasletta 2  
7005 TRONDHEIM  
Telefon: 73 58 05 00  
Telefax: 73 91 54 33

**NINA  
Norsk institutt  
for naturforskning**