

808

# Fossekallen i Lyngdalsvassdraget 1978-2011

Har kalking resultert i en bedre hekkesuksess?

NINA Rapport

Kurt Jerstad  
Bjørn Walseng  
Anna L.K. Nilsson  
Ole Wiggo Røstad



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

### **NINA Temahefte**

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

# Fossekallen i Lyngdalsvassdraget 1978-2011

Har kalking resultert i en bedre hekkesuksess?

Kurt Jerstad  
Bjørn Walseng  
Anna L.K. Nilsson  
Ole Wiggo Røstad

Jørstad, K., Walseng, B., Nilsson, A.L.K. & Røstad, O.W. 2012.  
Fossekalen i Lyngdalsvassdraget 1978-2011. Har kalking resultert i  
en bedre hekkesuksess? – NINA Rapport 808. 46 s.

Oslo Februar 2012

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2403-1

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Bjørn Walseng

KVALITETSSIKRET AV

Erik Framstad

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Erik Framstad

OPPDRAGSGIVER(E)

Direktoratet for naturforvaltning

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Hanne Hegseth

FORSIDEBILDE

Geir Rune Løvstad og Jon-Erling Skåtan

NØKKEWORD

Lyngdalsvassdraget – fossekall – hekkebiologi – overvåking –  
forsuring - kalking

KEY WORDS

The River Lyngdalsvassdraget – dipper – breeding ecology -  
survey – acidification - liming

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**

Postboks 5685 Sluppen

7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

**NINA Oslo**

Gaustadalléen 21

0349 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

**NINA Tromsø**

Framsenteret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

**NINA Lillehammer**

Fakkeltgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

[www.nina.no](http://www.nina.no)

---

## Sammendrag

Jerstad, K., Walseng, B., Nilsson, A.L.K. & Røstad, O.W. 2012. Fossekallen i Lyngdalsvassdraget 1978-2011. Har kalking resultert i en bedre hekkesuksess? – NINA Rapport 808. 46 s.

Fossekallbestanden har variert fra 20 til 117 hekkende par i perioden 1978-2011. Til sammen er det ved 158 hekkelokaliteter utført 4709 årssjekker. Middelttemperaturen under vinteren sammen med nedbøren, tidspunktet for islegging på systemets største innsjø, samt NAO-indeks gir de viktigste bidragene til å forklare svingningene i fossekallbestanden. De mest brukte hekkelokalitetene har både størst andel vellykkede hekkeforsøk og produserer flest unger per kull. Det er en direkte sammenheng mellom hekkesuksess og følgende fire variabler: bestandstetthet, høyde over havet, skjul av reiret og kalking. Andel vellykkede hekkeforsøk går ned i år med høy hekkebestand og avtar med høyde over havet. Ungekullstørrelsen viser også at det i gjennomsnitt blir produsert flere unger per kull i de lavereliggende områder. En bedre hekkesuksess i lavereliggende områder er tilfelle også når kalkede lokaliteter utelukkes. Andel vellykkede hekkeforsøk var større når reirene lå skjult enn når de lå åpent eller synlig. Dette resulterte i at reir bak foss og inne i bruer, som oftest lå skjult, gjorde det bra. Et unntak var "på stein i elva/fossen" der 78,8 % var vellykket til tross for at disse alltid lå åpent eller synlig. Legger vi til grunn lokaliteter som er, eller har vært berørt av kalking, har andelen vellykkede hekkeforsøk vært signifikant høyere i en kalket situasjon sammenlignet med en ukalket situasjon. Antall unger produsert pr hunn har også vært større. Etter etableringen av kalkdosereren ved Rossevatn har antall hekkende par på strekningen nedstrøms blitt redusert, noe som antakelig skyldes en endret tilgang på byttedyr.

Kurt Jerstad, Jerstad Viltforvaltning, Aurebekksveien 61, N-4516 Mandal

Bjørn Walseng, NINA, Gaustadalléen 21, N-0349 Oslo

Anna L.K. Nilsson, CEES, Biologisk institutt UiO, Postboks 1066 Blindern 0316 OSLO

Ole Wiggo Røstad, Institutt for naturforvaltning, Universitetet for miljø- og biovitenskap, Postboks 5003, NO-1432 Ås

## Abstract

Jerstad, K., Walseng, B., Nilsson, A.L.K. & Røstad, O.W. 2012.. The Dipper in The River Lyngdalsvassdraget 1978-2011. Has liming improved breeding success? – NINA Report 808. 46 pp.

The number of breeding dippers in the River Lyngdalsvassdraget has varied between 20 and 117 pairs in the period 1978-2011. Altogether 4708 visits have been performed at 158 breeding sites. Mean temperature during the winter in addition to precipitation, timing of ice formation on the largest lake and the NAO explain most of the variation in the population size. The highest frequency of successful breeding attempts and the highest number of offspring per brood were found at the most frequently used breeding sites. There was a strong correlation between breeding success and the following four variables: the breeding population size, elevation, visibility and liming. The number of successful breeding attempts increase with decreasing population size and decreased with increasing elevation. The brood size also decreases with increasing elevation. This is partly due to liming which is an activity concentrated to the lower elevation areas. High breeding success in the lowermost areas persisted when breeding localities that are or have been limed, were excluded. Hidden nests, including nests behind waterfall and nest under bridges, were more successful compared to visible/open nests. Visible nests located on islands, for instance on rocks in the river, had as high breeding success as hidden nests. Focusing only on breeding sites that are or have been affected by liming, both the number of successful breeding attempts and the number of offspring, were highest when the water quality was affected by liming. After the lime dispenser at Rossevatn was built, the number of breeding pairs downstream was strongly reduced. This might be explained by reductions in the number of prey.

Bjørn Walseng, NINA, Gaustadallèen 21, N-0349 Oslo

Kurt Jerstad, Jerstad Viltforvaltning, Aurebekkveien 61, N-4516 Mandal

Anna L.K. Nilsson, CEES, Dept. of Biology UiO, Box 1066 Blindern N-0316 OSLO

Ole Wiggo Røstad, Department of Ecology and Natural Resource Management, Norwegian University of Life Sciences, P.O.Box 5003, NO-1432 Aas

# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>4</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Vassdragsbeskrivelse</b> .....	<b>9</b>
2.1 Beliggenhet .....	9
2.2 Klima .....	10
2.3 Vannføring.....	12
2.4 Geologi/kvartærgeologi .....	13
2.5 Vegetasjon .....	14
2.6 Feltarbeid .....	15
2.7 Reirbeskrivelse.....	17
2.8 Reirplassering .....	17
2.9 Reirenes eksponeringsgrad .....	19
2.10 Materiale .....	19
2.10.1 Noen definisjoner.....	19
2.10.2 Hekkelokaliteter .....	19
2.10.3 Hekkelokaliteter og høyde over havet .....	20
2.10.4 Nedbørfeltets areal oppstrøms hver hekkelokalitet.....	21
2.10.5 Antall reirplasser på hekkelokalitetene .....	21
2.10.6 Fossbasen .....	22
2.11 Sur nedbør .....	23
2.12 Kalking .....	24
2.12.1 Kalkingsstrategi .....	24
2.12.2 Kategorisering av hekkelokaliteter i forhold til kalking .....	25
2.12.3 Vurdering av hekkelokaliteter i forhold til kalking .....	26
<b>3 Resultater og diskusjon</b> .....	<b>27</b>
3.1 Hekkebestand og klima .....	27
3.2 Bruk av hekkelokaliteter .....	28
3.3 Hekkesuksess og bruk av hekkelokaliteter.....	29
3.4 Hekkesuksess og populasjonsstørrelse .....	29
3.5 Høyde over havet.....	30
3.5.1 Andel vellykkede hekkeforsøk .....	30
3.5.2 Ungekullstørrelse.....	30
3.6 Reirplassering og hekkesuksess .....	31
3.7 Eksponering .....	32
3.7.1 Type reirplassering .....	32
3.7.2 Andel vellykkede hekkeforsøk .....	33
3.8 Hekkesuksess på ukalkede hekkelokaliteter .....	33
3.9 Hekkesuksess på kalkede hekkelokaliteter .....	34
3.10 Skjellsand.....	35
3.11 Dosererkalking .....	36
<b>4 Oppsummering og konklusjon</b> .....	<b>38</b>
<b>5 Litteratur</b> .....	<b>40</b>
<b>Vedlegg</b> .....	<b>42</b>

## Forord

Hovedmålet for rapporten er å dokumentere hvilke effekter sur nedbør og kalking har hatt på hekkebestanden av fossekall i Lyngdalsvassdraget. I tillegg beskriver vi fossekallens hekkebiologi basert på undersøkelsen som har pågått siden 1973. Vi vil få takke alle de frivillige som siden starten har bidratt til å skaffe tilveie hekkedata for fossekallen på Sørlandet. En stor takk går også til Direktoratet for naturforvaltning som har støttet prosjekt siden 1989. Vi vil også få takke: S.E. Storeid ved NINA som har holdt kontroll på reirenes geografiske beliggenhet og dessuten bidratt med figurer til rapporten, Geir Rune Løvstad og Jon-Erling Skåtan som har bidratt med flotte fossekallbilder til rapporten, Edgar Vegge som har vært behjelpelig med å skaffe til veie all informasjon om kalking. Til slutt en stor takk til Hanne Hegseth ved DN for et behagelig samarbeid.

Februar 2012

Kurt Jerstad og Bjørn Walseng



# 1 Innledning

Fossefallbestanden i Lyngdalsvassdraget i Vest-Agder har vært undersøkt siden 1973 og overvåket siden 1978 (f.eks. Jerstad 2006). Overvåkingen omfatter registrering av alle hekkende par, individbestemmelse av alle hekkefugler og unger, samt registrering av hekkesuksess på alle hekkelokaliteter. Det ble i en tidlig fase av overvåkingen klart at mange hekkforsøk mislyktes av uforståelige grunner. Dette ble snart koblet opp mot sur nedbør som hadde forårsaket at fiskepopulasjoner i hele den sørlige landsdelen enten var gått tapt eller hadde store skader. Direktoratet for Naturforvaltning tok signalene svært alvorlig, og fra 1989 har de støttet overvåkingen av fossefall for å avdekke mulige effekter av sur nedbør på arten (Jerstad 1991, Nybø & Jerstad 1997).

Fossefallet i Lyngdalsvassdraget egner seg godt til å overvåke endringer i vannkvalitet fordi den henter nesten all sin næring i vann. Overvåking av fossefall bringer dessuten inn en ny dimensjon i overvåking av biologiske effekter; nemlig at dyr som lever på land kan få endrede levevilkår som følge av vannforsuring. Følgende momenter gjør fossefallet godt egnet som studieobjekt i forbindelse med sur nedbør:

1. Fossefallens hekkebiologi er godt kjent. Dette gjør at avvik fra normalen lettere lar seg identifisere.
2. Fossefallet kan være utsatt for vannforurensning. I Lyngdalsvassdraget antas fossefallet å være spesielt utsatt fordi den lever i den delen av landet som har vært mest belastet med sur nedbør.
3. Fossefallet stiller spesielle krav til hekkelokalitet og reirplass. På hekkeplassen er de ofte relativt enkle å fange, og dette muliggjør individuell merking med metallring og fargeringer. Begge kjønn er tradisjonstro mot hekkelokaliteten over år. Fargeringer er derfor velegnet for å kunne individbestemme fuglene senere år.
4. I hånden lar fossefall seg alders- og kjønnsbestemme med stor sikkerhet. Kjønn bestemmes ut fra vingemål og vekt. I hekkesesongen har dessuten hunnene rugeflekk. Ettåringer kan skilles fra eldre fugler på små forskjeller i fjærdrakten. Dette gjør at man kan skille mellom variasjoner i hekkebiologi på grunn av disse faktorene og variasjoner på grunn av miljøfaktorer.
5. En del av hekkepopulasjonen overvintrer lokalt, mens en del av populasjonen overvintrer utenlands (Sør-Sverige, Danmark, Tyskland, Polen).
6. Fossefallet finnes i hele Norge, fra syd til nord, fra lavland til subalpine områder. Dette muliggjør sammenligning mellom forsured og ikke forsured områder, f.eks. ved undersøkelser av miljøgiftinnhold.
7. Lyngdalsvassdraget ble undersøkt med hensyn på vannkjemi første gang i 1978 og har siden 1997 inngått i kalkingovervåkingen. Dette gjør det mulig å sammenholde resultatene fra vannkjemi med data fra fossefallens hekkebiologi.

Det ble ganske tidlig i undersøkelsesperioden observert at ca 30% av hekkforsøkene ble mislykket i forbindelse med eggleggingen, og dette ble sett i sammenheng med kalkmangel (Jerstad 1991). Lignende problemer (skyng av reir) i forbindelse med kalkmangel er også funnet andre steder, f.eks. hos kjøttmeis i en forsuret skog i Nederland (Graveland et al. 1994). På oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning ble det i 1997 utarbeidet en rapport om status for kunnskap om fossefall i forhold til sur nedbør etc. (Nybø & Jerstad 1997). Denne rapporten konkluderte med at overvåkingen bør fortsette etter gitte retningslinjer. Feltarbeidet er helt siden 1978 gjennomført etter disse retningslinjene.

Norske myndigheter har i grove trekk benyttet to strategier for å minske virkningen av sur nedbør i Norge. Den ene strategien innbefatter internasjonale forhandlinger om utslippsreduksjoner av de stoffer som bidrar til sur nedbør. Den andre strategien går ut på å nøytralisere effektene av vannforsuring gjennom å heve vannkvaliteten tilbake til «normalen» før forsuring ved hjelp av kalking. Overvåking av biologiske effekter av forsuring benyttes for å måle resultatet av disse strategiene, og for å vurdere hvilke tiltak som skal settes inn.

Kalkingen startet i Litlåna der en doserer ble satt opp i Herdalen i 1988. I hovedvassdraget av Lygna startet kalkingen i oktober 1991 ved at den største innsjøen i vassdraget, Lygne, ble kalket. Kalkingen ble utvidet ved at en kalkdoserer ved Rossevatn var i drift fra nyttårsskiftet 1991/92. I 2000 ble en ny doserer bygd ved Gysland og kom i drift samme år. Nylig er doseren ved Rossevatn satt ut av permanent drift og "erstattet" av en ny doserer på Birkeland. I tillegg er noen innsjøer også blitt kalket (Gletnevannet og Kleivvatnet).

Invertebratfaunaen i ferskvann hadde allerede i 1998/99 respondert på en bedret vannkvalitet gjennom at forsuretolerante arter var erstattet av forsuringfølsomme arter (Walseng & Bongard 2001). Undersøkelser fra 1978 (Halvorsen 1981) utgjorde et viktig referansemateriale med tanke på å registrere eventuelle effekter av kalking på invertebratfaunaen.

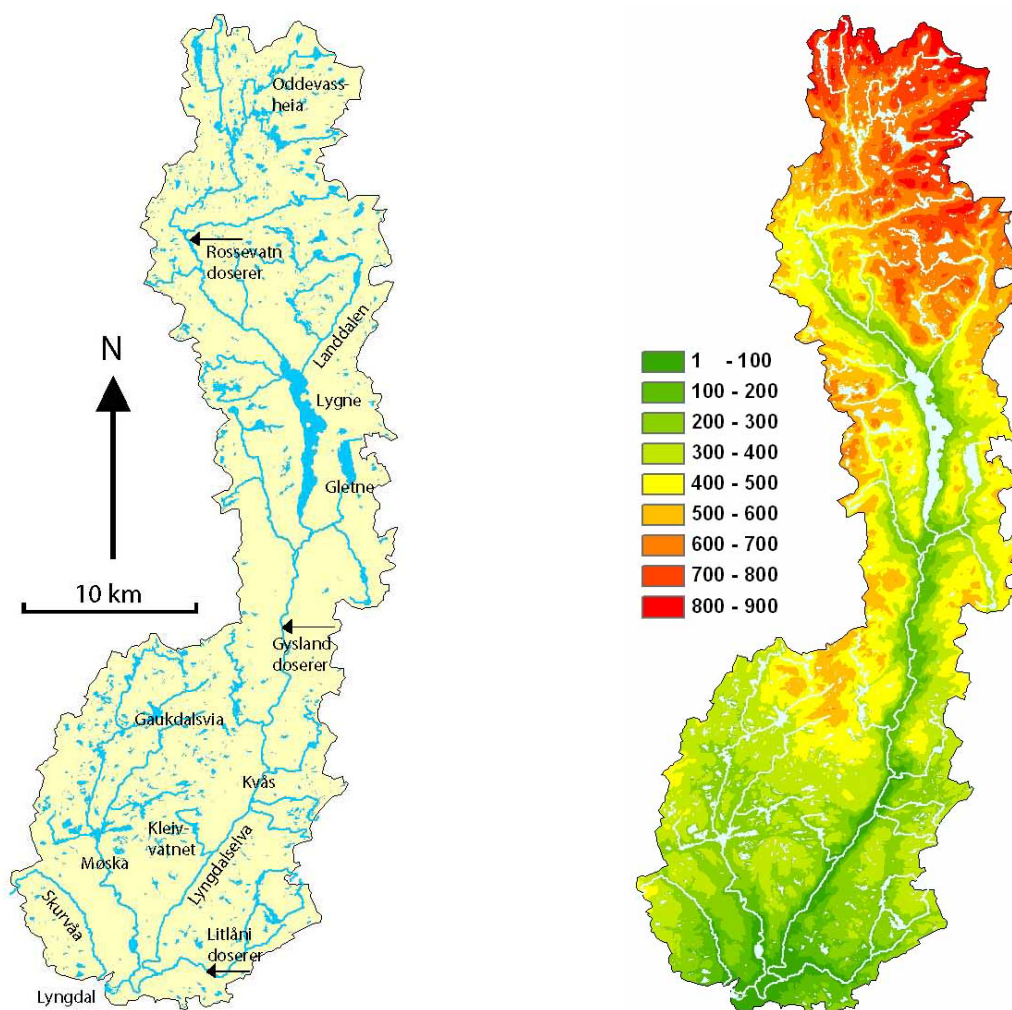
I denne rapporten sammenstiller vi overvåkingsdata på fossekallen i Lyngdalsvassdraget fra perioden 1978-2011 og presenterer resultater vedrørende hekkebiologi. Et eget kapittel er viet kalking av vassdraget, hvilke positive og eventuelt negative konsekvenser dette har hatt for fossekallen.

## 2 Vassdragsbeskrivelse

### 2.1 Beliggenhet

Fra sitt utspring i fjellområdene mellom Åseral og Kvinesdal i nord renner Lyngdalsvassdraget (**figur 1**) sørover til utløpet innerst i Lyngdalsfjorden vest for Lyngdal sentrum. Vassdraget er ca 60 km langt, og har et nedbørfelt på ca 680 km<sup>2</sup>. Hovedvassdraget drenerer 560 km<sup>2</sup>, og er karakterisert ved en rekke mindre delnedbørfelt som slutter seg til hovedelva fra både øst og vest.

Sentralt i nedbørfeltet ligger Lygne som er nedbørfeltets største innsjø med et areal på 7,3 km<sup>2</sup>. Den ligger i hovedelva og strekker seg 10 km i nord-sør retning. Arealene sør for Lygne tilhører heiflaten, her 200-500 m o.h. Nord for Lygne reiser terrenget seg til mellom 500-700 m o.h. Lengst i nord ligger heiflaten over 700 m o.h. Her ligger Oddevassheia (966 m o.h.) som er høyeste punkt innen nedbørfeltet. Sjøer og elveløp i heiområdet følger ofte svakhetssoner i berggrunnen, og sjøer forekommer hyppig i det småkuperte terrenget. Hoveddalføret går i nord-sør retning og er markert innskåret i heiflaten. Dette er spesielt tydelig sør for Rossevatn der



**Figur 1.** Lyngdalsvassdragets nedbørfelt.  
**Figure 1.** The River Lyngdalsvassdraget watershed.

hovedelva følger en sprekkedal. Små bekker renner ned dalsidene til hovedelva fra heiplatået. Disse har et fall på 200-400 meter og har i liten grad gravd seg ned i berggrunnen. Nord for Lygne deler dalsystemet seg opp på heiflaten.

Møska, som er største sidevassdrag, ligger vest for hovedvassdraget og slutter seg til hovedvassdraget rett før utløpet i sjøen. Det har et samlet nedbørfelt på 120 km<sup>2</sup>. Møskas nedbørfelt drenerer et felt som ligger lavere enn mye av hovedvassdragets nedbørfelt. Det meste av heiflaten ligger mellom 200 og 500 m o.h. Høyeste punkt er Gaukdalsvia, 609 m o.h. Nedbørfeltet er rikt på mindre vann. Gaukdalsvatn, Hellevatn og Skolandsvatn er tre større innsjøer som Møska renner gjennom, på vei til samtløp med Lyngdalselva.

Faråni og Landdalselva drenerer betydelige arealer i nordøst, Litlåni i sørøst (ca 35 km<sup>2</sup>). Skurvåa med et nedbørfelt på 28 km<sup>2</sup> og som slutter seg til hovedvassdraget ved deltaet i Lyngdalsfjorden, regnes også med til Lyngdalsvassdraget.

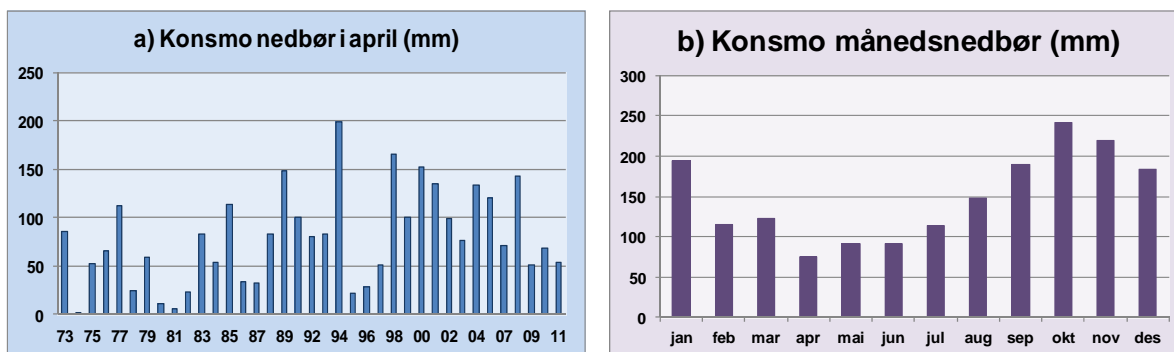
Lyngdalsvassdraget ligger i sin helhet i Vest-Agder fylke med sentrale deler innen kommunene Lyngdal og Hægebostad. Øvre deler av sidevassdraget Møska ligger i Kvinesdal kommune, mens den nordøstlige delen av hovedvassdraget tilhører Åseral kommune.

## 2.2 Klima

Det er stor forskjell i klimaet innen nedbørfeltet. Det fører til at fossefallens hekkesesong er forskjøvet ca 4 uker i vassdragets øvre deler i forhold til ved utløpet. Det finnes ikke meteorologiske målestasjoner innen nedbørfeltet, men Konsmo-Eikeland som ligger rett øst for Lyngdalsvassdraget skulle være representativ for midtre deler av Lyngdalsvassdraget. I henhold til normalen (1961-1990) er siste del av juli varmeste periode med et middel på 14°C. Kaldest er det i månedskiftet januar/februar da gjennomsnittstemperaturen (1961-1990) er i underkant av -2°C.

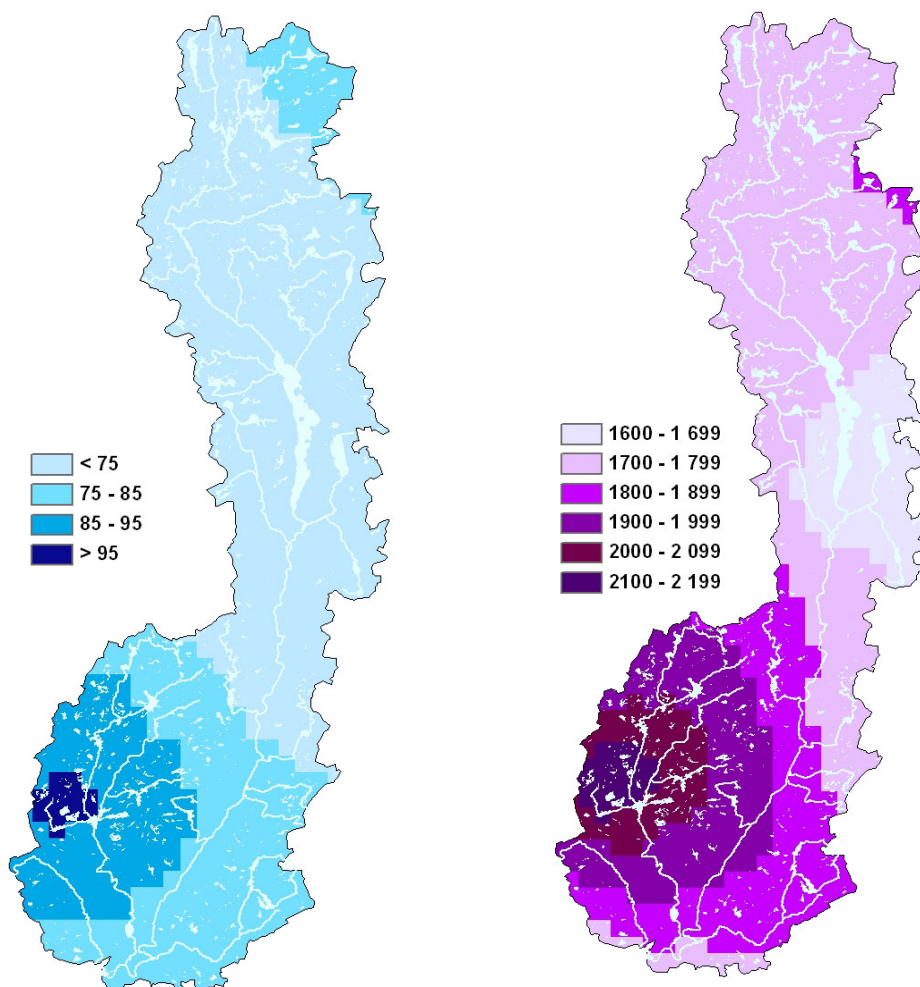
Årsnedbøren er betydelig, med et gjennomsnitt på 1670 mm (1961-1990). I løpet av undersøkellesperioden har nedbøren svingt fra 1185 mm målt i 2010 og til 2847 mm i 2000, et år som er blitt husket for den svært nedbørrike høsten. Mesteparten av nedbøren kommer i perioden september-desember med oppunder 200 mm i snitt pr måned (**figur 2a**). Månedene mars, april og mai har minst nedbør med i underkant av 100 mm pr måned. April, som er en sentral måned i forbindelse med fossefallens hekkebiologi, er den tørreste måneden med snitt på 75 mm nedbør (**figur 2b**). Variasjonene er imidlertid store, slik som årene 1994 og 1995 da månedsnedbøren gikk fra 200 mm til 20 mm fra det ene til det andre året.

Figur 3 viser hvordan nedbøren fordeler seg innen Lyngdalsvassdraget. Kartene er framkommet ved å ekstrapolere informasjon fra værstasjoner i regionen. Selv om vassdraget har et begrenset areal og strekker seg kun 60 km inn i landet, har vi en nedbørsgradient som går i sørvest-nordøst retning. Mest nedbør faller det i de sørvestre delene av nedbørfeltet som i hovedsak tilhører sidevassdraget Møska. Her faller det i snitt mer enn 96 mm nedbør i april, mens det nord for Kvås kommer mindre enn 75 mm. Hadde vi brukt en enda finere skalering for nedbør ville vi ha sett at områdene øst for Lygne er de tørreste. Videre nordover er det en svakt økende trend til mer nedbør både i april og på årsbasis. Fordelingen av årsnedbør (**figur 3**) viser samme mønster, med en årlig nedbør på >2100 mm i indre deler av Møska og med < 1700 mm i områdene øst for Lygne. Figuren viser at nedbøren på årsbasis er noe større når vi beveger oss nordøst i nedbørfeltet.



**Figur 2a og b.** Årlig variasjon av nedbør for april måned ved Kongsmo i perioden 1973-2011 (til venstre) og gjennomsnittlig månedsnedbør (1961-1990).

**Figure 2a og b.** Yearly variation in precipitation in April at Kongsmo in the period 1973-2011 (left) and mean monthly precipitation (1961-1990).



**Figur 3.** Nedbørens fordeling i Lyngdalsvassdraget i april (til venstre) og for hele året, basert på normalnedbørsdata (1961-1990).

**Figure 3.** The distribution of precipitation within the watershed of the River Lyngdalsvassdraget in April (left) and for the whole year based on monthly precipitation (1961-1990).

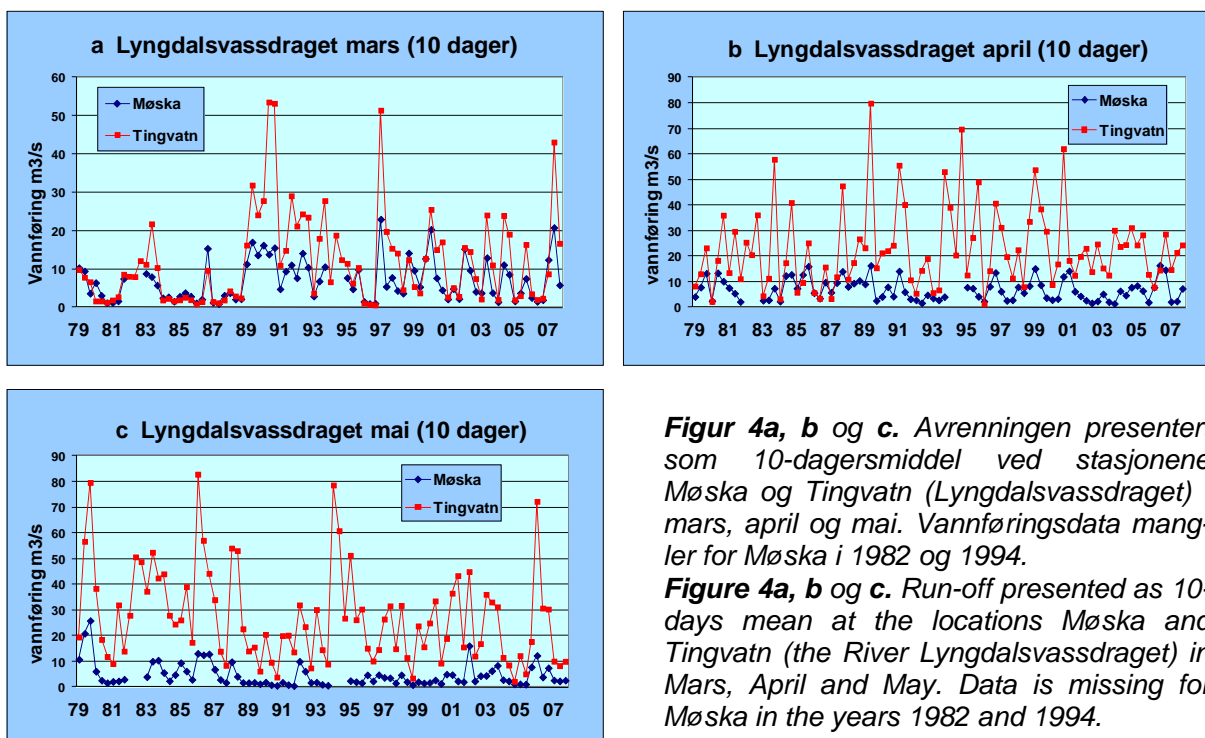
## 2.3 Vannføring

Data i dette kapittelet er hentet fra Walseng & Jerstad 2009. Hydrologiske data for Lyngdalsvassdraget er blitt målt ved to stasjoner, Møska og Tingvatn. Stasjonen nederst i Møska ligger 4 m o.h. mens den andre ligger i hovedvassdraget nedstrøms Lygne, 185 m o.h. Ved å kombinere de to stasjonene i Lyngdalsvassdraget vil det være mulig å få en god forståelse av dynamikken til vannregimet innen feltet noe som er omhandlet i detalj i Walseng & Jerstad 2009.

I **figur 4** er avrenningen vist for Møska og Tingvatn for mars, april og mai fra 1979 og fram til 2009. Perioden mars-mai er vist i figuren da det er i denne perioden at fossekallen etablerer seg og bygger reir. Stasjonen i Møska var ute av drift i 1982 og 1994.

Et generelt trekk ved avrenningsregimet for de to stasjonene er at Møska bidrar mest til den totale avrenningen i mars (**figur 4a**) og i enkelte tidagersperioder kan faktisk Møska bidra med mer vann enn det som går i hovedelva ved Tingvatn. Dette til tross for at Møska drenerer mindre enn halvparten av dette nedbørfeltet. Gjennomsnittlig har vannføringen i Møska vært 6,93 m<sup>3</sup>/s i mars og 6,87 m<sup>3</sup>/s i april sammenlignet med 4,62 m<sup>3</sup>/s i mai. Vi kan anta at snøsmeltingen er over i mai og at vannføringen da i stor grad er styrt av nedbør.

Største absolute maks vannføring i Møska i perioden mars-mai har vært registrert i mars (53,96 m<sup>3</sup>/s) (**tabell 1**) mens minste vannføring er 0,33 m<sup>3</sup>/s i mai. Til sammenligning kan nevnes at henholdsvis minste og største vannføring registrert i Møska er henholdsvis 0,03 m<sup>3</sup>/s (august 1984) og 97,93 m<sup>3</sup>/s (desember 1992). Sistnevnte flom ble karakterisert som en 50-års flom. Til sammenligning er en 5-årsflom beregnet til 67 m<sup>3</sup>/s, mens en normalflom er 56 m<sup>3</sup>/s. Siste 5-årsflom i perioden mars-mai ble registrert i 1979. Vi kan anta at bekkene som slutter seg til nedre deler av hovedvassdraget, har et vannføringsregime tilsvarende det vi ser i Møska.



**Figur 4a, b og c.** Avrenningen presentert som 10-dagersmiddel ved stasjonene Møska og Tingvatn (Lyngdalsvassdraget) i mars, april og mai. Vannføringsdata mangler for Møska i 1982 og 1994.

**Figure 4a, b og c.** Run-off presented as 10-days mean at the locations Møska and Tingvatn (the River Lyngdalsvassdraget) in Mars, April and May. Data is missing for Møska in the years 1982 and 1994.

**Tabell 1. Maksimum vannføring i Møska og Lyngdalsvassdraget (Tingvatn)**

**Table 1. Maximum run-off in the River Møska and in the River Lyngdalsvassdraget at Tingvatn.**

måned	Møska			Lygna		
	mars	april	mai	mars	april	mai
minimum (m <sup>3</sup> /s)	0,67	1,06	0,33	0,52	0,64	1,3
maksimum (m <sup>3</sup> /s)	53,96	31,87	39,52	109,91	128,73	128,73
gj.snt. vannføring (m <sup>3</sup> /s)	6,93	6,87	4,62	11,04	21,51	27,15

I hovedvassdraget ved Tingvatn er bildet forskjellig fra Møska ved at den gjennomsnittlige avrenningen øker i løpet av de tre månedene fra 11 m<sup>3</sup>/s i mars til 27 m<sup>3</sup>/s i mai (**tabell 1**). Minimum og maksimumsverdier gjenspeiler den samme trenden. Den gjennomsnittlige høyden av feltet oppstrøms målingsstasjonen ved Tingvatn er 547 m o.h. og er 220 meter høyere i snitt enn Møskas nedbørfelt. Forskjellen gir seg utslag i at snøsmeltingen skjer seinere på året, det vil si i april og mai. I mai er vannføringen ved Tingvatn styrt av både snøsmelting og nedbør, mens den i Møska i hovedsak er nedbørstyrt. I april er det fra år til år stor variasjon mellom de to stasjonene.

Som i Møska er størst vannføring ved Tingvatn registrert i desember 1992 med hele 273 m<sup>3</sup>/s (50-års flom er beregnet 214 m<sup>3</sup>/s). Til sammenligning er en 5-årsflom beregnet til 146 m<sup>3</sup>/s og normalflom til 119 m<sup>3</sup>/s. Laveste vannstand er registrert i september 1976 da løpet i realiteten var tørrlagt med kun 0,03 m<sup>3</sup>/s.

## 2.4 Geologi/kvartærgeologi

Nedbørfeltet ligger i sin helhet innenfor det sydnorske grunnfjellsområdet. Tungt forvitrelige gneis og gneisgranitter dominerer. Overflaten er sterkt bearbeidet av isen og danner et kupert terreng med avrundede former. Vassdraget er relativt fattig på løsmasser. Raet krysser vassdraget sør for Lygne, og de største løsmasseavsetningene befinner seg langs dalbunnen sør for raet (Andersen 1960). Elva har her mange steder gravd seg ned i løsmasser. Bringsjordnes, som ligger mellom Møska og Lyngdalselva der de møtes, er bygd opp av elvetransportert materiale.

Marin grense går ved 20-25 m, og Skolandsvatn er eneste innsjø som ligger under denne (Andersen 1960).



*Liten og stor vannføring ved Rossevatn (foto: Kurt Jerstad)*  
*Small and large run off at Rossevatn*

## 2.5 Vegetasjon

Informasjon vedrørende vegetasjon er blant annet hentet fra Halvorsen (1981).

Vassdraget er dominert av fattige vegetasjonstyper med innslag av edelløvsskog i nedre deler. Eikeskoger med innslag av bjørk, rogn og hassel fins i dalsidene til hovedelva sør for Lygne. Ellers er bjørka vanligste treslag, og i områdene over ca 400 m o.h. dominerer den helt. Indre deler av Møska består av røsslyngheier med innslag av blåbærbjørkeskog. Røsslyngheiene nord for Eiken har ofte en fuktigere utforming med innslag av dvergbjørk.

Barskog, med furu som viktigste treslag, er vanlig i de midtre deler av vassdraget. Størst arealer med furuskog fins i områdene like nord og øst for Eiken. Grana har her sin naturlige vestgrense med spredte forekomster. Tregrensa varierer med avstand til kysten, og i de ytre områder ligger den på ca 350 m o.h. I de indre områdene går den opp til omtrent 700 m o.h.

Vannvegetasjonen er relativt godt utviklet i de grunnere innsjøene syd for Rossevatn, med spesielt stort innslag av flaskestarr, botnegras, flotgras og gul nøkkerose. De høyereliggende innsjøene nord for Eiken har gjennomgående en fattig vannvegetasjon.

Blåtopp dominerer både på hellende bakkemyrer og i strandsonen langs elver og innsjøer.



*Parti ved Lygnefoss (foto: Kurt Jerstad)  
Surroundings from the Waterfall Lygnefoss*



## 2.6 Feltarbeid

Fossekallen er i hekketiden sterkt knyttet til fosser og stryk. Paret etablerer et territorium som inneholder tilstrekkelig med næring for paret og ungene, samt fosser, skrenter eller lignende hvor reiret kan plasseres. Fuglene er i perioden fram til eggleggingen sterkt territorielle. De eksponerer seg ved å sitte på toppen av steiner i reirområdet, patruljering av territoriet og gjennom sang og forskjellige andre lyder. Utstrakt kurtise styrker parbindingen. Hannene tolererer ikke andre hanner, og dersom en fremmed hann dukker opp blir den øyeblikkelig jaget vekk. Fremmede hunner blir på en mer stillferdig måte presset vekk av hunnen. All aktivitet, som territoriehevingen og reirbygging, skjer fra grålysningen om morgenen og utover formiddagen. Før rugingen starter, er fuglene svært sjelden i reirområdet på ettermiddagen og kvelden.

Territoriegrensene kan variere mye fra år til år. I år med lav bestand kan et territorium være stort og omfatte det som i andre år er både to og tre territorier. Vi har derfor valgt å knytte hekkeforsøk til hekkelokaliteter og reirplasser.

### *Registrering av hekking*

Fram til eggleggingen er den beste tiden for feltarbeid grålysningen om morgenen. På denne tiden av døgnet er fuglene meget aktive og derfor enkle å oppdage selv om mange hekkelokaliteter er svært uoversiktlige. Utover morgenen synker aktiviteten. Dersom det registreres fossekallaktivitet, blir lokaliteten fulgt opp videre. Dersom det ikke registreres noen aktivitet i løpet av 10-15 min tidlig om morgenen, blir det registrert som en negativ observasjon. Hvis dette skjer tidlig i sesongen, blir imidlertid også disse lokalitetene sjekket senere i sesongen.

Paret markerer sitt nærvær med skitt på strategisk beliggende steiner i nærheten av reirplassen. På litt oversiktlige lokaliteter kan man derfor bruke konsentrasjoner av slike markeringer til å konstatere at det bor fossekall på lokaliteten selv om det ikke blir observert noen fugl. Hvis man vet at det ikke har regnet skikkelig på noen dager, kan man også bruke fraværet av markeringer som en sikker negativ observasjon.

Funn av et ferskt, påbegynt, eller ferdig reir er et sikkert tegn på at lokaliteten er bebodd. Ved funn av reir registreres nøyaktig plassering, samt om det bygges nytt reir eller et gammelt reir repareres. En del hekkeforsøk avbrytes før egglegging. Disse blir bare registrert som hekkeforsøk dersom innerreiret blir foret med blader. Våre erfaringer viser at da går hunnen opp betydelig i vekt for å forberede egglegging. I tillegg utvikler den også en normal rugeflekk selv om det aldri registreres noen egg i reiret.

### *Individbestemming av hekkefugler*

Voksne fugler som mangler fargeringer, blir innfanget ved hjelp av mistnett. Fuglene blir så påsatt en metallring med unikt nummer og to fargeringer av plast. Kombinasjon av farger og ringenes plassering gjør at fuglene senere kan individbestemmes i felt ved hjelp av kikkert.



*Ringmerking, en metallring og to fargeringer i plast (foto: Bjørn Walseng). Ringing, one metal ring and two coloured rings in plastic.*



Syv dager gammel unge til venstre (foto: Bjørn Walseng) og unge som nylig har forlatt reiret (Foto: Geir Rune Løvstad).

*A young, seven days old (left) and a young which recently has left the nest.*

#### *Reirkontroller*

Ved funn av uferdige reir blir status registrert for å vite når neste sjekk bør foretas. Litt avhengig av temperaturen bruker fossekallene vanligvis 2-4 uker på reirbyggingen. Ytterreiret bygges av våt mose som hentes i reirets umiddelbare nærhet. Dersom bakken er helt snødekt, blir mosen hentet under vann i bekken. Hvis det er nattefrost eller en kuldeperiode, fryser det våte reiret og fossekallene må da vente til det tiner før de kan bygge videre. De kan da bli mange dager forsinket. Ved omlegging senere i sesongen kan et nytt reir bygges på 3-4 dager.

Eggleggingen skjer vanligvis mellom klokka 08 og 11 på formiddagen, og ett egg legges per dag. Antall egg sjekkes derfor bare på ettermiddagen tidlig i sesongen. Bare reir som er rimelig lett tilgjengelige blir sjekket før eggene klekkes. De hvite eggene (oftest 4 eller 5) blir gradvis mattere utover i rugetiden, og dette brukes til å anslå et forventet klekkesidspunkt.

Alle reir blir forsøkt sjekket i ungeperioden for å telle og ringmerke ungene. Ungene kan ringmerkes fra de er 3-4 dager til de er 14 dager gamle. Før det er de så små at ringen kan falle av, og senere kan de hoppe ut i vannet dersom de blir forstyrret. Dette er en tilpassning for å overleve hvis reiret blir røvet. Håndsvingfjærene bryter ut når ungene er omtrent seks dager. De aller fleste ungene ringmerkes etter det, og da blir lengden på 4. håndsvingfjær og vekt registrert. Hvis de ringmerkes tidligere, blir bare vekt registrert. På grunnlag av disse målene har vi utviklet en metode for å beregne tidspunkt for hekkestart i det enkelte kull (Nilsson et al. 2011). Kun en svært liten del av reirene er utilgjengelige, og de fleste av disse er plassert i smale sprekker bak foss.



*Fossekall med reirmateriale i nebbet (Foto: Geir Rune Løvstad)*

*Dipper with nest material in its beak.*

## 2.7 Reirbeskrivelse

Fossekallreiret består av et nesten kulerundt ytterreir bygd av mose og en reirskål (**figur 5**). Reirskåla er en halvkuleformet grop og er bygd av grasstrå. Rett før egglegging blir den foret med vissent løv, og da som regel med eikelauv hvis det er tilgjengelig. I ungetiden tar reirskåla etter hvert form som ei matte på grunn av slitasje. Ytterreiret omgir og beskytter reirskåla og er ofte tilpasset nisjen som reiret er plassert i (modifisert). En elipseformet reiråpning fører via en 5-10 cm lang tunnel opp til reirskåla. Gjennomsnittlige mål av reiråpningen tatt før egglegging er 61x90 mm (høyde x bredde) (Walseng 1984).

Ikke modifiserte ytterreir ligger fritt på underlaget og har et halvkuleformet utseende (**figur 5**). Gjennomsnittsmål for et ikke-modifisert reir er 22,7x26,7x25,1 mm (høyde x bredde x dybde) (Walseng 1984). Modifiserte reir er tilpasset reirplassen og får derfor forskjellig utseende. Naturlige strukturer kan utgjøre vegger og tak, som for eksempel i trange fjellsprekker. I sterkt modifiserte reir kan ytterreiret mangle helt og være erstattet av naturlige strukturer. Jord og røtter kan for eksempel utgjøre vegger og tak i reir som ligger i jordkanten der denne er blitt blottlagt ut mot elva på grunn av erosjon. Fossekallen kan også grave hull i jordkant for deretter å bygge et delvis modifisert reir (**figur 5**). Reir i bruk er også et eksempel der ytterreir kan mangle helt. Som bygningsmateriale dominerer mose, og artsbestemmelse av materiale fra 33 reir i Lyngdalsvassdraget i 1978-79 resulterte i en liste på 63 forskjellige mosearter (Walseng 1984). Nyremose (*Nardia compressa*) ble funnet i 70% av reirene og var dominerende mose i 2/3 av disse. Fossekallen er neppe selektiv med hensyn til valg av mose (Breil & Moile 1976) og hyppig bruk av nyremose som bygningsmose på Sørlandet henger sammen med at dette også er dominerende hydrofil mose i Lyngdalsvassdraget (Arne Pedersen pers. medd.).



**Figur 5.** Utgravd grop med påbegynt reir (venstre), foret reirskål med eggrester (midten)(taket er brettet til side) og ytterreir (foto: Bjørn Walseng).

**Figure 5.** A hollow for nest building (left), a lined nest with remnants of eggshell (the middle)(the roof is folded away) and the outer nest.

## 2.8 Reirplassering

Fossekallreir har i mange artikler og bøker blitt gruppert etter plassering (Balat 1964, Creutz 1966, Anderson & Wester 1975). I forbindelse med klassifisering har vi valgt en inndeling som er mest mulig i samsvar med tidligere arbeider og som samtidig har et begrenset antall kategorier. I fortsettelsen følger en beskrivelse av åtte forskjellige reirkategorier som er blitt benyttet i Lyngdalsvassdraget.

*i. På hylle i fjellvegg.* Disse reirene ligger åpent og er ofte lette å få øye på. Fossekallen trenger bare en liten ujevnhet til feste for reiret i fjellet. Et friskt nytt reir i kontrast mot en grå fjellvegg vil ofte være lett å få øye på.

ii. *På stein i elva/fossen.* Disse reirene er liksom reirene i forrige kategori lett synlige og utgjør en kontrast mot den grå bakgrunnen. I motsetning til kategorien "på fjellvegg" er reiret her omgitt av vann. De to kategoriene er i enkelte arbeider slått sammen.

iii. *I sprekk i fjellvegg.* Til skille fra "på hylle i fjellvegg" skal 50% av reirets ytre deler være skjult. Det kan ligge i en horisontal, vertikal eller diagonal sprekk. Reiret kan også ligge i et hull eller eventuelt en fordypning i fjellveggen

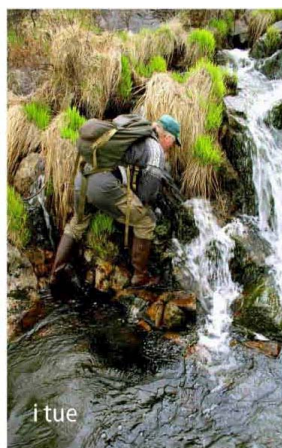
iv. *Markoverheng.* Markoverheng er overgangen mellom vegetasjonsdekket og den loddrette kanten som ofte vender ut mot elva, der reiret er bygd i forlengelsen av vegetasjonsdekket. Det hender at erosjon kan resultere i at jordsmonnet her er blitt blottlagt. Fossekalen kan her grave hull til reiret. Jord og røtter vil da utgjøre vegger og tak. Reir som blir kamuflert av vegetasjonen rundt er også plassert i denne kategorien.

v. *I tue.* Denne kategorien skiller seg fra den foregående ved at det oftest renner vann på begge sider av reiret. Fossekalen har plassert reiret inne i tua, og det er oftest nesten umulig å få øye på.

vii. *Under bru.* Tidligere ble små og store steinblokker brukt for konstruksjon av bruer. Her ble det skapt mange små nisjer som fossekalen kan bruke som feste for reir. Ofte vil reiret ligge inne i selve brukaret. T-bjelker som ofte blir brukt i brukonstruksjoner, kan også være egnet som "hylle" for fossekallreir.

viii. *Andre antropogene strukturer.* Alle reir som ligger i strukturer bygd av mennesker, med unntak av bruer, hører til denne kategorien. Eksempler kan være gamle kvernhus og stikkrenner.

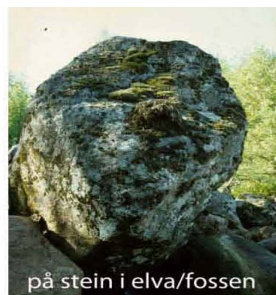
ix. *Bak foss.* Alle reirene tilhørende denne kategorien ligger bak foss, og nesten alltid skjult. Fossekalene må enten fly rundt eller rett igjennom fossen for å komme inn til reiret. Reiret kan ligge fritt på en hylle eller i en sprekk bak fossen.



i tue



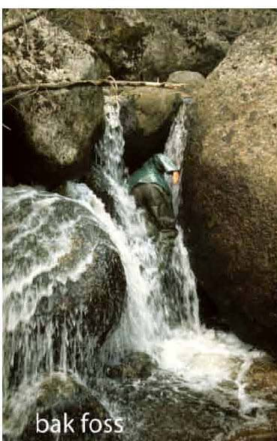
under bru



på stein i elva/fossen



på hylle i fjellvegg



bak foss



markoverheng



sprekk i fjellvegg

*Eksempler på de forskjellige reirkategorier (foto: Kurt Jerstad og Bjørn Walseng).*

*Examples of different categories of nests.*

## 2.9 Reirenes eksponeringsgrad

Som det går fram av reirplasseringene kan reirenes eksponeringsgrad variere fra helt åpent til skjult. Vi har klassifisert reirene etter synlighet og har valgt en tredelt skala; åpent, synlig og skjult.

*i. Åpent.* Disse reirene er oftest enkle å få øye på. Mer enn halvparten av reirets overflate skal være synlig, og kontrasten mellom reir og bakgrunn skal være tydelig.

*ii. Synlig.* Disse reirene er vanskeligere å oppdage, og når reiret står i kontrast til bakgrunnen, skal mer enn halvparten av reirets overflate være skjult. Hele reiret kan imidlertid være synlig dersom kontrasten mot bakgrunnen er liten.

*iii. Skjult.* Disse reirene er det ikke mulig å få øye på fra avstand, det vil si at de er helt skjult.

## 2.10 Materiale

### 2.10.1 Noen definisjoner

Noen sentrale begreper trenger en nærmere forklaring eller definisjon.

*Hekkebestand:* Fossekallen er i stor grad monogam, men i ca 4 % av hekkeforsøkene er hannen bigyn, det vil si at den hekker sammen med to hunner samtidig. Tre tilfeller av trigyni er også registrert. Omlegging etter mislykkede kull er også vanlig, ikke sjelden med bytte av partner. Vi definerer hekkebestand som antall hunner som gjør minst ett hekkeforsøk.

*Hekkeforsøk:* Et hekkeforsøk kan mislykkes i ulike faser. Vi definerer et hekkeforsøk som en påbegynt hekking som har kommet så langt som til foring av innerreiret med blader. En vellykket hekking defineres som produksjon av minst én "stor" unge, alle andre hekkeforsøk regnes som mislykket.

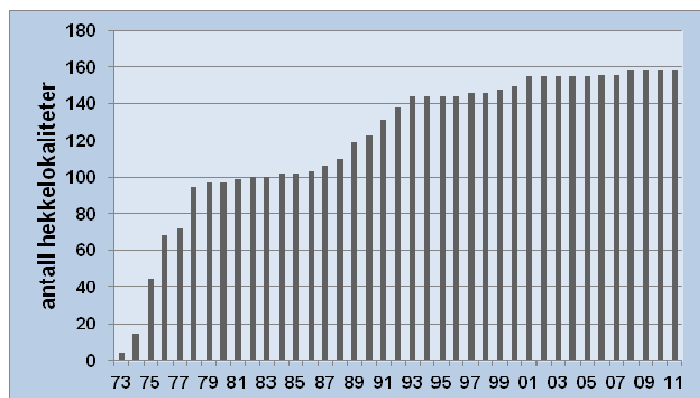
*Hekkelokalitet:* Fossekallen (hannen) er strengt territoriell på hekkeplassen i hekketiden. Territoriene er til en viss grad tradisjonelle over år, men kan inneholde mange ulike muligheter for plassering av reiret. Vi definerer en hekkelokalitet som et stykke av elva som over år aldri har vært bebodd av to ulike hanner samtidig. Merk at en hekkelokalitet kan inneholde to aktive reir samtidig, men da alltid med en bigyn hann.

*Reirplass:* Hver definerte hekkelokalitet kan ha mange alternative muligheter (opp til 15) for plassering av reiret. Ofte ligger reirplassene på en hekkelokalitet innen noen titalls meter, men de kan ligge mer enn én kilometer fra hverandre.

### 2.10.2 Hekkelokaliteter

De første fire hekkelokalitetene ble funnet i 1973 og da ble også det første ungekullet ringmerket. Kartlegging og ringmerking ble utført litt mer systematisk i 1974, og allerede i 1975 ble vassdraget undersøkt overflatisk fra utløp og helt til kilden. Siden 1978 har hele Lyngdalsvassdraget vært systematisk undersøkt, og det har hvert år blitt vektlagt å undersøke alle registrerte lokaliteter for hekkende fossekallpar.

Ved oppstart i 1973 ble det, som nevnt ovenfor, registrert kun fire hekkelokaliteter (**figur 6**). I det påfølgende året ble ytterligere 10 lokaliteter registrert. De to neste årene ble det lagt en betydelig innsats i å finne nye reir, og i 1975 og 1976 ble respektive 31 og 23 nye hekkelokaliteter registrert. Året 1978 var det siste året med et betydelig tilskudd av nye hekkelokaliteter, 22 i alt. Intensjonene dette året var å kartlegge hele vassdraget med tanke på potensielle hekkelokaliteter. Det finnes imidlertid noen få gode hekkelokaliteter som ikke ble undersøkt i 1978/79. Etter at disse ble registrert for første gang, har de ofte vært bebodd, også i år med lave hekkebestander. Nye registreringer av hekkelokaliteter har seinere falt sammen med perioder der hekkebestanden har vært høy. Som det framgår av figuren, flater den ut etter 16-18 år med undersøkel-



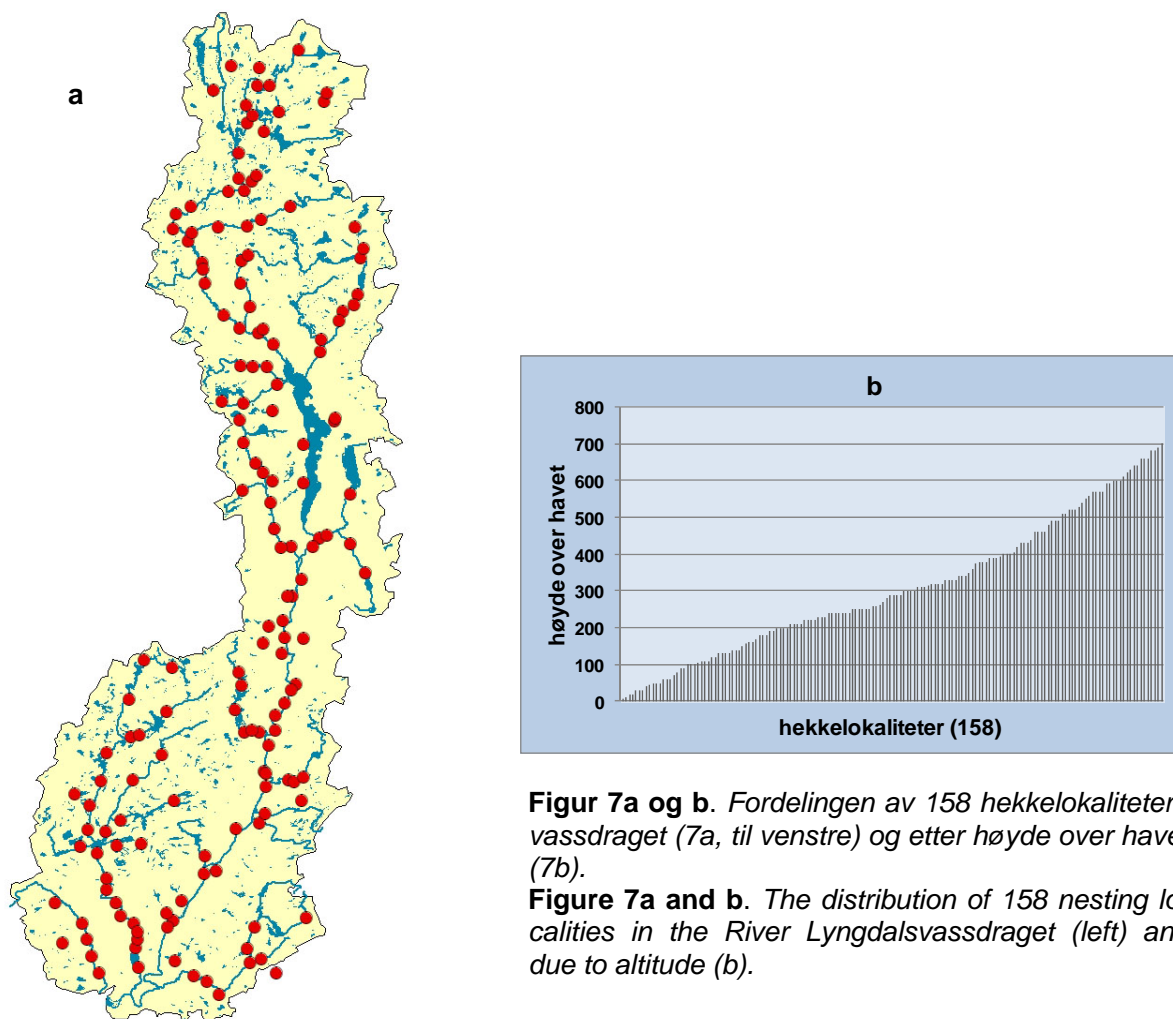
**Figur 6.** Akkumulert antall av kjente hekkelokaliteter i Lyngdalsvassdraget.

**Figure 6.** Accumulated number of breeding localities in the River Lyngdalsvassdraget

ser. Vi befinner oss da på begynnelsen av 90-tallet da det i løpet av en fem års periode ble funnet nærmere 40 nye hekkelokaliteter. Dette falt sammen med en periode hvor det ikke var is i vassdraget overhodet. I disse årene var det derfor mulig for fossefallene å etablere seg på det som normalt er lite gunstige lokaliteter. I de tre siste årene har det ikke vært registrert nye hekkelokaliteter. I dag er det registrert 158 hekkelokaliteter som fordeler seg fra like over havnivå og opp til 697 m o.h. (**figur 7a**).

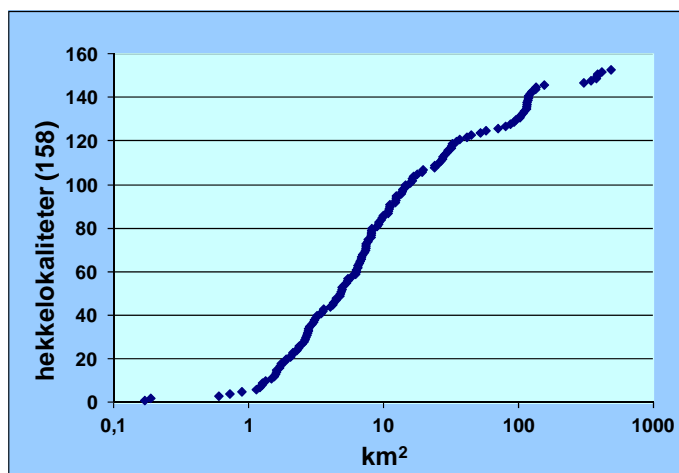
### 2.10.3 Hekkelokaliteter og høyde over havet

I **figur 7b** er reirene fordelt etter høyde over havet. Omtrent 2/3 av reirene ligger under 350 m o.h. mens den siste tredjedelen er plassert 350-700 m.o.h. Figuren viser at reirene fordeler seg noenlunde jevnt med høyde over havet.



**Figur 7a og b.** Fordelingen av 158 hekkelokaliteter i vassdraget (7a, til venstre) og etter høyde over havet (7b).

**Figure 7a and b.** The distribution of 158 nesting localities in the River Lyngdalsvassdraget (left) and due to altitude (b).



**Figur 8.** Hekkelokalitetenes fordeling etter nedbørfeltsareal oppstrøms for hver av 158 hekkelokaliteter i Lyngdalsvassdraget.

**Figure 8.** The size of the catchment upstream each of 158 breeding localities in the River Lyngdalsvassdraget.

#### 2.10.4 Nedbørfeltets areal oppstrøms hver hekkelokalitet

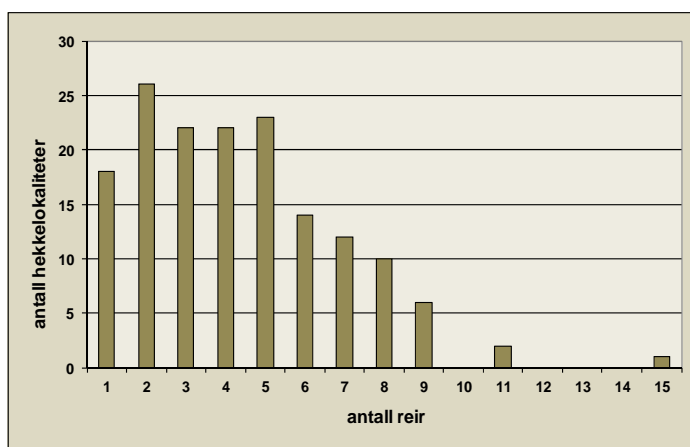
**Figur 8** viser at hovedtyngden av hekkelokalitetene er lokalisert i mindre bekker, og mer enn halvparten (56 %) er knyttet til bekker med et nedbørfeltareal mindre enn 10 km<sup>2</sup>. I fem tilfeller er arealet mindre enn 1 km<sup>2</sup>. Videre var 35 hekkelokaliteter (23%) lokalisert i elver/bekker som drenerte et areal på 10-50 km<sup>2</sup>. I 23 tilfeller (15%) ble hekkelokalitetene funnet i elver som drenerte mer enn 100 km<sup>2</sup>. Disse siste lå enten i hovedvassdraget eller i nedre del av det største sidevassdraget, Møska (10 lokaliteter).

#### 2.10.5 Antall reirplasser på hekkelokalitetene

En reirplass er en unik plassering for et reir innen en hekkelokalitet. De ulike reirplassene på en hekkelokalitet er registrert og kategorisert i Fossbasen. I tillegg til reirplassen blir årets reir i forhold til tidligere års reir registrert. Det registreres om det gamle reiret på plassen er i bruk, eller om det er bygget et helt nytt reir. Hvis det er laget nytt tak på et gammelt reir, registreres det som nytt.

For beregning av nedbørfelt, som vist ovenfor, har vi tatt utgangspunkt i den reirplassen som har vært brukt flest ganger på den gjeldende lokaliteten (hovedreiret). Dersom to reirplasser har vært benyttet like mange ganger har vi tatt utgangspunkt i den som ble registrert brukt første gang. Oftest ligger alle reirplassene innenfor en strekning av noen få titalls meter, men de kan ligge spredt over mer enn en kilometer.

På de 158 hekkelokalitetene varierer antall ulike reirplasser fra kun én til hele 15 (**figur 9**). Gjennomsnittlig antall reirplasser er 4,3 pr hekkelokalitet.



**Figur 9.** Antall ulike reirplasser registrert ved 158 hekkelokaliteter i Lyngdalsvassdraget.

**Figure 9.** The number of different nesting sites at 158 breeding localities in the River Lyngdalsvassdraget.

### 2.10.6 Fossbasen

Alle data i tilknytning til fossefallundersøkelsen er samlet i en database kalt Fossbasen (**tabell 2**). Totalt foreligger 5039 poster i basen fra Lyngdalsvassdraget hvorav 2770 med hekking (**tabell 3**). Ved hekking er det skilt mellom vanlige førstekull, tilfeller med bigymi, omlegginger og 2. kull. Antall hekkforsøk der hann eller hunn er kjent, er respektive 2594 og 2600. I 2542 hekkforsøk er begge de voksne kjent. Til sammen 6419 unger er blitt ringmerket. Flest registrerte hekkinger er konstatert ved Bjerom nedre der det har vært hekket helt siden hekkelokaliteten ble registrert første gang i 1975. En visualisering av Fossbasen er vist i **figur 10**.

I tillegg til data fra Lyngdalsvassdraget er det også innhentet en stor mengde data fra nabovassdragene, se **tabell 3, vedlegg 2**. Alle disse dataene er også lagret i Foss-basen. Av spesiell interesse er de mange fossefallene ringmerket i nabovassdragene. Dette gir god innsikt i innvandring til Lyngdalsvassdraget.

**Tabell 2.** Totalt antall poster i Fossbasen

**Table 2.** Total number of records in Fossbasen

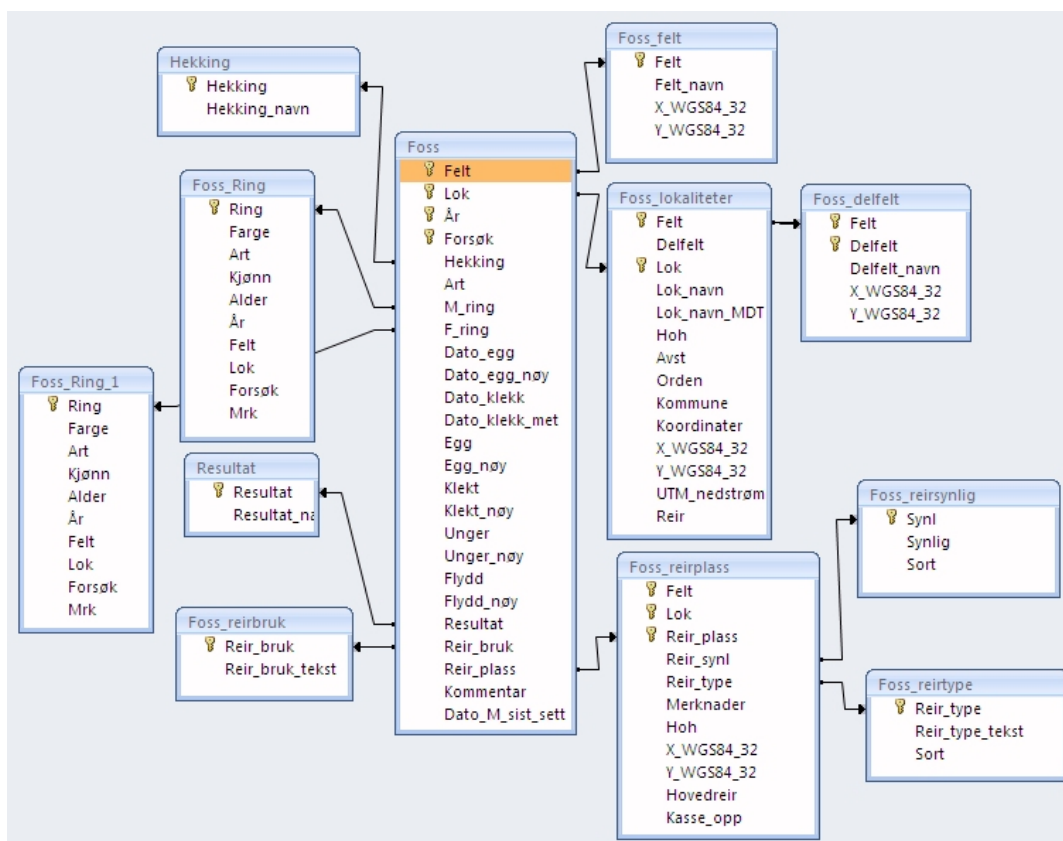
Antall poster i Foss-basen totalt	13488
Uten hekking	4946
Med hekking	5358
Vanlige førstehekkinger	4555
Bigymi	199
Omlegginger	375
2. kull	23
Antall hekkinger totalt hvor hannen er kjent	3696
Antall hekkinger totalt hvor hunnen er kjent	3929
Antall hanner kjent	1836
Antall hunner kjent	2109
Antall hekkfugler med utenlandsk ring (DK-20, S-20, D-15, PL-1)	56
Antall hekkelokaliteter	732
Høyest beliggende lokalitet (S725-Brunstjønn)	940 moh
Med flest registrerte hekkinger (L56-Urestad og L63-Bjerom nedre)	44
Antall hekkeplasser	1849
Maks antall hekkeplasser på én lokalitet (L75-Orta)	15
Antall unger ringmerket	12984
Maks antall unger ringmerket på én lokalitet (L63-Bjerom nedre)	164

**Tabell 3.** Poster i Fossbasen fordelt på vassdrag.

**Table 3.** Records from 10 watershed within the region.

Felt_navn	Poster i Fossbasen	Hekkeforsøk	Hekkelokaliteter
Audnavassdraget	1026	538	53
Gylandsvassdraget	495	158	28
Kvinavassdraget	2221	547	135
Lyngdalsvassdraget	5039	2770	158
Mandalsvassdraget	2097	687	145
Otravassdraget	124	46	21
Siravassdraget	994	195	89
Tovdalsvassdraget	243	111	32
Småvassdrag	1179	289	64
Søgnevassdraget	70	17	7





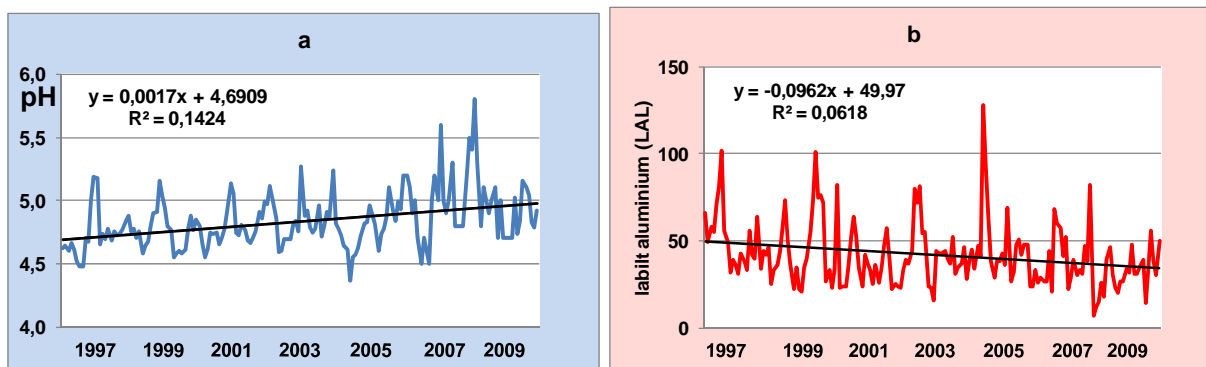
**Figur 10.** En visualisering av tabellene i Fossbasen

**Figure 10.** Visualisation of the tables in Fossbasen

## 2.11 Sur nedbør

Lyngdalsvassdraget ligger i den regionen av Norge som ble sterkest rammet av sur nedbør på 1900-tallet. I tillegg ligger hele vassdraget i sure og tungt forvitrelige bergarter som gneis og granitt. Disse har svært dårlige bufferegenskaper mot sur nedbør. Dette resulterte i fiskedød og en invertebratfauna som har vært dominert av forsuretolerante arter. pH-målinger fra 1978 viste at hele vassdraget var forsuret, og med ett unntak ble det målt  $\text{pH} < 5,0$  i alle vann og elvestasjoner (Halvorsen 1981). Unntaket var den gang Lautjønnbekken som kommer fra Lautjønn vest for Lygne, med  $\text{pH} 5,20$ . Denne tjønna er omgitt av jordbruksarealer. Undersøkelsene i 1978 ble repetert i 1998 (Walseng & Bongård 2001), og fortsatt ble det konstatert lav pH i de deler av vassdraget som ikke var kalket. De øvre deler av hovedvassdraget hadde pH godt under 5,0, og oppstrøms kalkdosereren ved Rossevang ble det målt 4,60 og 4,64 i respektive juni og august. Elva fra Landdalen som renner ut i nordenden av Lygne, hadde også lav pH, respektive 4,90 og 4,88 ved de samme besøkene. Tilsvarende ble det i de øvre deler av sidevassdraget Møska (Hidreskog) målt  $\text{pH} 4,90$  og  $\text{pH} 4,88$ . Det ble konstatert en svak økning i pH mot utløp der den var respektive 5,04 og 5,12.

Disse verdiene er i samsvar med resultater fra DNS overvåking av kalkede vassdrag som har pågått siden 1994 i vassdraget (**figur 11a**). Oppstrøms dosereren har pH økt fra ca 4,6 i 1994 til et gjennomsnitt på 4,9 i 2010. Det er rimelig å konkludere med at de deler av vassdraget som ikke blir kalket, fortsatt har en pH som er lavere enn det som var tilfelle før den antropogene forsureningen startet. Samtidig er vannkvaliteten som følge av mindre sulfater i nedbøren, blitt bedre enn den var da fossefallstudiene startet opp på 70-tallet. Det som imidlertid har vært mest illevarslende er fortsatt lav pH under snøsmeltingen, og så sent som i 2007 ble det målt  $\text{pH} 4,50$  i begynnelsen av mars. Den laveste pH som er målt, stammer fra januar 2005 med  $\text{pH} 4,36$ . Økning i snitt-pH skyldes først og fremst at pH har økt sommer og høst. Høyeste pH på 5,80 ble målt høsten 2008.



**Figur 11 a og b.** pH og labilt aluminium siden 1997 basert på prøver tatt oppstrøms kalkdosereren på Rossevatn.

**Figure 11 a and b.** pH and instable aluminium (LAL) since 1997 from water samples taken upstream the dozer at Rossevatn.

Labilt aluminium (LAL) (**figur 11b**) viser en svakt nedadgående trend i samme periode,. Nedgangen skyldes i hovedsak nedgangen sommer og høst. Under snøsmelting registreres det fortsatt faretruende høye verdier, og samtidig med at laveste pH ble målt i januar 2005 var labilt aluminium på 128 µg/l. Også i de påfølgende årene blir det målt verdier over 50 µg/l.

## 2.12 Kalking

### 2.12.1 Kalkingsstrategi

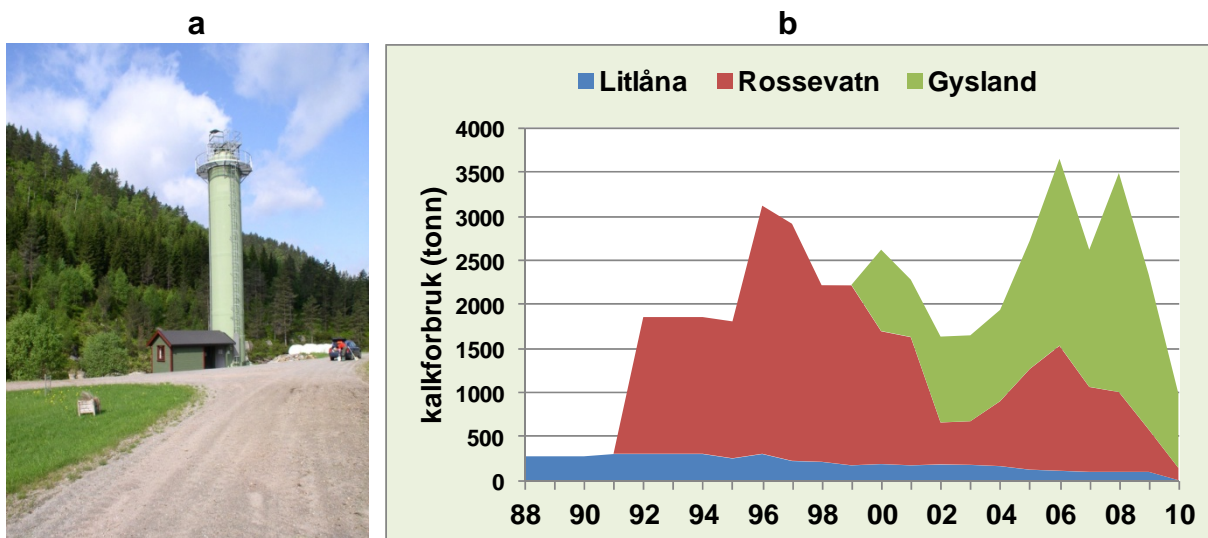
Kalkingen av Lølandsvatn i 1979 er det første kjente tilfelle av at det er blitt kalket i Lyngdalsvassdraget. Vannet tilhører sidevassdraget Litlåna. Elva fra vannet renner sammen med elva fra Storevatn ved Grubbelia. Med unntak av noe skjellsand som er blitt lagt ut i bekker i området, er vannet ikke blitt kalket etter 1990. Siden oppstarten av kalkingen i vassdraget 1979 er situasjonen i dag at halvparten av alle registrerte hekkelokaliteter for fossekall har vært, eller er påvirket av kalking. Kalking har skjedd gjennom doserer, kalking av både store og små innsjøer, samt utlegging av skjellsand i bekker.

Vannkvalitetsmålet er satt til at Lygne samt Lyngdalselva nedstrøms Kvåsfossen til enhver tid skal ha pH over 5,5 og alkalitet (Alk-E) over 20 µekv/l. Det biologiske målet er å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet til at aure kan leve i Lygne og i kalkede innsjøer i nærområdet. Sjøaure og laks skal kunne leve og reprodusere nedstrøms Kvåsfossen. For å nå disse målene måtte tiltak iverksettes.

Litlåna var det første vassdraget der det ble utplassert en doserer. Denne dosereren har vært i regulær drift fra 1988 og fram til 2010, men har ikke fungert tilfredsstillende. På det meste, det vil si i 1994 og 1993, har den dosert ut 300 tonn kalk i året. I 1999 gikk kalkmengden ned til under 200 tonn årlig, og da dosereren ble stoppet var mengden ytterligere redusert til ca 100 tonn.

I Gletne, som er den nest største innsjøen i vassdraget, startet kalkingen i 1988, det vil si samme år som innsjøkalkingen startet. Det foreligger imidlertid få data med hensyn til kalkmengder og pH-utvikling i vannet.

Hovedvassdraget ble kalket første gang 1. oktober 1991 ved at Lygne ble kalket med 3235 tonn fint kalksteinsmel. Dette skjedde fra båt. Samme høst ble kalkdosereren ved Rossevatn bygd med oppstart rundt nyttårsskiftet 1991/1992 (**figur 12a**). Denne har siden vært i drift fram til 2011 og dosert ut mellom 139 (2010) og 2821 (1996) tonn årlig (**figur 12b**). De første årene ble det i tillegg til doserer også innsjøkalket fra båt. Meningen var at dosereren deretter skulle overta. På grunn av svikt i doseringen ble Lygne også kalket i 1995 med 800 tonn fint kalksteinsmel fra båt.



**Figur 12 a og b.** Kalkdosereren ved Rossevatn (til venstre) og kalkforbruk ved de tre dosererne i respektive Litlåna, ved Rossevatn og ved Gysland.

**Figure 12 a og b.** Liming dozer at Rossevatn (left) and lime consumption at three dozers (Litlåna, Rossevatn and Gysland) in the River Lyngdalsvassdraget.

Fram til og med 2001 ble det brukt over 1000 tonn årlig i dosereren, og det toppet seg i årene 1996 og 1997 med respektive 2821 og 2694 tonn.

I flere år ble det jobbet med planer om bygge en doserer lenger ned i vassdraget, det vil si nedstrøms Lygne. Dette var ønskelig på grunn av de mange sure sidevassdragene som resulterte i en reforesuring av det kalkede vannet. I 2000 ble derfor en ny doserer satt i drift ved Gysland. Kalken som ble tilført vassdraget, ble fordelt på de to dosererne uten at total kalkmengde økte i forhold til tidligere. Tvert om var den totale kalkmengden lavere i en periode enn den hadde vært for så å øke utover på 2000-tallet. Det toppet seg til nå i 2006 da mer enn 3600 tonn kalk ble dosert ut i vassdraget. På det meste har dosereren ved Gysland bidratt med i overkant av 2100 tonn kalk.

I tillegg til de forannevnte, omfattende tiltak i forhold til kalking, har det også vært bevilget penger til mindre prosjekter. I de fleste tilfellene har det her vært snakk om skjellsand som er lagt ut i potensielle gytebekker. Innsatsen har vært spesielt konsentrert til noen deler av vassdraget der vannkvaliteten sannsynligvis i perioder også har blitt noe bedre nedstrøms tiltakene. Det er spesielt i områdene nord for Landdalen og indre deler av Litlåna hvor dette har vært tilfelle.

### 2.12.2 Kategorisering av hekkelokaliteter i forhold til kalking

Kalkingsregimet i vassdraget er selvsagt ikke designet for å utføre et vitenskapelig eksperiment på kalkingens effekt på fossefall. Vi har derfor måttet foreta kategorisering av hekkelokaliteter på skjønn. Det samme gjelder for varigheten av effekter etter at ulike kalkingstiltak har vært avsluttet.

I forbindelse med at hekkesuksess skal vurderes med hensyn til vannkvalitet måtte alle hekkelokaliteter bedømmes med tanke på de kalkingstiltak som berører lokaliteten. I denne sammenheng var det også viktig å vurdere varighet av tiltak og når de satte inn. Til sammen har vi brukt seks kategorier der kategori 0 er hekkelokaliteter som ikke er berørt av noen form for kalking, se **tabell 4**. Doserer (kategori 1) og innsjøkalking (kategori 2) er skilt ut som egne kategorier definert som fullkalket. Når vi flytter oss nedstrøms tiltaket, vil effekten avta på grunn av sure sidevassdrag, og vi vil etter hvert få en svakere effekt av kalkingen. I slike tilfeller blir lokaliteten plassert i kategori 4; "delvis kalket ved doserer eller innsjøkalking, men effekt redusert av ukalket vann". Skillet mellom kategoriene 1/2 og 4 måtte gjøres med skjønn, men er satt der større, sure sidevassdrag kommer inn. Dosereren ved Rossevatn ble vurdert til å påvirke strekningen

ned til Lygne. Fra utløp Lygne har vi hatt en vannkvalitet bestemt av både dosereren ved Rossevatn og innsjøkalkingen av Lygne som er vurdert til å være fullkalket ned til Birkeland (mellom Gyslandjuvet og Kvåsfossen). Her vil tilførselen av surt vann ha forringet vannkvaliteten betydelig, og kategori 4 (delvis kalket) blir benyttet for hekkelokaliteter videre nedover. Etter at doseren ved Gysland kom i drift fra 2000, har vi vurdert at elva er fullkalket helt ned til utløpet i Lyngdalsfjorden for alle de hekkelokaliteter der hovedelva inngår i reviret. Vi har satt effekten av kalking til å vare to år etter at tiltaket ble stoppet. Det samme gjelder også varighet av tiltak etter utlegging av skjellsand. Kategori 5 (jordbrukskalking) er brukt for hekkelokaliteter som ligger nedstrøms de mest intensivt drevne jordbruksområdene langs vassdraget.

### 2.12.3 Vurdering av hekkelokaliteter i forhold til kalking

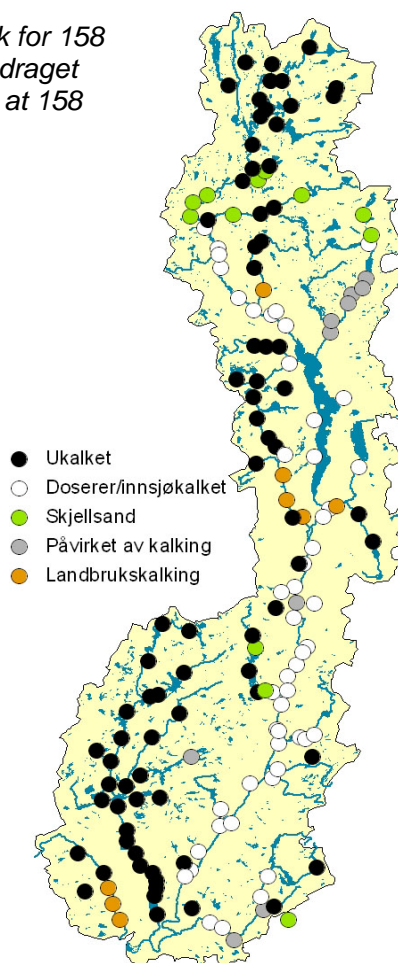
Til sammen ble 4742 potensielle hekkeforsøk vurdert, uavhengig av om det ble hekking eller ikke. Av disse ble 63% (2985) vurdert til ikke å være berørt av noen som helst form for kalking. Hovedtyngden finner vi i indre og øvre deler av vassdraget og inkluderer alle hekkelokalitetene i Møska og hekkelokaliteter i hovedvassdraget oppstrøms dosereren ved Rossevatn (her er det noen få unntak grunnet utlegging av skjellsand). I tillegg kommer alle hekkelokaliteter som før kalkingstiltak ble iverksatt, ikke var vesentlig påvirket av jordbrukskalking. Basert på det vi har av informasjon om pH, vil langt de fleste hekkelokaliteter det her er snakk om, ha  $\text{pH} < 5,0$ . Fossekallen starter normalt eggleggingen i perioden mars-mai, og dette faller sammen med perioder da lavest pH er blitt målt.

Av de 158 hekkelokalitetene i Lyngdalsvassdraget har 78 aldri vært påvirket av kalking (**tabell 5**). I tillegg var 21 påvirket av sur nedbør før doserer ble satt opp eller før det ble innsjøkalket. Fire hekkelokaliteter har vært berørt av innsjøkalking i en periode mens ytterligere 12 har vært begunstiget med skjellsand i et begrenset antall år. Til sammen 31 hekkelokaliteter ligger i deler av vassdraget med jordbrukspåvirkning. Av disse er 24 blitt ytterligere begunstiget med kalking. Det kan være innsjøkalking, dosererkalking eller at de er påvirket av tiltak lenger oppstrøms.

**Figur 12.** Status i forhold til kalk for 158 hekkelokaliteter i Lyngdalsvassdraget  
**Figure 12.** Status due to liming at 158 breeding localities .

<b>Tabell 4.</b> Kategorier i forhold til kalking, antall kategorisert		
<b>Table 4.</b> Categories due to liming, (number categorised)		
0	Ukalket	2985
1	Doserer (fullkalket)	576
2	Innsjøkalket (fullkalket)	218
3	Skjellsand i bekk, < 1 km oppstrøms reirplass	81
4	Doserer /innsjøkalking (effekt redusert)	298
5	Utbredt jordbrukskalking langs vassdraget	584

<b>Tabell 5.</b> Antall hekkelokaliteter fordelt på kategorier med hensyn til kalk.	
<b>Table 5.</b> Number of breeding localities within each category due to lime	
78	aldri påvirket av kalking
7	kun påvirket av jordbrukskalking
14	opprinnelig sur - innsjøkalket/doserer
7	opprinnelig sur - påvirket av kalking
6	innsjøkalket
4	innsjøkalket i en periode
12	påvirket av skjellsand i en periode
24	jordbrukskalket - seinere kalket
6	diverse



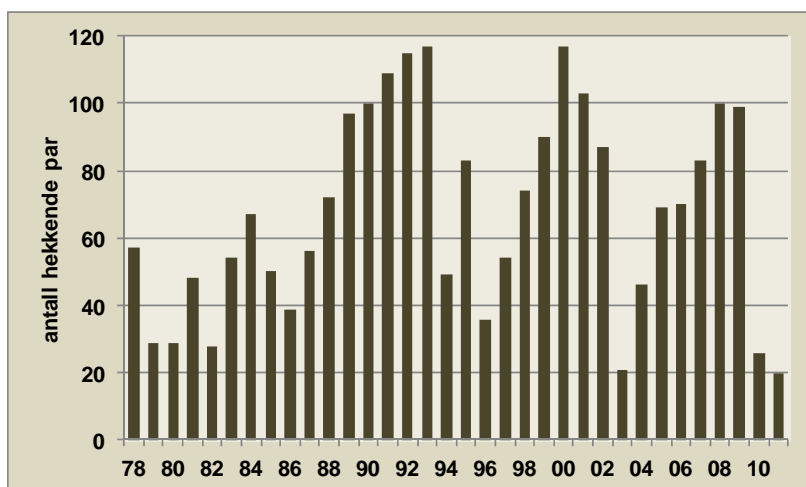
## 3 Resultater og diskusjon

### 3.1 Hekkebestand og klima

Fossefallbestanden svinger kraftig mellom år, og etter kalde vintre kan hekkebestanden reduseres med hele 75 % (**figur 13**). En del av hekkefuglene kan bytte vassdrag mellom to hekkesesonger. Størrelsen på denne andelen varierer sterkt mellom år. I milde vintre er overlevelsen høy, og hvis utgangspunktet er en lav bestand, kan størrelsen på hekkebestanden mer enn doble seg på ett år. Dersom utgangsbestanden er høy, ser det ut til at området nærmer seg metningspunktet, og milde vintre fører til liten eller ingen bestandsvekst. I perioden 1978-2011 har det vært tre markerte toppe med hensyn til hekkebestand. I 1993 og 2000 ble det begge år funnet 117 hekkende par. Siste bestandstopp ble notert i 2008 med 100 hekkende par. Etter alle de tre toppene ble det registrert stor nedgang i populasjonen, mest dramatisk fra 2002 til 2003 da bestanden endret seg fra 87 til 21 hekkende par.

Det er publisert to artikler (Sæther et al. 1999, Nilsson et al. 2010), som begge setter populasjonssvingningene i sammenheng med klimarelaterte variabler. Sæther et al. (1999) publiserte en stokastisk modell basert på data fram til og med 1998, som skulle kunne forutsi fossefallsvingningene. Omtrent halvparten av variansen i populasjonsendringene ble forklart av den midlere vintertemperaturen. I en senere artikkel ble det også konkludert med viktigheten av værforholdene utenom hekkesesongen (Sæther, Sutherland & Engen 2004). Nilsson et al (2010) baserte sitt arbeide på data fram til og med 2008 og en rekke klimavariabler som kunne tenkes å forklare populasjonssvingningene ble undersøkt. Konklusjonen ble at middeltemperaturen gjennom vinteren sammen med nedbøren, tidspunktet for islegging på Lygne (vassdragets største innsjø), samt NAO-indeks forklarte svingningene i fossefallbestanden best. Når man tar hensyn til bestanden året før, forklarer disse klimavariablene hele 84% av bestandsendringene fra år til år.

En lang sammenhengende kuldeperiode resulterte i at nesten alt åpent vann frøs til både i 2010 og i 2011. Ved utløpet av Lygne er det alltid en åpen elvestrekning. I kalde vintre kan en stor del av fossefallene i vassdraget overvintre på denne strekningen. I kuldeperioden i 2010 ble denne strekningen fulgt nøye. For hvert besøk ble det observert færre fossefall. Vekten til individer som ble fanget, var svært lav. Videre ble de fossefallene som ble individbestemt aldri observert seinere. Sannsynlig reflekterer dette en kritisk situasjon, med svært høy dødelighet. Et ytterligere tegn på at det var en kritisk situasjon var at fossefallene kom opp med store mosedotter i nebbet. Disse ble gjennomsoekt på iskanten for eventuelle vanninsekter. Dette har ikke vært observert tidligere. Tomme hus etter vårfluer, et av fossefallens favorittfødeemner, ble i sterkt minkende grad observert på iskanten.



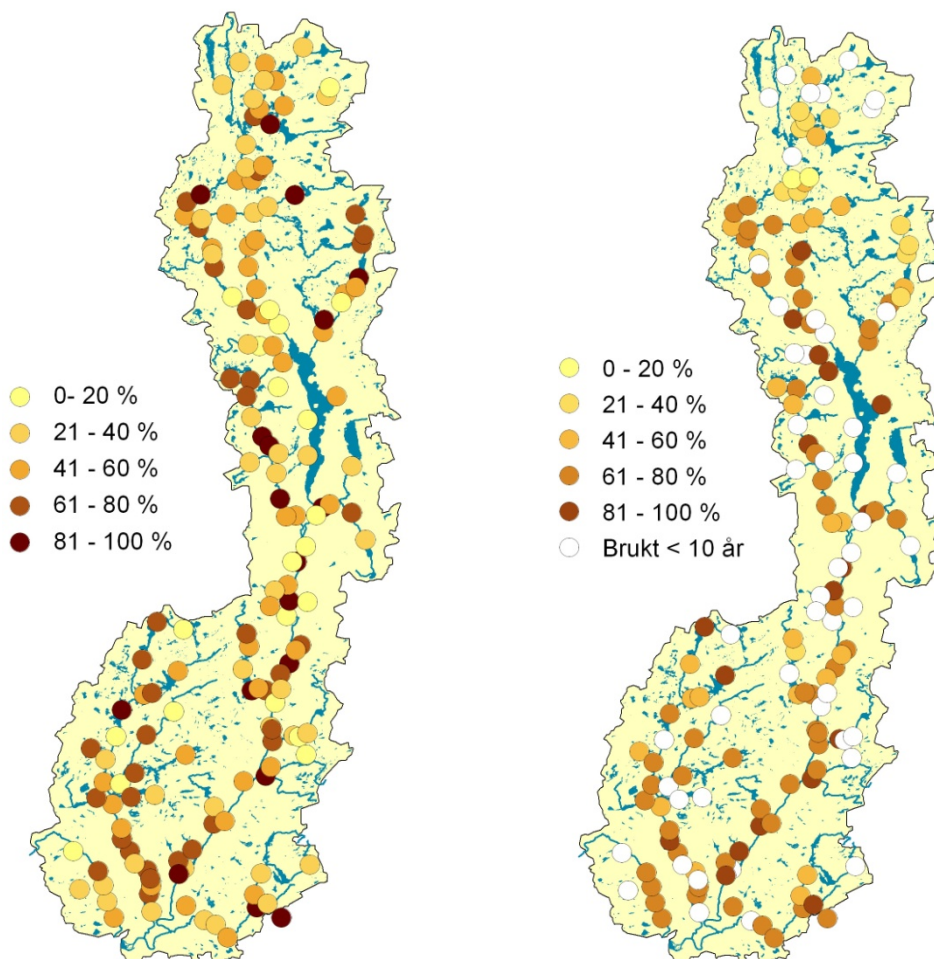
**Figur 13.** Hekkebestanden i Lyngdalsvassdraget i perioden 1978-2011.

**Figure 13.** Population size in the River Lyngdalsvassdraget in the period 1978-2011.

### 3.2 Bruk av hekkelokaliteter

Kjente hekkelokaliteter er sjekket hvert år for å konstatere eventuell hekking. Siden starten i 1973 blir dette samlet 4709 årssjekker på 158 ulike lokaliteter. I litt over halvparten av tilfellene (51,8%) har det blitt konstatert hekkeforsøk. En hekkelokalitet, Bjerom nedre, som ligger i et sidevassdrag nedstrøms utløpet av Lygne, har vært i bruk alle 38 år undersøkelsene har pågått. Dette er den eneste lokaliteten der det er gjort hekkeforsøk i alle år, men hele 19 hekkelokaliteter har vært i bruk mer enn 80% av årene de er blitt undersøkt (**figur 14**). I mange av disse mest brukte hekkelokalitetene bruker fossekallene hovedelva til matsøk, og ofte er det kort vei til områder med åpent vann i en normal vinter. Fugl som hekker ved Bjerom nedre blir ofte registrert like ved utløpsosen av Lygne om vinteren. Dette er den del av vassdraget som aldri fryser til.

Surtevatn, Lygnefoss og Liansvann er eksempler på hyppige brukte hekkelokaliteter som ligger i de mer høytliggende deler av vassdraget. Surtevatn ligger nord i vassdraget, 660 m o.h., og der har det vært gjort hekkeforsøk i 30 av de siste 37 årene. Hekkelokaliteter som har vært sjeldent i bruk (< 20%), finnes spredt i vassdraget. Felles for disse hekkelokalitetene er at de hovedsakelig har vært i bruk i år med mange hekkende par.

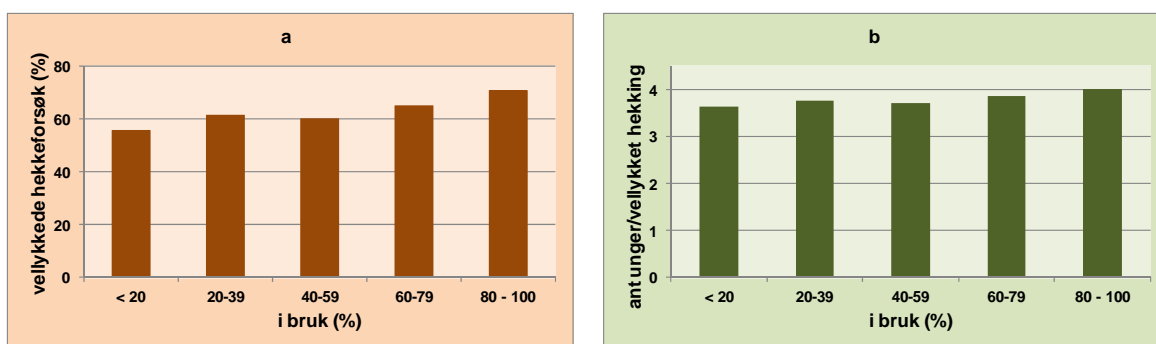


**Figur 14.** Hekkelokaliteter i Lyngdalsvassdraget der bruk (til venstre) og andel vellykkede hekkeforsøk framgår.

**Figure 14.** The use of breeding localities in the River Lyngdalsvassdraget (left) and the frequency of breeding attempts that has succeeded.

### 3.3 Hekkesuksess og bruk av hekkelokaliteter

De mest populære hekkelokalitetene hos fossekallen er også de som har best hekkesuksess (figur 15a). På de mest brukte hekkelokalitetene (> 80%) lykkes i snitt i 70% av hekkforsøkene. Lokalitetene som er minst brukt, mislykkes oftere. For lokaliteter brukt sjeldnere enn 20% av årene er omtrent halvparten av hekkforsøkene mislykket. Av figur 14 framgår det at andelen vellykkede hekkforsøk gjennomgående er lav i den øvre delen av nedbørfeltet. Normalt forlater ungene reiret ved en alder på ca 21-22 dager. Ungene blir imidlertid vanligvis ringmerket før de er 14 dager gamle grunnet fare for forstyrrelse. Et hekkforsøk registreres som vellykket dersom minst en unge overlever til ringmerkingsalder. Antall produserte unger i vellykkete hekkforsøk er på samme måte høyere på de mest populære hekkelokalitetene (figur 15b). De mest brukte hekkelokalitetene (80-100%) produserer i gjennomsnitt 4,0 unger pr kull, mens de minst brukte produserer 3,6 unger. Ungekullstørrelsen registreres ved ringmerkingstidspunktet.

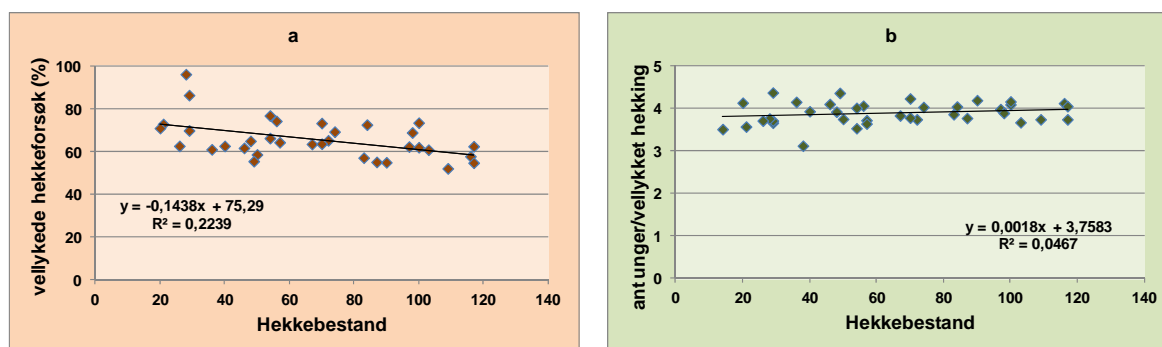


**Figur 15 a og b.** Andel vellykkete hekkforsøk (a) og antall unger pr vellykket hekking (b) i forhold til hvor ofte hekkelokalitetene har vært i bruk.

**Figure 15 a and b.** Frequency of successful breeding attempts (a) and the mean number of offspring produced (only successful attempts) (b) depending on how often they have been used.

### 3.4 Hekkesuksess og populasjonsstørrelse

Andel vellykkede hekkforsøk varierer mellom år, og størst andel av vellykkete hekkforsøk 96%, ble konstatert i 1982. Dette var et år med svært lav hekkebestand med kun 28 hekkende par. Det er kun tre sesonger der hekkebestanden har vært lavere enn dette. I de fleste årene har andelen vellykkete hekkforsøk ligget mellom 60 og 70%. I 1991 lyktes kun 52% av hekkforsøkene. Dette året var bestanden stor med 109 hekkende par. Figur 16a viser at andelen vellykkete hekkforsøk går ned i år med høy hekkebestand ( $p=0,005$ ,  $R^2=0,22$ ). En viktig forklaring er at i år med stor hekkepopulasjon, er forholdsvis mange av de "upopulære" (=dårlige) reirlokaltetene i bruk, mens i bunnåra er bare "de beste" lokalitetene i bruk.



**Figur 16 a og b.** Andel vellykkete hekkforsøk (a) og antall unger produsert i snitt per vellykkede hekkforsøk (b) i forhold til hvor stor hekkebestanden har vært.

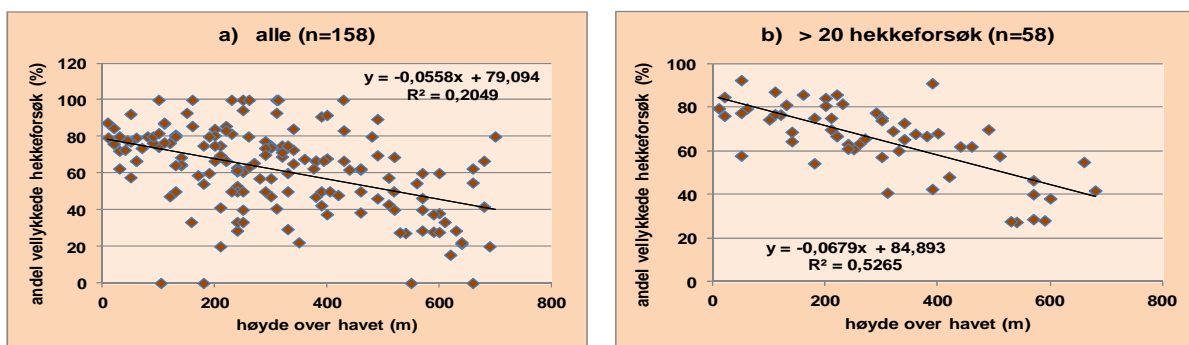
**Figure 16 a og b.** Frequency of successful breeding attempts (a) and the mean number of offspring produced (only the successful attempts) (b) related to the the population size.

I hele undersøkelsesperioden har gjennomsnittlig ungekullstørrelse vært 3,9 unger, med variasjon mellom 3,1 (1975) og 4,4 (1980) (**figur 16b**). Det er ingen sammenheng mellom ungekullstørrelse og hekkebestandens størrelse.

### 3.5 Høyde over havet

#### 3.5.1 Andel vellykkede hekkeforsøk

Bruker vi alle hekkelokalitetene ( $n=158$ ), avtar andelen vellykkede hekkeforsøk med høyde over havet ( $p<0,001$ ,  $R^2=0,20$ ) (**figur 17a**). Av figuren framgår det at både 0% og 100% vellykkede hekkeforsøk forekommer, men sjansen for at dette skal være tilfelle er størst når det er gjort få hekkeforsøk. Mønsteret med avtagende hekkesuksess med høyde over havet blir derfor enda tydeligere når vi fokuserer på de hekkelokalitetene som har vært mest i bruk, for eksempel i mer enn 20 år ( $p<0,001$ ,  $R^2=0,53$ , **figur 17b**).

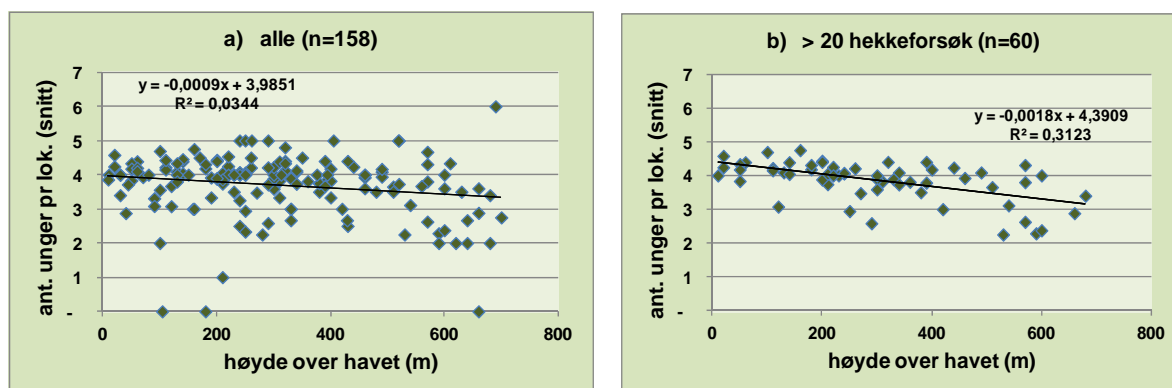


**Figur 17.** Andel vellykkede hekkeforsøk i forhold til høyde over havet. a) alle hekkeforsøk b) kun hekkelokaliteter som har vært brukt i minst 20 år.

**Figure 17.** Frequency of successful breeding attempts due to altitude. a) all attempts b) only breeding localities that have been in use more than 20 years

#### 3.5.2 Ungekullstørrelse

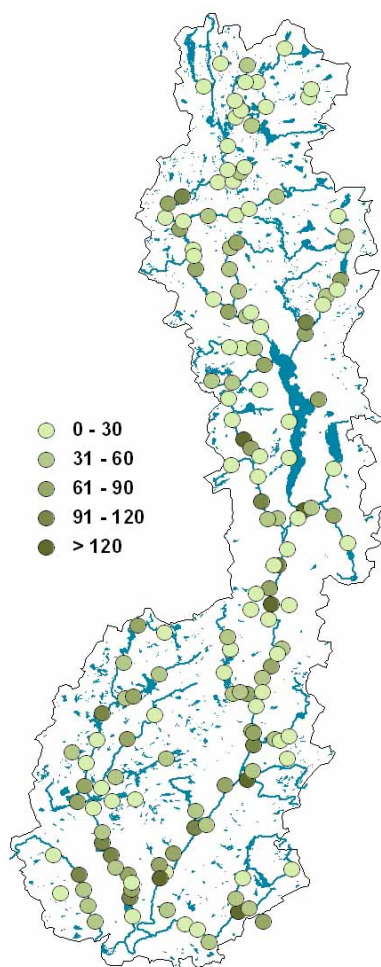
Det blir produsert flere unger pr vellykket hekking i de lavereliggende områder ( $p=0,005$ ,  $R^2=0,05$ ) (**figur 18a, 19**). **Figur 18b** viser forholdet når vi kun baserer oss på de hekkelokalitetene hvor det er gjort minst 20 hekkeforsøk ( $p<0,0001$ ,  $R^2=0,31$ ). Når bestanden er stor, benyttes hekkeplasser som sjeldent er i bruk. Det er derfor rimelig å spekulere i om hvorvidt disse er av lavere kvalitet enn de som ofte er i bruk, eller om fuglene som bor på disse lokalitetene er dårligere hekkefugler. En nøyere klassifisering av hekkelokalitetene i vassdraget kan trolig gi en bedre kunnskap om hva som er den perfekte hekkelokalitet for fossefall.



**Figur 18 a og b.** Gjennomsnittlig ungekullstørrelse i vellykkede hekkeforsøk i forhold til høyde over havet.

**Figure 18 a og b.** Mean production of offspring (only the successful attempts) in relation to altitude.





**Figur 19.** Ungeproduksjon ved 158 hekkelokaliteter i Lyngdalsvassdraget siden 1973.

**Figure 19.** Production of offspring at 158 breeding localities in the River Lyngdalsvassdraget since 1973.



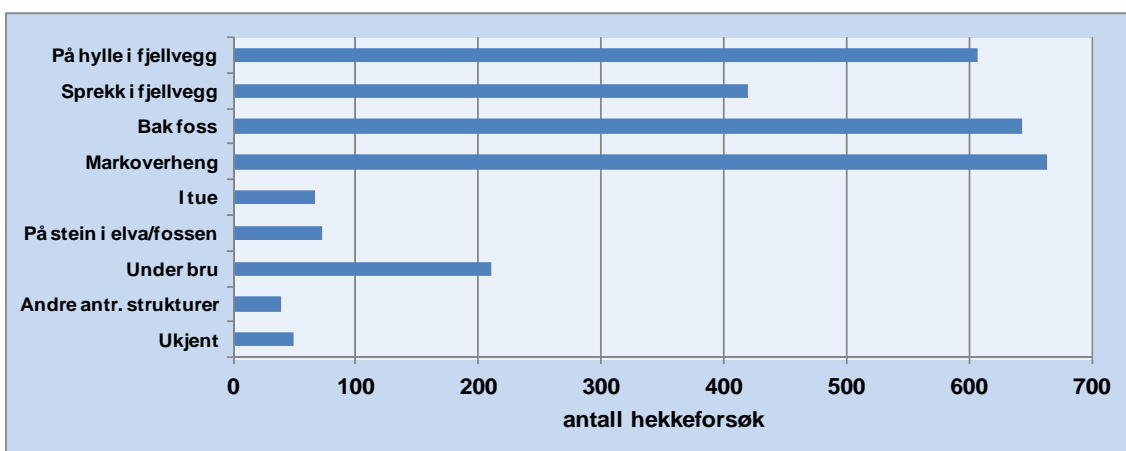
Utflydd unge (foto: Geir Rune Løvstad).  
A young who just has left the nest.



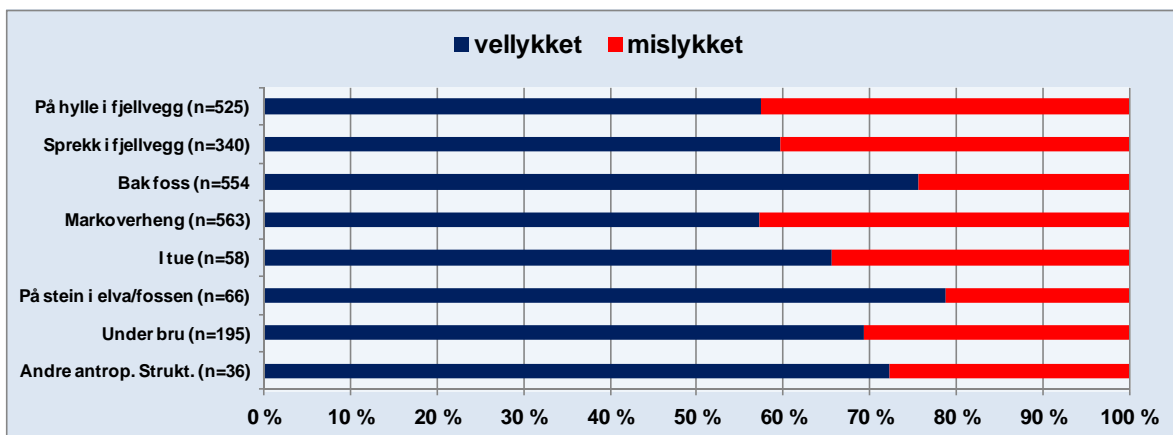
Unger i reir (foto: Kurt Jerstad)  
Young in the nest.

### 3.6 Reirplassering og hekkesuksess

I 2770 tilfeller kjenner vi nøyaktig reirplassering. Disse er fordelt på åtte kategorier (jfr. metodekapittelet) (**figur 20**). Av disse tilhørte 85% de fire kategoriene; "markoverheng" (n=563), "bak foss" (n=643), "sprekk i fjellvegg" (n=420) og "på hylle i fjellvegg" (n=607). Kategorien "under bru" teller 210 reir, mens en liten andel av reirene fordelte seg på de tre siste kategoriene, "på stein i elva/fossen" (n=73), "i tue" (n=66) og "andre antropogene strukturer" (n=39).



**Figur 20.** Fordeling av antall hekkforsøk på de forskjellige kategorier av reirplassering.  
**Figure 20.** The number of breeding attempts made in different categories of nests.



**Figur 21.** Andel vellykkede hekkforsøk i forhold til reirplassering.

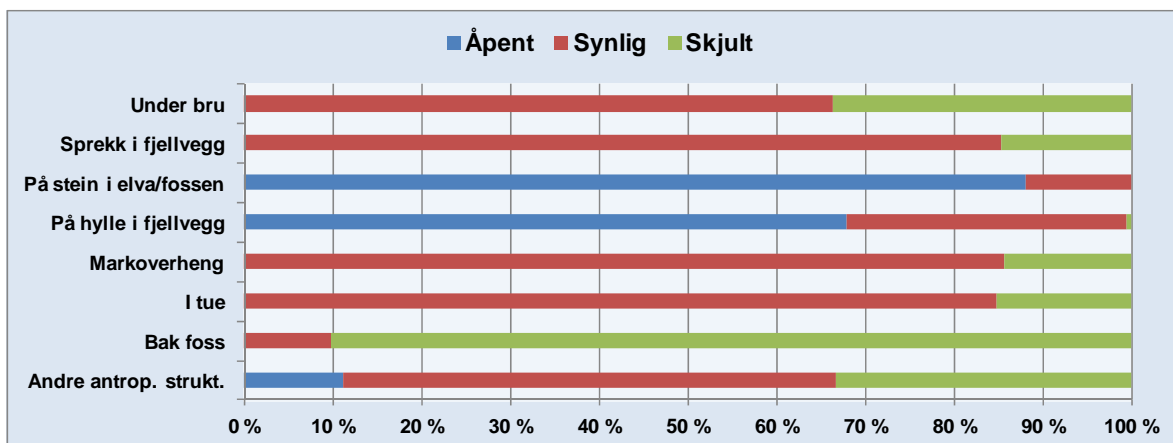
**Figure 21.** Frequency of successful breeding attempts in relation to categories of nests.

Fra 2337 av disse hekkforsøkene er også resultatet av hekkingen kjent. Det var høyst signifikant forskjell i vellykkethet mellom de forskjellige reirplasseringene ( $X^2=65.9$ ,  $p<0.0001$ ). Andel vellykkede hekkforsøk var størst for kategorien "på stein i elva/fossen" der 78,8 % var vellykket (**figur 21**). Kategorien "under bru" hadde 75,6 % vellykkede hekkforsøk. For kategoriene "på hylle i fjellvegg", "sprekk i fjellvegg" og "markoverheng" var andel vellykkede hekkforsøk markant lavere (57,2 - 59,7%).

## 3.7 Eksponering

### 3.7.1 Type reirplassering

Til sammen 2387 hekkforsøk der reirplassering var kjent, ble vurdert i forhold til skjul etter en tredelt skala; åpent, synlig og skjult (**figur 22**). Med noen få unntak lå alle reir som ble kategorisert som åpne enten på hylle i fjellvegg eller på stein ute i elva. Nærmere 90% (n=510 reir) av alle reir tilhørende kategorien "bak foss" var skjulte. Disse er klassifisert ved normal vannstand. Noen reir i denne kategorien blir synlige ved liten vannføring. I de øvrige kategoriene "sprekk i fjellvegg", "i tue" og "markoverheng" ble ca 85% (n=300, n=50 og n=491) kategorisert som synlige mens resten lå skjult.



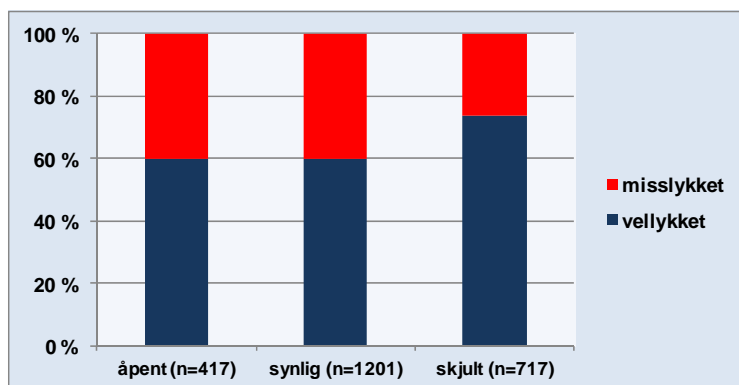
**Figur 22.** Grad av skjul for de forskjellige reirkategorier.

**Figure 22.** Visibility within the different categories of nests.

### 3.7.2 Andel vellykkede hekkforsøk

Eksponeeringsgrad er viktig da forskjellen i andel vellykkede hekkforsøk mellom de forskjellige reirkategorier var signifikant forskjellig ( $p < 0,01$  \*\*) (**figur 23**). Andel vellykkede hekkforsøk i skjulte reir ( $n=717$ ) var 74% mot 60% i åpent beliggende ( $n=417$ ) og synlige reir ( $n=1201$ ).

Det er spesielt interessant at reirkategorien "på stein i elva/fossen" var den mest vellykkede reirplasseringen med hensyn til andel vellykkede hekkforsøk (**figur 21**) når vi tar i betraktning at hele 88% av disse reirene lå åpent (**figur 22**). Selv om disse reirene ligger åpent, har de vann på alle kanter og er oftest svært vanskelige å komme til for firbente predatorer. Mange av de skjulte reirene kan derimot være tilgjengelige for predatorer som bruker nesa når de er på jakt, mens de er umulig å finne for flygende predatorer som først og fremst bruker synet.

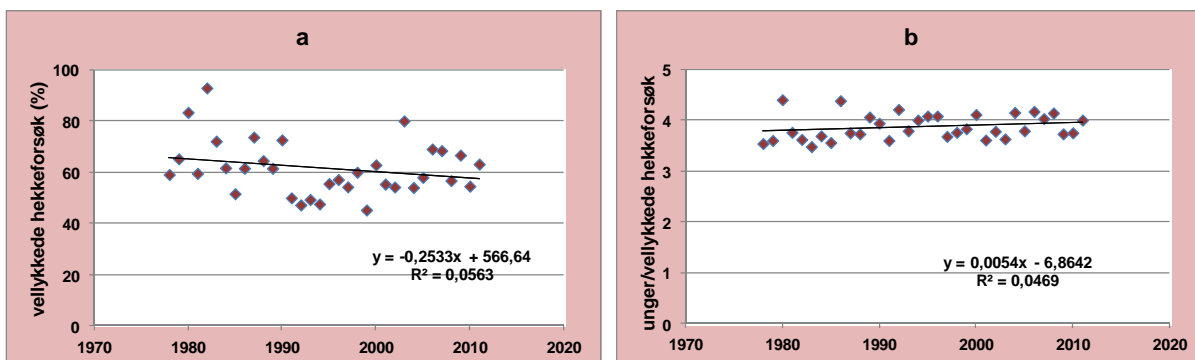


**Figur 23.** Andel vellykkede hekkforsøk i forhold til skjul.  
**Figure 23.** Frequency of successful breeding attempts in relation to visibility.

### 3.8 Hekkesuksess på ukalkede hekkelokaliteter

For å kunne få dannet oss et bilde av om det har vært en naturlig endring i hekkesuksess siden 1978 har vi sett nærmere på de 78 hekkelokalitetene som ikke har vært påvirket av noen form for kalking. Datasettet inkluderer da 1584 hunner som til sammen har gjort 1634 hekkforsøk. **Figur 24a** viser at andel vellykkete hekkforsøk har avtatt noe over tid ( $p=0,01$ ,  $R^2=0,15$ ). Plottene viser at situasjonen var verst på 1990-tallet. Gjennomsnittlig ungekullstørrelse ved vellykkede kull har variert mellom 3,0 og 4,5 unger pr år uten at det har vært noen signifikant endring over tid (**figur 24b**).

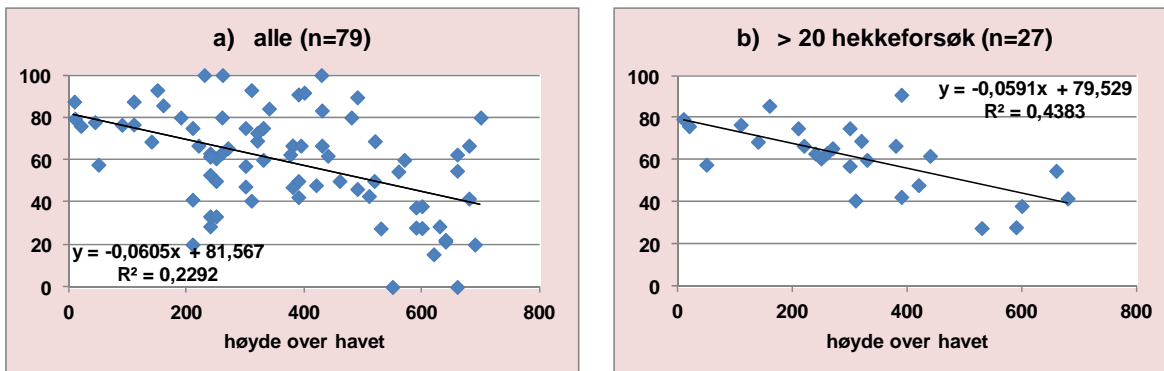
I forbindelse med kalkingsovervåkingen av Lyngdalsvassdraget foreligger det kjemiske målinger basert på prøver tatt oppstrøms kalkdosereren ved Rossevatn (**figur 11a**). pH i mars måned har, etter at målingene startet i 1997, variert fra pH 4,5 til pH 5,1 uten dette har resultert i forskjeller i hekkesuksess.



**Figur 24 a og b.** Andel vellykkete hekkforsøk (a) og gjennomsnittlig ungekullstørrelse (b) ved 78 sure, ukalkede lokaliteter.

**Figure 24 a and b.** Frequency of successful breeding attempts (a) and mean production of offspring (b) at 78 breeding localities that suffer from acidified water.

I **figur 17 a og b**, som viste andel vellykkede hekkforsøk for alle 158 hekkelokaliteter, framgikk det at andel vellykkede hekkforsøk avtar med høyde over havet. For å kompensere for om dette eventuelt skyldes en høyere andel vellykkede hekkforsøk på kalkede hekkelokaliteter, som er overrepresentert i lavereliggende deler av vassdraget, har vi derfor sett på bare de 78 lokalitetene som har vært helt uberørt av kalking. Igjen ser vi at andel vellykkete hekkforsøk avtar med høyde over havet ( $p < 0,0001$ ,  $R^2 = 0,23$ ) (**figur 25a, b**). Vi kan derfor konkludere med at det er en sammenheng mellom høyde over havet og hekkesuksess uavhengig av at hekkelokaliteter i lavereliggende deler av vassdraget kan ha blitt favorisert av kalking.

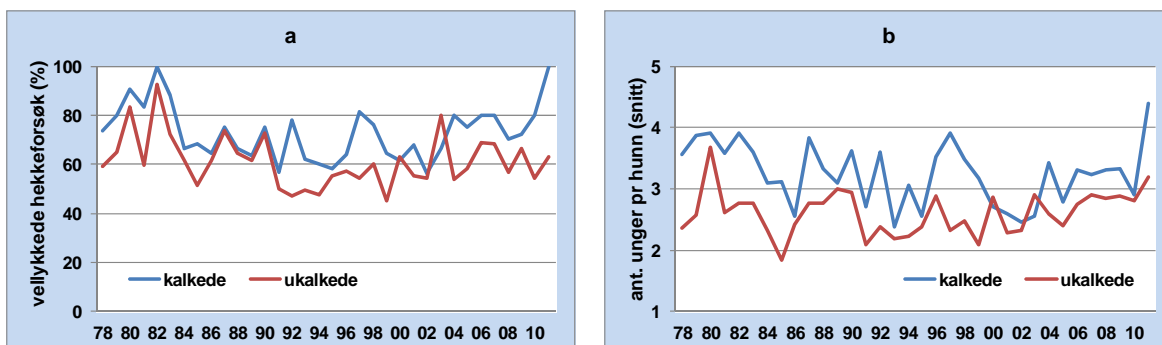


**Figur 25 a og b.** Andel vellykkede hekkforsøk ved 78 sure, ukalkede lokaliteter i forhold til høyde over havet. a) alle hekkelokaliteter b) hekkelokaliteter der det er gjort > 20 hekkforsøk.  
**Figure 25 a og b.** Frequency of successful breeding attempts at 78 breeding localities that suffer from acidified water; a) all b) localities that have been in use more than 20 year

### 3.9 Hekkesuksess på kalkede hekkelokaliteter

Andelen vellykkede hekkforsøk har gjennomgående vært høyere ved kalkede hekkelokaliteter enn på ukalkede (t-test:  $p < 0,001$ ,  $t = 4,48$ ,  $df = 74$ ) (**figur 26a**). Kalkede hekkelokaliteter inkluderer alle typer påvirkning fra kalking (se metode/materiale). Andelen vellykkede forsøk ved lokaliteter påvirket av kalking var høyere enn ved hekkelokaliteter ikke påvirket av kalking ( $\chi^2 = 36,2$ ,  $p < 0,0001$ ), henholdsvis 74,7 % ( $n = 1021$ ) og 63,5 % ( $n = 1670$ ). Vi vil seinere vurdere bidraget fra andre variabler som kan tenkes å bidra til denne forskjellen. Beliggenhet i forhold til høyde over havet og reirenes eksponering er to slike variabler som kompliserer bildet. Det er vist at andel vellykkede hekkforsøk avtar med høyde over havet og øker med graden av skjul.

Antall unger produsert pr hunn har også vært gjennomgående høyere ved de kalkede lokalitetene ( $p < 0,001$ ,  $t = 5,41$ ,  $df = 67$ ) (**figur 26b**). Denne verdien viser totalt antall merkestore unger

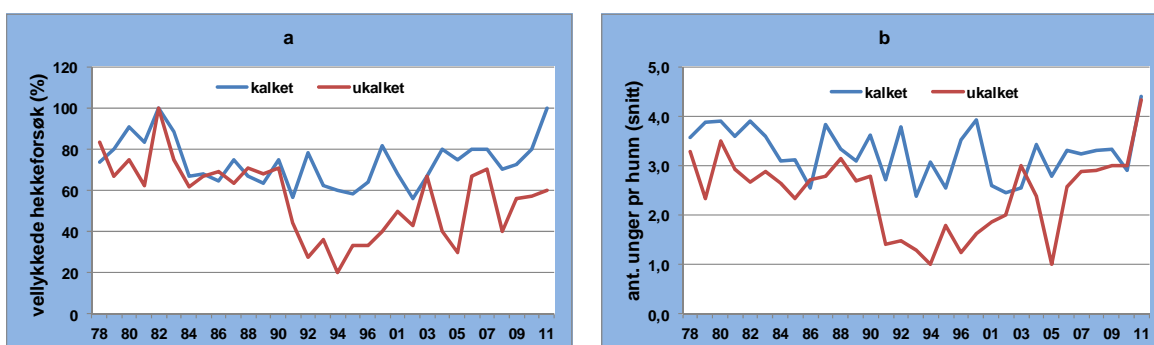


**Figur 26 a og b.** Andel vellykkede (a) hekkforsøk og gjennomsnittlig antall unger produsert per hunn (b) på ukalkede hekkelokaliteter og lokaliteter som på en aller annen måte er påvirket av kalking.

**Figure 26 a og b.** Frequency of successful breeding attempts (a) and mean production of offspring per female (b) at not limed sites and sites that has been affected by lime.

per hunn, inkludert eventuelle omlagte eller kull nummer to. Gjennomsnittlig produksjon var 3,27 for hunner på hekkelokaliteter påvirket av kalking mot 2,55 på de hekkelokalitetene som ikke var påvirket av kalking. Dosererkalking og fullkalkingen av innsjøen Lygne påvirker pH ved hekkelokaliteter i de lavereliggende deler av vassdraget. Lokaliteter i de høyereliggende deler av vassdraget er derimot i liten grad påvirket av kalking og nesten alle 78 hekkelokaliteter som ikke er berørt av kalking, ligger her. Vi har derfor valgt kun å fokusere på hekkelokaliteter som har vært eller er berørt av kalking, til sammen 80. Antall hekkeforsøk ved ukalkete lokaliteter ("kategori 0") blir dermed redusert med 1192, fra 1584 til 392 hekkeforsøk.

Det er fortsatt færre vellykkede hekkeforsøk ved en ukalket enn en kalket situasjon (t-test:  $p=0,001$ ,  $t= 3,49$ ,) (**figur 27a**). Gjennomsnittlig andel vellykkede hekkeforsøk blir 74,6 % ( $n=924$ ) i en kalket situasjon, mot 59,4 % ( $n=429$ ) i en situasjon ikke påvirket av kalking ("kategori 0"). Også med hensyn til gjennomsnittlig antall unger var det forskjell mellom kalkede og ukalkede hekkelokaliteter (t-test:  $p=0,0001$ ,  $t= 4,15$ ,  $df=64$ , snitt:kalk = 3,2, snitt:ukalk=2,5) (**figur 27b**).



**Figur 27 a og b.** Andel vellykkede hekkeforsøk (a) og gjennomsnittlig antall unger produsert per hunn (b) ved lokaliteter der det foreligger data fra både en ukalket og en kalket situasjon.

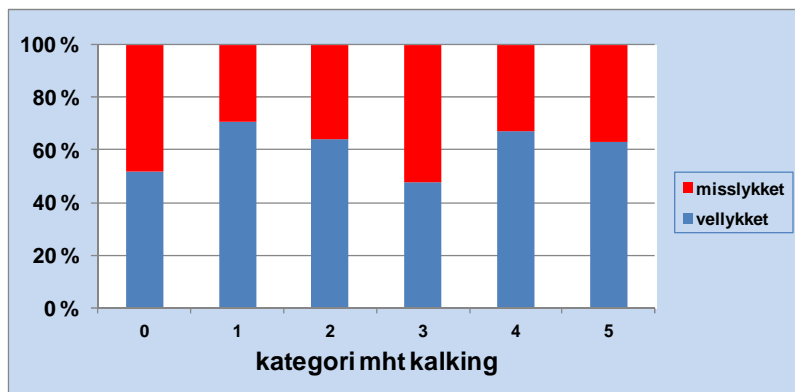
**Figure 27 a og b.** Frequency of successful breeding attempts (a) and mean production of offspring pr female (b) from sites including data under both limed and not limed conditions.

Når vi splitter opp kalkede lokaliteter i fem kalkings-kategorier (jfr metodekapitlet), er det en signifikant forskjell i fordelingen av andel vellykkede hekkeforsøk for de forskjellige kategorier ( $p<0,0001$ ,  $df=5$ ,  $X^2=34,49$ ). Fuglene på hekkelokaliteter påvirket av dosererkalking gjør det best (**figur 28**). Hekkelokaliteter som er behandlet med skjellsand gjør det dårligere, noe som delvis har sammenheng med at de ligger i høyereliggende deler av vassdraget. Hvorvidt utlegging av skjellsand hadde noen effekt på disse i utgangspunktet dårlige hekkelokalitetene, blir presentert i neste kapittel.

### 3.10 Skjellsand

I 1998 og 1999 ble det utført et eksperiment med utlegging av skjellsand i sure elver på Sørlandet for å se om dette ville redusere den høye andelen av mislykkede hekkeforsøk (Østnes et al. 1999). En stor del av disse lokalitetene ligger i Lyngdalsvassdraget. Det ble lagt ut ca tre liter skjellsand på toppen av steiner og i rolige partier av vassdraget like ved reirplasser på lokaliteter der det tidligere var registrert flere mislykkede hekkeforsøk. Når materialet for de to årene ble analysert samlet, var det en signifikant høyere andel vellykkede hekkeforsøk der det var lagt ut skjellsand enn på referanselokalitetene. Det var imidlertid fremdeles en høy andel mislykkede hekkeforsøk der det var utlagt skjellsand. Årsaken til dette kan være at ikke alle fossekalhunnene fant, eller ikke spiste av skjellsanden.

I denne undersøkelsen har vi vurdert andel vellykkede hekkeforsøk ved lokalitetene i Lyngdalsvassdraget respektive 2, 4 og 6 år etter at tiltaket med å legge ut skjellsand opphørte. Dette



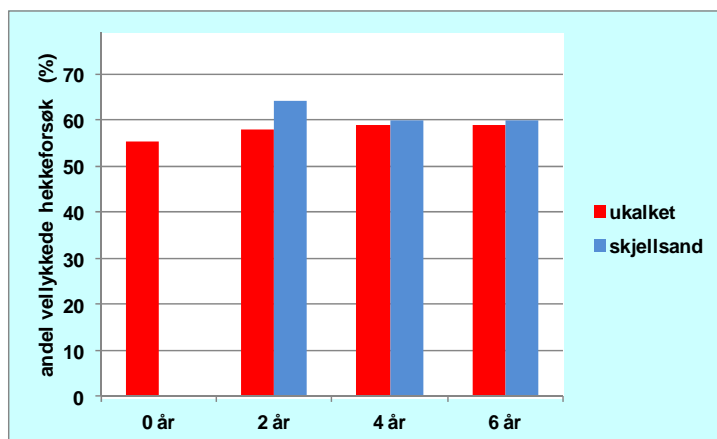
**Figur 28.** Andel vellykkede hekkforsøk ved alle hekkelokaliteter som er berørt av kalking. 0. ukalket, 1 doserer (fullkalket), 2 innsjøkalket (fullkalket), 3 skjellsand i bekk, < 1 km oppstrøms reirplass, 4 delvis kalket ved doserer eller innsjøkalking, men effekt redusert av ukalket vann, 5 utbredt jordbrukskalking langs vassdraget.

**Figure 28.** Frequency of successful breeding attempts from all localities affected by some kind of liming. 0 not limed, 1 dozer liming, 2 lake liming, 3 creek liming, < 1 km upstream nest, 4 partly limed by dozer or in lake, effect reduced because of inflow of acid water, 5 liming of cultivated areas along the riverside.

er gjort for å finne ut hvor lenge vi kan regne med å ha effekt av et slikt tiltak. To år etter at skjellsand ble lagt ut, var det en liten forskjell (ikke signifikant) i andel vellykkete hekkforsøk mellom ukalkede og skjellsandbehandlede hekkelokaliteter (**figur 29**). Respektive 4 og 6 år etter utlegging av skjellsand var det ingen forskjell.

### 3.11 Dosereralking

Fordelingen av hekkende par i ulike deler av vassdraget kan variere mye fra år til år. Normalt har dette sammenheng med bestandsstørrelse og isforholdene i ulike deler av vassdraget under etableringsperioden. Mellom kalkdoserereren på Rossevatn og innløpet til innsjøen Lygne er det registrert ni hekkelokaliteter for fossefall. I et enkelt år (1993) var alle disse ni lokalitetene bebodd. Til tross for at hekkebestanden fra 2005 til 2007 var middels til høy, hekket det disse tre årene ingen par på denne strekningen. I 2008 og 2009, år med høy bestand, hekket henholdsvis to og tre par på strekningen. **Figur 30** viser at andelen av Lyngdalsvassdragets hekkebestand som er lokalisert mellom kalkdoserereren ved Rossevatn og Lygne har vært klart lavere etter at doserereren ble startet opp. Den samme tendensen framkommer hvis antall par på den aktuelle strekningen sammenliknes med alle hekkepar oppstrøms Lygne.

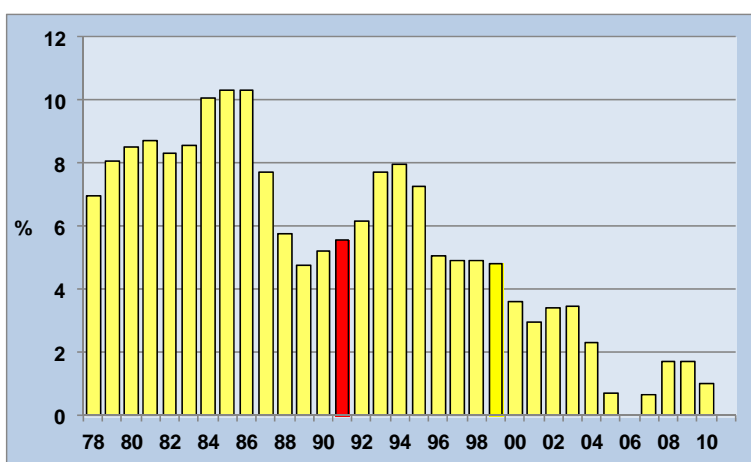


**Figur 29.** Andel vellykkede hekkforsøk 2, 4 og 6 år etter at skjellsand ble lagt ut.

**Figure 29.** Frequency of successful breeding attempts respectively 2, 4 and 6 year after the liming of creeks.

Totalt sett viser resultatene at kalking er gunstig for hekkeresultatet for fossekallen i Lyngdalsvassdraget. Som vist ovenfor er det imidlertid negative effekter nedstrøms dosereren på Rossevatn.

I 2007 viste en pilotstudie av alle hekkelokalitetene i Vest-Agder som lå like nedstrøms en doserer eller en innsjø som var kalket, at andel bebodde lokaliteter hadde sunket fra 70% før kalking til 30% etter at kalkingen hadde startet (Jerstad og Walseng unpubl.). Ved fire doserere i Vest-Agder (Gysland og Rossevatn i Lyngdalsvassdraget, samt Oksefjell og Lindeland bru i Kvina) har vi også registrert at de fossekallparene som hekker like nedstrøms dosereren nesten utelukkende henter mat til ungene ovenfor dosereren (Jerstad unpubl.). Trolig er det overskudd av ikke oppløst kalk som er problemet. I tillegg kommer problematikken knyttet til stor giftighet i blandsoner mellom surt og kalket vann. Doseren på Rossevatn har vært innstilt slik at den har sluppet ut veldig mye kalk. Vi har imidlertid registrert bunnfelling av kalk ved Kvåsfossen. Dette er ca 5 km nedenfor dosereren på Gysland.



**Figur 30.** Andel av fossekallparene i Lyngdalsvassdraget som har hekket mellom kalkdoseren på Rossevatn og innsjøen Lygne. Verdiene er glattet, dvs at hver søyle representerer snittet av tre verdier. Den røde søylen angir hvilket år kalkdoseren ved Rossevatn ble startet opp.

**Figure 30.** Number of breeding dippers on the stretch between the dozer at Rossevatn and Lake Lygne. Each column shows a mean of three values. The red column indicates the upstart of the dozer at Rossevatn.

## 4 Oppsummering og konklusjon

Datagrunnlaget for denne rapporten går tilbake til 1973 da første registrering av hekkende fossekall ble gjort i Lyngdalsvassdraget. Siden den gang er det utført 4709 årssjekker på hekkelokaliteter. Etter 1978 har det vært et mål å finne alle hekkende par i vassdraget, samt registrere reirplass og hekkesuksess.

Rapporten har synliggjort at det er flere faktorer som influerer på hekkesuksessen hos fossekallen. Vi har funnet en direkte sammenheng mellom hekkesuksess og følgende fire variabler; klima, høyde over havet, skjul av reiret og kalking. Vi har vist at disse variablene hver for seg er bestemmende for utfallet av hekkesuksess, men en kompliserende faktor er at variablene henger sammen.

Fossekallbestanden har variert fra 20 til 117 hekkende par i undersøkelsesperioden fordelt på 158 hekkelokaliteter. Antall kjente reirplasser på hver hekkelokalitet varierer fra en til 15. Etter kalde vintre kan hekkebestanden reduseres med hele 75 %. I milde vintre er overlevelsen høy, og hvis utgangspunktet er en lav bestand, kan størrelsen på hekkebestanden mer enn doble seg på ett år. I perioden 1978-2011 har det vært tre markerte topper med hensyn til hekkebestand. Populasjonssvingningene i Lyngdalsvassdraget er gjennom vitenskapelige publikasjoner satt i sammenheng med klimarelaterte variabler. Middelttemperaturen under vinteren sammen med nedbøren, tidspunktet for islegging på systemets største innsjø, samt NAO-indeks ga det viktigste bidraget med hensyn til å forklare svingningene i fossekallbestanden. Når man tar hensyn til bestanden året før, kan klimaet forklare hele 84% av bestandsendringene fra år til år. En stokastisk modell som skal kunne forutsi bestandssvingningene, er også blitt utviklet.

En hekkelokalitet i et sidevassdrag nedstrøms utløpet av Lygne, har vært i bruk alle år etter at lokaliteten ble undersøkt første gang i 1974, det vil si 38 år. Nitten hekkelokaliteter har vært i bruk mer enn 80% av årene de er undersøkt, og felles for de fleste av disse er at fossekallen bruker hovedelva til matsøk. I en normal vinter er det ofte også kort vei til områder med åpent vann. Det finns også eksempler på "gode hekkelokaliteter" i høyereliggende områder. Surtevann ligger nord i vassdraget, 660 m o.h., og her har det vært hekket i 30 av årene lokaliteten har vært undersøkt.

De mest populære hekkelokalitetene hos fossekallen er også de som har høyest andel vellykkede hekkeforsøk, og de som er brukt i mer enn 80% av årene lykkes i 70% av hekkeforsøkene. Ved lokaliteter som er brukt sjeldnere enn 20% av årene, lykkes omtrent halvparten av hekkeforsøkene. Kullstørrelsen for unger følger samme mønster som andel vellykkete hekkeforsøk. De mest brukte hekkelokalitetene (80-100%) produserer i snitt 4,0 unger pr kull, mens snittet for de minst brukte er 3,6 unger.

Andel vellykkede hekkeforsøk har variert mellom år. Det er en tendens til at andelen går ned i år med høy hekkebestand. I de fleste årene har andelen ligget mellom 60 og 70%. Andelen vellykkede hekkeforsøk avtar med høyde over havet. Ungekullstørrelsen viser også en tendens til at det i gjennomsnitt blir produsert flere unger i de lavereliggende områder. En hypotese er at når bestanden er stor, benyttes hekkeplasser som sjeldent er i bruk og at disse lokalitetene er av en lavere kvalitet enn de som ofte er i bruk. Et annet alternativ kan være at fuglene som bor på disse lokalitetene er dårligere hekkefugler.

Reirene ble delt inn i åtte kategorier; "markoverheng" (24%), "bak foss" (23%), "på hylle i fjellvegg" (22%), "sprekk i fjellvegg" (15%), "under bru" (8%), "på stein i elva/fossen" (3%), "i tue" (2%) og "andre antropogene strukturer" (1%). Videre ble alle reirene delt inn i tre kategorier med hensyn til skjul: åpent, synlig og skjult. Andel vellykkede hekkeforsøk var større når reirene lå skjult enn når de lå åpent eller synlig. Dette resulterte i at reir bak foss og inne i bruer, som oftest lå skjult, gjorde det bra. Et unntak var "på stein i elva/fossen" der 79% var vellykket til tross for at disse alltid lå åpent eller synlig.



Til sammen 80 hekkelokalitetene har ikke vært påvirket av noen form for kalking. Data fra disse lokalitetene, som kan sies å representere en naturlig situasjon, viser at andel vellykkete hekkforsøk har en svakt nedadgående trend. Det var ingen endring over tid i ungekullstørrelsen.

Vi konkluderer også med at det er en sammenheng mellom høyde over havet og hekkesuksess uavhengig av at mange hekkelokaliteter i lavereliggende deler av vassdraget er blitt favorisert av kalking. Dette ble gjort ved kun å se på data fra de 79 lokalitetene som har vært helt uberørt av kalking.

Andelen vellykkede hekkforsøk har vært signifikant høyere ved kalkede hekkelokaliteter enn på ukalkede. Kalkede hekkelokaliteter omfatter her alle typer påvirkning fra kalking. Gjennomsnittlig andel vellykkede hekkforsøk var 75% for hekkelokaliteter påvirket av kalking mot 64% for hekkelokaliteter ikke påvirket av kalking. Antall unger produsert pr hunn har også vært signifikant høyere på kalkede enn på ukalkede hekkelokaliteter, respektive 3,27 og 2,55. Doserer-kalking og fullkalking av Lygne berører pH ved hekkelokaliteter i de lavereliggende deler av vassdraget som vi allerede har vist er favorisert i forhold til høyereliggende hekkelokaliteter. Vi har derfor valgt å fokusere kun på hekkelokaliteter som har vært eller er berørt av kalking, til sammen 79 lokaliteter. Dette endret ikke noe på konklusjonen om at andelen vellykkede hekkforsøk er signifikant høyere når det kalkes enn ikke kalkes. Hekkelokaliteter som er behandlet med skjellsand, ligger i høyereliggende deler av vassdraget, og gjør det i utgangspunktet dårlig. Det var heller ingen signifikant endring i andel vellykkede hekkforsøk etter behandling med skjellsand.

Mellom kalkdosereren på Rossevatn og innløpet til innsjøen Lygne er det registrert ni hekkelokaliteter for fossefall. I et enkelt år (1993) var alle disse ni lokalitetene bebodd. I årene som har gått etter at dosereren kom i drift, har antall hekkende par på denne strekningen blitt redusert. I noen år ble det ikke hekket i det hele tatt, og selv i toppår var det kun et fåtall hekkende par. Bunndyrundersøkelser ved utløpet av Rossevatn konkluderte med at viktige byttedyr for fossefallet, som vår-, stein- og døgnfluer manglet helt. Spesielt fraværet av nettspinnende vårfluer er spesielt da disse normalt forekommer i store tettheter ved utløpsosser. En hypotese er at ikke oppløste kalkpartikler klogger igjen nettene og gjør det umulig for larvene å klare seg. Også i Litlåna sluttet fossefallet å hekke nedstrøms dosereren som ble etablert her.

Andelen mislykkede hekkforsøk viser ingen trend gjennom undersøkelsesperioden. Det ser imidlertid ut til at andelen som mislyktes var størst på 1990-tallet. Dette sammenfaller med den perioden hvor belastningen av sur nedbør var størst.

På kalkede hekkelokaliteter har fossefallet gjennomgående hatt en mindre andel mislykkede hekkforsøk enn på sure lokaliteter. De lokalitetene som ligger like nedstrøms kalkede innsjøer eller kalkdoserere blir imidlertid benyttet langt sjeldnere enn de gjorde før kalkingen ble startet.

## 5 Litteratur

- Andersen, B. G. 1960. Sørlandet i sen- og postglasial tid. NGU 210. 142 s.
- Anderson, S. & Wester, S. 1960. Studier av strömstare i Norge 1968-72. Fauna Flora, Upps. 70: 253-265.
- Balat, F. 1964. Breeding biology and populations dynamics in the dipper. Zoologické Listy 13: 305-320.
- Breil, D.A. & Moile, S.M. 1976. Bryophytes used in construction of birds nests. Bryologist 79: 95-98.
- Creutz, G. 1966. Die Wasseramsel (*Cinclus cinclus*), Die neue Brehm-Bücherei, 364, Wittenberg Lutherstadt. 140s.
- Graveland, J., van der Wal, R., van Balen, J.H. & van Noordwijk, A.J. 1994. Poor reproduction in forest passerines from decline of snail abundance on acidified soils. – Nature 368: 446-448.
- Haftorn, S. 1971. Norges fugler. Universitetsforlaget, Oslo. 862 s.
- Halvorsen, G. 1981. Hydrografi og evertebrater i Lyngdalsvassdraget i 1978 og 1980. Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp. 26: 1-89.
- Jerstad, K. 1991. Studier av sur nedbørs effekter på fossekall-populasjonen i Lyngdalsvass-draget. Rapport 3-1991. Fylkesmannen i Vest-Agder. Miljøvernavdelingen.
- Jerstad, K. 2006. s. 95-97 i: Direktoratet for naturforvaltning 2006. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter. Notat 2006-1.
- L'Abèe Lund, J. H. 2005. Miljøeffekter av små kraftverk - erfaringer fra Telemark og Rogaland. NVE, rapport 3-2005. 78 s.
- Nilsson A.L.K., Knudsen, E., Jerstad, K., Røstad, O.W., Walseng, B., Slagsvold, T. & Stenseth, N.C. 2010. Climate effects on long-term population fluctuations of the white-throated dipper *Cinclus cinclus*. Journal of animal behaviour. 80 (1): 236-243.
- Nilsson, A.L.K., Stige, L.C., Jerstad, K.;Røstad, O.W., Slagsvold, T. Knudsen, E. & Walseng, B. 2011. To make the most of what we have: extracting phenological data from nestling measurements. International journal of biometeorology. 55: 797- 804.
- Nybø, S. & Jerstad, K 1997. Fossekallen; hva vet vi om virkninger av sur nedbør, kalking og miljøgifter? Direktoratet for naturforvaltning. Utredning for DN 1997-8.
- Ousdal, J.O. & Slotta, S.O. 2006. Kommunedelplan for mikro-, mini- og småkraftverk i Sirdal. Høringsutkast. Karttjenester as. 86 s.
- Steel, C., R. Bengtson, K. Jerstad, A.K. Narmo & T. Øigarden 2007. Små kraftverk og fossekall. NOF-rapport 3-2007. 43 s.
- Sæther, B.-E., J. Tufto, S. Engen, K. Jerstad, O.W. Røstad, & J.E. Skåtan 2000. Population dynamical consequences of climate change for a small temperate songbird. Science 287: 854-856.
- Sæther, B-E, Sutherland, W.J. & Engen, S. 2004 Climate Influences on avian population dynamics. Advances in Ecological Research 35, 185-209.
- Walseng, B. 1984. Reir, Reirplassering og ungeproduksjon hos fossekallen *Cinclus cinclus* (L.) i Lyngdalsvassdraget, Vest-Agder. Upublisert hovedoppgave, zoologisk institutt, Universitet i Oslo: 1-94.

- Walseng, B. & T. Bongard 2001. Invertebratundersøkelser i kalkete og ukalkete deler av Lyngdalsvassdraget (1978-1998/90). NINA oppdragsmelding 707: 1-35.
- Walseng, B & Jerstad, K. 2009. Vannføring og hekking hos fossekall – NINA Rapport 453. 26 s.
- Walseng, B. Jerstad, K., Røstad, O.W., Sloreid, S.E. & L. Erikstad. 2009. Fossekallobiotop = små kraftverk ressurs? Vann 44 (2): 195-202).
- Walseng, B. Jerstad, K., Røstad & A.L.K. Nilsson. Do nest boxes improve breeding success in the dipper? In prep
- Østnes, J.E., Jerstad, K. og Skåtan J.E. 1999: Effekter av skjellsand på hekkesuksessen hos fossekall (*Cinclus cinclus*) i sure vassdrag i Vest-Agder. ALLFORSK rapport 14:1-21.

## Vedlegg

<b>Vedlegg 1</b>							
Kalkingstiltak i Lyngdalsvassdraget							
Liming activities in the River Lyngdalsvassdraget							
Vann-navn	Lok.nr	UTM Øst	UTMNord	HOH	påstartet	avsluttet	kalking
Homsvatnet	11420	394500	6450300	194	1985	1993	bekk
Homsvatnet	11420	394500	6450300	194	2007	2011	bekk
Undelandsvatnet	11206	398300	6459800	268	1986		bekk
Revsvatnet	11450	397600	6449700	262	1990		bekk
Grimevatnet	11452	396300	6449700	265	1990		bekk
Lølandsvatnet	11462	396200	6449000	260	1979	1990	innsjø
Lølandsvatnet	11462	396200	6449000	260	1990		bekk
Grimevatnet, utløpsbekk	435042				1990		bekk
Revsvatnet, utløpsbekk	2684583	397100	6449200	263	1990		bekk
Vatlandsvatnet	11376	393800	6453000	197	1989		bekk
Kleivvatnet	11297	389800	6455900	228	1989?		bekk
Vidringstadvatnet	11302	388500	6455900	252	1989?		bekk
Veggebekken	2685847	390700	6454200	35	1989?		bekk
Øygardsvatnet	11563	387900	6445100	125	1989		bekk
Ytre Espelandsvatnet	11116	392200	6462800	383			bekk
Hautjørna, Stemmen	11153	397200	6462100	350	1992		bekk
Tågåsvatnet	11154	382800	6461700	328	1992		MØSKA
Tjåmelandsvatnet	11183	396800	6460900	292	1992		bekk
Krokevatnet	11329	387600	6455000	295	1995		LYGNA
Krocketjørn	11350	387600	6454400	295	1995		LYGNA
Utalandsvatnet	11380	388400	6452900	230	1995		LYGNA
Hagevatnet	11388	387400	6452600	250	1995		bekk
Stemmen	11356	388200	6454200	295	1995		Lygna
Rabnevatnet	11231	387300	6458200	282			bekk
Øvre Brålandsvatnet	11244	387000	6457500	254	2001	2006	bekk
Hestadvatnet, utløpsbekk	435047	389550	6458150		2002	2006	bekk
Rabnetjønn	157686	387000	6458300	285			bekk
Gusevatnet	11252	395300	6457400	234	2001		bekk
Homsvatnet	10314	397300	6491100	622	1995	2002	Innsjø
Mjåvatnet	10334	398500	6490800	583	1992	2002	Innsjø
Sandvatnet	10341	395600	6490000	612	1992	2002	bekk
Skjekelivatnet	10366	397000	6490000	602	1992	2002	bekk
Berkjestølvatnet	10380	398600	6489900	583	1992	2002	bekk
Liansvatnet	10409	399400	6488800	521	1992	2002	bekk
Kråkelitjørn	10455	395900	6488000	566	1992	2002	bekk
Hagevatnet	10473	395500	6487500	564	1992	2002	bekk
Gletnevatnet	1234	398800	6477900	322	1988		Innsjø
Lokavatnet	10968	399800	6471100	354	1992	2006	bekk
Bjennvatnet	10999	400100	6469300	378	1992	2006	bekk
Kyrevatnet	10905	391400	6473700	426	1993	2003	LITLEÅA
Kjallevatn	10555	389200	6485800	483	1995		LYGNA
Klevetjørn	10564	390100	6485700	447	1995		LYGNA
Grunnetjørn	66392	389400	6485050	502	1996		Steinsåna
Førevatnet	10803	395200	6477400	406	1997		LISLÅNA

## Vedlegg 2

Organisering av dataene i Fossbasen

Organizing of data in Fossbasen

De sentrale dataene er organisert i databasen Access. Databasen er utviklet, og blir vedlikeholdt av Ole Wiggo Røstad. Alle spørringer, skjemaer, rapporter og makroer er lagret i fila Pop.mdb, mens alle tabellene som angår fossekall i prosjektet er lagret i fila Foss.mdb. Alle tabellene i Foss.mdb er koblet til databasen Pop.

Totalt er dataene fra fossekallprosjektet lagret i 13 tabeller (**Vedlegg 2a**). To tabeller (Foss og Foss\_Ring) inneholder data om henholdsvis den enkelte hekking og det enkelte individ. To tabeller (Foss\_lokaliteter og Foss\_reirplass) inneholder data om det enkelte reir. Tabellen Kalk inneholder data om kalkings situasjonen på hver hekkelokalitet i Lyngdalsvassdraget hvert år. Resten av tabellene inneholder indeks og klartekst av diverse variable i de øvrige tabellene.

### Vedlegg 2a

Tabell-navn	Antall poster	Beskrivelse
Foss	13488	Hovedtabellen, en post pr hekkforsøk (eller dokumentert mangel på hekking) for hver hekkelokalitet
Foss_Ring	17665	En post pr fossekall med ring
Foss_felt	10	En post pr nedbørsfelt / vassdrag: A Audnavassdraget G Gylandsvassdraget K Kvinnavassdraget L Lygnavassdraget M Mandalsvassdraget O Otravassdraget S Siravassdraget T Tovdalsvassdraget X Småvassdrag Ø Søgnevassdraget
Foss_delfelt	27	En post pr del av nedbørsfelt / vassdrag
Foss_lokaliteter	732	En post pr hekkelokalitet
Foss_reirplass	1848	En post pr reirplass pr hekkelokalitet
Kalk	4720	En post pr hekkelokalitet pr år i Lyngdalsvassdraget med kalkstatus
Foss_reirbruk	6	Indeks og klartekst av fossekallens bruk av fjorårets reir: 0 Ukjent 1 Samme 2 Oppå 3 Nytt samme sted 4 Inntil 5 Inntil, gammelt vekk
Foss_reirsynlig	6	Indeks og klartekst av det enkelte reirs synlighet: 0 Ukjent 1 Åpent 2 Synlig 3 Skjult L Kasse, liten S Kasse, stor

Foss_reirtype	9	Indeks og klartekst av det enkelte reirs beliggenhet: 0 Ukjent 1 På hylle i fjellvegg 2 Sprekk i fjellvegg 3 Bak foss 4 Markoverheng 5 I tue 6 På stein i elva/fossen 7 Under bru 8 Andre antropogene strukturer
Hekking	21	Indeks og klartekst av den enkelte type hekking: - Hekkeklassen ikke tilgjengelig ? Usikkert / ikke sjekket 0 Ikke benyttet 1 Vanlig (1.) kull 2 Vanlig 2. kull (1. kull vellykket) 3 Suksessiv bigam hann, beta-kull A Bigami, alfa-kull B Bigami, beta-kull C Vanlig 2. kull til alfa-hunn (1. kull vellykket) D Vanlig 2. kull til beta-hunn (1. kull vellykket) E Trigami, alfa-kull F Trigami, beta-kull G Trigami, gamma-kull O 1. omlagte kull (1. kull mislykket) P 2. omlagte kull (1. omlagte kull mislykket) Q 1. omlagte kull, alfa-hunn (1. kull mislykket) R 1. omlagte kull, beta-hunn (1. kull mislykket) S 1. omlagte kull, beta- trigamihunn T Biandri, beta-kull Y Seint kull, sanns. omlagt el. lign. Z Seint kull, skal telles med
Resultat	7	Indeks og klartekst av den enkelte hekkings resultat: ? Usikkert / ikke sjekket + Uforstyrret, vellykket, minst en unge flydd 0 Mislykket, ukjent årsak F Forlatt, ingen unger flydd M Manipulert / forstyrret av observatør R Røvet (predatert) U Uhell (f.eks flom, reiret falt ned)
Kalk_indeks	7	Indeks og klartekst av kalkindeksen i tabellen Kalk 0 Ukalket 1 Doserer (fullkalket) 2 Innsjøkalket (fullkalket) 3 Skjellsand i bekk, < 1 km oppstrøms reirplass 4 Delvis kalket ved doserer eller innsjøkalking, men effekt redusert av ukalket vann 5 Utbredt jordbrukskalking langs vassdraget 9 Usikker status

Tabellen Foss utgjør kjernen i databasen. Den inneholder altså en post pr hekkforsøk (evt konstatert mangel på hekking). Tabellen inneholder 25 felt (**Vedlegg 2b**).

### Vedlegg 2b

Feltnavn	Beskrivelse	
Felt	Indeks for nedbørsfelt / vassdrag, relatert til tabellen Foss_felt	En indeks bestående av Felt+Lok+År+Forsøk er unik, og identifiserer en hekking entydig.
Lok	Lokalitetsnummer, sammen med Felt relatert til tabellen Foss_lokaliteter	
År	Årstall	
Forsøk	Løpende tallverdi til bruk for flere forsøk innen året eller flere forsøk av samme hekkfugler. Brukes bare til sorteringsformål.	
Hekking	Indeks for type hekking / ikke hekking, relatert til tabellen Hekking	
Art	Artskode, her alltid kode for fossefall dersom det er gjort hekkforsøk.	
M_ring	Hannens ringnummer. Relatert til tabellen Foss_Ring	
F_ring	Hunnens ringnummer. Relatert til tabellen Foss_Ring	
Dato_egg	Dato for første egg lagt.	
Dato_egg_nøy	Nøyaktighet eller metode for bestemmelse av Dato_egg	
Dato_klekk	Kullets klekkedato, tilbakeberegnet ut fra ungenes størrelse	
Dato_klekk_met	Metode for bestemmelse av Dato_klekk	
Egg	Antall egg lagt, eggkullstørrelse.	
Egg_nøy	Nøyaktighet av Egg. Settes blank dersom kullet er fullagt, og nøyaktig antall egg er kjent. Settes lik "+" dersom Egg er et minimumsestimert.	
Klekt	Antall egg klekt	
Klekt_nøy	Nøyaktighet av Klekt, tilsvarer nøyaktighet av egg	
Unger	Antall "store" unger, oftest antall unger ringmerket.	
Unger_nøy	Nøyaktighet av Unger, tilsvarer nøyaktighet av egg	
Flydd	Antall unger flydd.	
Flydd_nøy	Nøyaktighet av Flydd, tilsvarer nøyaktighet av egg	
Resultat	Resultat av hekkingen, relatert til tabellen Resultat	
Reir_bruk	Indeks for bruk av fjorårets reir, relatert til tabeller Foss_reirbruk.	
Reir_plass	Indeks for reirplassen innen en lokalitet, relatert til tabellen Foss_reirplass	
Kommentar	Ekstra kommentar, f.eks. i forbindelse med predasjon	
Dato_M_sist_sett	Dato for siste gang hannen er sett ved reirplassen inneværende sesong.	

Den andre store datatabellen er Foss\_Ring, som inneholder ringmerkningsdata om alle involverte individer, enten det er hekkfugler, eller produserte unger (**vedlegg 2c**).

### Vedlegg 2c

Feltnavn	Beskrivelse	
Ring	Ringnummer, relatert til hannens ringnummer M_ring i tabellen Foss, og relatert til hunnens ringnummer F_ring i tabellen Foss.	
Farge	Kode for fargeringer	
Art	Artskode, her alltid kode for fossekall.	
Kjønn	Indeks for fuglens kjønn. Oppdateres dersom fuglen kjønnsbestemmes ved en kontroll senere i livet.	
Alder	Indeks for fuglens alder ved ringmerking, en litt utvidet Euring-kode brukes.	
År	Årstall ved merking	Indeksen bestående av Felt+Lok+År+Forsøk identifiserer hvilken hekking (foreldrefugler og kullsøsken) en ringmerket unge er knyttet til.
Felt	Indeks for nedbørsfelt / vassdrag	
Lok	Lokalitetsnummer	
Forsøk	Tilsvarende feltet Forsøk i tabellen Foss	

Tabellen Foss\_lokaliteter inneholder data om de enkelte hekkelokalitetene, se **vedlegg 2d**. En hekkelokalitet er definert som et geografisk avgrenset område, hvor det på et gitt tidspunkt bare hekker ett par. Men innen en hekkelokalitet kan det være mange alternative reirplasser.

### Vedlegg 2d

Feltnavn	Beskrivelse
Felt	Indeks for nedbørsfelt / vassdrag
Delfelt	Indeks for del av nedbørsfelt / vassdrag
Lok	Lokalitetsnummer
Lok_navn	Navn på lokaliteten. Navnet finnes på kart.
Lok_navn_MDT	Alternativ skriveform/formatering av navn på lokaliteten
Hoh	Høyde over havet
Avst	Avstand fra havet, målt langs elveløpet
Orden	Elvestrekningens orden
Kommune	Kommunenummer
Koordinater	Geografiske koordinater, grader og minutter
X_WGS84_32	Øst-koordinater, UTM
Y_WGS84_32	Nord-koordinater, UTM

Tabellen Foss\_reirplass beskriver de enkelte reirplassene innen hver enkelt hekkelokalitet, **vedlegg 2e**.

### Vedlegg 2e

Feltnavn	Beskrivelse
Felt	Indeks for nedbørsfelt / vassdrag
Lok	Lokalitetsnummer
Reir_plass	Indeks for reirplass.
Reir_synl	Indeks for reirets synlighet. Relateres til tabellen Foss_reirsynlig
Reir_type	Indeks for reirets beliggenhet. Relateres til tabellen Foss_reirtype
Merknader	Kort beskrivelse av det enkelte reir
Hoh	Høyde over havet
X_WGS84_32	Øst-koordinater, UTM
Y_WGS84_32	Nord-koordinater, UTM
Hovedreir	Angivelse av om reirplassen regnes som "hovedplass"
Kasse_opp	Årstall for oppsetting av evt. rugekasse







*Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.*

*NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.*

*Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.*

ISSN:1504-3312  
ISBN: 978-82-426-2403-1

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

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

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger