

Vannføring og hekking hos fossekall

Bjørn Walseng
Kurt Jerstad



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en ny, 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.

Norsk institutt for naturforskning

Vannføring og hekking hos fossefall

Bjørn Walseng
Kurt Jerstad

Walseng, B & Jerstad, K. 2009. Vannføring og hekking hos fossekall – NINA Rapport 453. 26 s.

Oslo, februar 2009

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2021-7

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Erik Framstad

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Erik Framstad

OPPDRAKSGIVER(E)

NVE

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Jan Henning L'Abée-Lund

FORSIDEBILDE

NØKKEWORD

Fossefall-vannføring-småkraft verk-hekkesuksess

Keywords

Dipper-waterflow-mini hydropower-nesting success

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

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

Polarmiljøsentret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkeldgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Sammendrag

Walseng, B & Jerstad, K. 2009. Vannføring og hekking hos fossefall – NINA Rapport 453. 26 S.

Utgangspunktet for rapporten var å undersøke om det er mulig å benytte vannføringsdata sammen med data på forekomst og hekkesuksess for å kunne prediktere en "minstevannføring" for at fossefallet (*Cinclus cinclus*) skal hekke. Prosjektet har basert seg på fossefalldata fra Lyngdalsvassdraget i Vest-Agder der bestanden har vært undersøkt siden 1975 og overvåket siden 1978. I overvåkingen er registrert alle hekkende par, individbestemt alle hekkefugler og unger, samt registrert hekkesuksess på de drøyt 150 hekkelokalitetene. Det ble fokusert på hekkeperioden med vurdering av følgende forhold; i) Beregne hekkesuksess i forhold til reirnedbørfeltes størrelse. ii) Hvordan vil lav vannføring oppleves visuelt ved reirplassen? iii) Se på enkeltår om hvorvidt det er sammenheng mellom lengre perioder med liten vannføring og evt hekking/hekkesuksess. iv) Teste forskjellige variabler, herunder vannføring, opp mot bestandsvariasjoner mellom år. Det viste seg vanskelig å komme med en generell konklusjon først og fremst på grunn av at redusert vannføring visuelt vil gi seg høyst forskjellig utslag avhengig av bekkens utforming. Overføringsverdien fra det som skjer ved en hekkelokalitet med naturlig liten vannføring og til situasjonen i en større elv gitt samme vannføring er liten. En generalisering med hensyn til hvor stor vannføring som kreves for at fossefallet skal hekke, er derfor svært vanskelig. Hver hekkelokalitet som blir berørt bør vurderes individuelt.

Bjørn Walseng, NINA, Gaustadallèen 21, 0349 Oslo
Kurt Jerstad, Jerstad Viltforvaltning, Aurebekkveien 61, 4516 Mandal

Abstract

Walseng, B & Jerstad, K. 2009. Water flow and breeding for the dipper – NINA Rapport 453. 26 pp.

The aim of this report was to see whether data on water flow may help to predict the breeding success of the dipper (*Cinclus cinclus*), specifically whether a minimum water flow for breeding may be identified. The project is based on data from the river Lyngdalsvassdraget, county Vest-Agder, where the dipper has been studied continuously since 1978. All breeding pairs have been documented, all individuals, adults and juveniles, have been individually marked, and breeding success has been recorded in more than 150 nesting sites. The following relationships of the breeding period were in focus: i) estimate of breeding success in relation to the size of the catchment (waterflow), ii) how visual variation in water flow is expressed, iii) if there is any connection between breeding success/start in years with extended periods without rain, iv) water flow as parameter explaining variation in the breeding population. It was not possible to give a general conclusion because the visual expression of reduced water flow was dependent of the shape of the river basement. The value of extrapolating from small rivers with a natural variation in water flow to large rivers with more stable water flow is limited. A generalization making it possible to predict the water volume needed for a dipper to breed is therefore not relevant. Each breeding locality has to be evaluated separately.

Bjørn Walseng, NINA, Gaustadallèen 21, N-0349 Oslo
Kurt Jerstad, Jerstad Viltforvaltning, Aurebekkveien 61, N-4516 Mandal

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning.....	7
2 Materiale og metoder	8
2.1 Vassdragsbeskrivelse	8
2.2 Vannføring	9
2.3 Fossekallen	12
3 Resultater	14
3.1 Hekkelokalitet og reirnedbørfelt	14
3.2 Hekkesuksess/vannføring	14
3.3 Visuell observasjon av reirplass ved lav vannføring	16
3.4 Tørkeperioder og hekkesuksess	18
3.5 Vannføring som forklaring til bestandsvariasjoner	19
4 Diskusjon og konklusjon.....	20
5 Referanser.....	22

Forord

I forbindelse med satsing på utbygging av små kraftverk har NVE blant annet fokusert på de miljøkonsekvensene en utbygging vil få. Som et ledd i dette arbeidet var det et ønske å få vurdert vannføringens betydning for hekking hos fossekallen. Arbeidet har vært finansiert av NVE. Ferdigstillelsen av rapporten har vært finansiert gjennom forskningsrådsprosjektet "Miljøeffekter av småskala vannkraft".

Vi vil få takke alle de personer som har bidratt til innsamling av fossekalldata gjennom 35 år. Ikke minst Ole Viggo Røstad som også har holdt orden på de innsamlete data. En takk går også til Anna Nilsson som har stilt resultater til disposisjon og til ansatte i NVE som har vært behjelpelig med vannføringsdata. Sist men ikke minst en stor takk til NVEs Jan Henning L'Abée-Lund for et behagelig samarbeid.

Bjørn Walseng
Februar 2009

1 Innledning

I forbindelse med ny satsing på grønn kraft er det i senere år satt fokus på planlegging og utbygging av små kraftverk. I denne sammenheng har NVE kartlagt småkraftressursene for alle vassdrag i Norge. Basert på et gitt sett av kriterier går det av disse fram hvilke vannfall som kan være økonomisk lønnsomme å bygge ut.

Parallelt har det vært arbeidet med de miljøkonsekvensene en utbygging vil få (L'Abée–Lund 2005, Steel et al. 2007). Pr i dag skal dette ivaretas gjennom en konsekvensutredning som grunnet porsjektenes størrelse er av begrenset omfang (kr 20 000–40 000). Det jobbes derfor parallelt med å styrke denne prosessen (FOU-programmer og forskningrådsprosjektet "Miljøeffekter av småskala vannkraft") som skal rette søkelyset på å ivareta de verdier som kan bli berørt ved en utbygging.

Fossekallen forekommer utelukkende i tilknytning til rennende vann og langs bredden av stillestående vann (Creutz 1966, Haftorn 1971). Selve reirplassen ligger nesten alltid ved stryk eller foss. Den er derfor en art som helt klart vil bli berørt dersom mange av småvassdragene blir utbygd. Den starter normalt hekkingen i lavlandet i mars-april, oftest i forbindelse med snøsmeltingen. Reiret består av en reirskål omgitt av et ytter-reir som er tilpasset å tåle betydelig vannsprut og fuktighet (Walseng 1984). En 5-10 cm lang tunnel fører inn til reirskåla som er beskyttet av ytter-reiret. I mange tilfeller er reiret plassert bak en foss slik at både skjul og fossen i seg selv reduserer sjansene for predasjon. Reiret er oftest plassert slik at det er vann rett under åpningen. "Eskrementpakkene" som ungene slipper ut fra reiret, blir ført bort med vannstrømmen. De etterlater seg derfor ikke synlige spor eller luktspor for eventuelle reirrøvere. Støyen fra fosser og stryk overdøver til en viss grad tiggeropene fra ungene i forbindelse med mating.

Dersom bekken blir lagt i rør ved etablering av et småkraftverk, vil de naturlige fossene og strykene bli mer eller mindre tørrlagte. Det foreligger lite informasjon om effekten av dette for fossekallen. Dels fordi utbyggingen av små vannkraftverk i stor skala er av nyere dato, og dels fordi slike utbygginger tidligere ikke har vært ledsaget av FoU-oppdrag. Som et ledd i arbeidet for å bedre kunnskapen om effekten av utbyggingen av små kraftverk på fossekall var det et ønske å benytte eksisterende datasett på fossekall og koble dette opp mot blant annet vannføringsdata.

Fossekallbestanden i Lyngdalsvassdraget i Vest-Agder har vært undersøkt siden 1975 og overvåket siden 1978 (f.eks Jerstad 2006). I overvåkingen er det registrert alle hekkende par, individbestemt alle hekkefugler og unger, samt registrert hekkesuksess på de drøyt 150 hekkelokalitetene. Overvåkingen har blitt utført for å avdekke effekter av sur nedbør (Jerstad 1991, Nybø & Jerstad 1997), kalking (Walseng upubl.) og etter hvert også blitt benyttet til å beskrive effekter av klimaendringer (Sæther et al. 1999, Nilsson et al. in prep). I tillegg til Lyngdalsvassdraget foreligger det også historiske data for mer enn 500 hekkelokaliteter i nabovassdragene.

I dette prosjektet har vi valgt å bruke fossekalldata fra Lyngdalsvassdraget. Ved å koble disse opp mot vannføringsdata fra samme vassdrag ønsket vi å fokusere på hekkeperioden og se spesifikt på både valg av hekkelokaliteter og hekkesuksess opp mot både reirnedbørfelt og vannføring. Vi har sett nøyer på følgende forhold:

- i) Hekkesuksess i forhold til reirnedbørfeltenes størrelse.
- ii) Hvordan vil lav vannføring oppleves visuelt ved reirplassen?
- iii) Se på enkeltår om det er sammenheng mellom lengre perioder med liten vannføring og hekking/hekkesuksess.
- iv) Teste forskjellige variabler, herunder vannføring, opp mot bestandsvariasjoner mellom år.

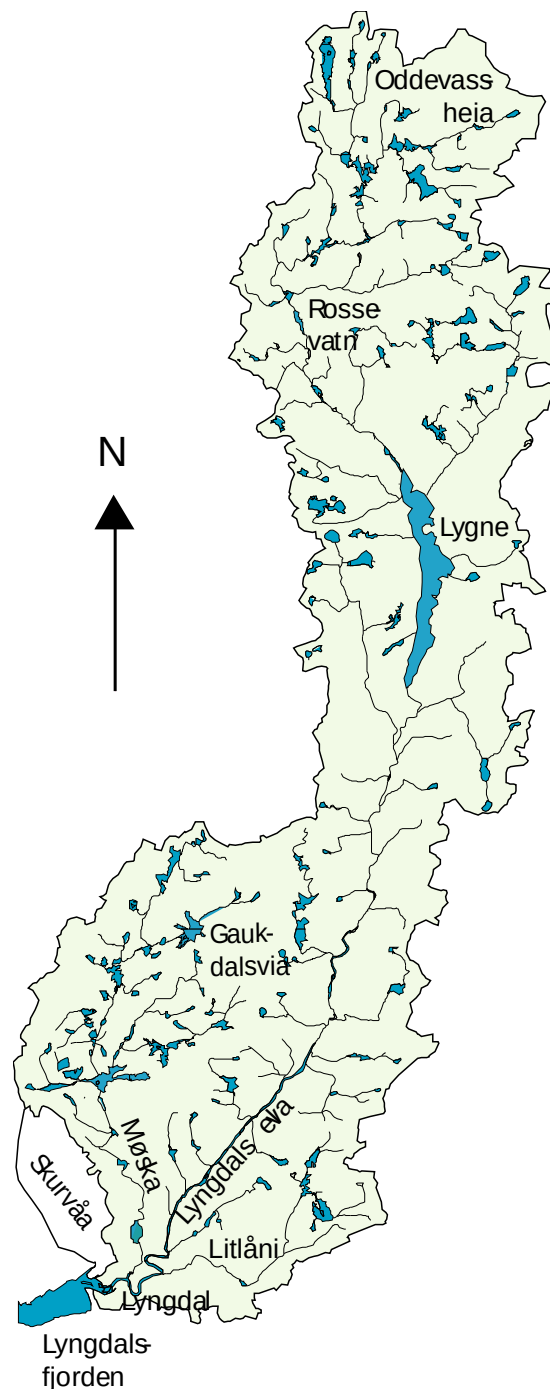
2 Materiale og metoder

2.1 Vassdragsbeskrivelse

Lyngdalsvassdraget har et nedbørfelt på 680 km². Skurvåa med et nedbørfelt på 28 km² og som slutter seg til hovedvassdraget ved deltaet i Lyngdalsfjorden, er i fortsettelsen definert å tilhøre Lyngdalsvassdraget. Fossekallundersøkelsen omfatter også dette nedbørfeltet med data tilbake til midten av 70-tallet.

Møska, som er største sidevassdrag, ligger vest for hovedvassdraget og slutter seg til hovedvassdraget rett før utløpet i havet. Det har et samlet nedbørfelt på 120 km². Møskas nedbørfelt drenerer et felt som ligger lavere enn mye av Lyngdalsvassdragets nedbørfelt. Det meste av heiflaten ligger mellom 200 og 500 m.o.h. Høyeste punkt er Gaukdalsvia, 609 m o.h., som ligger på vannskillet mot den grenen av hovedvassdraget som drenerer Espe-landsvatn. Nedbørfeltet er rikt på mindre vann.

Hovedvassdraget drenerer 560 km², og er karakterisert ved en rekke mindre delnedbørfelt som slutter seg til hovedelva fra både øst og vest. Litlåni i sørøst (ca 35 km²) er et av de største feltene. Sentralt i nedbørfeltet ligger Lygne som er nedbørfeltets største innsjø med et areal på 7,3 km². Den ligger i hovedelva og strekker seg 10 km i nord-sør retning. Arealene sør for Lygne tilhører heiflaten som Møska drenerer, dvs 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 hovedelva følger en sprekkedal. Små bekker renner ned dalsidene til hovedelva fra heiplataet. Disse har et fall på 200-400 meter og har i liten grad gravd seg ned i berggrunnen. Nord for Lygne deler dal-systemet seg opp på heiflaten.



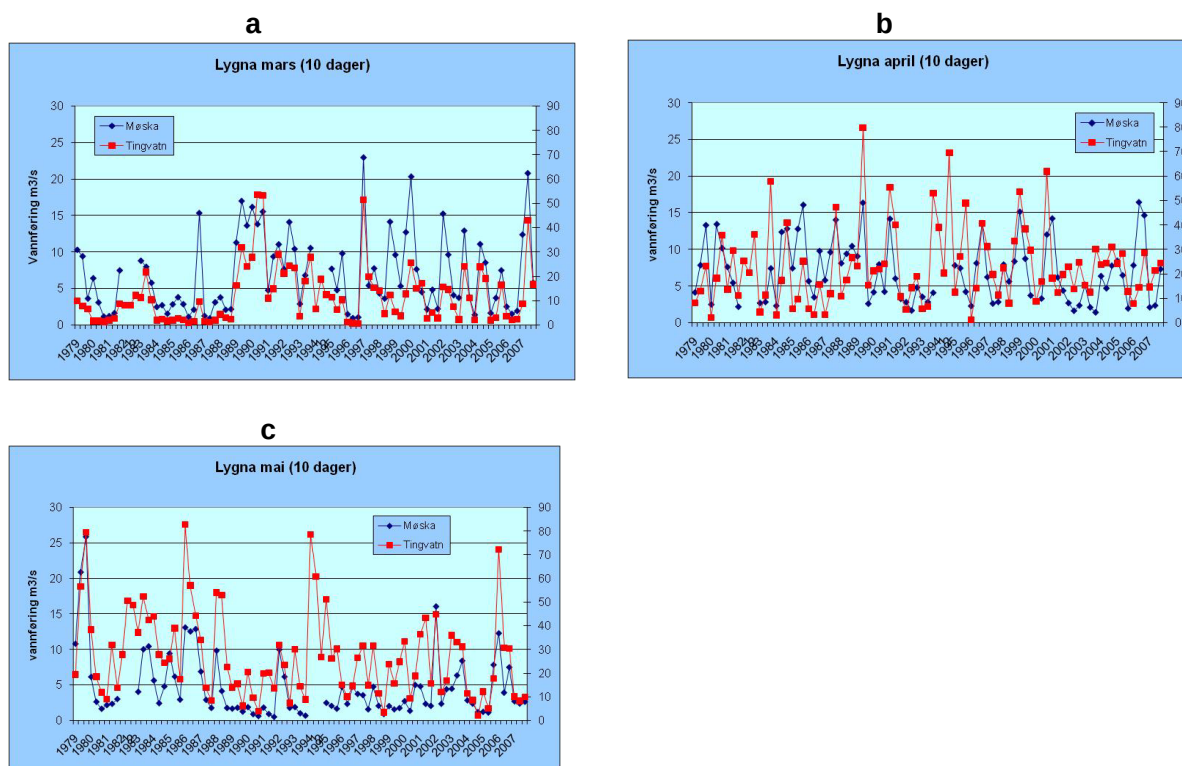
Figur 1. Lyngdalsvassdraget

2.2 Vannføring

Hydrologiske data for Lyngdalsvassdraget er innhentet fra to stasjoner, Møska og Tingvatn. Stasjonen i Møska (stasjonsnr, 24.3.0) ligger 4 m o.h. og nedbørfeltet oppstrøms er beregnet til 119 km². Tingvatn (24.2.01) ligger i hovedvassdraget nedstrøms Lygne, 185 m o.h. og drenerer et nedbørfelt på 266 km². Ved å kombinere de to stasjonene i Lyngdalsvassdraget vil det være mulig å få en god forståelse av dynamikken til vannregimet innen feltet.

I **figur 2** er vist avrenningen for Møska og Tingvatn for mars, april og mai fra 1979 og fram til i dag. Dette faller sammen med fosskallundersøkelsen som startet for fullt i 1978. Perioden mars-mai er valgt da det er i denne perioden at fossekallen bygger reir og produserer avkom. Konsekvenser av tørrlegging til andre tider av året vil ikke bli berørt i denne rapporten.

For lettere å kunne tolke avrenningen ved de to stasjonene er det brukt forskjellig skala på de to aksene. Stasjonen ved Møska var ute av drift i 1982 og 1994.



Figur 2a,b og c. Avrenningen presentert som 10-dagersmiddel ved stasjonene Møska og Tingvatn Lyngdalsvassdraget. Vannføringsdata mangler for Møska 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 2**). 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 m³/s i mars og 6,87 m³/s i april sammenlignet med 4,62 m³/s i mai (**tabell 1**). Vi kan anta at snøsmeltingen er over i mai og at vannføringen da i stor grad er styrt av nedbør. Gjennomsnittlig høyde av nedbørfeltet som blir fanget opp ved den hydrologiske stasjonen er 327 m o.h.

Tabell 1. Vannføring i Møska og Lyngdalsvassdraget (Tingvatn)

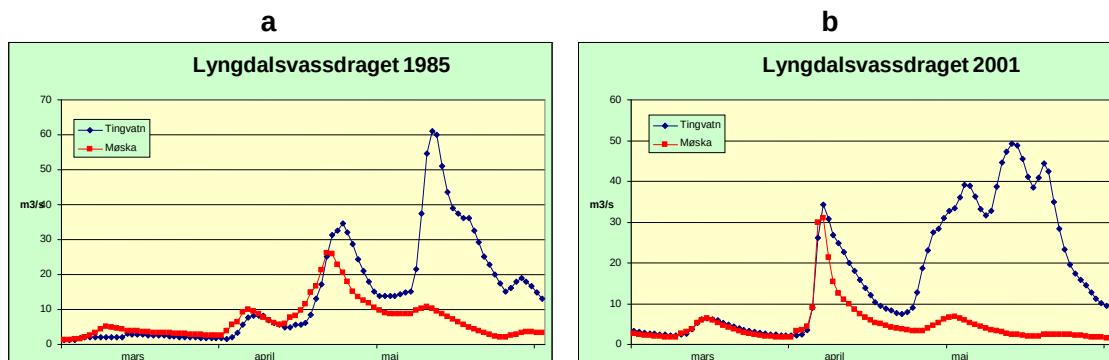
vannføring	Møska			Lygna		
	mars	april	mai	mars	april	mai
minimum (m ³ /s)	0,67	1,06	0,33	0,52	0,64	1,3
maksimum (m ³ /s)	53,96	31,87	39,52	109,91	128,73	128,73
gj.snt. vannføring (m ³ /s)	6,93	6,87	4,62	11,04	21,51	27,15

Størst maks vannføring i Møska i perioden mars-mai har vært registrert i mars (53,96 m³/s) (**figur 2a, tabell 1**) mens minste vannføring er 0,33 m³/s i mai. Til sammenligning kan nevnes at henholdsvis minste og største vannføring registrert i Møska er henholdsvis 0,03 m³/s (august 1984) og 97,93 (desember 1992). Sistnevnte flom ble karakterisert som en 50-års flom. Til sammenligning er en 5-årsflom beregnet til 67 m³/s, mens en normalflom er 56 m³/s. For perioden mars-mai ble dette siste gang registrert i 1979. Vi kan anta bekkene som slutter seg til nedre deler av hovedvassdraget har et vannføringsregime tilsvarende det vi ser i Møska.

I Lyngdalsvassdraget ved Tingvatn er bildet forskjellig fra Møska ved at den gjennomsnittlige avrenningen øker i løpet av de tre månedene fra 11 m³/s i mars til 27 m³/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. Det tilsier at dersom hekkesuksess skal tolkes i lys av vannføring blir en nødt til å vurdere enkeltår.

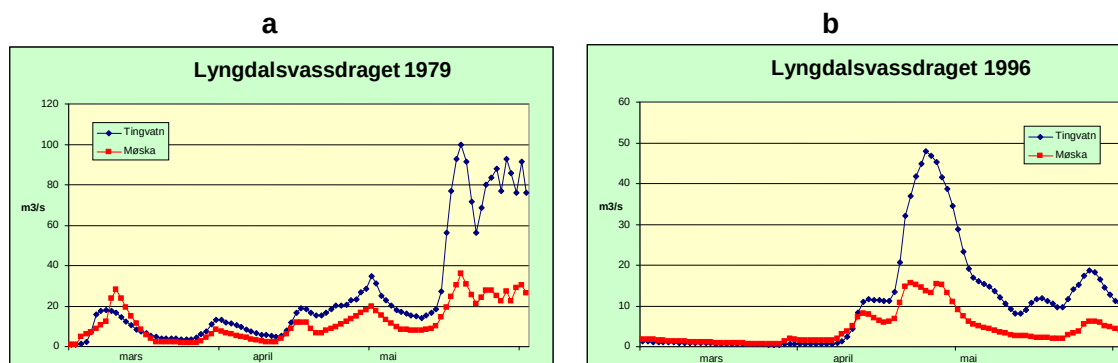
Som i Møska, er størst vannføring ved Tingvatn registrert i desember 1992 med hele 273 m³/s (50-års flom er beregnet 214 m³/s). Til sammenligning er en 5-årsflom beregnet til 146 m³/s og normalflom til 119 m³/s. Laveste vannstand er registrert i september 1976 da løpet i realiteten var tørrlagt med kun 0,03 m³/s.

Vedlegg 1 viser at det er store år til år variasjoner i vannføring (27 år med data fra begge stasjoner). Noen hovedtrender er det likevel mulig å finne. I 10 av årene finner vi to topper i vannføringen ved Tingvatn der den første toppen faller sammen med flomtoppen i Møska. Dette er illustrert med årene 1985 og 2001 (**figur 3a og b**) da det i den første av de to avsmeltningsperiodene gikk like mye vann i Møska som i Lyngdalsvassdraget ved Tingvatn. Den andre toppen i vannføringen er i hovedsak forårsaket av høye temperaturer og snøsmelting i de indre områder. Dette ser vi ved at det er minimal økning i vannføringen i Møska, det vil si at denne flomtoppen ikke er forårsaket av store nedbørmengder. Snøen har på dette tidspunktet forsvunnet i Møska. Årene 1981, 1983, 1989, 1991, 1993, 1984, 1998 og 1999 er også karakterisert ved samme avrenningsregime i perioden mars-mai som vist i **figur 3**. Tidspunktet for de to flomtoppene, samt varighet og størrelse kan variere.



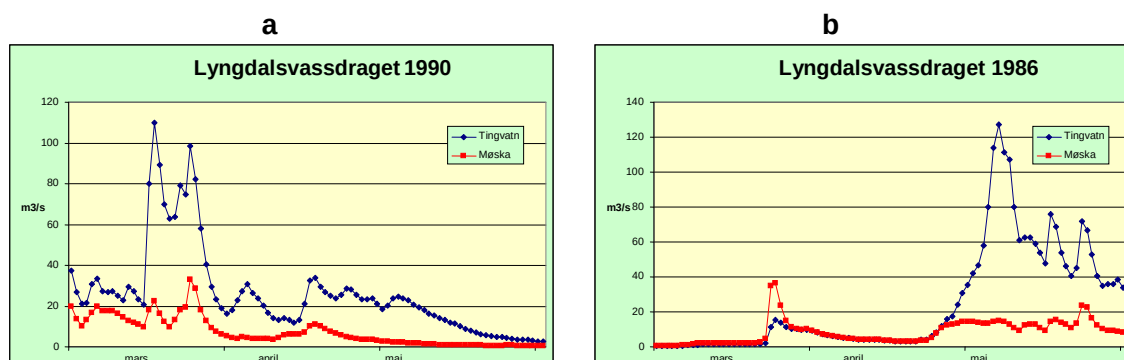
Figur 3a og b. Eksempler på to topper i avrenningsregimet

Fem av sesongene er karakterisert ved kun en stor flomtopp der vannføringen ved Tingvatn er mer enn det dobbelte av den i Møska. Flomtoppen kan enten være styrt av nedbør (**figur 4a**, vannføringskurvene følger hverandre) eller hovedsakelig av snøsmelting, eventuelt i en kombinasjon (**figur 4b**). I det siste tilfellet trekker vannføringstoppen lenger ut i tid og er karakterisert ved at når det meste av snøen er smeltet i Møska avtar vannføringen her.



Figur 4a og b. Eksempler på en topp i avrenningsregimet til samme tid

Toppene i avrenning kan skje til forskjellig tid og **figur 5a og b** viser eksempler på høy vannføring i respektive mars og mai.



Figur 5a og b. Eksempler på en topp i avrenningsregimet til forskjellig tid

Varigheten av perioder med liten vannføring kan tenkes å være viktig for hvorvidt fossekallen skal etablere seg. Siden sjansen for tørrlegging øker ved liten vannføring er det viktig å få kartlagt slike perioder. Her er det naturlig å fokusere på Møska da data herfra også vil representere de mange små lavereliggende delnedbørfeltene til hovedelva. På grunnlag av daglige gjennomsnittstall for vannføring er perioder på minst 10 dager der vannføringen nederst i Møska har vært på $< 2 \text{ m}^3/\text{s}$, valgt ut. Kun månedene mars, april og mai er studert da hekking hos fossekallen skjer i denne perioden. Til sammen forekom det 22 "tørkeperioder" med varighet fra 10 til 37 dager (**tabell 2**). De fleste episodene forekom seint (mai) og konsekvensene blir da forskjellig fra om episoden inntreffer i mars og fram til medio april. Sjansen for at etablering av fossekallen kan ha blitt utsatt/utelukket grunnet tørrlegging er da størst. Året 1996 peker seg spesielt ut. Det var først den 6. april at vannføringen dette året passerte $2 \text{ m}^3/\text{s}$. I løpet av 37 dager, det vil si fra 1. mars til 6. april, var gjennomsnittlig vannføring $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$. I tillegg er det registrert seks perioder med liten vannføring fra 1. mars. Lav vannføring i første halvdel av mars skyldes en kombinasjon av minimal/ingen nedbør samt lave temperaturer. Mot slutten av

mai er det mangel på nedbør som er årsak til liten vannføring da snøen også i de indre områder av feltet er borte.

Tabell 2. Perioder på flere enn 10 dager med vannføring $< 2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ i Møska

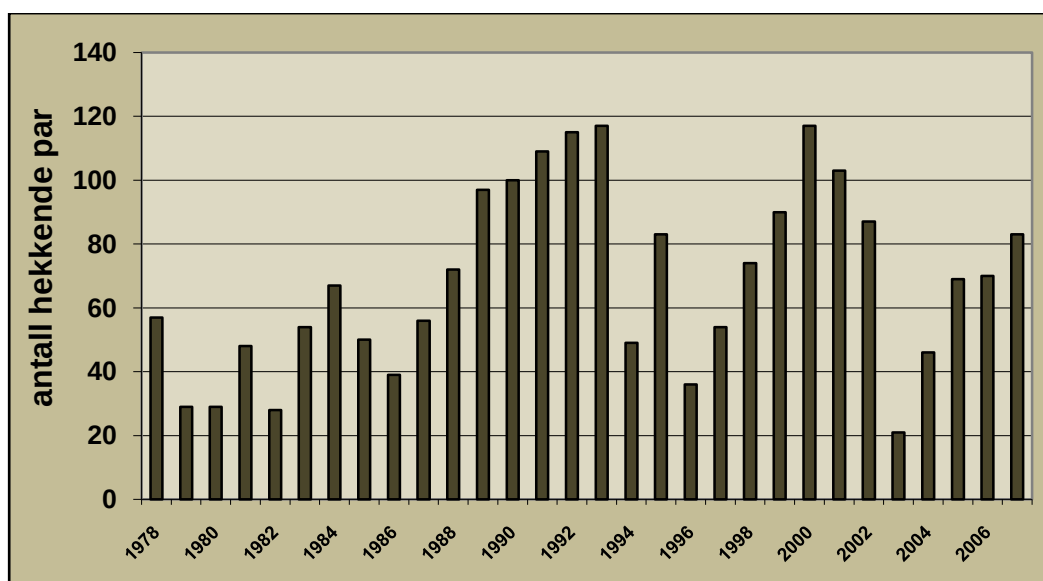
år	fra	til	varighet dager	gj.snt. vannføring m^3/s
1980	20.mar	05.apr	17	1,2
1981	01.mar	21.mar	21	1,4
1984	20.mar	06.apr	18	1,5
1986	01.mai	10.mai	10	1,1
1987	01.mar	27.mar	27	1,1
1988	16.mar	25.mar	10	1,8
1989	03.mai	31.mai	29	1,5
1990	05.mai	31.mai	27	0,7
1991	04.mai	31.mai	28	0,9
1993	04.mai	31.mai	28	1
1995	17.mai	29.mai	13	1,5
1996	01.mar	06.apr	37	1,2
1998	16.mai	31.mai	16	1,1
1999	06.mai	28.mai	23	1,6
2000	09.mai	23.mai	15	1,4
2002	13.apr	27.apr	15	1,5
2003	16.apr	29.apr	14	1,5
2004	01.mar	14.mar	14	1,3
"	18.mai	31.mai	14	1,3
2005	01.mar	10.mar	10	1,6
"	21.apr	19.mai	25	1,2
2006	10.mar	28.mar	19	1,5

2.3 Fossekallen

Bestandsvariasjoner

I Lyngdalsvassdraget er det kjent 159 hekkelokaliteter. I perioden fra 1973 og fram til 2008 er det gjort ca 4650 årlige sjekker på hekkelokaliteter. De første årene (1973-1977) ble et begrenset antall hekkeplasser registrert hvert år, men fra og med 1978 er det vært tilstrebet å registrere alle hekkende par i vassdraget.

Fossekallbestanden svinger kraftig mellom år, og etter kalde vintre kan hekkebestanden reduseres med hele 75 % (**figur 6**). Dette innebærer at hele 90% av fuglene dør fra en sommer til hekkesesongen starter året etter. I milde vintre er overlevelsen høy, og hvis utgangspunktet er en lav bestand, kan størrelsen på hekkebestanden mer enn doble seg på ett år. Hekkesuksess er basert på produksjonen av unger ved den enkelte hekkelokalitet. I tilfeller der det har vært produsert to ungekull samme år ved en hekkelokalitet er hekkesuksess satt lik summen av unger produsert.

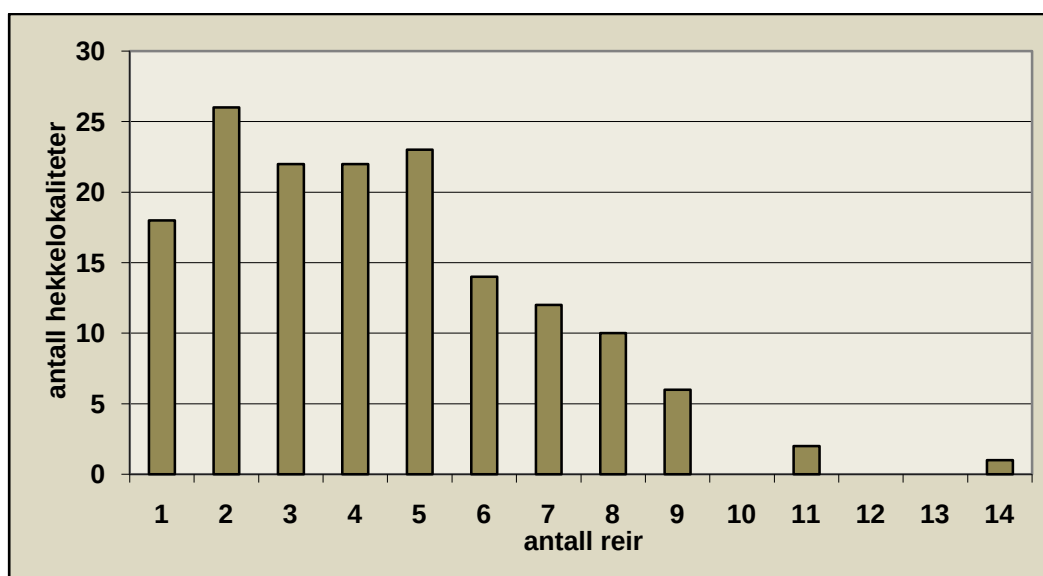


Figur 6. Hekkebestanden av fossekall i Lyngdalsvassdraget 1978-2007.

Reirnedbørfelt

Til sammen var det til og med 2008 registrert 159 hekkelokalteter. Innen hver hekkelokaltet kan antall reirplasser variere fra kun én til hele 14 (**figur 7**). Gjennomsnittlig antall reirplasser er 4,3 pr hekkelokaltet. Definisjonen for en hekkelokaltet er bestemt av hvorvidt en hann har hevdet territoriet mot andre hanner i naboterritoriene. Dersom en bigami-hann har hatt to hekkende hunner og det aldri i perioden 1973-2008 har vært to hanner som har hekket på denne strekningen, er det definert som kun en hekkelokaltet.

For beregning av nedbørfelt har vi tatt utgangspunkt i reiret som har vært brukt flest ganger (hovedreiret). Dersom to reir har vært benyttet like mange ganger har vi lagt til grunn reiret som ble registrert brukt første gang. Oftest ligger reirene innen for en strekning av noen få titalls meter.

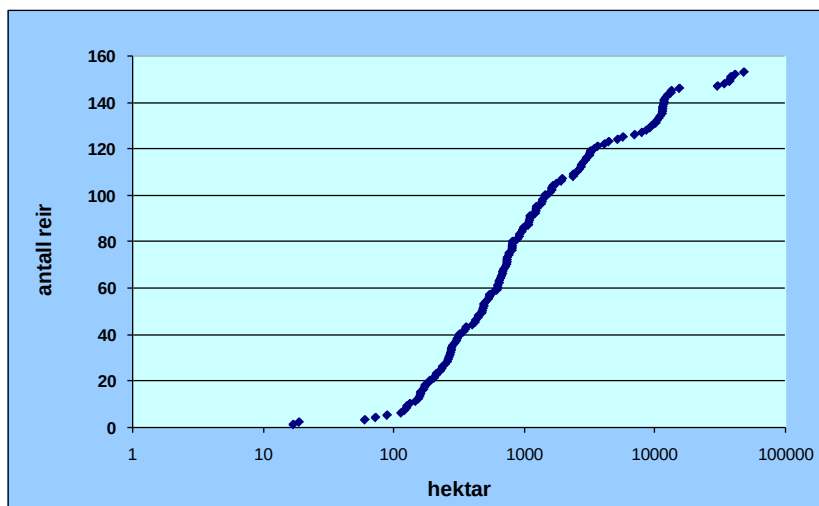


Figur 7. Antall ulike reirplasser registrert ved en hekkelokaltet i Lyngdalsvassdraget 1978-2008.

3 Resultater

3.1 Hekkelokalitet og reirnedbørfelt

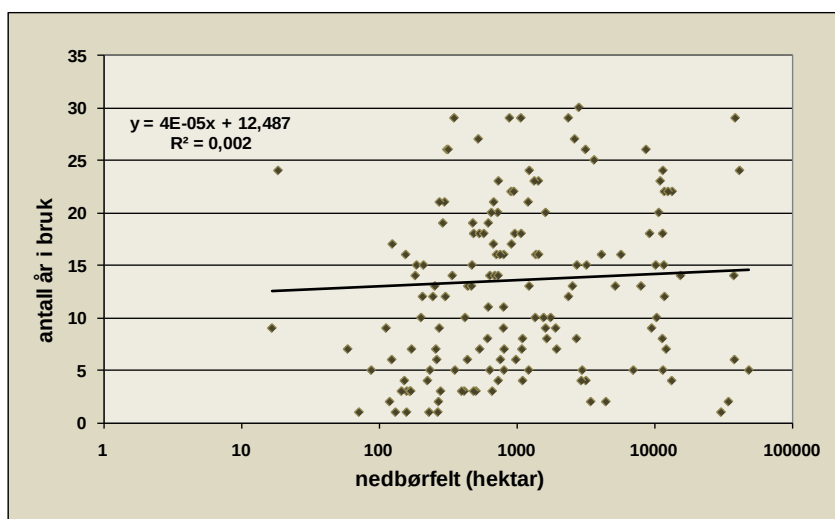
Figur 8 viser at hovedtyngden av hekkelokalitetene er lokalisert til mindre bekker og mer enn halvparten (56 %) er knyttet til bekker med et nedbørfeltareal < 10 km². I fem tilfeller er arealet mindre enn 1 km². Videre var 35 reir (23%) lokalisert i elver/bekker som drenerte et areal 10-50 km². I 23 tilfeller (15%) ble hekkelokalitetene funnet i elver som drenerte >100 km². Disse lå enten i hovedvassdraget eller i nedre del av det største sidevassdraget, Møska (10 lokaliteter).



Figur 8. Reirenes fordeling etter nedbørfeltsareal oppstrøms reiret i Lyngdalsvassdraget 1978-2007.

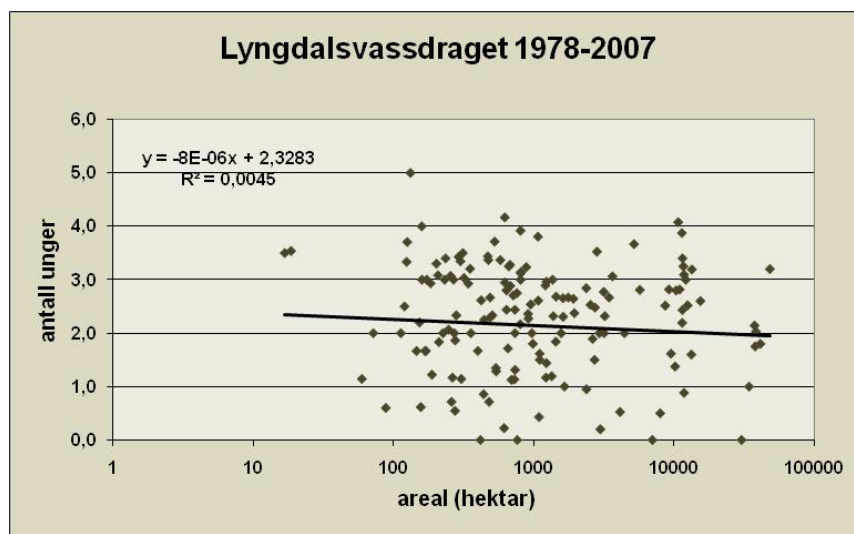
3.2 Hekkesuksess/vannføring

Det er ingen sammenheng mellom nedbørfeltets areal og i hvor mange år hekkelokaliteten er blitt benyttet (**figur 9**).



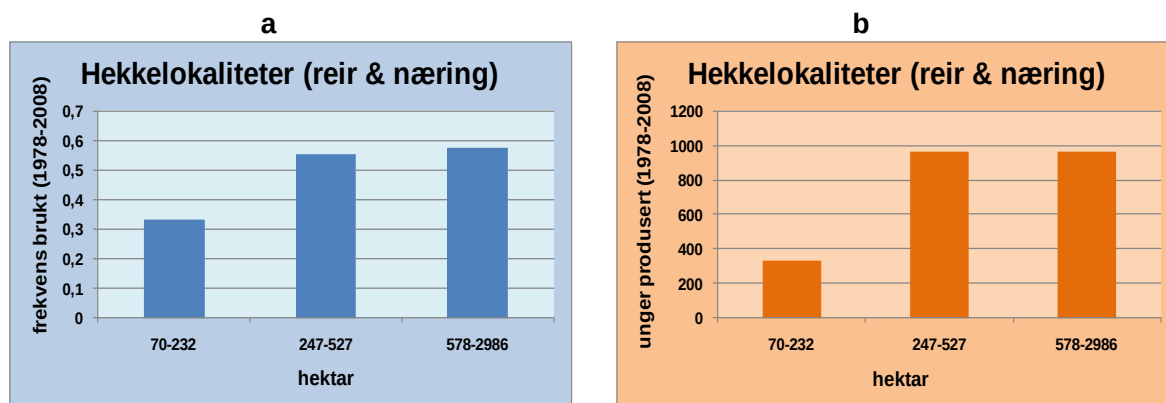
Figur 9. Sammenheng mellom nedbørfeltareal oppstrøms hekkelokalitet og hvor mange år det har vært gjort hekkeforsøk i Lyngdalsvassdraget 1978-2007.

Gjennomsnittlig hekkesuksess for perioden 1978-2007 har vært 2,4 unger pr hekkforsøk. Det viste seg ikke å være noen sammenheng mellom nedbørfeltareal (oppstrøms hekkelokalitet) og antall unger som er produsert (**figur 10**).



Figur 10. Sammenheng mellom nedbørfeltareal oppstrøms hekkelokalitet og gjennomsnittlig ungeproduksjon

Vi har også sett kun på hekkelokaliteter som ivaretar fossefallens krav både til reirplass og tilgang til næring. Vi kan skille mellom to typer av hekkelokaliteter avhengig av om bekken der reiret er lokalisert ivaretar både behovet for reirplass og næringssøk, eller om næringssøk skjer i nedenforliggende større vassdrag. Vi ekskluderte alle hekkelokaliteter der fuglen hadde tilgang til større elv med hensyn til å finne mat (disse kommer bedre ut på alle områder) og satt igjen med 54 lokaliteter. Da disse i fortsettelsen ble vurdert etter nedbørfeltets størrelse, kom reirene som tilhørte de minste feltene dårligere ut enn resten, både med hensyn til gjennomsnittlig frekvens bruk (**figur 11a**, her er det brukt frekvens fra det året det ble oppdaget) og unger produsert over år (**figur 11b**). Med få unntak snakker vi her om hekkelokaliteter som brukes i år med mange hekkende par og der de mest "attraktive" lokalitetene er opptatt. I figuren er hekkelokalitetene av praktiske årsaker delt på tre like store grupper etter reirnedbørfeltens størrelse (n=18).



Figur 11. Frekvens bruk (a) og unger produsert (b) i relasjon til nedbørfeltets størrelse.

3.3 Visuell observasjon av reirplass ved lav vannføring

For å få et inntrykk av hvordan det ser ut ved hekkelokalitetene ved lav vannføring, ble 20 hekkelokaliteter besøkt 15. og 16. mai 2008. I forkant av besøket var vannstanden i Møska på vei ned, og i løpet av befaringen gikk den ned fra $1,8 \text{ m}^3$ til $1,5 \text{ m}^3$ dvs godt under 25%-persentilen.

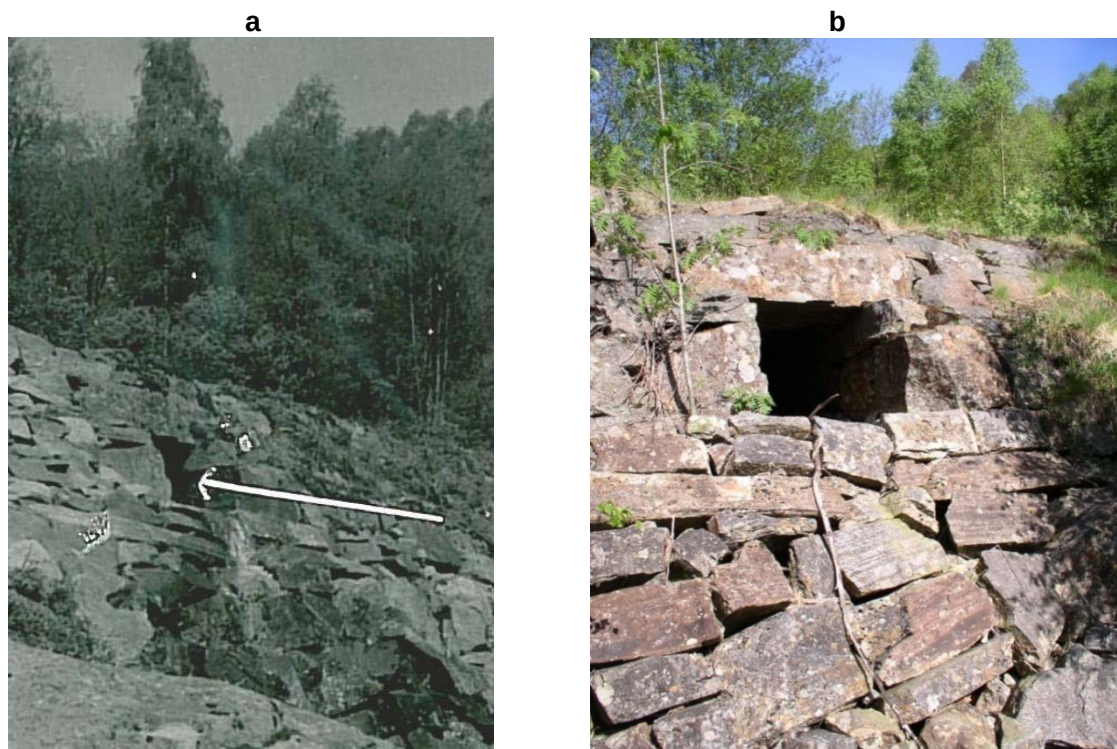
Hvordan den lave vannføringen ga seg utslag visuelt, varierte fra reirplass til reirplass og kan grovt deles i tre kategorier:

- i) total tørrlegging av reirplass
- ii) visuell tørrlegging
- iii) "kanalisert vannføring"

I fortsettelsen er det gitt noen eksempler.

Total tørrlegging av reirplass.

Kombinasjon av et lite nedbørfelt og en lengre tørkeperiode vil øke sjansen for tørrlegging av en hekkelokalitet. Åtland er ei stikkrenna hvor fossekallen hekket i 1978 og 1979 (**figur 12**). Nedbørfeltet er det minste (ca $0,5 \text{ km}^2$) der fossekallen har hekket. **Figur 12b** viser at det ikke kom noe vann ut av stikkrenna ved vannføringen som var 15. mai.



Figur 12. Stikkrenna ved Åtland i 1978 (a) og i 2008 (b).

Til sammen ni forskjellige reirplasser er blitt benyttet ved denne hekkelokaliteten. Med unntak av stikkrenna (**figur 12**) ligger de øvrige i hovedelva (Møska) som drenerer et areal på 107 km^2 . Stikkrenna gir godt skjul for reiret, men for at fossekallen skal etablere seg her er det trolig en forutsetning at det renner vann i stikkrenna.

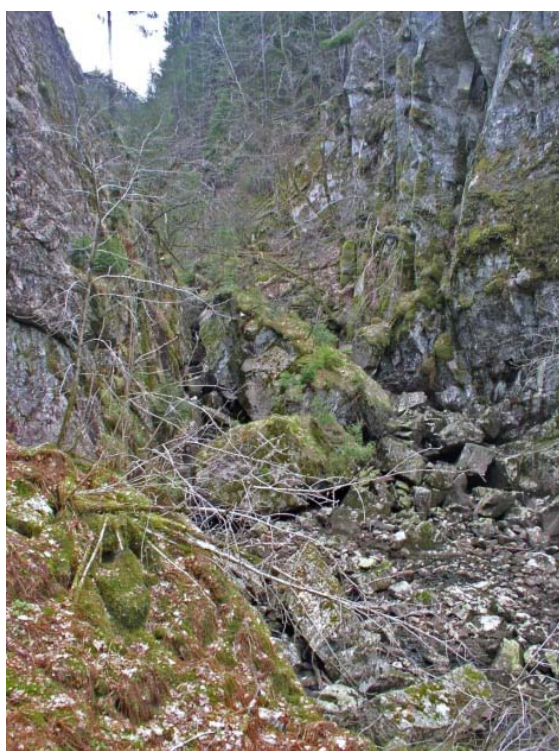
Figur 12a, viser at situasjonen i 1978 var annerledes. Dessverre foreligger det ikke vannføringsdata fra dette året men bildet viser at det rant vann gjennomstikkrenna. Året etter, det vil si det siste året fossekallen hekket her, ble det før eggleggingstart, dvs 1.mai, registrert at vannføringen var tett oppunder 20 m³ i Møska. Det er nærliggende å konkludere med at den for årstiden store vannføringen i 1978 og 1979, var grunnen til at stikkrenna ble benyttet disse årene.

Visuell tørrlegging.

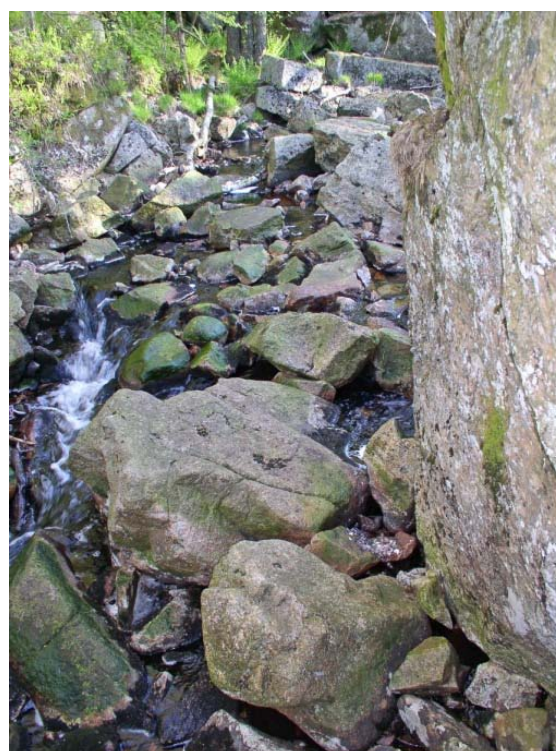
Det kan skilles mellom to former for visuell tørrlegging.

I) Bekken består av grove steiner slik at når vannføringen blir tilstrekkelig lav, vil vannspeilet ikke lenger være synlig. Lyden av vann kan imidlertid høres godt. Et godt eksempel på dette er Kleivan. Her stod et nytt småkraftverk ferdig våren 2008, og **figur 13** viser elva ved reiret under minste vannføring i april. Elva hørtes godt, men var ikke synlig. Elvebunnen der reiret lå, var dekket av store blokker. Ved befaringen i 2007 var steinen omkranset av hvite strykpartier.

II) Mer vanlig er situasjonen at reiret ligger i den delen av elvetverrsnittet der vannføringen er minst. Ved redusert vannføring vil derfor området rundt reiret bli tørrlagt først mens vannet renner i det vi kan kalle "hovedløpet". Sanddalen er et eksempel (**figur 14**) der reiret lå på en stor stein og var blitt bygd ved en større vannføring enn vi registrerte 15. mai. Grønnalger på de tørrlagte steinene vitnet om at vannet hadde gått høyere for ikke lenge siden. Under reiret kunne skimtes ekskrementer som ved større vannføring ville ha blitt ført bort med elvevannet. Reiret var ikke røvet da bildet ble tatt.



Figur 13. Kleivan etter utbygging. Vannspeilet er skjult av store steinblokker.



Figur 14. Sanddalen

"Kanalisert vannføring"

Hit hører de hekkelokalitetene som fortsatt kan være attraktive selv ved liten vannføring. Dette skyldes ene og alene at den vannføringen som går i elva, blir kanalisert forbi en potensiell reirplass. **Figur 15** viser Li ved liten vannføring. Vannet renner over steinene og danner tross liten vannføring en liten foss som fossekallen må fly rundt for å komme til reiret.



Figur 15. Li i midten av mai. Reiret ligger bak fossen.

3.4 Tørkeperioder og hekkesuksess

For å ha en formening om hva som skjer ved lav vannføring under naturlige forhold, ble vannføringen i Møska tilbake til og med 1979 kartlagt for å finne år der tørkeperioder kan antas å ha påvirket hekkingen (**tabell 3**). Det ble påvist 11 episoder i perioden mars-april som hadde en vannføring $< 2 \text{ m}^3/\text{s}$ og med varighet varierende fra 10 til 37 dager. Perioden primo mars til medio april ble valgt for å være i forkant av eggleggingsfasen. Året 1996 skilte seg ut ved at vannføringen først den 6. april passerte $2 \text{ m}^3/\text{s}$. I en periode som strakk seg over 37 dager var gjennomsnittlig vannføring $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabell 3. Perioder på over 10 dager med vannføring $< 2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ i Møska.

år	fra	til	varighet dager	gj.snt. vannføring m^3/s	hekkebest.	hekkebest. neste år
1980	20.mar	05.apr	17	1,2	29	48
1981	01.mar	21.mar	21	1,4	48	28
1984	20.mar	06.apr	18	1,5	67	50
1987	01.mar	27.mar	27	1,1	56	72
1988	16.mar	25.mar	10	1,8	72	97
1996	01.mar	06.apr	37	1,2	36	54
2002	13.apr	27.apr	15	1,5	87	21
2003	16.apr	29.apr	14	1,5	21	46
2004	01.mar	14.mar	14	1,3	46	69
2005	01.mar	10.mar	10	1,6	69	70
2006	10.mar	28.mar	19	1,5	70	83

3.5 Vannføring som forklaring til bestandsvariasjoner

Hekkepopulasjonen hos fossefall har blitt testet opp mot variabler som antas å være viktige for overlevelse, heriblant vannføringen (Tingvatn og Møska) (Nilsson et al. in prep). Resultatene viste en høyst signifikant sammenheng mellom antall hekkende par og NAO-indeksen ($F=16,41$, $P=0,0004$). Det var også en økning i størrelsen på hekkepopulasjonen i samme periode. Sammenhengen med NAO-indeksen er slik at når "trykkdifferansen" i NAO er høy i løpet av vinteren, dvs vinteren er varm og våt, så overlever mer fossefall.

En PCA-analyse ble benyttet for å vurdere hvilke variabler som har bidratt sterkest til bestandssvingningene hos fossefallet i Lyngdalsvassdraget siden 1978. Det viste seg å være en sterk korrelasjon mellom 1-akse og periode med islegging (0,400), midlere vintertemperatur (0,488), nedbør (0,425) og laveste vintertemperatur (0,425). Alle disse variablene samvarierer med NAO-indeksen og er viktige for overlevelse. Det samme var tilfelle med vannføringen i Lyngdalselva ved Tingvatn som også bidrar til forklaringen langs 1-aksen (0,209). Vannføringen i Møska var korrelert med 2-aksen (-0,845).

Sagt på en enklere måte kan vi konkludere med at vintertemperatur, reflektert gjennom flere variable, er viktigst med hensyn til å forklare svingningene i hekkebestanden.

4 Diskusjon og konklusjon

Å koble naturlige vannføringsdata opp mot hekkesuksess for å kunne prediktere en "minste-vannføring" for fossekallen, viste seg å være en komplisert tilnærming av flere grunner. For det første vil en redusert vannføring gi høyst forskjellig utslag avhengig av bekkens utforming. I tillegg er det flere faktorer som ligger til grunn for fossekallens valg av en hekkelokalitet og som komplisere bildet. Dessuten er overføringsverdien fra det som skjer ved en hekkelokalitet med naturlig liten vannføring og til situasjonen i en større elv gitt samme vannføring, trolig liten. En generalisering med hensyn til hvor stor vannføring som kreves for at fossekallen skal hekke, er det med andre ord ikke mulig å komme med.

Gjennom ulike tilnærminger er det vist at vannføring betyr noe for bestandsvariasjonene hos fossekallen, men samvariasjonen med andre variable som vintertemperaturer, islegging etc kompliserer bildet. I to faser av fossekallens "årssyklus" er vannføringen spesielt viktig; i) for at den skal etablere seg og bygge reir, ii) i ungetiden med tanke på at ungenes ekskrementer skal bli skylt bort og at tiggerropene i forbindelse med mating ikke skal bli hørt.

En tilnærming som ville kunne belyse problemstillingen, var muligheten av å få dokumentert hvordan det ser ut ved reiret ved en sterkt redusert vannføring. En tørkeperiode i siste del av april og som vedvarte utover i mai 2008 muliggjorde denne tilnærmingen. I forkant av besøket i midten av mai dette året var vannstanden i Møska på vei ned og godt under 25%-persentilen. I hvilken grad redusert vannføring gir seg utslag på reirplassen visuelt, varierer fra reirplass til reirplass, og kan grovt grupperes til tre scenarioer; total tørrlegging av hekkelokaliteten, visuell tørrlegging og kanalisert vannføring.

Ved en av reirplassene som var helt tørrlagt under befaringen i 2008, har det kun vært hekket i 1978 og 1979 og aldri seinere. Før eggleggingstart i 1979 var vannføringen i Møska ca 20 m³. Dette var ca 15x vannføringen som i 2008 da stikkrenna ga inntrykk av å være tørrlagt. Året 1979 var et bunnår med hensyn til antall hekkende fugl. Det er derfor naturlig å konkludere med at denne hekkelokaliteten er attraktiv dersom vannføringen er tilstrekkelig stor. Begge årene fossekallen hadde reir i stikkrenna var hekking vellykket. Betydningen av rennende vann for at fossekallen skal hekke bekreftes av eksempler fra hekkelokaliteter som er tørrlagt etter utbygging av småkraftverk, og der fossekallen har sluttet å hekke (upubliserte data).

I mange tilfelle ble det som kan betegnes som "visuell tørrlegging" av reirplassen registrert. Dette skyldtes enten at bekken består av grove steiner slik at når vannføringen er tilstrekkelig lav er vannspeilet ikke lenger synlig, eller at reiret ligger i den delen av elvetverrsnittet der vannføringen er minst. Ved redusert vannføring vil derfor området rundt reiret bli tørrlagt. I tilfellene der tørrlegging rundt reirene har skjedd i etableringsfasen, vil fossekallen ikke starte hekking. Når tørrlegging inntreffer på et seinere tidspunkt, vil dette øke sjansen for at reiret blir røvet. "Eskrementpakkene" som ungene slipper ut fra reiret, og som vanligvis blir ført bort med vannstrømmen, blir liggende synlig på en stein og vil være et signal til en potensiell reirrøver. Fraværet av støyen fra fosser og stryk som normalt skal overdøve tiggerropene fra ungene i forbindelse med mating, vil ytterligere øke sjansen for at reiret blir røvet.

Det siste scenarioet ved en redusert vannføring er at vannføringen som går i elva blir kanalisert forbi en potensiell reirplass. Vi så eksempler på dette og slike alternative reirplasser kan være aktuelle selv ved redusert vannføring. Vi forutsetter at forholdene med hensyn til næring er inntakt.

For perioden 1978-2008 har vi for et upåvirket system vist at reir i respektive små og store nedbørfeltet blir brukt like frekvent og at de produserer i snitt like mange unger. Sagt på en annen måte vil dette si at reir i små bekker med stor sjanse for å tørke ut, blir benyttet i like stor grad som reir som ligger i de store elvene og som er sikret vannføring gjennom hele hekkesongen. Med små nedbørfelt snakker vi her om bekker som drenerer et areal < 10km².

Interessant er forskjellen avhengig av om hekkelokaliteten ligger i en bekk som tilfredsstiller kravet til både reirplass og næringssøk eller om territoriet også inkluderer en større elv (nedstrøms) til næringssøk. Hekkelokaliteter som tilfredsstiller kravet til både reirplass og næringssøk ligger ofte på heiplataet og i indre deler av nedbørfeltet og er kun brukt i år med mange hekkende par. Disse lokalitetene er vanligvis dekket av snø når fossekallen etablerer seg i nedre del av vassdraget. Det kan også stilles spørsmålsteget ved om produksjonen av større byttedyr i de minste bekkene er stor nok til at ungene skal få nok mat.

Territorier som også inkluderer en større elv (nedstrøms) til næringssøk, viser seg å være mer vellykket enn gjennomsnittet. Disse reirene ligger i sidebekkene til hovedelva og innfrir kravene som karakteriserer en optimal hekkelokalitet. Her finner fossekallen oftest godt skjul for reiret som ofte blir lagt bak en liten foss samtidig med at fuglene hevder territorium i hovedelva der den finner næring. Et problem kan være uttørking i ungeperioden noe som øker sjansen for at reiret blir røvet. De reirene som er mest frekvent brukt og som også produserer mest unger, hører til denne kategorien.

Det er ingen sammenheng mellom bestandsutviklingen hos fossekallen og år med lengre tørkeperioder under hekkesesongen (**tabell 3**). I år der det har vært perioder med liten vannføring i perioden mars-april, har vi hatt både oppgang og tilbakegang i hekkebestanden. I 1996 da det var en gjennomsnittlig vannføring på 1,2 m³/s i perioden 1. mars- 6. april ble det notert en oppgang i hekkebestand året etter. Upubliserte data tyder imidlertid på sein hekkestart dette året.

I diskusjonen om fossekall og småkraftverk har det så langt vært mye fokus på tapet av reirplass ved en eventuell tørrlegging. Vi mener imidlertid at tilgangen på bunndyr og da helst større byttedyr (vårfluelarver, øyestikkerlarver, tovingelarver, fiskeyngel etc) i ungeperioden er like viktig. De første dagene etter at ungene er klekt holder det å fore med mindre dyr som stein- og døgnfluelarver, men etter som ungene blir større blir også større byttedyr viktig. Er det god tilgang på næring har vi erfart at fossekallen kan hekke i reir som ikke synes optimale (dårlig skjult). I tillegg til reirplass og mattilgang er det også viktig at reiråpningen alltid rettes slik at ekskrementene fra ungene forsvinner i vannstrømmen under reiret og ikke lander på tørt land og blir et signal til potensielle reirrøvere.

I denne rapporten er valg av reirplasser i relasjon til vannføring blitt vurdert. Det er derfor ikke vurdert andre faktorer som kan være viktige i forhold til mulig hekking. Her kan nevnes konsekvenser av at periodevis tørrlegging av elveløp (raske vannstandsendringer) vil kunne påvirke fossekallens byttedyr (vårfluer, døgnfluer, steinfluer etc). Overnattingsplasser og myteplasser kan også påvirkes av liten vannføring, blant annet gjennom økt predasjonen grunnet lettere tilgang.

Konklusjonen blir at det å koble vannføringsdata opp mot hekkesuksess for å kunne prediktere en "minstevannføring" for fossekallen er vanskelig. En viktig grunn til dette er at redusert vannføring visuelt vil gi seg høyst forskjellig utslag avhengig av bekkens utforming. Overføringsverdien fra det som skjer ved en hekkelokalitet med naturlig liten vannføring og til situasjonen i en større elv gitt samme vannføring er liten. En generalisering med hensyn til hvor stor vannføring som kreves for at fossekallen skal hekke, ser vi derfor som svært vanskelig. Hver hekkelokalitet som blir berørt, bør vurderes isolert.

5 Referanser

Creutz, G. 1966. Die Wasserramsel (*Cinclus cinclus*), Die neue Brehm-Bücherei, 364, Wittenberg Lutherstadt. 140s.

Haftorn, S. 1971. Norges fugler. Universitetsforlaget, Oslo. 862 s.

Jerstad, K. 1991. Studier av sur nedbørs effekter på fossefall-populasjonen i Lyngdalsvassdraget. Rapport 3-1991. Fylkesmannen i Vest-Agder. Miljøvernavdelingen.

Jerstad, K. 2006. Overvåking av fossefall. S 95-97. i Direktoratet for naturforvaltning (red.). Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter i 2005. Notat 2006-1, Direktoratet for naturforvaltning. 271 s.

L`Abée Lund, J. H. 2005. Miljøeffekter av små kraftverk - erfaringer fra Telemark og Rogaland. NVE, rapport 3-2005. 78 s.

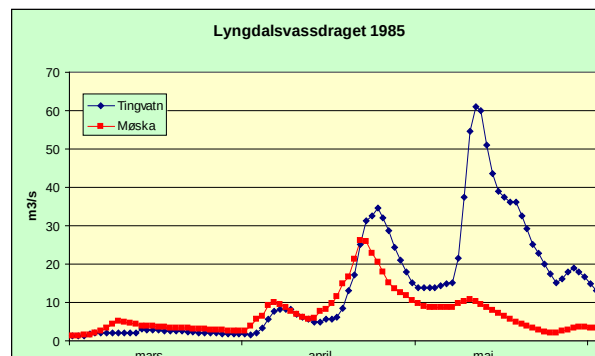
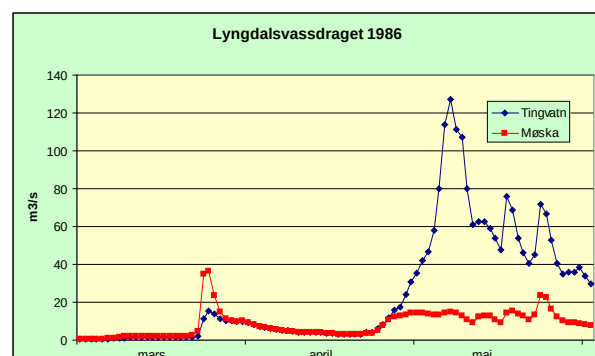
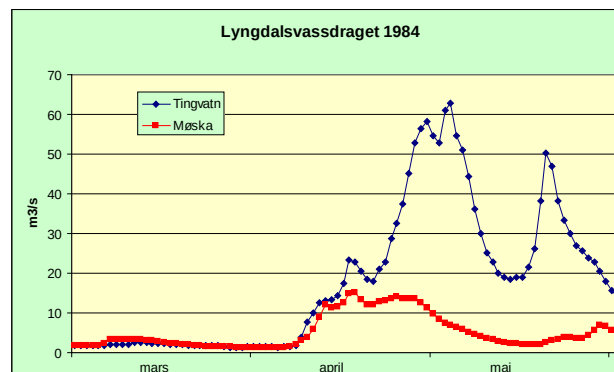
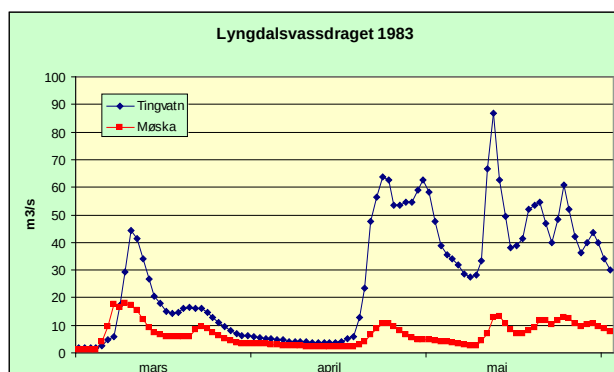
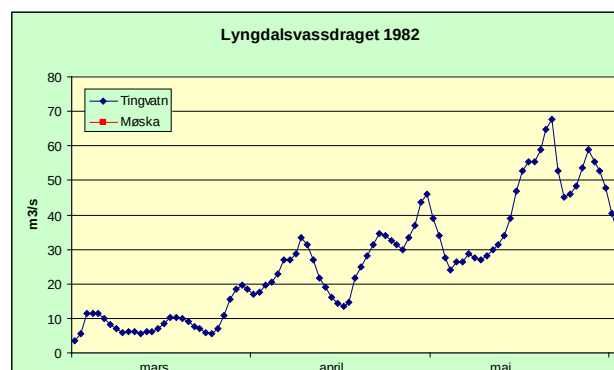
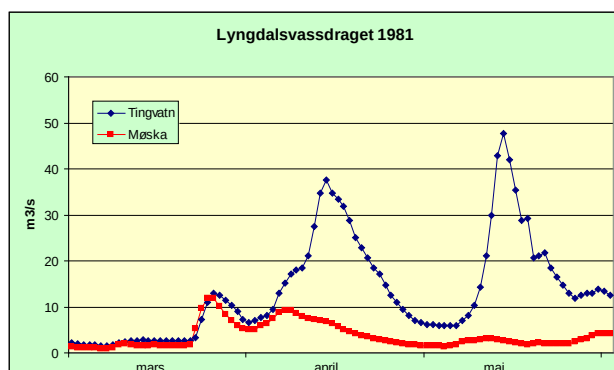
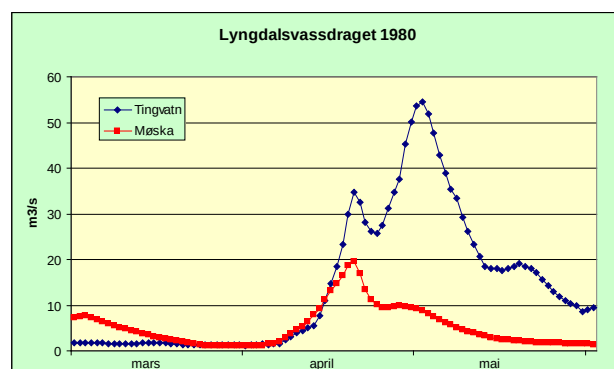
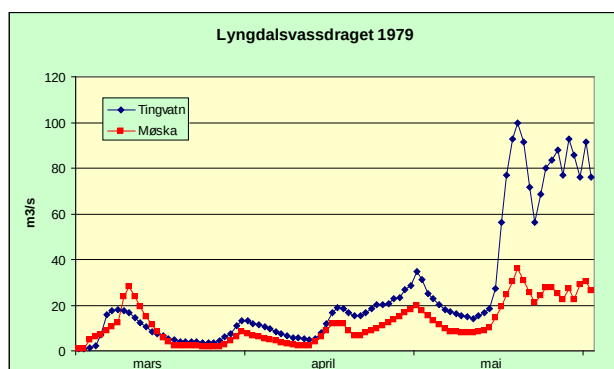
Nilsson, A.L.K., Knudsen, E., Jerstad, K., Røstad, O.W., Walseng, B., Slagsvold, T. & N.C. Stenseth. 2009. Climate effects on long-term population dynamics of the dipper. In prep.

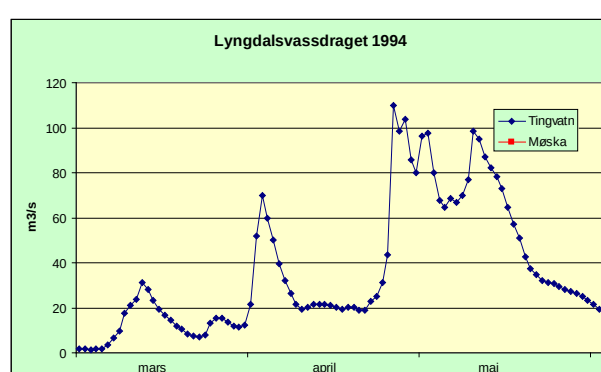
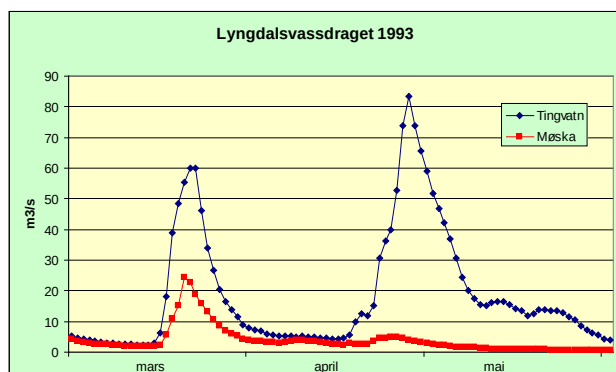
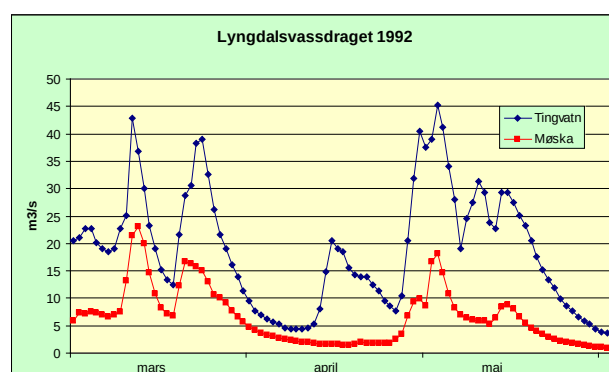
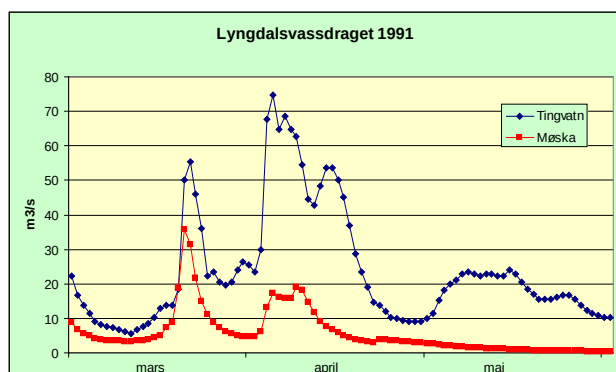
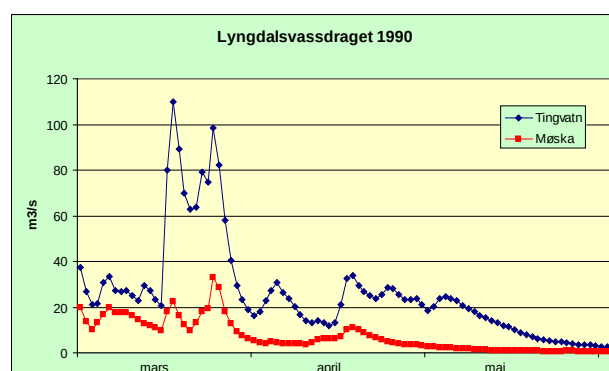
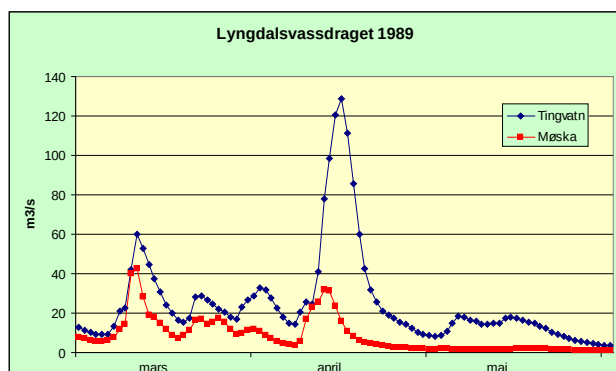
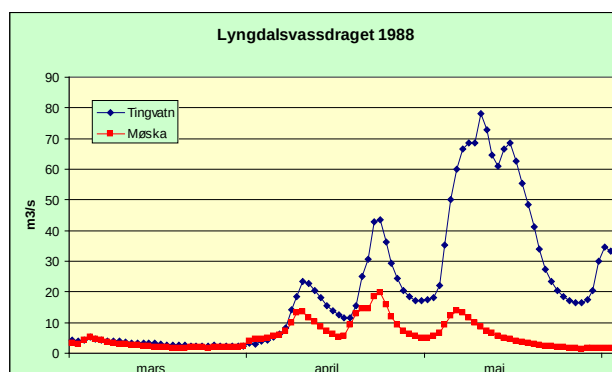
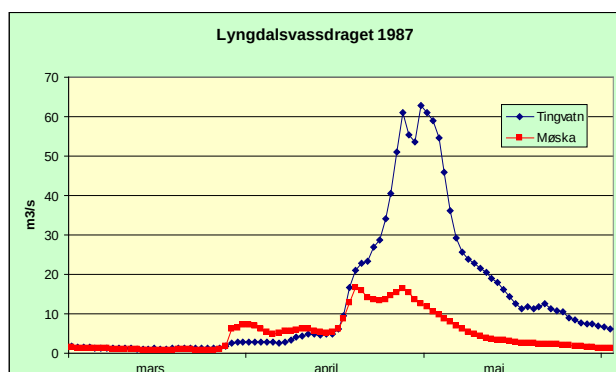
Nybø, S. & K. Jerstad. 1997. Fossefallet; hva vet vi om virkninger av sur nedbør, kalking og miljøgifter? Rapp. 1997-8. Direktoratet for naturforvaltning.

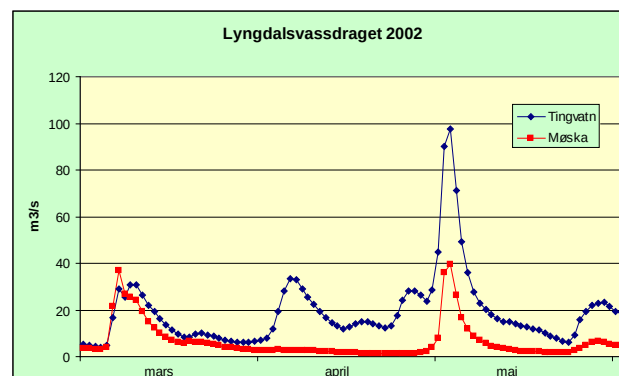
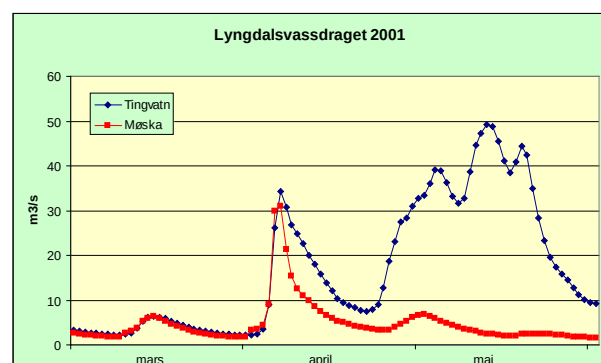
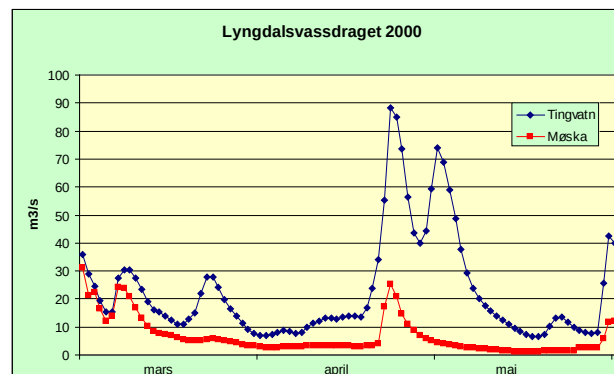
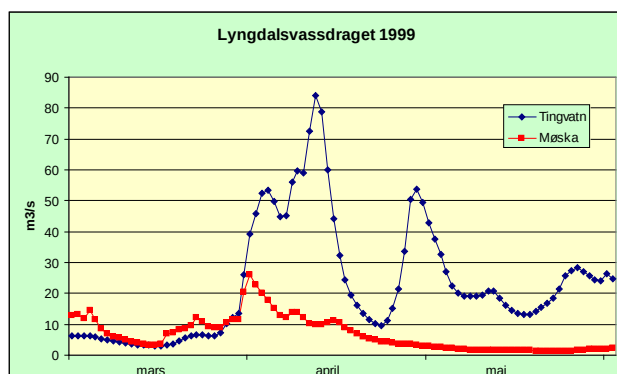
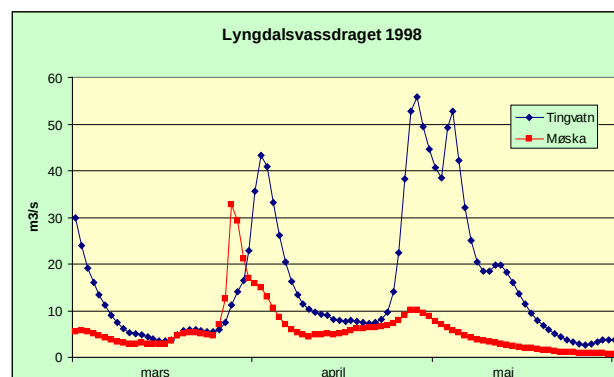
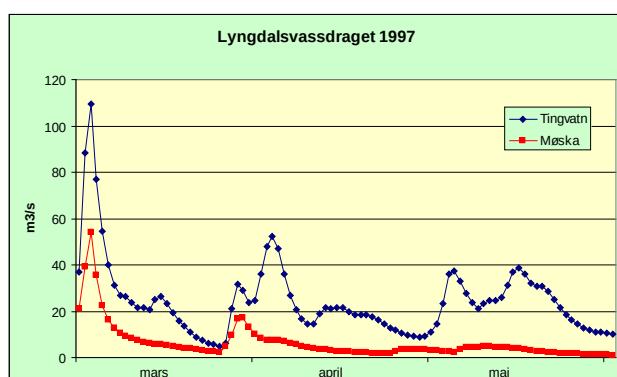
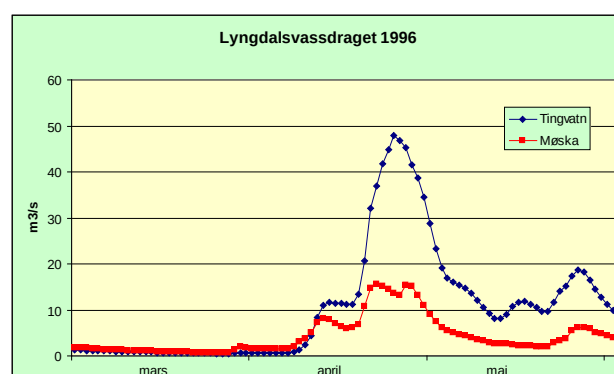
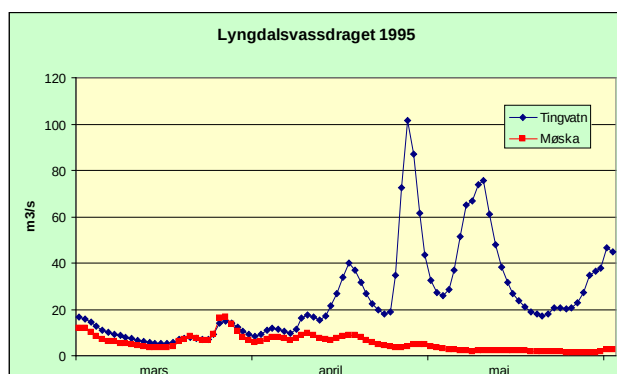
Steel, C., R. Bengtson, K. Jerstad, A.K. Narmo & T. Øigarden 2007. Små kraftverk og fossefall. NOF-rapport 3-2007.xx s.

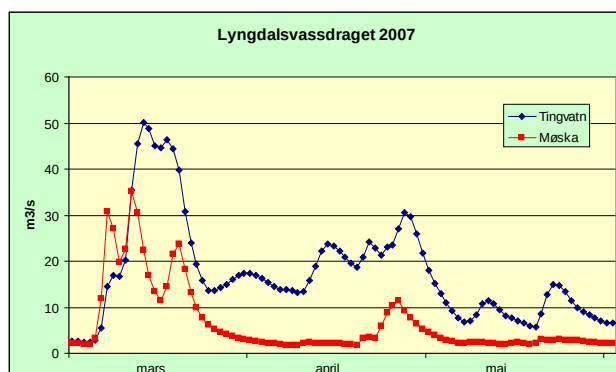
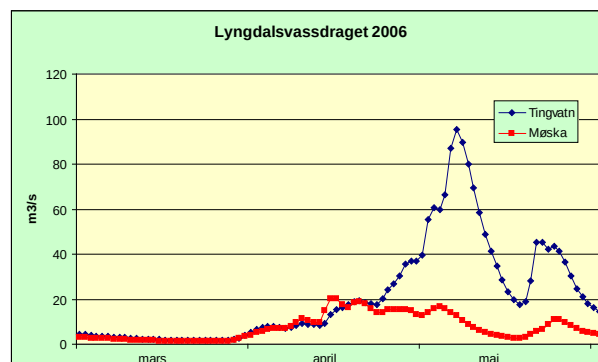
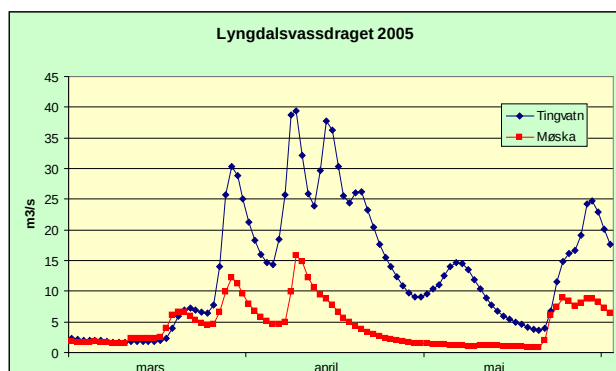
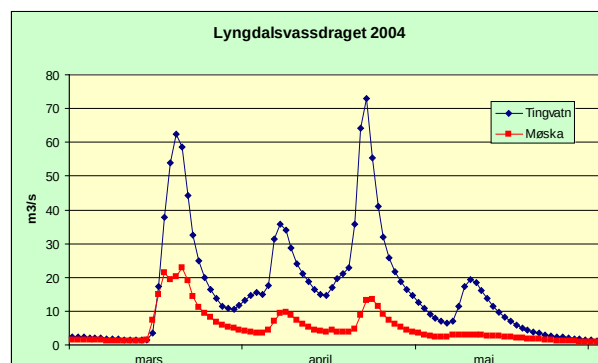
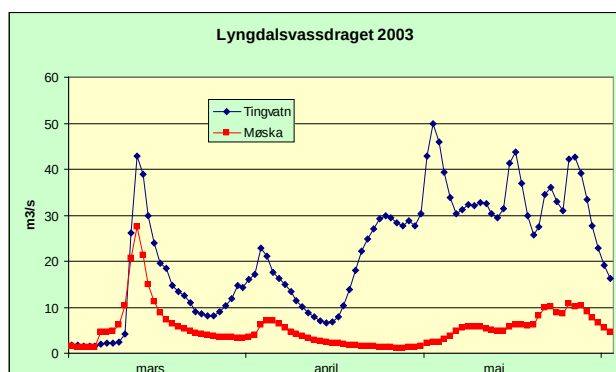
Sæther, B.-E., Tufto, J., Engen, S., Jerstad, K., Røstad, O.W. & J.E. Skåtán 2000. Population dynamical consequences of climate change for a small temperate songbird. Science 287: 854-856.

Walseng, B. 1984. Reirplassering og hekkesuksess hos fossefall (*Cinclus cinclus*) i Lyngdalsvassdraget. Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi, Univ. Oslo. 94 s.

Vedlegg 1. Vannføringsdata for de enkelte år







NINA Rapport 453

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2021-7



Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

www.nina.no