



## **Atferli ungahópa hjá nokkrum andartegundum**

Rán Þórarinsdóttir



**Líf- og umhverfisví sindadeild  
Háskóli Íslands  
2011**



# **Atferli ungahópa hjá nokkrum andartegundum**

Rán Þórarinsdóttir

90 eininga ritgerð sem er hluti af  
*Magister Scientiarum* gráðu í líffræði

Leiðbeinendur  
Arnbjörn Garðarsson  
Árni Einarsson

Prófdómari  
Jón Einar Jónsson

Líf- og umhverfisvíssindadeild  
Verkfræði- og náttúruvísindasvið  
Háskóli Íslands  
Reykjavík, október 2011

Atferli unghópa hjá nokkrum andartegundum  
Hópatferli andarunga  
90 eininga ritgerð sem er hluti af *Magister Scientiarum* gráðu í líffræði

Höfundarréttur © 2011 Rán Þórarinsdóttir  
Öll réttindi áskilin

Líf- og umhverfisvíssindadeild  
Verkfræði- og náttúruvísindasvið  
Háskóli Íslands  
Sturlugötu 7  
101 Reykjavík

Sími: 525 4000

Skráningarupplýsingar:  
Rán Þórarinsdóttir, 2011, *Atferli unghópa hjá nokkrum andartegundum*, meistararitgerð,  
Líf- og umhverfisvíssindadeild, Háskóli Íslands, 99 bls.

Prentun: Háskólaprent ehf.  
Reykjavík, október 2011

# Efnisyfirlit

Myndaskrá .....	v
Töfluskrá .....	vi
Pakkir .....	vii
<b>1 Almennur inngangur .....</b>	<b>1</b>
Heimildaskrá .....	3
<b>2 Spatial structure and behaviour of eider broods <i>Somateria mollissima</i> in Iceland .....</b>	<b>5</b>
Útdráttur .....	7
2.1 Introduction .....	9
2.1.1 General remarks .....	9
2.1.2 Breeding ecology .....	10
2.2 Methods .....	15
2.2.1 Study area .....	15
2.2.2 Weather and tides .....	15
2.2.3 Data collection and handling .....	16
2.3 Results .....	19
2.3.1 Eiders without broods .....	19
2.3.2 Broods .....	19
2.3.3 Behaviour .....	21
2.3.4 Predation .....	22
2.4 Discussion .....	23
2.4.1 Adult eiders without broods .....	23
2.4.2 Broods .....	24
2.4.3 Behaviour .....	27
2.5 Conclusion .....	31
Figures .....	33
Tables .....	45
References .....	49
<b>3 Atferli og gerð ungahópa hjá rauðhöfða <i>Anas penelope</i>, skúfönd <i>Aythya fuligula</i> og húsönd <i>Bucephala islandica</i> .....</b>	<b>55</b>
Útdráttur .....	57
Abstract .....	57
3.1 Inngangur .....	59
3.2 Aðferðir .....	61
3.2.1 Tegundirnar .....	61
3.2.2 Rannsóknarsvæði .....	63
3.2.3 Veður .....	64
3.2.4 Gagnasöfnun .....	64
3.3 Niðurstöður .....	67
3.3.1 Ungahópar .....	67
3.3.2 Tímanotkun .....	68
3.3.3 Fjarlægð unga frá kollu .....	69
3.4 Umræða .....	71

3.4.1	Ungahópar .....	71
3.4.2	Tímanotkun.....	75
3.4.3	Fjarlægð unga frá kollu.....	77
3.4.4	Umræða .....	79
Myndir.....		81
Töflur .....		92
Heimildaskrá .....		97
<b>4 Lokaorð.....</b>		<b>101</b>
<b>5 Heimildaskrá .....</b>		<b>103</b>

# Myndaskrá

Figure 1 Map of the study area.....	33
Figure 2 Average temperatures prior to and during the brooding period. ....	34
Figure 3 Number of eider pairs in the study area on 12 to 30 June 2002 and 2003.....	35
Figure 4 Number of unpaired adult eiders in 2003.....	35
Figure 5 Total number of eider broods in the study area in 2002 and 2003. ....	36
Figure 7 Number of multi-female broods seen in the study area in 2002 and 2003. ....	37
Figure 8 The duckling size among single- and multi-female broods. ..	37
Figure 9 Broods with male attending as well as one or more females. ....	38
Figure 10 The duckling size among broods where males were attending together with one or more females. ....	38
Figure 11 Brood size amongst different age classes, attended by single females.....	39
Figure 12.. Brood size among broods attended by one or more females .....	40
Figure 13 Size distribution of single-female NHD broods in two different periods in 2002 and 3003.. .....	41
Figure 14 Behaviour of females and their young. ....	42
Figure 15 Feeding methods of females and their ducklings. ....	43
Figure 16 Within-brood density versus duckling size 2002 and 2003. ....	44
Figure 17 Within-brood density in relation to behaviour of ducklings.....	45
1. mynd Kort af rannsóknarsvæðinu. Mývatn og efsti hluti Laxár.....	81
2. mynd Meðalhitastig fyrir og á meðan ungarímbili stendur.....	82
3. mynd Ísabrot á Mývatni á árunum 1980-2008. ....	82
4. mynd Magn rykmýs (Chironomidae) sem veiddist í gildrum á bökkum Mývatns. ....	83
5. mynd Fjöldi bitmýs ( <i>Simulium vittatum</i> ) í efri hluta Laxár samkvæmt talningum úr gildru sem staðsett var í Dragsey.. .....	83
6. mynd Fjöldi kollna með ungahópa eftir tímabilum hjá rauðhöfða, skúfönd og húsönd 2001-2003. .....	84
7. mynd Ungastærðir hjá núll- ein- og fjölkolluhópum. ....	85
8. mynd Hópastærðir einkolluhópa hjá rauðhöfða.. .....	85
9. mynd Hópastærðir einkolluhópa hjá skúfönd. ....	86
10. mynd Hópastærðir einkolluhópa hjá húsönd. .....	86
11. mynd Hópastærð rauðhöfða þar sem mismargar kollur fylgja ungahópum. ....	87

12. mynd Hópastærð skúfanda þar sem mismargar kollur fylgja ungahópum.....	87
13. mynd Hópastærð húsanda þar sem mismargar kollur fylgja ungahópum. ....	88
14. mynd Atferli ungahópa.....	88
15. mynd Fæðuatferli ungahópa. Allir ungar átu töluvert af yfirborði.....	89
16. mynd Fjarlægð ungahópa frá kollu var breytileg. ....	89
17. mynd Þéttleiki unga eftir atferli.....	90
18. mynd Fjarlægð unga frá kollu eftir aldri.....	91

## Töfluskrá

Table 1 Duckling sizes .....	45
Table 2 Behaviour categories of females and ducklings. ....	46
Table 4 Median value of single- and multi-female broods.....	47
Table 5 Median of NHD broods in 2002 and 2003 following single females.....	47
Tafla 1 Stærðir unga .....	92
Tafla 2 Atferlisflokkar ungahópa.....	92
Tafla 3 Fjöldi ungahópa eftir tímabilum.....	93
Tafla 4 Tíðni ólíkra kolluhópa eftir aldri unga. ....	93
Tafla 5 Hópastærðir á ólíkum aldursskeiðum.....	93
Tafla 6 Hópastærðir ND/LD og SU hópa milli ára.....	93
Tafla 7 Hópastærðir ND/LD og SU milli ára. ....	94
Tafla 8 Atferli ungahópa. Samanburður milli tegunda. ....	94
Tafla 9 Atferli ungahópa. Samanburður milli ára.....	94
Tafla 10 Fæðuatferli ungahópa. Samanburður milli tegunda. ....	95
Tafla 11 Fæðuatferli ungahópa. Samanburður milli ára.....	95
Tafla 12 Fjarlægð unga frá kollu. Samanburður milli tegunda. ....	95

# **Pakkir**

Meistararitgerð er langt og tímafrekt ferli sem ýmsir koma að með beinum eða óbeinum hætti. Margir eiga kærar þakkir skildar og þar sem ég gleymi eflaust að telja upp einhverja þeirra hér er öruggast að senda bara nóg af þeim og biðja þá að taka til sín sem vilja kannast við að eiga þakkir skilið.

Ég vil þakka leiðbeinendum mínum Arnþóri Garðarssyni og Árna Einarssyni fyrir ljúfmannlegt samstarf á öllum stigum og glöggja ritrýni. Ég vil þakka Rannsóknarstöðinni við Mývatn og forstöðumanni hennar Árna Einarssyni fyrir að hýsa mig í þrjú sumur meðan á vettvangshluta rannsóknarinnar stóð. Pabba mínum Þórarni Hjartarsyni og konu hans Margréti Guðmundsdóttur vil ég þakka fyrir hvatningu og lán á bíl nær heilt sumar meðan á rannsóknum stóð. Margréti vil ég einnig þakka fyrir afnot af vinnustofu hennar á lokasprettinum í tvær vikur haustið 2010.

Ýmsir ljáðu aðstoð sína við skráningu á vettvangi og er þeim þakkað fyrir ritarastörf og góðan félagsskap. Samnemendum og öðrum þjáningabréðrum á Grensásvegi og í Öskju er þakkað fyrir góðan félagsskap og andlegan stuðning á leiðinlegu köflunum. Mikilvægi þjáningabréðra og sálusorgara við vinnu slíkra ritgerða verður seint ofmetið.

Yfirmanni mínum og vinnustað vil ég þakka skilning og sveigjanleika þegar kom að því að fá frí í lengri eða skemmri tíma til ritgerðarskrifa. Pekkingarnet Austurlands og allt starfsfólk þess fá þakkir fyrir að veita mér aðstoðu og aðstoð við millisafnalán og annað. Þeim sem deildu skrifstofu með mér á þeim tíma er líka þakkað fyrir heimspeklegar umræður um allt sem ekki kom ritgerðarsmíðum við.

Síðast en ekki síst vil ég þakka innilega foreldrum mínum, ættingjum og vinum fyrir ómælt umburðarlyndi á hinum ýmsu fjarvistum mínum í gegnum tíðina vegna ritgerðarskrifa. Ófá jólafrí páskar og sumarfrí hafa meira eða minna farið í þessa ritgerð og fjölskyldan og vinir því verið afskiptir á köflum. Móður mína Katjönu Edwardsen vil ég nefna sérstaklega fyrir ómetanlega hjálp við að lesa yfir enskan texta ritgerðarinnar og stórbæta málfar auk þess sem hún kom með skarpar athugasemdir um ýmis efnisatriði.



# 1 Almennur inngangur

Ungar af andaætt Anatidae, eru bráðgerir (fljótþroska, precox) og hreiðurfælnir (nidifug). Þeir yfirgefa hreiðrið og elta foreldra sína fljótlega eftir klak og mata sig í flestum tilfellum sjálfir frá byrjun, en treysta á reynslu foreldra við að finna bestu fæðusvæðin og við vörn gegn afræningjum (Batt 1992). Þar sem ungar af andaætt eru ekki mataðir, þurfa þeir að ganga á eigin forða þangað til þeir komast sjálfir í aðgengilega fæðu. Við klak hafa þeir ennþá leifar rauðuforða sem þeir geta notað í 2-4 daga ef önnur fæða bregst (Sedinger 1992).

Ungar kafanda eru frábrugðnir ungum ýmissa gráanda að því leyti að efnaskiptahraði þeirra er almennt hærri og einangrun meiri. Svipaðrar aðlögunar mætti vænta hjá ungum norðlægra tegunda. Ungar rauðhofða, sem er frekar norðlæg tegund, hafa háan efnaskiptahraða sem nægir í flestum tilfellum til að halda á þeim hita þótt einangrunin sé nokkuð lakari en hjá norðlægum kaföndum (t.d. æðarfugli) (Koskimies og Lahti 1964).

Ef fæðuframboð er nægt geta ungar með háan efnaskiptahraða haldið á sér hita í langan tíma. En þar sem fæða er gjarnan takmarkandi þáttur í viðkomu andarunga (Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 1994) er ódýrara að draga úr hitatapi með ýmsum atferlistengdum þáttum svo sem með því að kúra undir vængjum kollu á landi í stað þess að hvíla hver í sínu lagi út á vatni. Kuldapol unga getur haft áhrif á hópasamsetningu þar sem ungar kuldapolinna tegunda eru ekki eins háðir því að kolla liggi á þeim. Fjöldi unga sem fylgir hverri kollu hættir því snemma að vera háður því hve mörgum ungum kolla getur legið á (Koskimies og Lahti 1964) og er það ákveðið skilyrði fyrir því að stórir ungflekar geti myndast.

Í þessari athugun var skoðuð samsetning og atferli ungahópa hjá fjórum andategundum. Tegundirnar voru rauðhofði *Anas penelope*, skúfönd *Aythya fuligula*, húsönd *Bucephala islandica* og æður *Somateria mollissima*. Hjá öllum þessum tegundum eiga ungahóparnir það til að renna saman í stóra ungahópa og geta þeir jafnvel myndað stóra ungfleka með einni eða fleiri kollum sem fylgja hópunum. Hvort og að hve miklu leyti slíkt gerist fer eftir ýmsum umhverfisþáttum og hefur verið nokkuð vel skoðað hjá æði en minna hjá rauðhofða, skúfönd og húsönd. Fyrir utan æði og húsönd sem tilheyra deild sjóanda *Mergini*, tilheyra hinar tegundirnar ólíkum deildum andfugla og allar þrjár tegundir eru um margt mjög ólíkar. Æðurin elur unga sína upp á sjó en hinar tegundirnar á ferskvatni. Ritgerðinni er skipt í two hluta eftir þessum ólíku búsvæðum.

Í fyrrri hluta verður skoðað atferli og hópasamsetning hjá æði í Eyjafirði. Varpvistfræði æðar hefur verið mikið könnuð á síðustu áratugum og lengi vakið áhuga vísindamanna. Hérlandis nýtur æðurin nokkurrar sérstöðu þar sem hún hefur verið friðuð fyrir veiðum frá 1849 (Sjá Ólafur Elímundarson 1991 í Kristinn H. Skarphéðinsson 1994) og bændur hafa varið vörp fyrir afráni. Mörg vörp eru gengin reglulega til að hirða dún úr hreiðrum en fuglinn að öðru leyti látinna í friði. Í slíkum vörpum verpa fuglarnir þétt og eru ekki eins viðkvæmir fyrir truflun af völdum manna (Ævar Petersen & Karl Skírnisson 2001). Þetta tvennt gerir fuglinn aðgengilegan til skoðunar. Þrátt fyrir það hafa fáar athuganir verið gerðar á samsetningu og atferli æðarungahópa hérlandis.

Við athugun á varpvistfræði tegunda þar sem samruni ungahópa einkennir uppeldisaðferðir er eðlilegt að byrja á æðinni. Þótt tegundin hafi verið mikið rannsökuð erlendis eru hugsanlega aðrir þættir sem ráða vali hennar á atferli og hópasamsetningu á Íslandi þar sem aðstæður eru frábrugðnar. Kannað verður hvaða aðferðum æðurin á Íslandi beitir og að hve miklu leyti það samræmist aðferðum sem þekktar eru erlendis.

Í öðrum hluta er farið yfir sambærilega en ekki eins ítarleg athugun sem framkvæmd var á Mývatni og Laxá. Tegundirnar, rauðhöfði, skúfönd og húsönd eru einnig aðrar og hegðun þeirra á ungaríma ekki eins vel þekkt. Það auðveldar athuganir á þessum tegundum, að upplýsingar um viðkomu þeirra og nýliðun, er safnað reglulega í Mývatnssveit (Arnþór Garðarsson 1991, Arnþór Garðarsson & Árni Einarsson 1994, 2004). Einnig er vitað hvar mestan þéttleika ungahópa er oftast að finna og hvort sveiflur í fæðuframboði eru á uppleið eða niðurleið (Arnþór Garðarsson 1991). Þar sem þéttleiki þessara tegunda er nær hvergi meiri en í Mývatnssveit hentar svæðið einkar vel til samanburðarrannsókna.

Í þessari athugun er ungavistfræði lítt kannaðra tegunda borin saman annars vegar og hins vegar æðarfuglinn skoðaður á svæði þar sem hann hefur lítið verið kannaður áður. Athuganir á ungavistfræði æðarfugls erlendis hefur gefið gríðarmiklar upplýsingar um það hvaða aðstæður leiða til ólíkra uppeldisaðferða. Þar sem fáar athuganir liggja fyrir við þær aðstæður sem eru á Íslandi ber þó að varast beinan samanburð við það sem þekkt er erlendis. Nýjar breytur koma fram á hverjum stað og í öllum tilfellum eru þær margar og samband atferlis við aðstæður flókið. Ef niðurstöður gefa til kynna að hegðun og samsetning ungahópa endurspegli ástand kollu og eða fæðuframboð svæðis tel ég að ástæða sé til að staldra við og kanna möguleika á frekari og athugunum á því sambandi.

## **Heimildaskrá**

Arnþór Garðarsson 1991. Fuglalíf við Mývatn og Laxá í: (Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson ritstjórar) Náttúra Mývatns. Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík bls. 279-319.

Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 1994. Responses of breeding duck populations to changes in food supply. *Hydrobiologia* 279/280:15-27.

Batt, B. D. J. 1992. Introduction -The Waterfowl. Í: *Ecology and Management of Breeding Waterfowl* (ritsjón: Batt, B. D. J., Afton, A. D., Anderson, M. G., Ankney, C. D., Johnson, D. H., Kadlec, J. A. & Krapu, G. L.). 9 bls. University of Minnesota Press, Minneapolis. Sedinger 1992

Koskimies, J. & Lahti, L. 1964. Cold-hardiness of the newly hatched young in relation to ecology and distribution in ten species of European ducks. *The Auk* 81: 281-307.

Kristinn H. Skarphéðinsson 1994. Tjón af völdum arna í æðarvörpum, 120 bls. Skýrsla gerð fyrir Umhverfisstofnun. Umhverfisráðuneytið.

Ólafur Elímundarson 1991. Friðun æðarfugls 1849. *Breiðfirðingur* 49:147-157

Ævar Petersen & Karl Skírnisson 2001. Lifnaðarhættir æðarfugls á Íslandi. Í: *Æðarfugl og æðarrækt á Íslandi* (ritstjóri: Jónas Jónsson), bls 13-45. Mál og mynd, Reykjavík.



## **2 Spatial structure and behaviour of eider broods *Somateria mollissima* in Iceland**



## **Abstract**

Spatial structure and behaviour of eider broods were observed in Eyjafjörður, northern Iceland, during the summer of 2002 and 2003. The number of broods peaked with 141 broods in late June 2003 while in 2002 the peak was 9 days earlier and much lower (83 broods). This together with smaller broods and few large ducklings was an indicator of high duckling mortality in 2002. Broods were mostly tended by lone females (80-95%) especially in 2003, possibly a consequence of good conditioned females and low predation levels. Males were seen accompanying many broods in the beginning of the study period (12-15 June), especially in 2003 (as much as 46% on 12 June in 2003). This might imply that also males were in generally good condition and not hurrying to better feeding grounds prior to moulting. The eider ducklings never roamed far from the female. Only during feeding the ducklings were a little more dispersed. The greater spread of ducklings in 2002 suggests scarcity of food supply as compared to 2003. Ducklings spent most of their time feeding (65%). Females spent less time feeding and more time in vigilance. Duckling behaviour changed little between years but females spent more time feeding and preening in 2003 and less time resting or in vigilance. This indicates that females wait with foraging while on duckling feeding grounds, when food supply is scarce.

## **Útdráttur**

Gerð og atferli ungahópa hjá æðarfugli var skoðað í Eyjafirði 2002 og 2003. Hópar urðu flestir 141 seint í júní 2003 en 2002 urðu hópar flestir 9 dögum fyrr og þá ekki nema 83. Færri og minni hópar 2002 samhliða fáum stórum ungum, bentu til þess að dánartíðni hafi verið há. Flestir hópar fylgdu aðeins einni kollu (80-95%). Þetta var sérstaklega algengt 2003. Blikar voru í mörgum ungahópum í byrjun rannsóknartímabilsins (12.-15. júní) og var það einnig algengara 2003 (46% hópa voru í fylgd bлиka 12. júní 2003). Þetta gaf til kynna að kollar og blikar hafi verið í góðu líkamlegu ástandi. Ungar ráfuðu aldrei langt frá kollu. Einungis við fæðuöflun dreifðu þeir örlítið úr sér. Ungar voru örlítið meira dreifðir 2002 heldur en 2003 og ýtir það undir þá trú að fæða hafi verið óaðgengilegri það ár. Mestur tími unga fór í fæðunám (64%). Kollar eyddu minni tíma í át og meiri tíma í það að vera á varðbergi. Hegðun unga breyttist lítið milli ára en kollar eyddu meiri tíma í át og snyrtingu 2003 og minni tíma í hvíld og í það að vera á varðbergi. Þetta gefur til kynna að kollar bíði með fæðunám meðan þær eru á unga fæðusvæðum þegar fæða er af skornum skammti.



## **2.1      Introduction**

The common eider (*Somateria mollissima*) is one of the most studied birds of the high latitudes. In Iceland, there has been an interest in the eider for centuries because of the economic and socio-cultural importance of eiderdown (Skarphéðinsson 1996).

Because of the high annual income from the eiderdown harvest in Iceland, eider farmers have harvested down and protected nesting areas from predators for a very long time. For the same reason, hunting this species has been prohibited since 1849 (reviewed in Skarphéðinsson 1994). The nesting birds concentrate in areas where predators are scarce (del Hoyo 1992, Petersen 1999), and in protected nesting areas, nesting densities are high. In areas where down is harvested regularly, the birds are not as sensitive to human disturbance (Petersen & Skírnisson 2001) and are thus an easy subject for close-up investigation.

Despite the above-mentioned factors and the large numbers of nesting eiders (about 250,000 nesting pairs (Skarphéðinsson 1994), relatively few studies have been devoted to the breeding ecology of the common eider in Iceland.

This study mainly focuses on the post-hatching behaviour and brood tending strategy of female and young.

### **2.1.1 General remarks**

The common eider belongs to the family Anatidae together with all other ducks, geese and swans. The Anatidae have precocial young and are well adapted to an aquatic environment. The young are covered with well-insulating down and leave the nest shortly after hatching, very often following their parent(s) to the nearest stretch of water (Batt 1992).

Anatidae usually lay large clutches, and egg-laying can take many days. The incubation period varies from 22 to 40 days, depending on factors such as egg size (Hoyo et. al 1992) and the number and length of breaks taken by the incubating female (Bolduc & Guillemette 2003). Development of the embryo often starts before the egg-laying period is over. Nevertheless, hatching is more or less synchronous. This means that the developmental stage of the ducklings within the same clutch can vary by several days at hatching (Persson & Andersson 2003, Afton & Paulus 1992).

The common eider is a large diving sea duck, well adapted to life along the shores at northern latitudes (Cramp 1977). It has a wide circumpolar coastal range and is the most numerous breeding sea duck in North Europe (del Hoyo 1992).

Common eiders tend to form dense breeding colonies on small islands, where they to some degree are protected against predators, but they also breed inland on tundra or up rivers. In winter, they stay in shallow areas along the cost (del Hoyo 1992).

The eider ducklings have a metabolic response typical of a bird adapted to low temperatures (Koskimies & Lahti 1964). Like other sea ducks, the eider ducklings are more cold-tolerant than dabbling ducklings. Because of their relatively large size at hatching, eider ducklings have a low mass-specific metabolic rate (Koskimies & Lahti

1964, Sedinger 1992). Yet, they have relatively high heat production, and they produce 50% more heat per weight unit than mallard ducklings (Koskimies & Lahti 1964). As a further adaptation to cold climates, the female broods the young for up to two weeks when roosting, especially in bad weather (Mendenhall 1979).

## 2.1.2 Breeding ecology

### Pre-laying

Because of her size the eider female can rely almost entirely on her stored body reserves during incubation and she hardly leaves the nest throughout the whole of incubation period (Milne 1972) except to drink. During this time, the female feeds very little or not at all, and she can lose more than one third of her body weight (Bolduc & Guillemette 2003). Studies in Iceland show a weight loss of 26-37% (Harðardóttir 1997, Skírnisson et al. 2003), and a study in Denmark shows losses of more than 40% (Bolduc & Guillemette 2003). It is clear, therefore, that the common eider makes a very large reproductive effort. Further credence is lent to these findings by those of Yoccoz et al. (2002) who found that many females with a large clutch one year, laid a small clutch in the following year. We also know that extensive non-breeding is frequent among eiders (Coulson 1984).

Prior to egg-laying the females spend as much time as possible feeding. Food intake can be three times higher than for males in the same period (Milne 1972). The drake plays an important role at this stage, keeping intruding males away and looking out for other disturbances, so that the female can focus entirely on the feeding (Milne 1972). Weather and parasites may also influence the pre-laying body condition of females. Exactly how, is difficult to pinpoint but severe winters can cause larger individual variation of body reserve (Lehikonen, Kilpi & Öst 2006) and later breeding dates (D'Alba 2007). Parasite treatment during the egg-laying stage can increase the number of females returning to the breeding area in the following season. The increase however, is only observed among females that fail to hatch their clutch, indicating that the parasite load of females in poor condition is high (Hanssen et al. 2003).

### Clutch and incubation

Like other ducks, the female eider takes care of the incubation (Afton and Paulus 1992), but males are known to stay in the near vicinity during egg-laying, and even during the first part of the incubation. This tendency is said to be more pronounced in northern latitudes (Guðmundsson 1932, review in Ahlen & Andersson 1970).

The onset of egg-laying in Iceland varies between areas and between years. A recent study from southwest Iceland in a 30 years period gave a range from 22 April to 13 May. The study showed that earlier laying dates are more common in recent years and onset was negatively related to average winter temperatures (D'Alba 2007).

The female eider lays relatively few (mean number of ruptured follicles: 6.2 (confidence limits not given) n=19, possibly including re-laying (Ahén & Andersson 1970)) and large eggs (volume  $104.7 \pm 0.2\text{cm}^3$ , range 67.9-136.3  $\text{cm}^3$ , n=3315 (Erikstad 1998)), density 1.07g/cm<sup>3</sup> at laying day, SD=0.02g/cm<sup>3</sup>, range 1.02-1.15g/cm<sup>3</sup>, n=43 (Kristjánsson 2008)). This may be seen as another adaptation to high-latitude breeding (Milne 1972) and a consequence of costly incubation (Milne 1972, Erikstad & Tveraa 2004). Predation, floods and parasitic egg-laying may alter the numbers of young that reach hatching stage. Studies in Iceland have shown mean clutch size ranging from 3.34 (Hjörleifsdóttir 1977) to 4.13

(s.d. = 1.03) (Petersen & Thorstensen 2001), but predation or re-nesting can vary much between colonies and between years.

The incubation period of eiders varies considerably. It is most commonly defined as the time from the laying of the last egg until the first is hatched (Erikstad et al. 1993, Hanssen et al. 2002, Guðmundsson 1932). Incubation periods are estimated as follows: 24 days, range 22-26 days (reviewed in Skarphéðinsson 1994), 25.9 days, n=79 (Milne 1972), 22-27 days, n=75 (Erikstad et al. 1993), 28-30 days (Guðmundsson 1932).

Another and possibly more accurate definition of incubation is the period prior to hatching when the laid eggs have reached the temperature needed for embryonic development (reviewed in Afton & Paulus 1992). As the nest attendance of eider females varies individually, the embryonic development may start after the laying of the second to fourth egg (Petersen & Thorstensen 2001, Hanssen et al. 2002). This probably explains, to some degree, the observed variation in incubation time.

Females in poor body condition may start incubation well before completing the egg-laying process, which then will shorten their starvation time. This will mean a shorter developmental time for the last laid eggs (Hanssen et al. 2002).

Females with sufficient body reserves can afford to delay incubation until the whole clutch has been laid. This gives the ducklings time to hatch fully developed, which again will enhance survival of the whole brood (Hanssen et al. 2002).

Before the start of incubation, or during the laying period, the female may take shorter or longer breaks away from the nest, leaving the eggs temporarily vulnerable to predators (Bolduc & Guillemette 2003). A study in North-West Iceland showed that 70% of unprotected nests were robbed by avian predators (Skarphéðinsson 1993). Predation rates differ enormously among eider colonies, but in areas where there is high avian predation, the first laid eggs are the ones that are most likely to be taken (Skarphéðinsson 1993). Andersson and Waldeck (2006) found that early nest attendance could enhance clutch survival by 20-35%.

Apart from the first laid egg (Erikstad et al. 1998), egg size generally declines as egg-laying proceeds, and all the more so among females in poor condition (Hanssen et al. 2002). Smaller eggs produce smaller ducklings which are likely to show poorer feeding performance (Anderson 2001 and Erikstad et. al 1998) and a lower growth rate than larger hatched ducklings (Anderson & Alisauskas 2002 and Erikstad 1998).

### Post-hatching

About 24 hours after hatching, the female leads her brood from the nest to the water (Guðmundsson 1932, Minot 1980, Schmutz et al. 1982, Öst & Bäck 2003).

Post-hatching strategies in the common eider have been studied in detail, and at times the strategies observed seem as numerous as the studies performed. A summation of the main points from papers yields a picture of a versatile bird that reacts to changing circumstances with an array of different and often complex strategies.

It has long been known that some eider females abandon their young, leaving them in the care of other females, while others, with or without their own ducklings, pick up unrelated young or form a coalition with other females and young (multi-female broods). In the Gulf

of St. Lawrence, Canada, and in Scotland, this behaviour is very common but in Hudson Bay it occurs infrequently (Schmutz et al. 1982).

Gorman and Milne (1972) put forth a hypothesis according to which the different food preferences of young and adult females explained, to some extent, the need for crèche formations (reviewed in Schmutz et al. 1982). The young mainly eat gammarids which they pick up in the shallow intertidal zone. The females on the other hand, prefer mussels (mostly *Mytilus edulis*) which they dive for in subtidal areas (depth range 0-12m) (Pethon 1968, Garðarsson et al. 1980, Schmutz et al. 1982, Öst & Kilpi 1999). Gorman and Milne pointed out that in areas where the feeding grounds of females and young did not overlap, the female would either have to stay in areas with enough food for the young, or leave them to other females that arrive later at the brood feeding grounds, and move to more suitable feeding grounds (reviewed in Schmutz et al. 1982). Öst and Kilpi (1999) found that females with young took similar food as their ducklings, but immediately changed to mussels after abandoning their young or when the young became old enough to dive for mussels. They also found that by feeding on gammarids, the females were likely to be infected by the acanthocephalan parasite *Polymorphus minutus* which can be fatal in low-resistant individuals.

Munro and Bédard (1977) found that in many cases crèche formation of eiders started already on the way from the nest to the sea. In their study, there was much predation, and crèche formation was shown to have a small but clear positive effect on the survival rate of the ducklings. Their study also revealed that predation pressure had a positive effect on crèche formation. Eider broods in close range of each other amalgamated twelve times more often when encounters coincided with predation.

Bédard and Munro (1977) also found that females used different strategies and could, in simplified terms, be categorised as "stayers" or "leavers". In later studies, added emphasis has been placed on defining the different brooding strategies of the females.

Brood amalgamation also occurs before hatching, when females lay eggs in other females' nests (parasitic egg-laying) (Weller 1959). This is common among waterfowl, and crèche formation might be seen as an extension of pre-hatching brood amalgamation (Beaucamp 1997).

Nest density is an important determinant of pre-hatching brood amalgamation, and if we can presume that these two forms of amalgamation are affected in similar ways (Robertson 1998 & Waldeck et al. 2004), it is likely that density also affects crèche formation. At least, higher density makes encounters between broods more likely (Beaucamp 1997).

To complicate this picture even further, a study by Andersson and Waldeck (2007) showed that parasitic eggs in nests of the common eider were more closely related to host eggs than expected by chance. The parasitic eggs were more closely related to the host than to females breeding at neighbouring nests. What has long been seen as parasitism in common eiders, may therefore be a form of kin-based cooperation (Andersson & Waldeck 2007, Sonsthagen 2010).

In recent years, Öst, Kilpi and co-workers have made a thorough study of post-hatching brood strategies. They found that post-hatching body condition will affect the females' ability to tend for young and may affect the spatial structure of the eider broods (Kilpi et al. 2001, Öst et al. 2003b).

Females are often in poor body condition after their lengthy starvation period during incubation, and females with little reserves are the ones most prone to abandon their broods. The proportion of "abandoners" in the brood-caring population varies between years depending on body condition and can in bad years be more than half the breeding female population. Body condition of individual females could change notably from year to year, and they would switch brood caring strategies between "tenders" and "abandoners" accordingly (Kilpi et al. 2001).

Weather conditions during egg-laying and incubation may also affect body condition and studies have shown that eiders that are provided with artificial shelter for nesting are heavier than control females (Fast, Gilchrist, & Clark 2006).

Females that stay with a brood may do so alone or in a coalition with other females. Öst (1999) found that multi-female broods were most common in years when body condition was generally low. Females in poor body condition were often found in large coalitions, and these females showed a lower intensity and shorter duration of parental care (Öst et al. 2003b). Single brooding females tended to be in the best condition (Kilpi et al. 2001).

Although the distance between preferred feeding areas of female and young may help explain why so many females abandon their young, it does not explain the strong coalition tendency. Like the "lone tenders", the multi-female broods have to stay in feeding areas that are suitable for the ducklings and often have to make do with the same non-preferred food (Kilpi et al. 2001). Multi-female broods can, on the other hand, share the time each individual female has to spend vigilant. That way, the brood has more time for other activities, such as feeding, and still the total time spent vigilant may be higher than among "lone tenders". Single females tending their brood, cannot take long dives without the risk of missing predator approaches. With shared tending, longer dives can be made, and this may broaden the diversity of available food (Öst et al. 2002).

In multi-female broods, the formation of a coalition is not influenced by kin selection as might be expected in a population with high philopatry, but rather by body condition and dominance hierarchies. The most dominant female maintains the central position in the crèche by means of aggression, with her own ducklings closest to her (Öst et al. 2005).

Öst et al. (2007) showed that the central female spent more time vigilant than other females in the brood. Aggression and increased levels of vigilance undoubtedly entail costs but a central position within a brood might give better protection against predator attacks. Body condition does not ensure a central position in the brood and may explain why good conditioned females may choose lone-tending as they can afford the needed vigilance and by tending alone avoid stress or possible injuries following intra-group aggression (Öst et al. 2007).

A female cannot care equally well for all young in a large brood. Both among lone- and multi-tending broods there are often young, which are not offspring of the female(s) in the brood. These adopted ducklings are on average distributed furthest away from the tending female/s. A female often shows aggression towards unrelated young and may affect duckling distribution so as to keep her own young closest to her where they are best protected against predators (Öst & Bäck 2003).

To conclude, possible brooding and post-hatching strategies for common eider are many and depend on several conditions such as available food supplies before egg laying,

predation and suitable nesting areas, availability of food for ducklings and accessibility of preferred female feeding grounds. All this may affect the condition of the female, both the energy reserves and the immune system.

## **2.2 Methods**

### **2.2.1 Study area**

Eiders were observed at the head of Eyjafjörður in northern Iceland, during the summer of 2002 and 2003. The innermost part of this 60 km long fjord is partly separated from the rest by a spit of land (Oddeyri) which stretches transversely from the west bank into the fjord (Figure 1). The area south of this spit forms a sheltered, semi-enclosed pool (Pollurinn) of about 3 km<sup>2</sup> (Ingólfsson et al. 1972). The town Akureyri lies on the west bank of Pollurinn (population 15.656 in the year 2003 (Hagstofa Íslands 2008)). A road built in 1986 divides the area in two (Valtýsson and Jónsson 2000).

The inner part is the estuary of a river that carries with it an estimated average 38m<sup>3</sup>/s of fresh water (Þórðarson 2004). The tidal range is about 0.6 m at neap tide and 1.3 m at spring tide (Gunnarsson 1979). During low tide, sandbanks and mudflats are partly exposed. A wide bridge allows the river to flow under the road and into the outer part of Pollurinn. Here the intertidal sandbanks stretch about 300 m from the road to the north but elsewhere Pollurinn is about 20-40 m deep (Ingólfsson et al. 1972). Salinity is low and variable (Hauksson 1980).

The road itself forms a rocky coastline that the eiders used as a resting and brooding place, and they also foraged there with their broods.

An airfield lies on a landfill in the estuary, with grass and sand banks where eiders nest abundantly (383 nests in 1987 (Petersen & Thorstensen 1990)). This was also a popular resting and brooding site (personal observation). Eiders are the most abundant bird species in the study area and counts from 1988-1992, 1995 and 2000 yielded an average of 169 nests outside the airfield; nest numbers were highest in the last two years, reaching 243 in 2000 (Petersen & Thorstensen 2001). The same survey showed that nest predation in the area was low, 1-9% of all eider nests were predated.

The river frequently overflows its banks in spring. Some years this can greatly affect nesting success. In the year 2000, 25% of all eider nests were destroyed in a spring flood (Petersen & Thorstensen 2001). No flood was recorded in 2002 and 2003.

The main invertebrate species found in the intertidal areas are the polychaete worms *Nereis diversicolor* and *Arenicola marina* and the amphipod species *Pseudalibrotus littoralis* (Garðarsson et.al. 1976). Other common species were mussels (*Mytilus edulis*), barnacles (*Balanus balanoides*), the periwinkle *Littorina saxatilis* and *Gammarus* spp. (Hauksson 1980). In the more muddy subtidal parts are found amphipods (*Pontoporeia femorata*) and bivalves (*Macoma calcarea*, *Nucula tenuis*, *Mya truncata*) (Ingólfsson et al. 1972).

### **2.2.2 Weather and tides**

Data were collected once or twice a day at different tides. There is little difference between high and low tides (Gunnarsson 1979) and tidal status was not specially recorded.

Average temperatures, minimum temperatures and precipitation for the months prior to and during the study period in 2002 and 2003 were examined. The winters in question were

generally mild with rather high average temperature but there were certain divergences in 2002 that may have affected breeding of the eider. February 2002 was the coldest since 1979 (Figure 2) (Vedurstofa Íslands web page). April and May also had difficult periods with gales and lots of snow. The last cold period in 2002 was around the middle of May with subzero temperatures (Vedurstofa Íslands web page) which may have played a role in nest initiation. Both summers were mild and wet with high and relatively even average temperatures (+0.4°C in 2002 and +1.5°C in 2003) (Vedurstofa Íslands web page).

### **2.2.3 Data collection and handling**

Observations started a few days after the first broods were seen on the sea and continued throughout June. At the end of June there were still broods in the area so extra observation days were added, one in 2002 (6 July) and two in 2003 (4 and 8 July). In both years, observations started on 12 June. The first broods appeared on the water in the first week of June, and new broods kept appearing on the water throughout the month. Few broods (19) were seen on the last observation day in 2002 but 72 broods were still seen in the area in 2003.

Only eiders on the water, in intertidal areas and on banks were surveyed. Scanning of all eider groups in the study area was undertaken once or twice a day. Brood density, behaviour and the distance from shore was recorded for each female and her brood. The number of adult birds in each group was counted, and sex was determined.

The number of young was also counted and broods categorised into 5 different groups depending on sizes of the young (Table 1).

Newly hatched ducklings (NHD) were kept separate in order to estimate brood size, before amalgamation and mortality on water had taken place. To this group belonged ducklings where no apparent growth had taken place.

Downy ducklings were divided into three different size classes (Table 1). Feathered ducklings were not divided any further since few ducklings reached this stage during the study period. As it was, few ducklings larger than SDD were seen so in many cases larger ducklings were categorized simply as large ducklings (LD). As the ducklings were not marked and growth rate varies considerably between broods, closer age estimation was not possible. A study in northern Scotland showed that ducklings grew their first feathers 25 days old and fledged at approximately 84 days old (Mendenhall 1985). As the observation period terminated after about a month the fledging stage had not been reached.

The density (brood radius) of broods was estimated as the maximum distance from a female to the ducklings of her brood (Mendenhall & Milne 1985). This distance was estimated in lengths of the female, which is a convenient method for short distance estimation when points of reference are few. Each eider group was surveyed as a unit. An eider group was defined as eiders closer together than 20 female lengths staying together for longer than about a minute.

Instantaneous scanning was used to survey brood behaviour. Observed behaviour was grouped into 5 categories (Table 2). The behaviour of females and young was recorded separately. The behaviour of the ducklings was normally rather synchronised, and the behaviour of a majority of the ducklings was recorded as the behaviour of the group.

All observations were made from a vehicle. There was considerable road traffic in the area but the birds were not visibly disturbed except when broods were crossing the road.

For each scan the weather was recorded. This information was supplemented with the data bank of the Icelandic Weather Bureau which runs a weather station in Akureyri.

When comparing categorical response variables, such as duckling size (NHD LDD SD) or behaviour between different broods or years (explanatory variables), the chi-square statistic was employed (Sokal & Rohlf 1998). The brood sizes (median numbers) were compared with nonparametric tests as well since the data did not follow a normal distribution and sample sizes between groups varied sometimes drastically (Sokal & Rohlf 1998). When comparing only two response variables, a Mann-Whitney test was performed but when they were more than two, a Kruskal-Wallis test was carried out. In the latter case the Dunn's method was used to isolate the broods whose medians differed more than would be expected by chance (Sokal & Rohlf 1998). .

For all these nonparametric tests the null hypothesis held true when the response variables were not affected by the explanatory variables. Alfa level of significance was in all instances 0.05. All statistical calculations were performed with the help of statistical analysis software, SigmaStat, build 3.11.0



## **2.3 Results**

### **2.3.1 Eiders without broods**

Few pairs were seen during the study period, none in July (Figure 3). Most pairs were found on 12 and 13 June or during the two first days in 2003, but the numbers declined rapidly from 12-13 pairs to 1-7 pairs and stayed at that interval through June. In 2002, the numbers never exceeded 5 pairs and remained stable throughout June or until the study period ended.

In 2003, unpaired birds without young were counted regularly (Figure 4). Males were seen in flocks in the beginning of the period (up to 180 birds) but their numbers diminished sharply as the brooding period proceeded. Single females, on the other hand, kept appearing and were seen in similar numbers (10-40) throughout the brooding period. In 2002, four minimum counts were performed on 19, 20 and 25 June. These gave 46, 41 and 48 females respectively which suggests that in 2002 single females were more common.

### **2.3.2 Broods**

Already on 12 June, more than 50 broods were seen in the area. The average number of broods was 46 in 2002 and 104 in 2003 (Figure 5). The number of broods grew rapidly from 12-14 June but then took very different turns between years.

In 2002 the number of broods reached a peak of 83 on 14 June and then declined rapidly to 28 on 19 June. After that only small changes were seen between days until the survey ended. In 2003 on the other hand, the number of broods kept rising for two weeks with a peak of 141 on 23 June. It then started to decline, slowly at first and was still declining on 8 July, when the survey ended, with 72 broods.

The number of NHD broods varied between days but was in general highest in the beginning of the period and then declined in number as the brooding season progressed (Figure 6). In 2002 there was a rather abrupt decline in the number of new broods and after 16 June, hardly any new broods were seen at all.

#### **Single- and multi- female broods**

Single females tended most broods. The multi-female broods were not common, more abundant in 2002 (18%) than in 2003 (8%) and mostly consisted of 2-4 females. In 2003 the proportion of multi-female broods was highest (20%) in the beginning of the period and declined to around 5% after 25 June (Figure 7). In 2002 a similar decline was seen in the beginning of the period, but after 18 June the proportion of multi-female broods varied from 8% to 33% between days. This same period was characterized by low numbers (25-36) of broods.

More than 50% of the eider broods consisted of small downy ducklings (SDD) (Figure 8). Few older ducklings were seen and hardly any feathered ducklings (FD), none in 2002. In 2003, single- female broods had proportionally more large ducklings than multi-female broods and proportionally fewer young ducklings. In 2002 this was the other way around

but as the number of broods was much lower, this difference was not significant. Broods with ducklings of different size classes were not common.

The single-female broods had proportionally fewer large ducklings in 2002 than in 2003 (Figure 8). This was the other way around with multi-female broods, having proportionally more large ducklings in 2002 than in 2003, the difference was not significant.

### Male accompanied broods

Adult males were commonly seen accompanying broods in the beginning of the period together with one or more females, and in 2003 the proportion of such broods reached 46% on 14 June (Figure 9). Similar behaviour was seen in 2002 but the males left earlier and the proportion was highest on the first day of observation (24%). These males soon left the area and the proportion of male attending broods became rare in the second half of June. No such broods were seen in July.

Males were more common in multi-female broods. In 2002, 27% ( $n=126$ ) of multi-female broods were accompanied by males, but only 7% ( $n=643$ ) of single-female broods. In 2003, the difference was less clear with 13% ( $n=193$ ) of multi-female broods and 5% ( $n=2154$ ) of single-female broods accompanied by males.

As numbers of broods where males accompanied along with females were few, testing for significance became difficult. No difference was found in duckling size distribution between years among male-accompanied broods. The occurrence of NHD broods was much higher among male-accompanied broods than among single-female broods (Figure 10).

### Brood size.

The largest broods were the ones first arriving onto the water, the NHD broods (Table 3) with a median of 4.20–4.45. As the ducklings got older the broods got smaller. The broods were generally larger in 2003 than in 2002 and their size decreased only slightly as the ducklings got older, whereas in 2002 the median fell from 4.20 among the NHD to a median brood size of 3.02 among the larger ducklings.

The frequency distribution of brood sizes in 2002 had some features worth mentioning, the first being a high proportion of NHD broods containing four ducklings (Figure 11). Also noticeable was the abundance of single duckling broods in 2002 among the SDD and LD categories indicating high mortality. The brood size distribution in 2003 forms a curve that is much closer to a normal distribution than in the previous year. But also here, small broods become more prominent among the older ducklings.

The brood size increased when extra females were involved (Figure 12 and table 4). The frequency curve becomes less skewed than among the single-female broods and the shape is more platykurtic indicating that these females were tending more than one brood.

Numbers of multi-female broods were too low to divide them up into age classes but as with the single-female broods, the brood size was larger in 2003 (median= 5.70) than in 2002 (median 4.68).

The brood size of the NHD became smaller as the summer proceeded (Figure 13). In 2002 the NHD broods diminished abruptly after a few days and only 17 broods were seen in the second half of the study period (21-30 June). However, observation days were only 4 in this period and that explains to some extent the low number of broods recorded. Single duckling broods were common in this latter period and the median lessened from 4.23 in the first period (12-20 June) to 2.83 in the latter period.

In 2003 the change in brood size was not so dramatic. Still the brood size declined slightly as the summer proceeded from a median of 4.72 to 4.04. The broods were larger in 2003 than in 2002. NHD broods with more than 5 ducklings were rare at all stages.

### **2.3.3 Behaviour**

Ducklings and females spent most of their time feeding (Figure 14). Other frequent activities were locomotion, resting, and inactive/vigilance. The same behaviour categories were found among young and females but a very prominent difference was found between the two in time spent on each category: Ducklings spent 65 % of their time feeding while females spent only 40%. Both ducklings and tending females mostly dived for food but feeding with only head under water was also common (Figure 15).

Ducklings spent more of their foraging time diving than the females while the females were more often seen feeding with only head under water. Up-ending was hardly encountered among ducklings but was occasionally seen among females. Dabbling was in general uncommon, more so among females.

Even if the time spent feeding did not change drastically between years, the feeding methods did. Much more time was spent diving in 2003 than in 2002, among both young and females. Another feeding method which was overlooked in 2002 was "trampling" in shallow waters. Only the females were seen doing this and only over mud bottom. In one case the female was not seen feeding herself while "trampling", but her ducklings were diving frantically around her, catching the particles she stirred up with her feet. This feeding method was recorded 32 times in 2003 but may have been more common as it was easily overlooked and probably also occurred in 2002. This behaviour was categorised as "head under water" to be in accordance with the previous year.

Females and young spent similar time on locomotion but females spent much more time vigilant and on other behaviour (mostly preening) which was rather rarely seen among ducklings.

The inactive category and vigilance were put together in one category but could almost be divided into inactive young and vigilant females. When females were seen inactive they were mostly alert if not directly stressed with stretched neck and frequently turning their heads. The young on the other hand were rarely seen stressed except immediately after distress calls from female or when directly threatened by potential predators. Their stress reactions would also be very different, as they would gather in a dense cluster around the female.

At Pollurinn a road on a causeway divides the duckling feeding ground in two. Females with broods were often seen to cross the road, and this activity seemed to stress both the female and her young.

Adult birds appeared to cooperate in getting the broods safely across the road. In one instance, a brood with three females and three males tried to cross while cars were passing at irregular intervals. One male lay closest to the road while the rest lay further away pressing their bodies to the ground. Twice, the male closest to the road went to the road's edge with a stretched neck as though he was carefully watching the road, and then he turned back when a car rushed by. The third time, the male went onto the road and stood there with a stretched neck until the rest of the group caught up with him; then they all crossed together in a very dense group. In another instance, two females led a brood over the road. When safely on the other side, one of the females left the group, as though she was only following the brood over the road. Single males or paired birds without broods were otherwise only seen flying over the road.

The behaviour of the females and their young differed slightly between years. The difference was not prominent among the ducklings, but females spent less time vigilant and resting in 2003 and more time on feeding and other behaviour.

### Intra-brood density

Almost no ducklings were seen further away from the brooding female than 10 female lengths (Figure 16). Between 50-80% of NHD and SDD were seen in dense groups closer than 5 female lengths from female. LDs were seen in more loosely packed groups but still close to female (closer than 10 female lengths).

There also existed a difference in duckling density that could not be explained with duckling size alone, ducklings were most densely packed during rest and most widely distributed when feeding (Figure 17). The "vigilant/inactive" category has been incorporated into "other behaviour" for simplification and strengthening of the data. This did not affect the density distribution of the category.

Density of NHD and SDD broods was greater in 2003 than the previous year. The LDs showed a more similar distribution between years. Density within broods did not change much between years except among the feeding ducklings which were more loosely packed in 2003.

### 2.3.4 Predation

Predation was rarely recorded. On five occasions, large gulls (herring gull *Larus argentatus*, great black-backed gull *Larus marinus* and lesser black-backed gull *Larus fuscus*) were seen hovering over and attempting to take young on the water, but the defence of the female was in all cases effective. Three times gulls were seen with dead duckling prey. On two occasions, an American mink *Mustela vison* was seen with a greylag *Anser anser* gosling prey.

## 2.4 Discussion

### 2.4.1 Adult eiders without broods

Not many eider pairs were seen in the area except on 12 and 13 June in 2003 (Figure 3). The breeding period of the eider is rather synchronous (Ahlen & Andersson 1970). If we assume that the incubation period is 22–26 days (reviewed in Skarphéðinsson 1994), the paired females seen, mostly in the beginning of the study period 2003, may have been the last females to start incubation of their first clutch. This is in accordance with Milne (1972) who found that egg-laying in north-east Scotland was spread over a three week period.

The onset of egg-laying in Iceland may vary by as much as two weeks between years (D'Alba 2007). It is difficult to find a direct relationship between climate and laying dates, but Lehtinen (2006) found that the variation in laying dates decreases with increasing NAO value. In south-west Iceland, a negative relationship was found between the onset of egg-laying and average winter temperatures (D'Alba 2009). No studies on the relationship between the onset of egg-laying and weather is available for the Eyjafjörður area and different factors might play a role in the north of Iceland than in the south. The winters during my study period were mild, although some very cold periods in 2002 (Figure 2), may have influenced both the synchrony and onset of egg-laying.

Unpaired birds were seen in some numbers in both years, but were only counted systematically in 2003. The males were aggregating and departing on 12 June when the study started and most of them had left on 16 June (Figure 4). Male eiders start moulting soon after the hatching period begins (Guðmundsson 1932) and these aggregating birds were in all probability leaving for the moulting grounds.

The males in the breeding area may have been waiting for females that fail their first breeding attempt. If they fail during egg-laying or early incubation the female might try again and then she will need an available male. On the other hand females that lose their clutch late in the incubation period are unlikely to try a second breeding attempt (Milne 1972, Schmutz et al. 1982).

Paired males spend energy guarding their mates before egg-laying and feed less than non-paired males. Males paired to late breeders spend more time protecting their females against male harassment, and their energy balance may therefore become negative during the breeding period (Steele et al. 2007). Studies in Iceland have shown that males will stay in close vicinity of their incubating females, and even if they allow themselves frequent breaks away from the nest, they feed little (Guðmundsson 1932). Presumably the body condition of males, as of females, is negatively correlated with the severity of the preceding winter (Steele et al. 2007). As the males do not accumulate body reserves to the same degree as the female, it is reasonable to assume that the males need to get to richer feeding grounds earlier, to prepare themselves for the moulting period.

Unpaired females without broods were seen throughout the breeding season. Not all females were counted in 2002 but minimum counts suggested that single females were more abundant than in 2003. Females that lose their clutch early in the incubation period

may come back to the nesting ground after having been gone for several days (Schmutz et al. 1982).

Single females seen in the area might have been either non-breeding females or females that failed in their breeding attempt (Schmutz et al. 1982). They might also simply be incubating females taking a break to drink or preen their feathers (Boulduc & Guillemette 2003, Criscuolo et al. 2000). Females in poor condition may even take longer breaks to feed. This will lengthen the incubation period and presumably increase the risk of egg predation but can save the female from having to abandon the clutch completely or from starving to death on the nest (Criscuolo et al. 2002).

## 2.4.2 Broods

In both years of study, field observations started on 12 June, and already on the first day, there were 50 broods in the area (Figure 5). This is in accordance with Gudmundsson (1932) who found that the hatching period of common eiders in north-west Iceland began in the first or second week of June (5-8 June) depending on the timing of the spring.

The number of NHD broods varied between days but was, as expected, highest in the beginning of the period (Figure 6). The two summers started out with similar numbers of NHD broods, but in 2002 there was an abrupt decline in numbers and few new broods appeared after 16 June. In 2003, on the other hand, new broods kept appearing on the water, and a decline was not seen until 26 June. If we assume that the young reach the water 24–48 hours after they hatch, and are categorized as NHD for 2–3 days, then we can conclude that peak hatching occurred on 9–11 June in both years.

Females that nest late may gain more reserves prior to breeding because of increased food availability. Ducklings produced by late-nesting females may, however, experience reduced food availability if they hatch after the peak in invertebrate abundance. Thus the cost of late hatching may be reduced duckling survival. In contrast, good-condition females can nest earlier, thereby increasing the survival of their ducklings (MacCluskie & Sedinger 2000).

A severe winter climate can have a negative effect on eider body condition (Lehikoinen et al. 2006). A study on northern shovellers (*Anas clypeata*) in Alaska showed that the females with the best body condition started breeding early (MacCluskie 2000). The abrupt decline in 2002 in the number of female eiders with new broods might indicate that females were generally in poor body condition, and only females with the largest reserves tried breeding at all.

The explanation of day-to-day variations in recorded brood numbers (Figure 5 and 6) may be that counts were performed at different tides. Milne (1972) found brood counts at high water inaccurate because at that time, the ducklings tended to stay in dense clumps, frequently brooded by a female. Another study showed that feeding activity peaked in the morning and evening and on a rising mid-tide. At mid-tide, the food supply of the eider is most easily accessible (Milne & Reed 1974) and this may explain the peaks in the brood counts.

However, even if the young were not foraging during counts, I expected the broods to be visible on the barren banks close to the water edge. Minot (1980) also found that broods were led to the water at different times depending on predation, tides, currents and times of day. Currents and predation hardly play a large role in Eyjafjörður, but tides might affect the departure of new broods from the nest and so influence the number of broods on the water at each count.

### Single- and multi-female broods

Most broods were tended by a single female especially in 2003 (80-95%) (Figure 7). Generally the abundance of multi-female broods seemed to decline as the brooding period proceeded, but in 2002 there were a few days where the proportion of multi-female broods rose to around 30%. On these same days, the number of broods was low.

The generally low frequency of multi-female broods is interesting. This may be related to low predator abundance (personal observations) and can be seen as an indicator of good condition females. Although multi-female tending might be the strategy of females in poor body condition, high duckling mortality is likely to promote it, as females that have lost most or all their own ducklings, are likely to be attracted to other broods.

The proportion of NHD ducklings was higher among multi-female broods than among single female broods in 2003. This is in accordance with Öst (1999) who suggested that multi-female tending would be dominant the first week or two, while ducklings depend on brooding. In 2002, this was the other way around. Larger ducklings become more common among the multi-female broods than among the single-female broods. This was probably caused by the high duckling mortality with consequent abundance of brood-less females, showing other broods at least temporal interest.

More than 50% of the eider broods consisted of small downy ducklings (SDD) (Figure 8). Older broods were few, especially in 2002 (11% of broods). In 2003, a proportionally higher number of broods consisted of large ducklings (21%).

It takes ducklings 25 days to grow the first feather (Mendenhall & Milne 1985), and break-up of family units begins when ducklings are about 7 weeks old (Öst 1999). This study took no more than 25-27 days. Feathered ducklings should therefore have started to appear just before the study ended and then we still had a long way to go until family units would start to break up.

As new NHD kept appearing on the water throughout June, we would need another month to find the mortality rate of ducklings. In 2002, the number of NHD declined very rapidly after 17 June, and very few birds were left in the area when the study period ended. All the ducklings that appeared on the water before the 17 June should have reached MDD stage by the end of the period. Few did so, and no feathered ducklings were found. By the end of the study period, very few broods were seen in the area at all and this suggests high mortality for ducklings in the SDD stage. In 2003, on the other hand, the number had hardly started to decline when the study ended.

I cannot exclude the possibility that females with SDD broods left in search of better feeding grounds outside the study area. As the ducklings grow, their diving ability improves (Nielsen 1998). In the main study area, with high duckling densities, competition for food may be high. When the ducklings no longer depend on brooding and have gained minimum diving ability, the female takes her brood to mussel areas further out

in the fjord. At what stage this happens I cannot say. Swennen (1989) found that at three weeks of age the ducklings will have a bill size large enough to handle small bivalves (2-3cm long shells).

In 2003, there were a few feathered broods in the area, and LDD were seen in some abundance, so at least part of the older broods stayed in the study area in 2003. Time of departure may, however, vary between broods and between years. If there is no food supply for the ducklings at the head of the fjord, as may have been the case in 2002, the females may have left the area with their broods in search of better feeding grounds elsewhere.

A few broods were seen along the coast on both sides of the fjord outside the study area. These broods were not older than the ones at the head of the fjord, and no broods were seen travelling from the study area to the north.

### Male-accompanied broods

In the beginning of the period (12-14 June), males were seen accompanying many broods and the proportion of such broods rose to 46% in 2003 (Figure 9). Similar behaviour was seen in 2002, but the males left a little earlier and their number was already declining after the first day.

Males were often seen accompanying the youngest broods (Figure 10), something that suggests that they were not choosing broods at random. Males were more commonly seen in multi-female broods. This may be a consequence of the abundance of multi-female broods in the beginning of the period when males were still abundant in the area.

I do not know if the accompanying males were paired to the brooding females, but on many occasions paired females without a brood or on the nest, showed distress/aggressive behaviour when other males got too close. Very few such encounters were seen in male-accompanied broods. This shows that the females are not tolerant towards alien males and indicates that the accompanying male was paired to a female in the brood.

Male nest fidelity has been said to be prominent in northern areas, possibly due to heavy avian predation and low clutch size (Ahlén & Andersson 1970). Both nest and duckling predation was low in Eyjafjörður. This does not exclude brood defence as a possible reason for males to stay with his female and her brood while ducklings are most vulnerable to predator attack. If re-nesting occurs even after a full incubation period, it will pay off for the male to stay with the female as long as his body condition allows him to.

### Brood size

As might have been expected, single-female broods were largest when the young first arrived onto the water (Figure 11, Table 3). NHD broods were a little larger in 2003, and they only decreased slightly as the young got older. In 2002, the broods decreased greatly in size as the ducklings grew older, an indication of high mortality. Small NHD broods can indicate one of several causes, including high nest predation, predation on the way from nest to the sea or poor body condition among females.

Females with small clutch sizes tend to have reduced nest success (Hanssen 2004). They are prone to abandon ducklings (Erikstad et al. 1993) and have a reduced return and

survival rate (Yoccoz et al. 2002). We can only conjecture about duckling mortality before they reach the water since broods were not followed from the nests.

The high incidence of NHD broods with four ducklings in 2002 was possibly an effect of the small sample size. Öst (1999) found that one female can easily brood 10 newly hatched young. As predation was not high, it is unlikely that the high abundance of four ducklings in a brood is related to the brooding or protection capability of the female.

The high proportion of single ducklings in the SDD age class in 2002 is yet another indicator of high mortality, something that is highlighted further by the small brood size of older ducklings.

### **2.4.3 Behaviour**

Both females and ducklings spent most of their time feeding (Figure 12). The young spent much more time feeding than the female. They fed almost constantly and relied entirely on the female for predator protection. The female also spent much time feeding, but unlike the ducklings she would also spend considerable time in vigilance.

The females not only spent much less time feeding, they used other feeding methods than the ducklings (Figure 13). They dived less and fed more often with only their head under water or occasionally up-ending. The females were always on the lookout for possible danger even between diving bouts. This is in accordance with Öst et al. (2002) who, as mentioned earlier found that dives interfered with the females' ability to detect predators. Broods were mostly seen in very shallow waters, and in many cases, the female could probably reach the bottom without diving. The duration of each dive was not measured; therefore, we cannot confirm whether females with young were making shorter dives than females without broods.

Diving is the most energy demanding feeding method available to the eider, and the female will not gain from it unless she can reach abundant, good quality food supplies. If the food supply in the brood feeding area is scarce, the female might delay foraging so as not to compete for food with her own ducklings. The ducklings, on the other hand, may not have as much of a choice. Even up-ending does not get them very far when they are small. They do not have the same reserves as the tending female and cannot wait with feeding. Until they can dive deep enough to use other feeding grounds they must find food in the shallow areas closest to the shore.

By “trampling” over mud bottom in shallow water, the females stir items of food from the bottom. Even though this method was only seen used by females, the ducklings gained from this by reaching food items that would otherwise be less available to them.

Females spent more time preening (incorporated in the category “other”) than the ducklings (Figure 12). Possibly more time is spent preening among adult birds than among downy ducklings, in general, but ducklings also neglect preening when starving (Swennen 1989).

As the female and her brood always stay close together, it is natural that the same amount of time is allocated to locomotion. In both years, a considerable amount of time, or 20–

23%, was used in locomotion. The broods were never seen making long-distance journeys. The observed trips consisted mostly of moves between the best feeding spots, depending on tides and currents, and trips between brooding areas on land and the feeding grounds at sea.

Females spent more time feeding and preening and less time resting or in vigilance in 2003 than in 2002. This, together with the fact that almost only early-breeding females were seen arriving with broods onto the water in 2002, indicates that only the best conditioned females managed to hatch young that year. These high quality females have an effective brood tending behaviour, with high vigilance and spend less time on preening and feeding. In 2003, a broader spectrum of females may have been present, generally in better condition than in the year before; they showed a wider variety of brood tending behaviour and some showed a more relaxed attitude with less vigilance, more preening and more time spent on feeding in comparison with 2002.

Both ducklings and females spent proportionally less of their foraging time diving in 2002. As so much energy goes into diving it may not have paid off to dive for sparsely distributed crustaceans. However, this also implies a different distribution in the food supply.

Visible interaction between individual birds, other than between the female and her brood, was not often observed. Encounters were mostly seen as aggressive behaviour in females when males, or sometimes other females, came too close. Females were also seen showing aggressive behaviour towards certain ducklings in their own broods. In one instance a female constantly picked on a duckling that would then dive and appear in the middle of her brood. She would find him again and pick at him until he dived again. This went on for a while until the duckling gave up and kept a certain distance from the brood. Öst and Bäck (2003) suggest that the female distinguishes her own young from adopted ducklings which are forced by female aggression to accept the less favourable positions in the brood.

### Brood density

Eider broods were densely packed at all times. When females were resting or swimming, brood density was highest. At rest, the female often brooded only the youngest ducklings, and older ducklings lay in a dense heap nearby, or together with the female. When shifting between locations, the female normally swam ahead with a densely packed group behind her. In some instances though, the ducklings moved ahead, with the female right behind them.

Young were exclusively seen preening on land, normally before resting, and they were then already piled together ready for their rest. When ducklings became alert, their first reaction would be to get as close to the female as possible. Only during feeding would the brood be a bit more dispersed around the female.

Close proximity to the female is especially important where the risk of aerial predation is high. A study made in Scotland showed increased predation in bad weather when ducklings were most dispersed from the female (Mendenhall & Milne 1985). During the few predator attacks observed in this study, the ducklings would stay mostly under the wing of the female or as close as possible.

If gull predation were the main reason for dense distribution of the young, we would expect the density to lessen as the ducklings grew older (Figure 14). This was partly the

case as LD ducklings were more loosely distributed around the female than smaller ducklings. But still, ducklings were rarely seen further away from the female than 10 female lengths. Even adult eiders will form relatively compact flocks outside the breeding season, both when feeding on water and roosting on banks (reviewed in Milne 1972).

Close proximity may be more important in a species adapted to the open sea, where wind and wave conditions on a large uniform surface makes it easy for ducklings to get lost, and distress calls may not carry far. Possibly, being a diver makes it more important for the eiders to stay close together: when they are underwater, the female will find it hard to locate stray ducklings.

If the food supply is sparsely distributed, the ducklings will have to choose between security close to the female, or more efficient food uptake by straying further away. Starving ducklings will stray further from female and will be susceptible to bird predation (Swennen 1989). This may explain the difference we see in the density of feeding ducklings in 2002 and 2003. The greater spread of ducklings in 2002 suggests more intense search for food and a scarcity of food supply as compared to 2003



## 2.5 Conclusion

Researchers have come a long way since Bédard and Munro (1977) documented that eider females use different post-hatching strategies and can be categorised as "stayers" or "leavers". Later studies emphasised fine-tuning the definition of these strategies, and today a range of well-documented methods are known to be adopted by eider females in various environments.

Post-hatching body condition affects the female's ability to tend their young and the spatial structure of eider broods (Kilpi et al. 2001, Öst et al. 2003b). Females that stay with a brood may do so alone, or in collaboration with other females. With shared tending and vigilance, longer dives can be made, increasing food availability and broadening the diversity of available food (Öst et al. 2002). In multi-female broods, the most dominant female maintains the central position in the crèche by means of aggression, with her own ducklings closest to her (Öst et al. 2005). Aggression and increased levels of vigilance entail costs, but a central position yields better protection against predator attacks (Öst et al. 2007). Females that are in good condition, can afford to spend the necessary time on vigilance alone, and may choose lone-tending, thus avoiding stress and possible injuries following intra-group aggression. A female cannot care equally well for all the young in a large brood. The tending female will try to control duckling distribution so as to keep her own young closest to her and the adopted ducklings further away where they are more vulnerable to predator attacks (Öst & Bäck 2003).

This study focuses on the post-hatching behaviour and brood tending strategy of female and young in two summers, 2002 and 2003. The number of broods differed between years, with an earlier and much lower peak in 2002. Together with smaller broods and few large ducklings, the low and early peak was an indicator of high duckling mortality in 2002. Broods were mostly tended by lone females but, surprisingly, males were seen accompanying many broods in the beginning of the study period. Both single-female broods and male-accompanied broods were more common in 2003, something that may be seen to be an indicator of good condition in adult individuals. It may also mean that when food is in abundance on the duckling feeding grounds, adults are not pressed to leave for better feeding further offshore, where the young cannot follow.

The ducklings never roamed far from the female, but a greater spread of ducklings in 2002 again suggested scarcity of food supplies, as compared to 2003. In 2002, females spent less time feeding, and more time on vigilance, something that suggests that they have to postpone foraging while in the duckling feeding area, when food is scarce.

Results show that strategies were generally comparable with studies elsewhere and gave strong indications of different food supplies between the years and some less clear indications that adult birds were in general good condition. However, the finding of males accompanying broods at the beginning of the period was new to me, and I have found no other reference to such behaviour in Iceland, although Guðmundsson (1932) mentions males staying in the vicinity throughout the nesting period. It would be interesting to find out how common this behaviour is, and to study the strength and duration of the males' coalition with the nesting females and, later, their broods. As eider males in Iceland have been known to stay with the females throughout the nesting period, an abundant food supply in the duckling feeding area might explain why it took the males a few days to realize that they were free to go. Further research is needed to explain this behaviour fully.

Studies have so far provided ample documentation about the conditions that lead to various kinds of strategy. If certain strategies are known to be adaptations to specific sets of conditions, can we consider the strategies in question indicators of certain conditions?

Documenting the post-breeding strategies of the eider may be more easily accomplished than carrying out e.g. condition studies of adult birds so the gain is there. This study showed first and foremost what strategies this versatile bird uses in an area where it has not been much studied. But it also showed that with the accumulated knowledge on post-breeding behaviour we can by looking at breeding strategies gain certain information on other aspects of the eider ecology such as food abundance and possibly also body condition. However the variables are many and so far behaviour can only give us an indication of physical condition. Further studies into the relationship between the condition of animals, their surroundings and the type of breeding strategies observed may strengthen those indicators and the eider in Iceland is an accessible and interesting subject for such studies.

## Figures

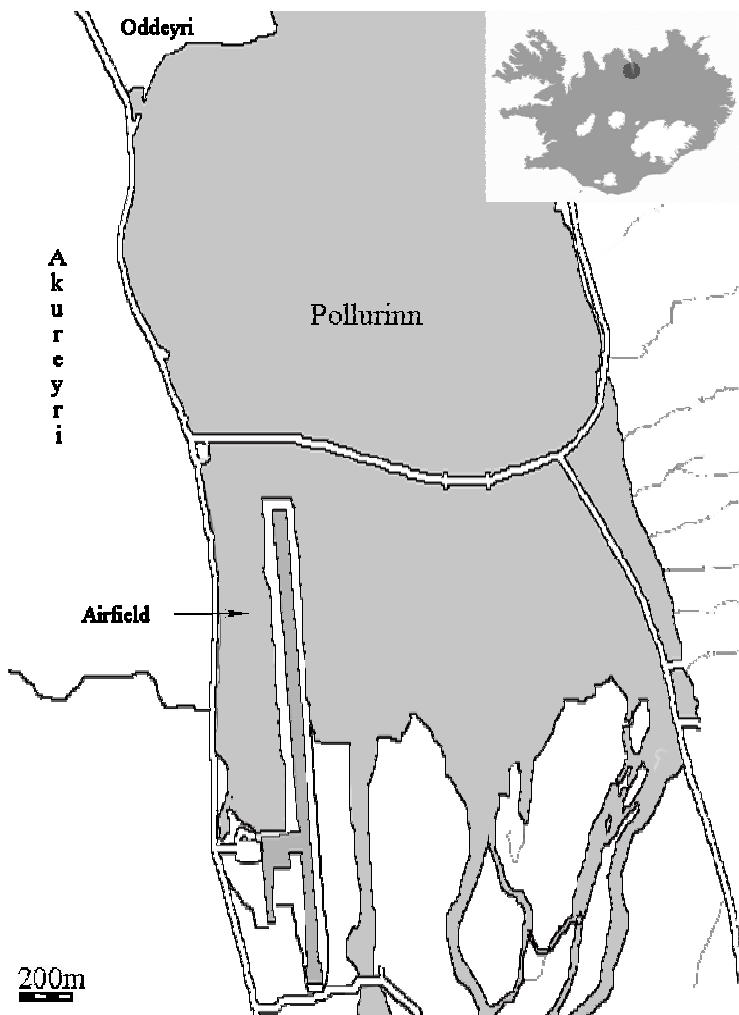


Figure 1. Map of the study area. The innermost part of Eyjafjörður in North Iceland.

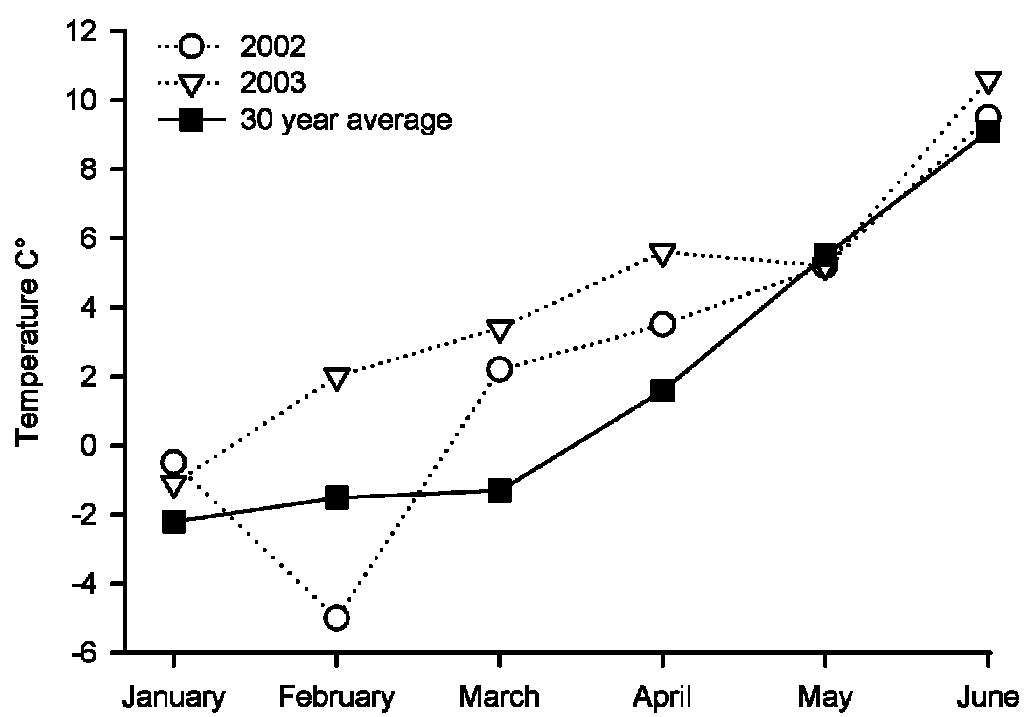


Figure 2. Average temperatures prior to and during the brooding period. The 30 year average is from 1960-1990.

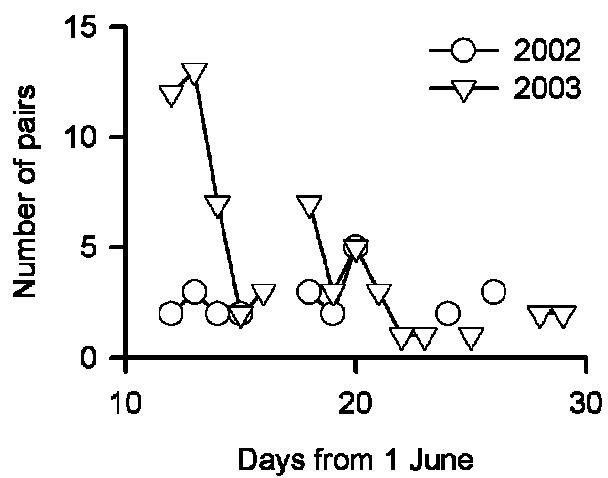


Figure 3. Number of eider pairs in the study area on 12 to 30 June 2002 and 2003.

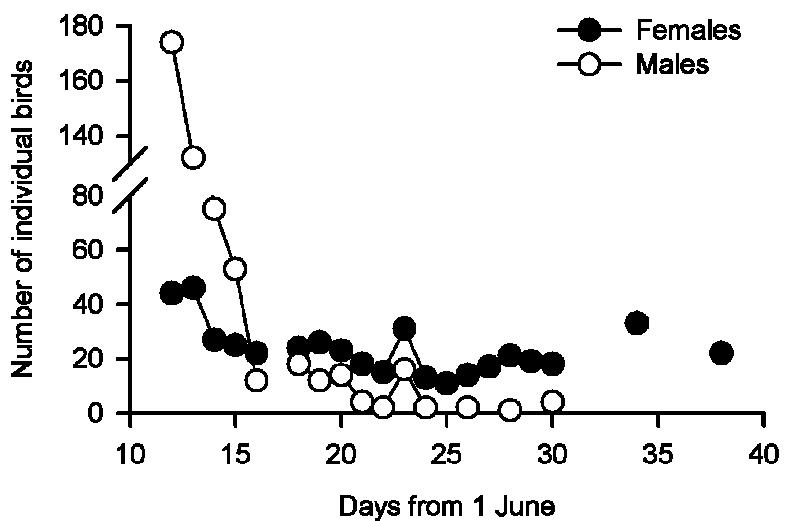


Figure 4. Number of unpaired adult eiders in 2003. Counts are missing for 2002.

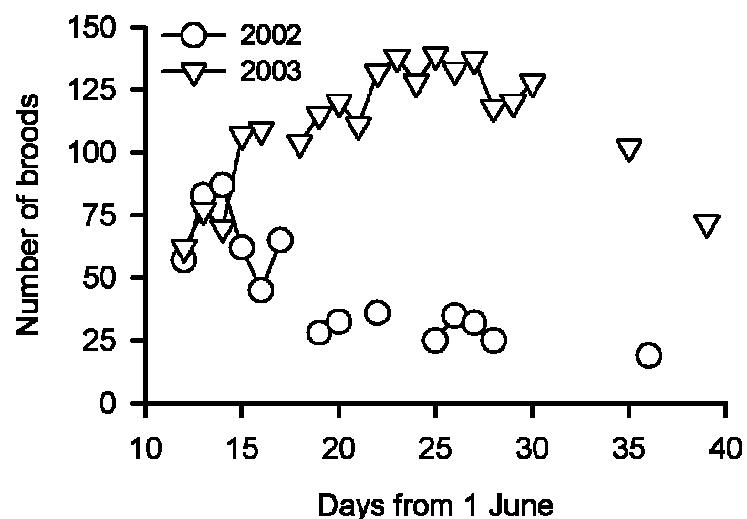


Figure 5. Total number of eider broods in the study area in 2002 and 2003. The average number of broods was 46 in 2002 and 104 in 2003.

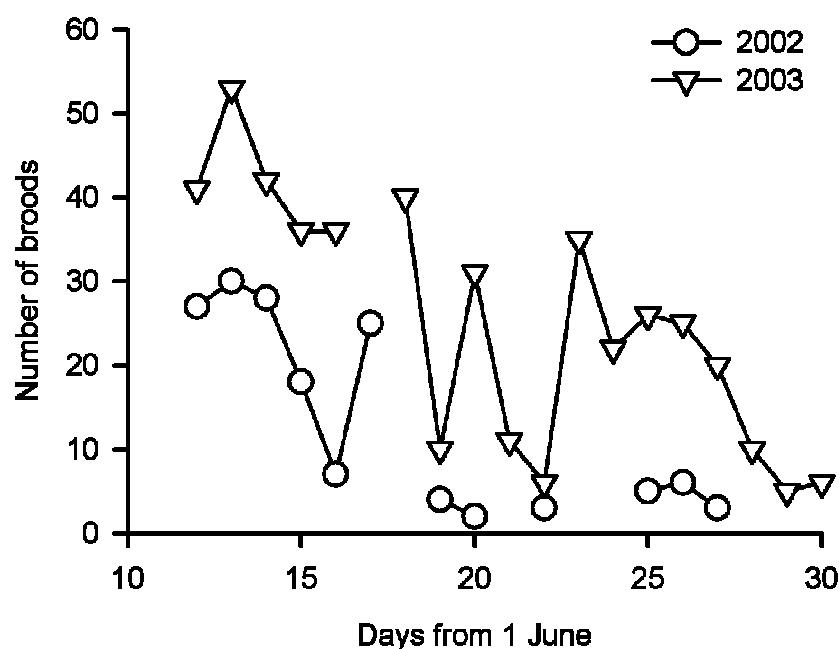


Figure 6. Total number of NHD broods during the study periods of 2002 and 2003.

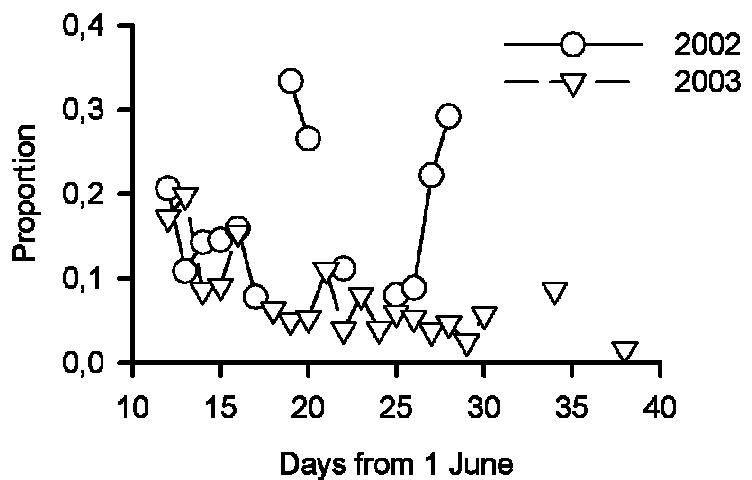


Figure 7. Number of multi-female broods seen in the study area in 2002 and 2003.

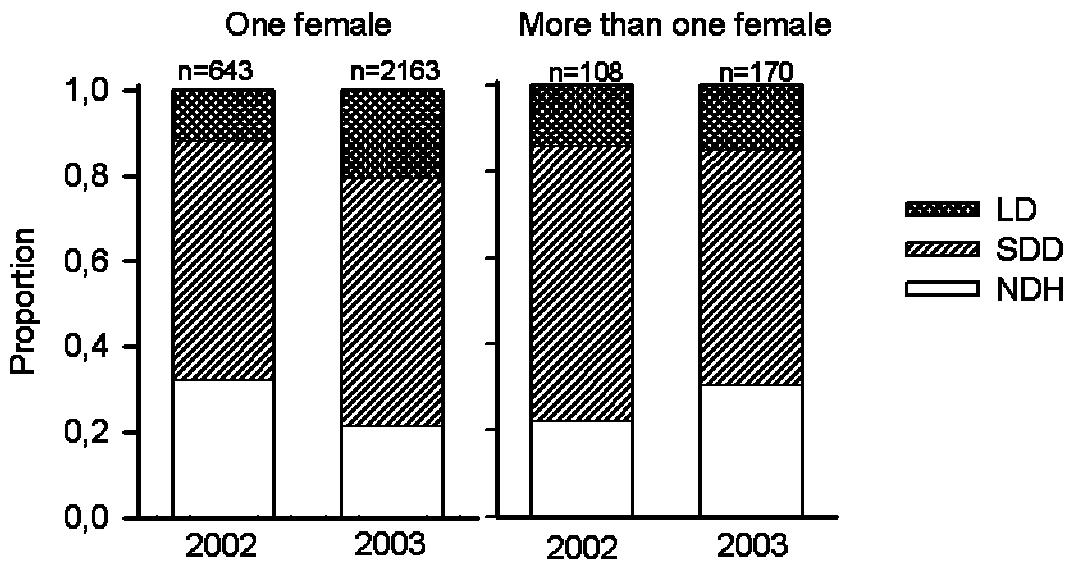


Figure 8. The duckling size among single- and multi-female broods.  $N$  = number of broods. In 2003, larger ducklings were more common among single-female broods ( $\text{Chi-square} = 9.120$ , d.f. 2,  $p = 0.010$ ). Among single-female broods there was a significant difference in duckling size distribution between years ( $\text{Chi-square} = 20.966$ , d.f. 1,  $p < 0.001$ ).

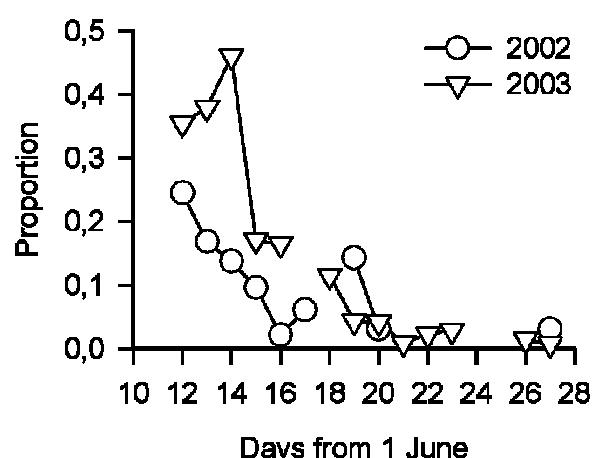


Figure 9. Broods with male attending as well as one or more females.

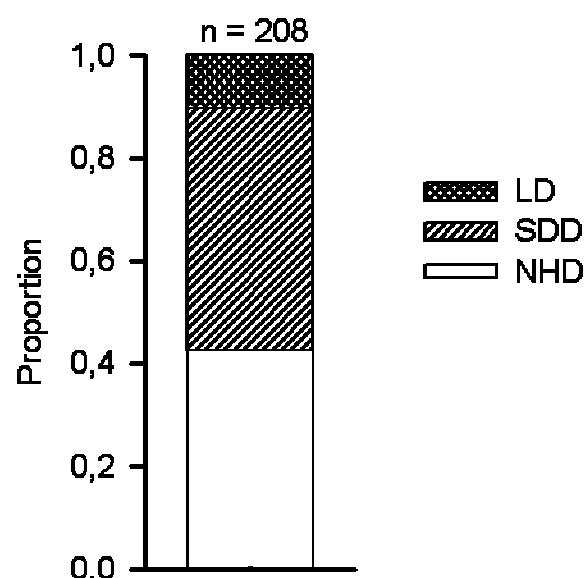
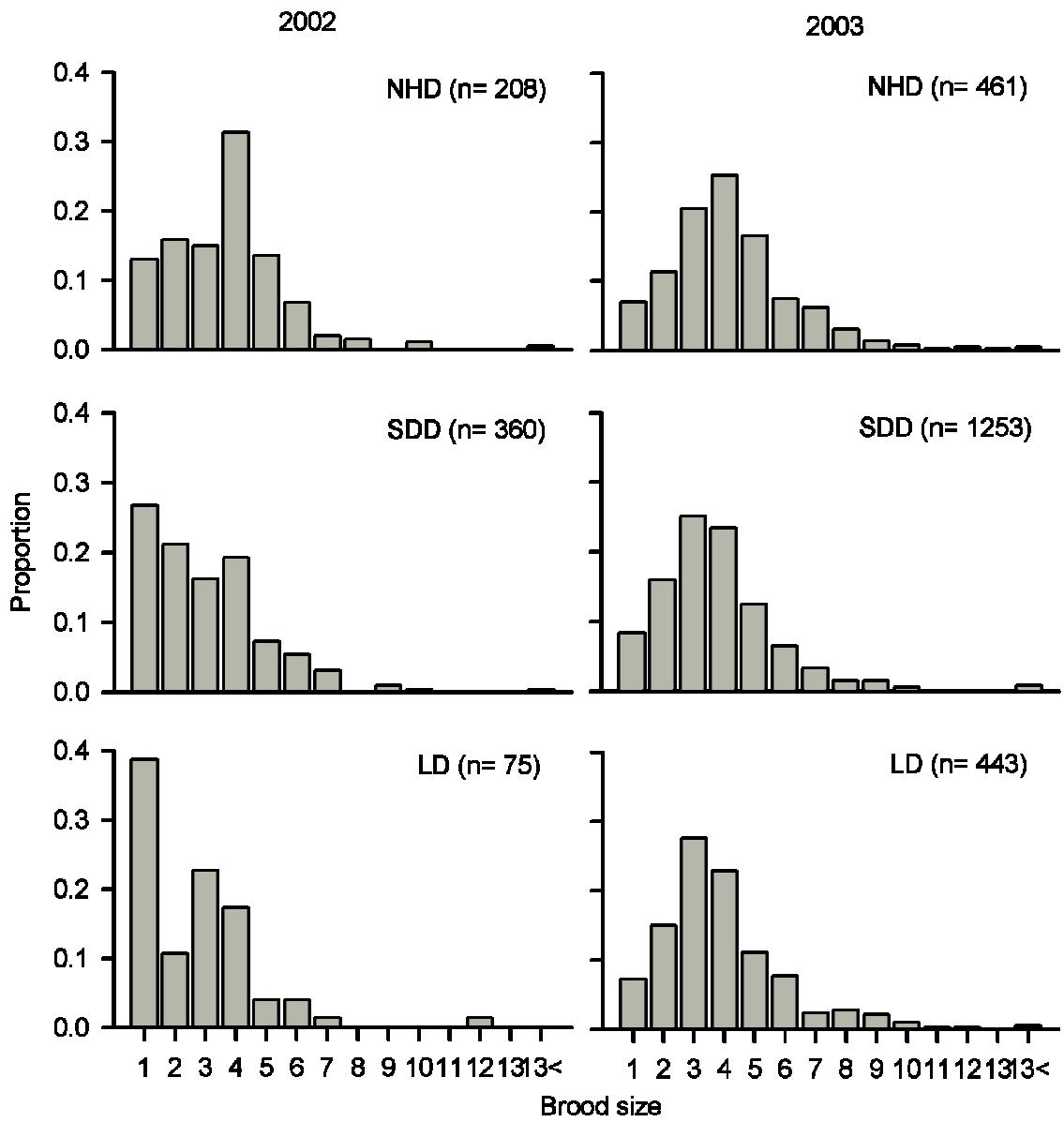


Figure 10. The duckling size among broods where males were attending together with one or more females. Male-accompanied broods had a much higher proportion of NHD broods than single-female broods ( $\text{Chi-square} = 44.245$ , d.f. 2,  $p < 0.001$ ).



*Figure 11. Brood size amongst different age classes, attended by single females. N = number of broods.*

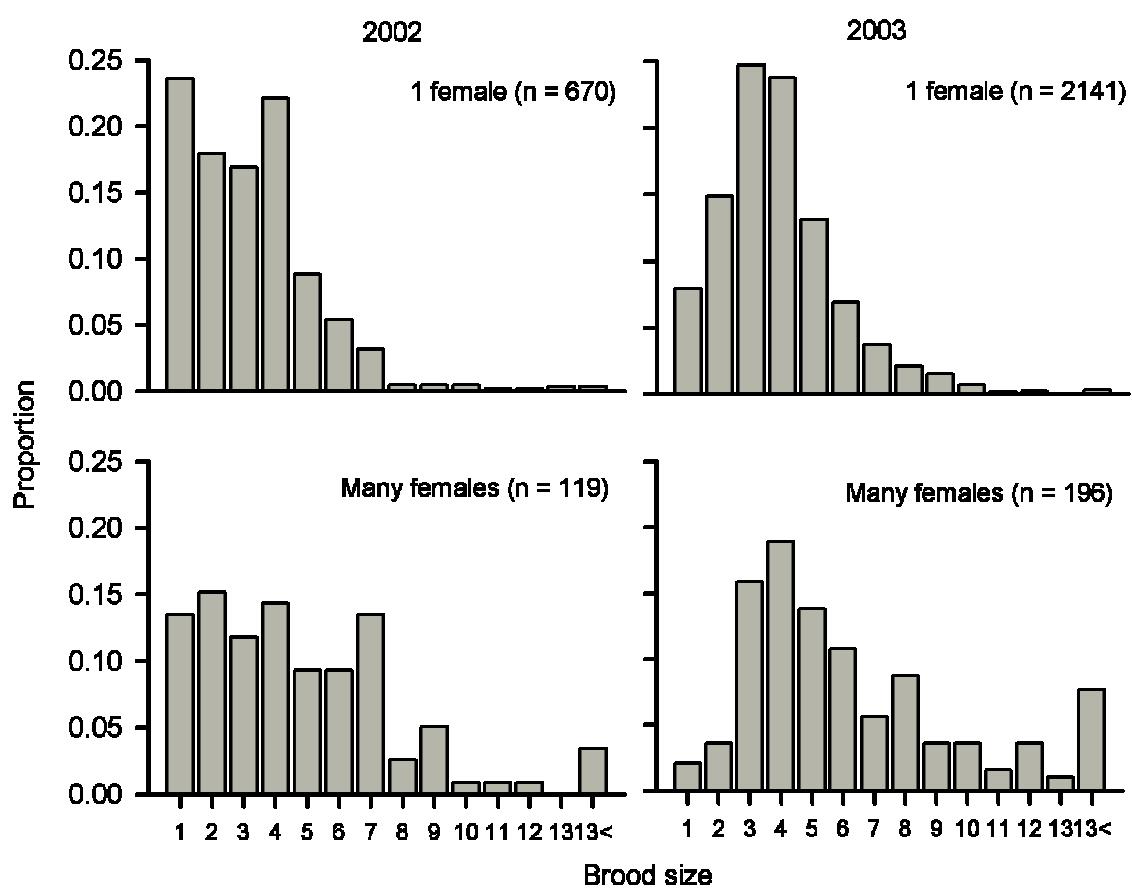


Figure 12. Brood size among broods attended by one or more females. N = number of broods.

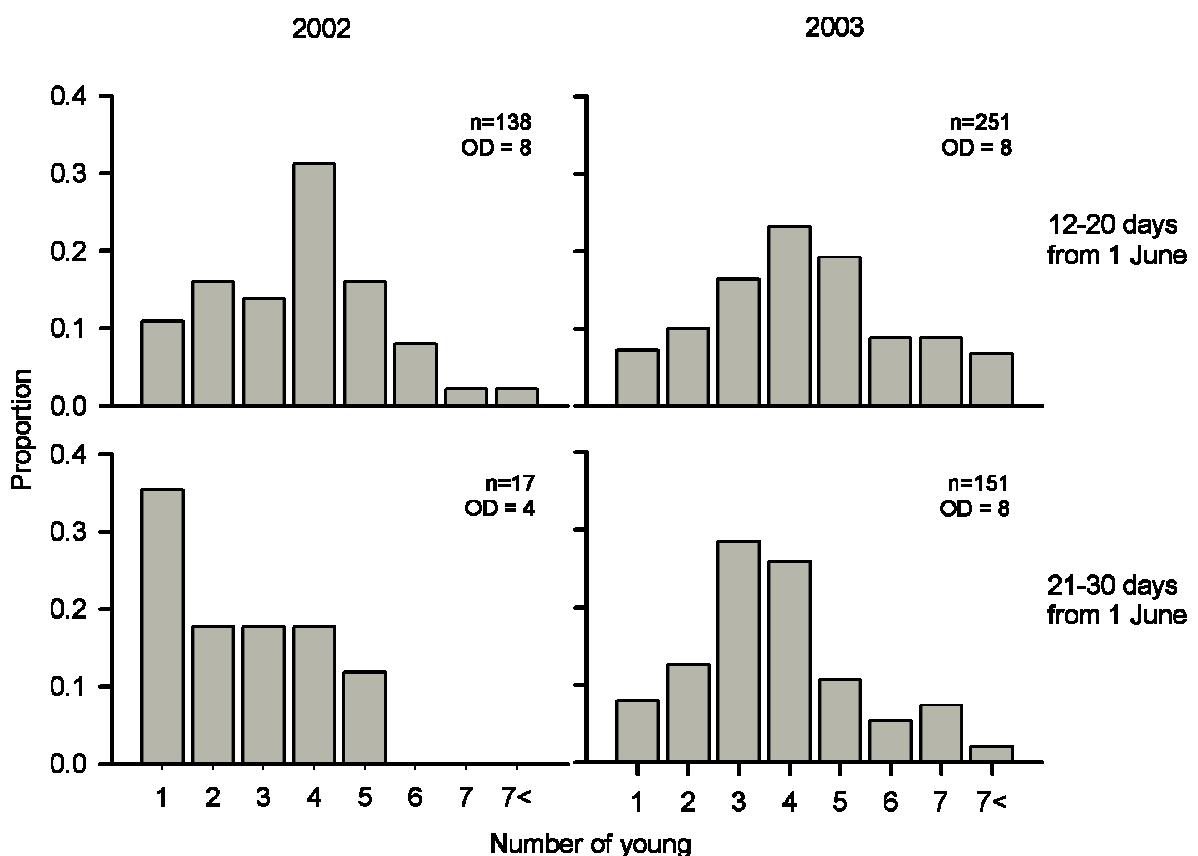
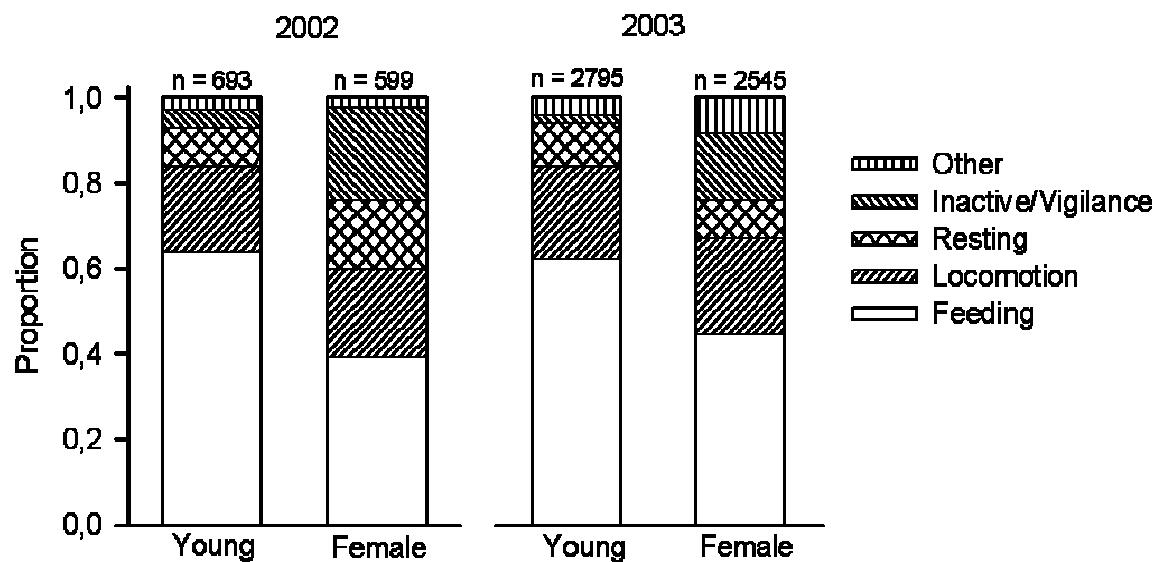
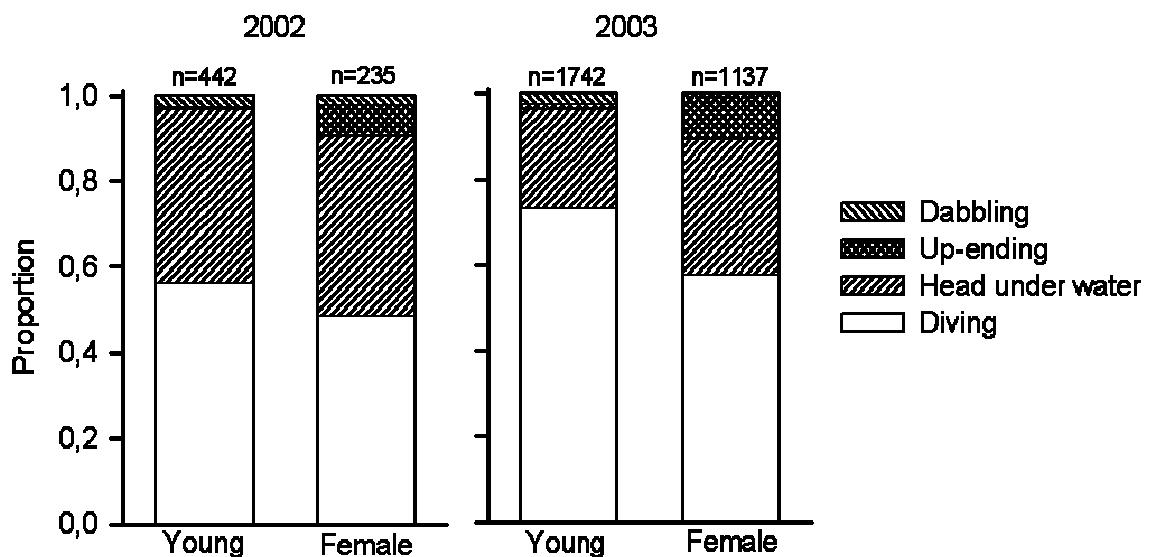


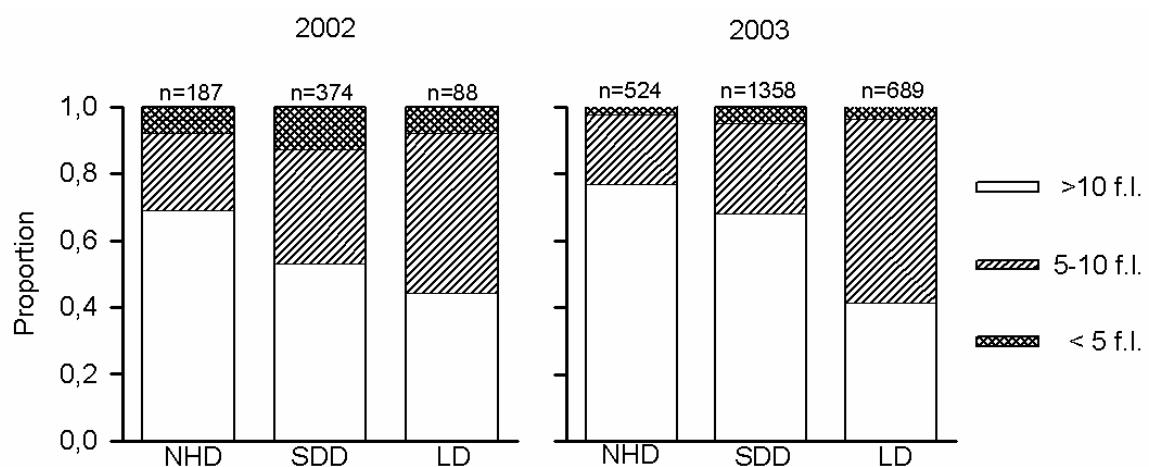
Figure 13. Size distribution of single-female NHD broods in two different periods in 2002 and 2003. N = number of broods and OD are number of observation days. The brood size of the NHD became smaller as the summer proceeded (Table 5).



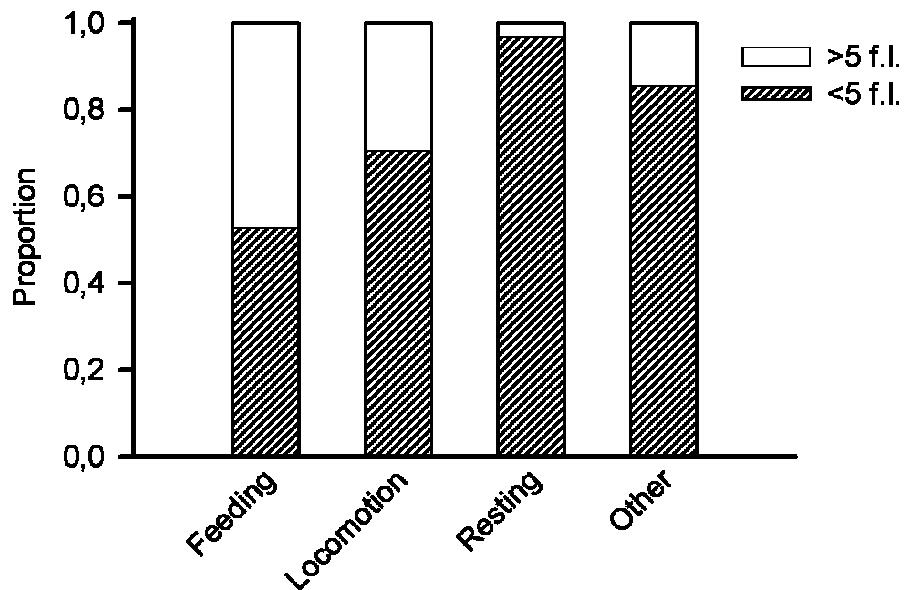
*Figure 14. Behaviour of females and their young. A difference was found in time spent on each category between the two groups ( $\chi^2_{2002} = 129.544$  and  $\chi^2_{2003} = 467$ , d.f. 4,  $p < 0.001$ ). The behaviour of the females and their young differed between years ( $\chi^2_{female} = 70.011$  and  $\chi^2_{young} = 24.671$ , d.f. 4,  $p < 0.001$ ).*



*Figure 15. Feeding methods of females and their ducklings. The frequency of different feeding methods differed between ducklings and females (Chi-square<sub>2002</sub> = 27.203 and chi-square<sub>2003</sub> = 138.525, d.f. 3, p<0.01). Ducklings spent more of their foraging time diving while females were more often seen feeding with only head under water. Less time was spent diving in 2002 than in 2003 among both young and females (Chi-square<sub>young</sub> = 54.991 and chi-square<sub>females</sub> = 30.703, d.f. 3, p<0.01).*



*Figure 16. Within-brood density versus duckling size 2002 and 2003. Density is measured in female lengths (f.l.). The broods became more loosely packed as the ducklings grew older (Chi-square 2002 = 23.440 and chi-square 2003 = 220.486, d.f. 4, p = <0.001). Density of NHD and SDD broods was greater in 2003 than in 2002 (Chi-square NHD = 12.156 and Chi-square SDD = 42.795, d.f. 2, p = <0.001,).*



*Figure 17.* Within-brood density in relation to behaviour of ducklings. *F.l.* is the radius of the brood measured in female lengths. The vigilance/inactive category was incorporated into “other behaviour”. Duckling behaviour affected the density within the broods ( $\text{Chi-square}_{2002} = 96.816$  and  $\text{chi-square}_{2003} = 248.796$ ,  $d.f. 3$ ,  $p < 0.001$ ). The ducklings were more dispersed during feeding than during other categories. Density within broods did not change much between years except among the feeding ducklings ( $\text{Chi-square} = 13.658$ ,  $d.f. 1$ ,  $p < 0.001$ ), which were more loosely packed in 2002.

## Tables

*Table 1.* Duckling sizes. To the size group NHD belonged ducklings where no apparent growth had taken place. In many cases ducklings larger than SDD were categorised as large ducklings (LD).

Size	Definition
NHD	Newly hatched ducklings
SDD	Small downy ducklings
MDD	Medium downy ducklings
LDD	Large downy ducklings
FD	Feathered ducklings
LD	Large ducklings (SDD, LDD and FD)

*Table 2. Behaviour categories of females and ducklings. The behaviour of the ducklings was rather synchronised, and the behaviour of a majority of the ducklings was recorded as the behaviour of the group.*

<b>Feeding</b>	Active feeding or resting bouts between active feeding.  Diving Up – ending Head under water  From surface
	Going underwater or reappearing from a dive. Turning vertical with head down and half of body under water.  With head or head and neck under water
<b>Locomotion</b>	Moving with bill under water or dips bill at intervals into water.
<b>Resting</b>	Actively moving (swimming or walking) from one location to another
<b>Inactive /Vigilance</b>	Bird hides bill in feathers or/and has closed eyes. Can be on water or standing/lying on land.
	Standing on land or floating on water without definite direction or active movements for more than 30 seconds. Vigilant females were mostly inactive but had stretched necks, and/or turned heads frequently. Ducklings that got distress call from female or became aware of danger would run/swim hastily towards female and gather in dense heap around her.
<b>Other behaviour</b>	Behaviour that is not listed above.
Preening	Draws feathers through bill, rearrange plumage and/or spread secretion from preen gland onto feathers with bill or head. Also scratch their head with feet.
Interaction /Agonistic behaviour	Aggression. Intense head and neck movements and sounds in adult individuals when close to other adult individuals (eiders or other birds/ predators) or young from other brood.
Abnormal behaviour	Seen occasionally in lone ducklings. Circling and calling when female is close by. High activity with no apparent purpose.

*Table 3. Median brood size of single-female broods. The brood size distribution differed between years and between age classes (Kruskal-Wallis:  $H = 171.534$ , d.f. 5,  $p < 0.001$ ). The broods became smaller as the ducklings got of the NHD stage in both years (Dunn's method: Year 2002,  $q_{NHD \text{ vs } SDD} = 4.429$ ,  $q_{NHD \text{ v.s. } LD} = 4.326$ ,  $p < 0.05$ , and year 2003,  $q_{NHD \text{ vs } SDD} = 7.114$ ,  $q_{NHD \text{ vs } LD} = 5.197$ ,  $p < 0.05$ ). The broods were larger in 2003 than in 2002 (Dunn's method:  $Q_{NHD} = 4.960$ ,  $q_{SDD} = 7.072$ ,  $q_{LD} = 5.249$ ).*

Duckling size	Median 2002	Number of broods	Median 2003	Number of broods
NHD	4.20	208	4.45	461
SDD	3.14	360	4.03	1259
LD	3.02	75	4.01	443

*Table 4. Median value of single- and multi-female broods. The broods are larger where more than one female is tending (Mann-Whitney:  $T_{2002} = 59542.5$ ,  $t_{2003} = 270358$ ,  $p < 0.001$ ) and they were larger in 2003 than in 2002 (Mann-Whitney:  $T_{single} = 14714$ ,  $t_{multi} = 774849$ ,  $p < 0.001$ ).*

Type of brood	Median 2002	Number of broods	Median 2003	Number of broods
Single-female	3.37	643	4.11	2163
Multi-female	4.68	108	5.70	170

*Table 5. Median of NHD broods in 2002 and 2003 following single females. The brood size of the NHD became smaller as the summer proceeded (Mann-Whitney:  $T_{2002} = 11521.500$ ,  $p = 0.007$  and  $T_{2003} = 33599.000$ ,  $p = 0.004$ ). The brood size was larger in 2003 (Mann-Whitney:  $T_{period\ 1} = 41070.500$ ,  $p < 0.001$ ,  $t_{period\ 2} = 953.500$ ,  $p = 0.004$ ).*

Period	Median 2002	Number of broods	Observation days	Median 2003	Number of broods	Observation days
12-20. June	4.23	138	8	4.72	251	8
21-30 June	2.83	17	4	4.04	151	8



## References

- Afton, A. D. & Paulus, S. L. 1992. Incubation and brood care. In: Ecology and Management of Breeding Waterfowl (ed: Batt, B. D. J., Afton, A. D., Anderson, M. G., Ankney, C. D., Johnson, D. H., Kadlec, J. A. & Krapu, G. L.) pp. 63-108. University of Minnesota Press, Minneapolis.
- Ahlén, I. & Andersson, Å. 1970. Breeding ecology of an eider population on Spitsbergen. *Ornis Scandinavica* 1: 83-106.
- Anderson, V. R. 2001. Egg size, body size, locomotion, and feeding performance in captive king eider ducklings. *The Condor* 103: 195-199.
- Anderson, V. R. & Alisauskas, R. T. 2002. Composition and growth of king eider ducklings in relation to egg size. *The Auk* 119: 62-70.
- Andersson, M. & Waldeck, P. 2006. Reproductive tactics under severe egg predation: an eider's dilemma. *Occologia* 148: 350-355.
- Andersson, M. & Waldeck P. 2007. Host-parasite kinship in a female-philopatric bird population: evidence from relatedness trend analysis. *Molecular Ecology* 16: 2797-2806.
- Batt, B. D. J. 1992. Introduction -The Waterfowl. In: Ecology and Management of Breeding Waterfowl (ed: Batt, B. D. J., Afton, A. D., Anderson, M. G., Ankney, C. D., Johnson, D. H., Kadlec, J. A. & Krapu, G. L.). 9 pp. University of Minnesota Press, Minneapolis.
- Beauchamp, G. 1997. Determinants of intraspecific brood amalgamation in waterfowl. *The Auk* 114: 11-21.
- Bédard, J. & Munro, J. 1977. Brood and crèche stability in the common eider of the St. Lawrence estuary. *Behaviour* 60: 221-236.
- Bolduc, F. & Guillemette, M. 2003. Incubation constancy and mass loss in the common eider *Somateria mollissima*. *Ibis* 145: 329-332.
- Coulson, J. C. 1984. The population dynamics of the eider duck *Somateria mollissima* and evidence of extensive non-breeding by adult ducks. *Ibis* 126: 525-543.
- Cramp, S. & Simmons, K. E. L. (eds.) 1977. The birds of the Western Palearctic, Vol. I. pp 593-604. Oxford University Press, Oxford.
- Criscuolo F., Gauthier-Clerc M., Gabrielsen G. W. & Maho Y. L. 2000. Recess behaviour of the incubating Common Eider *Somateria mollissima*. *Polar Biology* 23: 571-574.
- Criscuolo F., Chastel O., Gabrielsen G. W., Lacroix A. & Maho Y. L. 2002. Factors affecting plasma concentrations of prolactin in the common eider *Somateria mollissima*. *General and Comparative Endocrinology* 125: 399-409.

D'Alba, L. B. 2007. Micro- and macroclimate effects on reproduction performance of common eider 120 pp. Ph.D. thesis. University of Glasgow.

D'Alba, L. B. 2009. Advances in laying date and increasing population size suggest positive responses to climate change in Common Eiders *Somateria mollissima* in Iceland. *Ibis* 152: 19-28.

del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J. (eds.) 1992. Handbook of the Birds of the World. Vol 1. pp 536-628. Lynx Editions, Barcelona.

Erikstad, K. E. & Tveraa, T. 1995. Does the cost of incubation set limits to clutch size in common eiders *Somateria mollissima*? *Oecologia* 103: 270-274.

Erikstad, K. E., Tveraa, T. & Bustnes, J. O. 1998. Significance of intraclutch egg-size variation in common eider: the role of egg size and quality of ducklings. *Journal of Avian Biology* 29: 3-9.

Erikstad, K. E., Bustnes, J. O. & Moum, T. 1993. Clutch-size determination in precocial birds: a study of the common eider. *Auk* 110: 623-628.

Fast, P. L. F., Gilchrist, G. & Clark R. G. 2006. Experiential evaluation of nest shelter effects on weight loss in incubating common eiders *Somateria mollissima*. *Journal of Avian Biology* 38: 205-213.

Garðarsson, Arnþór, Ingólfsson, Agnar & Eldon, Jón 1976. Lokaskýrsla um rannsóknir á óshólmarsvæði Eyjafjarðarár 1974 og 1975. 63 pp. Líffræðistofnun Háskólans, fjölrít 7. Reykjavík.

Garðarsson, Arnþór, Nielsen, Ólafur Karl & Ingólfsson, Agnar 1980. Rannsóknir í Önundarfirði og víðar á Vestfjörðum 1979: Fuglar og fjörur. 65 pp. Fjölrít Líffræðistofnunar nr 12. Reykjavík.

Guðmundsson, Finnur 1932. Beobachtungen an isländischen Eiderenten (*Somateria m. mollissima*). *Beträge zur Fortpflanzungsbiologie der Vögel* 8: 85-97.

Gunnarsson, Karl 1979. Botnþörungar í innanverðum Eyjafirði, 36 pp. Náttúrugripasafnið á Akureyri fjölrít nr. 8. Akureyri.

Hagstofa Íslands 2008. [online]. Available from: <http://www.hagstofa.is/Hagtolur/Mannfjoldi/Byggdakjarnar,-postnumer,-hverfi>. Borgartúni 21a, Reykjavík [accessed 5 August 2008].

Hanssen, S. A., Folstad, I., Erikstad, K. E. & Oksanen, A. 2003. Cost of parasites in common eiders: effects of antiparasite treatment. *Oikos* 100: 105-111.

Hanssen, S. A. 2004. White plumage reflects individual quality in female eiders. *Animal Behaviour* 71: 337-343.

Hanssen, S. A., Engebretsen, H. & Erikstad K. E. 2002. Incubation start and egg size in relation to body reserves in the common eider. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 52: 282-288.

Harðardóttir, María, Guðmundsson, Jón & Petersen, Ævar 1997. Þyngdartap æðarkolla *Somateria mollissima* á álegutíma. *Bliki* 18: 59-64.

Hauksson, Erlingur 1980. Könnun á fjörulífi í innanverðum Eyjafirði sumarið 1979, 14 pp. Náttúrugripasafnið á Akureyri fjölrít nr. 10. Akureyri.

Hjörleifsdóttir, Dagmar Vala 1977. Afföll æðarunga við Álftanes sumarið 1977, 11 pp. Unpublished project: University of Iceland.

Ingólfsson, Agnar, Garðarsson, Arnþór & Ingvarsson, Sveinn 1972. Botndýralíf í Akureyrarpolli, 33 pp. Náttúrugripasafnið á Akureyri fjölrít nr. 3. Akrueyri

Kilpi, M., Öst, M., Lindström, K. & Rita, H. 2001. Female characteristics and parental care mode in the crèching system of eiders. *Somateria mollissima*. *Animal Behaviour* 62: 527-534.

Koskimies, J. & Lahti, L. 1964. Cold-hardiness of the newly hatched young in relation to ecology and distribution in ten species of European ducks. *The Auk* 81: 281-307.

Krapu, G. L. & Reinecke, K. J. 1992. Foraging ecology and nutrition. In: *Ecology and Management of Breeding Waterfowl* (ed. Batt, B. D. J., Afton, A. D., Anderson, M. G., Ankney C. D., Johnson, D. H., Kadlec J. A. & Krapu G. L.), pp 1-29. University of Minnesota press, Minneapolis.

Kristjánsson, P. Ö. 2008. Áhrif dúntekju á hita í hreiðri, hegðun og varpárangur æðarfugls (*Somateria mollissima*), 76 pp. Ms. thesis. University of Iceland.

Lehikoinen, A., Kilpi, M. & Öst, M. 2006. Winter climate affects subsequent breeding success of common eiders. *Global Change Biology* 12: 1355-1365.

MacCluskie M. C. & Sedinger J. S. 2000. Nutrient reserves and clutch-size regulation of northern shovellers in Alaska. *The Auk* 117: 971-979.

McKinnon, L., Gilchrist, H. G. & Scribner, K. T. 2006. Genetic evidence for kin-based female social structure in common eiders (*Somateria mollissima*). *Behavioral Ecology* 17: 614-621.

Mendenhall, V. M. 1979. Brooding of young ducklings by female eiders *Somateria mollissima*. *Ornis Scandinavica* 10: 94-99.

Mendenhall, V. M. & Milne, H. 1985. Factors affecting duckling survival of Eiders *Somateria mollissima* in northeast Scotland. *Ibis* 127: 148-158.

Milne, H. & Reed, A. 1974. Annual production of fledged young from the Eider colonies of the St. Lawrence Estuary. *The Canadian Field-naturalist* 88: 163-169.

Milne, H. 1972. Breeding numbers and reproductive rate of eiders at the Sands of Forvie National Nature Reserve, Scotland. *Ibis* 116: 135-152.

Minot E. O. 1980. Tidal, diurnal and habitat influences on common eider rearing activities. *Ornis Scandinavica* 11: 165-172.

Munro, J. & Bédard, J. 1977. Gull predation and crèching behaviour in the common eider. Journal of Animal Ecology 46: 799-810.

Nielsen, Ólafur Karl 1998. Atferli kafandarunga við fæðuleit í Mývatni, 35 pp. Náttúrurannsóknastöð við Mývatn. Fjöldit nr. 2.

Ólafur Elímundarson 1991. Friðun æðarfugls 1849. Breiðfirðingur 49:147-157

Öst, M. & Bäck, A. 2003. Spatial structure and parental aggression in eider broods. Animal Behaviour 66: 1069-1075.

Öst, M. 1999. Within-season and between-year variation in the structure of common eider broods. The Condor 101: 598-606.

Öst, M., Jaatinen, K. & Steele, B. 2007. Aggressive females seize central positions and show increased vigilance in brood-rearing coalitions of eiders. Animal Behaviour 73: 239-247.

Öst, M. & Kilpi, M. 1999. Parental care influences the feeding behaviour of female eiders *Somateria mollissima*. Annales Zoologici Fennici 36: 195-204.

Öst, M., Mantila, L. & Kilpi M. 2002. Shared care provides time-budgeting advantages for female eiders. Animal Behaviour 64: 223-231.

Öst, M., Vitikainen, E., Waldeck, P., Sundström, L., Lindström, K., Hollmén, T., Franson, C. & Kilpi, M. 2005. Eider females form non-kin brood-rearing coalitions. Molecular Ecology 14: 3903-3908.

Öst, M., Ydenberg, R., Kilpi, M. & Lindström, K. 2003a. Condition and coalition formation by brood-rearing common eider females. Behavioral Ecology 3: 311-317.

Öst, M., Ydenberg, R., Lindström K. & Kilpi, M 2003b. Body condition and the grouping behavior of brood-caring female common eiders (*Somateria mollissima*). Behavioral Ecology and Sociobiology 54: 451-457.

Persson, I. & Andesson, G. 1999. Intraclutch hatch synchronization in Pheasants and Mallard ducks. Ethology 105: 1087-1096.

Petersen, Ævar 1999. Æðarfugl In: Íslenskir fuglar (ed: Sigríður Harðardóttir) pp. 94-97. Vaka-Helgafell, Reykjavík.

Petersen, Ævar & Skírnisson, Karl 2001. Lifnaðarhættir æðarfugls á Íslandi. In: Æðarfugl og æðarrækt á Íslandi (ed: Jónas Jónsson), pp 13-45. Mál og mynd, Reykjavík.

Petersen, Ævar & Thorstensen, Sverrir 1990. Fuglalíf við Akureyrarflugvöll og í grennd 1987. Bliki 9: 7-20.

Petersen, Ævar & Thorstensen, Sverrir 2001. Fuglalíf í óshólmum Eyjafjarðarár, 67 pp. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík.

Pethon, P. 1968. Food and feeding habits of the Common Eider (*Somateria mollissima*). Nytt Mag. Zool. 15: 97-111.

Robertson, G. J. 1998. Egg adoption can explain joint egg-laying in common eiders. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 43: 289-296.

Schmutz, J. K., Robertson, R. R. & Cooke, F. 1982. Female sociality in the common eider duck during brood rearing. *Canadian Journal of Zoology* 60: 3326-3331.

Skarphéðinsson, Kristinn Haukur 1993. Ravens in Iceland: Population ecology, egg predation in Eider colonies, and experiments with conditioned taste-aversion, 195 pp. A M.S. thesis completed at the University in Wisconsin, Madison.

Skarphéðinsson, Kristinn Haukur 1994. Tjón af völdum arna í æðarvörpum, 120 pp. A report done for the Icelandic Ministry for the Environment. Umhverfisráðuneytið.

Skarphéðinsson, Kristinn Haukur 1996. The common eider-some ecological and economical aspects. *Bulletin of the Scandinavian Society for Parasitology* 6: 90-97.

Skírnisson, Karl, Jónsson, Áki Á., Sigfússon Arnór P. & Sigurðarson, Sigurður 2000. Árstíðabreytingar í fæðuvali æðarfugla á Skerjafirði. *Bliki* 21: 1-14.

Skírnisson, Karl, Sigfússon, Arnór P. & Sigurðarson, Sigurður 2003. Um stærð og árstíðabundnar þyngdarbreytingar æðarfugla á Skerjafirði. *Bliki* 24: 3-12.

Sokal, R. R. & Rohlf, F. J. 1998. Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. Third Edition. W. H. Freeman and Company. New York.

Sonsthagen, S. A., Talbot, S. L., Lanctot, R. B. & McCracken, K. G. 2010. Do common eiders nest in kin groups? Microgeographic genetic structure in a philopatric sea duck. *Molecular Ecology* 19: 647-657.

Steele, B. B., Lehtinen, A., Öst, M. & Kilpi, M. 2007. The cost of mate guarding in the common eider. *Ornis Fennica* 84: 49-56.

Valtýsson, Hreiðar Þór & Jónsson, Steingrímur. 2000. Sjór og sjávarlíf In: Líf í Eyjafirði (ed; Bragi Guðmundsson), pp. 125-168. Rannsóknarstofnun Háskólangs á Akureyri, Akureyri

Veðurstofa Íslands (no date). [online]. Available from: [http://vedur.is/Medaltalstoflur-txt/Stod\\_422\\_Akureyri.ManMedal.txt](http://vedur.is/Medaltalstoflur-txt/Stod_422_Akureyri.ManMedal.txt). Veðurstofa Íslands - Bústaðavegi 9, Reykjavík [accessed 24. september 2007].

Waldeck, P., Kilpi, M., Öst, M. & Andersson, M. 2004. Brood parasitism in a population of common eider (*Somateria mollissima*). *Behaviour* 141: 725-739.

Weller M. W. 1959. Parasitic egg laying in the redhead (*Aythya americana*) and other north American *Anatidae*. *Ecological Monographs* 29: 333-365.

Yoccoz, N. G., Erikstad, K. E., Bustnes, J. O., Hanssen, S. A. & Tveraa, T. 2002. Costs of reproduction in common eiders (*Somateria mollissima*): an assessment of relationships between reproductive effort and future survival and reproduction based on observational and experimental studies. *Journal of Applied Statistics* 29: 57-64.

Þórðarson, Tryggvi 2004. Flokkun vatna á Norðurlandi eystra Eyjafjarðará, Glerá, Hörgá og Svarfaðardalsá, 39 pp. Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra, Háskólastrið í Hveragerði.

### **3 Atferli og gerð ungahópa hjá rauðhöfða *Anas penelope*, skúfönd *Aythya fuligula* og húsönd *Bucephala islandica***



## Útdráttur

Athugun var gerð á atferli og gerð ungahópa hjá rauðhöfða *Anas penelope*, skúfönd *Aythya fuligula* og húsönd *Bucephala islandica* árin 2001-2003. Almennt voru hópar litlir (3-6 ungar) og fylgdu stökum kollum. Hjá skúfönd og húsönd var þó ekki óalgengt að sjá hópa með meira en 15 ungmum. Munur á hópastærð var ekki afgerandi milli tegunda eða milli ára. Þar sem samruni hópa átti sér stað jafnhliða afföllum var erfitt að aðgreina þetta tvennt. Kollur voru oft einar með stóra hópa og því greinilegt að einhverjar kollur yfirgáfu unga sína áður en þeir náðu sjálfstæði. Hjá rauðhöfða og skúfönd var algengt að sjá kollulausa ungahópa og benti það til þess að kollur sem á annað borð yfirgáfu unga sína, biðu ekki með það þar til aðrar kollur yfirtóku unga þeirra. Húsönd aftur á móti, gaf unga sína sjaldan frá sér nema í hendur annarrar kollu. Ungahópar án kollu komu sjaldnar fyrir 2001 þegar fæða var aðgengilegust, samanborið við 2002 og 2003. Ungar eyddu meiri tíma í fæðuöflun og þá sérstaklega í áti af yfirborði 2001. Ungar dreifðu mest úr sér við fæðuöflun.

## Abstract

A study was conducted in 2001–2003 on the spatial structure and behaviour of duckling broods among the Eurasian wigeon *Anas penelope*, tufted duck *Aythya fuligula* and Barrow's goldeneye *Bucephala islandica*. In general, broods were small (3–6 young) and followed a single female. However, large broods with 15 young or more were not uncommon among tufted ducks and Barrow's goldeneye. Differences in brood sizes were not prominent between species or between years. Enlargement of broods, due to brood fusion, and reduction of broods, due to duckling loss, occurred simultaneously, so distinguishing between the two was not attempted. Females were often alone with amalgamated broods, indicating that it was not uncommon for females to leave their young. Broods without females were common among Eurasian wigeons and tufted ducks; apparently, some females did not wait with leaving until their young were adopted. Barrow's goldeneyes rarely left their young unattended, but often had to surrender them to other females. Broods with no attending females were less common in 2001, when food was relatively abundant, than in 2002 or 2003. In 2001, ducklings spent more time feeding and picking food objects from the surface rather than diving, as compared to the two other years. The young ranged further away from the female while feeding than when engaged in other activities.



### **3.1 Inngangur**

Mývatn og Laxá eru gífurlega auðugt fuglasvæði og þéttleiki vatnafugla er eins og hann gerist mestur (10-15 þúsund verpandi pör af 20 tegundum (Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 2002)). Á svæðinu verpa 43 tegundir og þar af 13 andartegundir. Endur eru mikilvægur hlekkur í lífkeðju vatnsins og frá 1975 hafa staðið yfir samfelldar rannsóknir á þéttleika, viðkomu og fæðu þeirra (Arnþór Garðarsson 1991).

Reglulega eru framkvæmdar viðkomuathuganir þar sem talinn er fjöldi stálpaðra unga á kollu (Arnþór Garðarsson & Árni Einarsson 1994, 2004). Athuganir er snúa að öðrum þáttum svo sem útbreiðslu, atferli eða samsetningu ungahópa hjá öndum hafa minna verið stundaðar á Mývatni. Þó lýsti Sven-Axel Bengtson (1971b) útbreiðslu og stærð ungahópa, Árni Einarsson (1987) skoðaði ferðir og dreifingu húsandarunga og Ólafur Karl Nielsen (1998) skoðaði köfunarfærni kafandarunga.

Þar sem rannsóknir á fuglalífi hafa staðið yfir jafn lengi og í eins miklum mæli og raun ber vitni í Mývatnssveit myndast verðmætur grunnur sem auðveldar frekari rannsóknir. Ýmsar rannsóknir er nær ómögulegt að framkvæma nema fyrir liggi upplýsingar um svæðið og tegundir þess. Gerð ungahópa og hegðun þeirra er dæmi um slíkar rannsóknir. Það styrkir athuganir á ungahópum til muna að vita eitthvað um ástand stofnsins almennt, þekkja viðkomu og nýliðun í góðum og slæmum árum, vita hvar mestan þéttleika ungahópa er oftast að finna og hvort sveiflur í fæðuframboði séu á uppleið eða niðurleið. Má fullyrða að hvergi á Íslandi séu fyrirliggjandi jafn mikið af gögnum um hina ýmsu vatnafuglastofna. Vegna þéttleika og fjölda andategunda er Mývatnsvæðið sérlega hentugt til samanburðarrannsókna. Í þessari athugun eru ungar þriggja ólíkra andategunda teknir fyrir og þeir skoðaðir með tilliti til gerðar ungahópa og atferlis.



## 3.2 Aðferðir

### 3.2.1 Tegundirnar

Valdar voru þrjár tegundir anda: rauðhöfði *Anas penelope*, skúfönd *Aythya fuligula* og húsönd *Bucephala islandica*. Þessar tegundir tilheyra allar andaættinni Anatidae ásamt öðrum öndum, gæsum og svönum (Batt 1992) en eru að öðru leyti fremur fjarskyldar og tilheyra mismunandi deildum ættarinnar.

#### Rauðhöfði (*Anas penelope*)

Rauðhöfðinn tilheyrir deild gráanda, Anatini. Gráendur eru almennt álitnar lélegir kafarar og sérhæfa sig í fæðunámi af landi, af yfirborði vatns eða af botni þar sem nógu grunnt er til að hægt sé að ná fæðunni með því að hálfkafa. Þær eru að miklu leyti jurtaætur en neyta skordýrafæðu á varptíma og sem ungar þegar vöxtur er hvað mestur á fyrstu vikum ævinnar (Batt 1992).

Utan varptíma eru gráendur félagslyndar og halda gjarnan til í hópum. Flestar gráendur eru farfuglar og útbreiðsla þeirra nær til allra heimsálfa (Batt 1992). Gráendur halda gjarnan til í sefi eða nálaðt slútandi gróðri þar sem þær geta falist afræningjum. Þær eru því oft fremur erfiðar viðureignar þegar kemur að talningum eða öðrum athugunum á þeim.

Rauðhöfðinn er farfugl og íslenski stofninn heldur til í Vestur Evrópu yfir veturinn (Donker 1959, Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 1997). Fuglarnir parast á vetrarstöðvum og nær undantekningarlaust heldur parið í heimahaga kollunnar til að hefja varp þar (Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 1997). Mývatnssveit er mikilvægt varp- og fellisvæði fyrir íslenska stofninn en þar er álið að verpi um þriðjungur stofnsins á norðausturlandi og í langmestum þéttleika.

Rauðhöfði lifir fyrst og fremst á sveifgrösum, störum, elftingum og botngróðri ýmiss konar. Á Mývatni skipta þeir þó yfir í rykmý þegar það kvíknar fyrst á vorin, yfirleitt í maí. Ungar rauðhöfða treysta sömuleiðis nær eingöngu á rykmý fyrstu vikurnar. Framboð og aðgengi rykmýs fyrstu þrjár vikurnar í lífi unganna skipta sköpum fyrir lífslíkur þeirra (Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 1997). Þar sem rauðhöfðinn kafar helst ekki þarf hann að bíða þar til rykmýið kemur upp á yfirborðið til að geta nýtt sér það. Þó er einnig þekkt að straumar, vindar eða jafnvel aðrir vatnafuglar róti upp rykmýslirfum sem rauðhöfðinn getur þá nýtt (Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 2002).

Almennt mynda gráendur ekki stóra ungafleka en rauðhöfðinn er undantekning frá þessu og getur myndað stóra unga- og kollufleka á ákveðnum svæðum þar sem fæðuframboð er mikið og þá oft á sömu svæðum og kafendur (Bengtson 1971b). Rauðhöfði í Mývatnssveit heldur sig að mestu á Mývatni sjálfu með unga sína eða á minni tjörnum (Arnþór Garðarsson ofl. 2008).

#### Skúfönd (*Aythya fuligula*)

Skúfönd tilheyrir deild kafanda Aythyini. Kafendur eru ýmist jurtaætur eða alætur. Þær eru félagslyndar og utan við varptíma halda þær gjarnan til í stórum hópum. Þær velja sér hreiðurstæði nálaðt vatni.

Skúfendur finnast í hreint ótrúlegum þéttleika á Mývatni eða að meðaltali um 182 fuglar á km<sup>2</sup> (Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 2002). Fæða þeirra samanstendur fyrst og fremst af botnlægum hryggleysingjum og er rykmý þar lang veigamesti hópurinn eða 50-62% af fæðu þeirra. Önnur mikilvæg fæða er kornáta (*Euryercus lamellatus*) grænþörungar (Cladophorales spp), hornsíli og egg þeirra. Töluberður áramunur er á fæðu skúfanda. Í góðum myárum treysta þær fyrst og fremst á rykmýið en þegar mýið bregst geta fullorðnu fuglarnir etið grænþörunga lindýr og hornsíli (Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 2002).

Þótt skúfendur séu kafendur tína þær líka fæðu af yfirborði. Þetta er algengara hjá ungunum en um 15% af áttíma fullorðinna fugla fer í át af yfirborði. Fæða stórra skúfandarunga (ungar sem ná einum þriðja af stærð kollu eða meira) er svipuð og hjá fullorðnum fuglum þótt kornáta spili þar stærra hlutverk (Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 2002). Rykmýið er lykiltegund í fæðu lítila kafandarunga á Mývatni (Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 1994).

Lítið hefur verið fjallað um uppeldiskerfi skúfanda eftir að ungar klekjast en þó er vitað að ungar hennar geta myndað stóra ungafleka þar sem nokkrar kollur skipta uppeldishlutverkinu á milli sín (Bengtson 1971).

### Húsönd (*Bucephala islandica*)

Húsöndin tilheyrir deild sjóanda, Mergini. Í þessari deild er mikil breidd og kynin eru oftast ólík í últiti. Þetta eru allt kafendur og lifa á dýrafæðu eða eru alætur (Batt 1992).

Húsöndin er útbreidd í vestanverðri Norður Ameríku en auch þess heldur til aðskilin stofn á Íslandi sem myndar austurmörk útbreiðslusvaðisins. Í Norður Ameríku verpur húsöndin við frjósomr vötn eða tjarnir, gjarnan í skógum og oft í nokkurri hæð yfir sjávarmáli. Á vetrum heldur hún til á sjó (Eadie ofl 2000). Val Mergini á hreiðurstæðum er breytilegt eftir tegundum. Sumar tegundir verpa í holum trjám, í klettaskorum eða á jörðinni og þá gjarnan innanum þéttan gróður (Batt 1992). Í skógum Norður Ameríku velur húsönd sér gjarnan hreiðurstæði í holum trjám. Á Íslandi hefur húsönd ekki hol tré til að verpa í og velur hún sér hreiðurstæði í náttúrlegum holum í grófu hrauni (Bengtson 1971 og Arnþór Garðarsson 1978). Einnig eru um tíu prósent stofnsins sem nýta sér varpkassa sem bændur útbúa utan á útihús sín (Árni Einarsson 1986).

Heildarstofn húsandar er álitinn nokkuð stöðugur en vegna takmarkaðrar útbreiðslu sinnar og tiltölulega lítlar stofnstærðar (<200.000 fuglar) verður hann að teljast nokkuð viðkvæmur fyrir áföllum (Eadie ofl 2000). Íslenski stofninn er um 2000 fuglar (Arnþór Garðarsson 1978, Árni Einarsson ofl 2006) en fyrir utan töluberða niðursveiflu sem náði frá 1988-2000 hefur stofninn verið fremur stöðugur (Árni Einarsson ofl 2006). Lang stærsti hluti íslenska stofnsins heldur til á Mývatns- og Laxárvæðinu og heldur hann til þar að mestu allt árið). Lítill hluti stofnsins leitar þó á önnur auð vötn yfir veturinn (Arnþór Garðarsson 1978, Árni Einarsson 1990, Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 1994).

Eins og rauðhöfði og skúfönd er húsöndin félagslynd að vetrinum og heldur til í hópum. Parmyndun á sér stað að hausti eða snemma vetrar. Þegar varptími nálgast breytist hegðunarmynstrið. Skilur hegðun húsandar sig frá flestum öðrum andategundum á Mývatni að því leyti að hún tekur upp óðalshegðun á varptíma og getur verið mjög harðsvíruð í viðureign við aðra vatnafugla (Árni Einarsson 1990). Á meðan kollan er að verpa og í upphafi álegu ver steggur óðal á vatni næst hreiðri (sjá Palmer 1976 í Árni

Einarsson 1990). Steggir yfirgefa þó óðul áður en ungar klekjast og kolla kemur með þá niður á vatn.

Val á hreiðurstæðum tengist ekki staðsetningu endanlegs óðals og getur hún ferðast tölverðar vegalengdir með ungahópinn sinn áður en hún kemur á óðal sem hún er tilbúin að verja. Val kollu á slíku ungaðali virðist tengjast þéttleika aðgengilegra bitmýslirfa (*Simulium*) (Árni Einarsson 1987). Þegar kollan hefur valið óðal ver hún það með miklum krafti meðan fæðuframboð er þar nægjanlegt og er þá ekki eins hreyfanleg um vatnið og hinarr tegundirnar. Ef fæðuframboð verður af skornum skammti getur hún hinsvegar þurft að skipta um óðal og ef hún er staðsett á Laxá getur hún þurft að fara með ungahópinn sinn í gegnum óðul annarra kolla til að komast á nýtt óðal. Getur slíkt ferðalag endað með að hún láti alla unga frá sér til annarrar kollu (Árni Einarsson 1987).

### 3.2.2 Rannsóknarsvæði

Ungahópar voru skoðaðir á og við Mývatn ( $65^{\circ}35'N$ ,  $17^{\circ}00'W$ ) á tímabilinu 2001-2003. Rannsóknarsvæðið samanstóð af Syðriflóa, Álum og efsta hluta Laxár (1. mynd).

Mývatn er grunnt (2.2 m að meðaltali) og næringarauðugt vatn (eutroph). Nær allt vatnið er grynnra en 4 m og botninn því aðgengilegur kafandi vatnafuglum (Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 2002). Vatn streymir inn í þetta vatnakerfi úr lindum sem eru í austasta hluta vatnsins. Einnig rennur lítil á, Grænilækur í Mývatn úr minna stöðuvatni sem liggar 2 km sunnan við Mývatn (1. mynd).

Vatnið er ísilagt í 6-7 mánuði (sjá Rist 1979 í Árni Einarsson 1990) en að austanverðu, þar sem miklar uppsprettur eru í vatninu, helst það autt allt árið. Efsti hluti Laxár helst einnig auður allt árið (Árni Einarsson 1990).

Botn Mývatns er mjúkur leðjubotn. Botngróður er einkum grænbörungar Cladophorales og þráðnykra *Potamogeton filiformis*. Ríkjandi tegundir hryggleysingja eru rykmýslirfur, aðallega *Chironomus islandicus* og *Tanytarsus gracilentus*. Einnig er mikið af kornátu *Eury cercus lamellatus*, skötumormum *Lepidurus arcticus*, vatnabobbum *Radix peregra* og ertuskeljum *Pisidium* spp. (Árni Einarsson 1990). Mjög stórar sveiflur í magni rykmýs (4. mynd) einkenna Mývatn og hafa þessar sveiflur áhrif á framleiðslu unga hjá ýmsum andategundum svo sem rauðhöfða og skúfönd (Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 1994, Arnþór Garðarsson 2006) og eru fyrstu vikurnar í lífi unganna sérlega mikilvægar hvað þetta snertir (Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 1997).

Laxá rennur úr Álum sem er vestasti hluti Mývatns. Útrennslíð er breitt og mikið en fyrir neðan það eru tvær stórar eyjar Helgey og Geldingaey og rennur áin í straumhörðum kvíslum umhverfis þær. Víða eru grónir hólmar í ánni. Bitmý (*Simulium vittatum*) er allsráðandi tegund. Langmest er af því næst útrennslinu en svo minnkar þéttleikinn nokkuð jafnt og þétt eftir því sem neðar dregur (Árni Einarsson 1990). Nánari lýsingu á vatnakerfi Mývatns má finna í riti Péturs M. Jónassonar (1979).

Lítið er til af gögnum um afræningja eða áhrif afræningja á varp anda á Mývatni. Þó eru til gögn um minkaveiðar vestan við vatnið og má nota þau gögn til að meta flæði minka inn á svæðið. Sveiflast fjöldi þeirra nokkuð en segja má að með miklu veiðiátaki hafi tekist að útrýma grenjum á svæðinu 1990 og hefur veiðiátakið síðan miðað að því að stöðva alla minka sem leita inn á svæðið (Árni Einarssona o.fl. 2006). Mývatn er langt frá sjó og því lítið um varp stórra máfa en þeir slæðast þó inn á svæðið í leit að æti annað slagið (Árni

Einarsson munnlegar upplýsingar). Einstaka sinnum sáust hrafnar á sveimi en aldrei sást til þeirra taka unga (eigin athuganir).

Einungis tvisvar sá ég árás afræningja á svæðinu. Í fyrra skiptið reyndi smyrill við stelk sem steypist við það á bólakaf í Laxá en kom upp heill á húfi en með undarlegum hljóðum þó. Í hinu tilfellinu sló fálki niður stokkandarkollu á flugi. Aftur kom áin til bjargar þar sem kollar hvarf á bólakaf í Laxá og kom upp nokkru síðar vönduð en á lífi.

Himbrimi sást nokkuð oft kafa í átt að eða jafnvel undir ungahópa og olli slíkt mikilli skelfingu hjá bæði kollum og ungum. Aldrei sást himbrimi drepa unga eða kollu en slíkt er þó þekkt á Mývatni (Árni Einarsson munnlegar upplýsingar). Í nokkur skipti sást húsandarkolla ráðast á andarunga og draga þá með sér á kaf en einungis tvisvar endaði það með dauða ungans. Í annað skiptið var um stakan skúfandarunga að ræða og kom honum enginn til hjálpar. Hitt skiptið var duggandarungi úr ungahópi sem fylgdi stakri duggandarkollu. Duggandarkollan reyndi ítrekað að koma unganum til varnar en fylgdi þó húsandarkollunni ekki eftir þegar hún hvarf á kaf með ungann og því fór sem fór. Í önnur skipti skárust fleiri en ein kolla í leikinn og þá varð húsöndin að láta í minni pokann. Vakti athygli að slík varnarviðbrögð fóru þvert á tegundir og sást hávella grípa inn í þegar húsönd réðst á skúfandarunga úr ungahópi sem fylgdi stakri skúfandarkollu. Yfirgaf hún eigin ungahóp úr nokkurri fjarlægð og fylgdi húsöndinni eftir á kafi og varð húsöndin að sleppa unganum til að verja sig. Í eitt skipti sást húsandarpar gogga til skiptis í dauðan unga sem flaut á vatninu þótt engir ungar fylgdu þessu pari.

### **3.2.3 Veður**

Meðalhiti, lágmarkshiti og úrkoma var skoðað mánuðina fyrir og á meðan rannsókn stóð árið 2001-2003 (2. mynd). Vetur á þessu tímabili voru almennt mildir með háum meðalhita en þó voru köld tímabil bæði veturninn 2001 og 2002 sem gætu haft áhrif á varp anda. Í apríl og maí 2002 voru líka hret með hvassviðri og mikilli snjókomu. Veturinn 2003 var áberandi hlýr og ísabrot varð rúnum mánuði fyrr en í meðal ári eða 26. mars (3. mynd). Sumrin voru mild, sér í lagi 2003, (2. mynd) og blaut (Veðurstofa Íslands vefsíða b).

### **3.2.4 Gagnasöfnun**

Gagnasöfnun fór fram á tímabilunum 1. júlí til 27. ágúst 2001, 29. júní til 20. ágúst 2002 og 4. júlí til 17. ágúst 2003.

Svæðin voru skoðuð eftir fyrirfram ákveðinni röð. Reynt var að takmarka fjölda svæða svo hægt væri að komast um allt athugunarsvæðið á tíu dögum. Einstaka sinnum duttu dagar út vegna veðurs. Hættara var við þessu þegar líða tók á sumarið því þá voru ungahóparnir gjarnan langt úti á vatni og kröfðust athuganir þá að veður væri stillt. Við úrvinnslu gagna var athugunartímbilinu skipt upp í 6 tíu daga tímabil og náðist allt athugunarsvæðið á hverju tímabili.

Talning á hverju svæði var framkvæmd frá sem fæstum útsýnispunktum og þeir þannig valdir að sem víðast sæist yfir. Meðfram Laxá voru engir fastir punktar heldur var gengið meðfram ánni. Athuganir voru gerðar með hjálp kíkis og fjarsjár. Oftast nær var farið milli athugunarstaða gangandi eða hjólandi. Einungis hópar á vatni eða á vatnsbakka voru taldir.

Þéttleiki hópa og atferli var skráð fyrir hverja kollu og meðfylgjandi unghóp. Fjöldi kollna og unga í hverjum hóp var skráður. Aldur unga var flokkaður í sex stig eftir stærð (tafla 1). Nýklaktir ungar voru hafðir sér til að meta hópastærð áður en samruni eða dánartíðni var farin að hafa veruleg áhrif. Þessum hópi tilheyrðu ungar þar sem engin sýnilegur vöxtur hafði átt sér stað. Dúnungum var að öðru leyti skipt í þrennt (tafla 1) en fiðruðum ungum sem upphaflega var skipt í fimm stærðarflokka var slegið saman í einn flokk til að auðvelda úrvinnslu. Stundum var fiðruðum ungum slegið saman við stóra dúnunga og var sá flokkur þá kallaður stórir ungar (SU) (tafla 1).

Þéttleiki ungahópsins (radíus hóps) var metinn sem hámarks fjarlægð milli kollu og unga hennar (Mendenhall og Milne 1985). Fjarlægðin var metin sem margfeldi af lengd kollu, sem er hentug aðferð þar sem viðmiðunarpunktar eru fáir. Þar sem engin kolla fylgdi ungahópum var þéttleiki metin sem mesta fjarlægð úr miðjum hóp í unga sem lengst var frá miðju. Áfram var sú lengd metin í kollulengdum. Hver ungahópur var skoðaður sem ein heild. Hópur var skilgreindur sem allir einstaklingar sem fylgdust að í meira en mínuðu.

Notast var við skyndiskönnun (instantaneous scanning) til að meta atferli ungahópa. Atferli unga var flokkað í fjóra flokka (tafla 2). Hegðun meirihluta unga var skráð sem atferli ungahópsins. Kí-kvaðrat, Mann-Whitney og Kruskal-Wallis voru algengustu próf notuð til greininga á styrkleika gagna (Sokal & Rohlf 1998).



## **3.3 Niðurstöður**

### **3.3.1 Ungahópar**

Langflestir ungahópar fylgdu einni kollu (einkolluhópar) (6. mynd). Sjaldgæft var að fleiri en ein kolla væri í ungahópunum. Þegar líða tók á sumarið varð hins vegar ekki óalgengt að sjá kollulausa ungahópa. Þetta varð sérstaklega áberandi uppúr fyrstu vikunni í ágúst.

Kollulausir ungahópar (núllkolluhópar) samanstóðu í flestum tilfellum af stórum ungum sem farnir voru að fá fjaðrir. Þó var eitthvað um að hópar með litlum dúnungum væru án eftirlits og kolla hvergi sjáanleg (7. mynd).

Hópastærðir voru mjög mismunandi og í einkolluhópum gátu verið 1-50 ungar (miðgildi 3-8) (8, 9. og 10. mynd). Nokkur munur var á hópastærðum eftir fjölda kolla og voru hópar stærstir þar sem fleiri en ein kolla fylgdi (fjölkolluhópar) (11, 12, og 13. mynd). Enginn afgerandi munur var á stærð hópa milli ára eða tegunda.

#### **Rauðhöfði**

Rauðhöfðinn var strax sýnilegur með ungahópa fyrstu vikuna í júlí og náði mestum þéttleika á tímabilinu 11.-20. júlí (tafla 3). Áberandi var mikill þéttleiki á þessu tímabili 2003 þegar að meðaltali 14 hópar sáust á dag en fækkaði svo niður í 5-6 hópa á dag eftir 21 júlí. Töluverður munur gat verið í fjölda hópa eftir svæðum og milli daga.

Einkolluhópar voru algengastir framan af tímabilinu eða út júlí (6. mynd). Eftir það voru um 65-70% hópa kollulausir. Um helmingur þessara hópa samanstóð af fiðruðum ungum en tæp 20% þeirra samanstóð af ND/LD ungum (7. mynd). Fjölkolluhópar voru sjaldséðir eða undir 10% út allt tímabilið (6. mynd) en komu þó fyrir á öllum aldursskeiðum (7. mynd).

Hjá einkolluhópum var algengast að ungar rauðhöfðans væru 3-5 (miðgildi) í hóp (8. mynd). Ekki reyndist munur á hópastærð eftir aldri unga (tafla 5). Ungahópar voru minni 2003 heldur en 2001 og 2002 en þó voru ND/LD hópar of fáir til að sá munur reyndist marktækur hjá þeim (tafla 6).

Nokkur munur var á stærð hópa eftir því hvað kollurnar sem fylgdu hópunum voru margar (11. mynd). Fjölkolluhóparnir voru að vísu fáir en gátu verið mjög stórir. Stærstu hóparnir komu fyrir 2002 en þá komu inn á talningarsvæðin tveir hópar með meira en hundrað ungum hvor.

#### **Skúfönd**

Skúfönd var sú önd sem kom oftast fyrir í talningum (tafla 3). Hún var komin með nokkurn fjöldi ungahópa út á vatn á fyrsta talningartímabilinu 1.-10 júlí. Þetta átti sérstaklega við árið 2002 en það ár var strax mikill þéttleiki hópa í fyrstu viku júlí sem hélst út allt tímabilið. Mestur varð þéttleiki hópa það ár 31. júlí – 9. ágúst með að meðaltali 26 hópa á dag. Var fjöldi ungahópa langmestur það ár. Almennt var þéttleiki hópa hjá skúfönd mestur í annarri viku júlí. Þetta átti sérstaklega við 2003 en tímabilinu 11.-20. júlí voru að meðaltali 21 hópur á dag en fækkaði niður í 10-13 hópa eftir það.

Einkolluhópar voru ríkjandi eða um 60-80% hópa fram til 31. júlí (6. mynd). Eftir þann tíma urðu núllkolluhópar snögglega allsráðandi eða um 75% hópa. Hópar með fleiri kollum voru ekki algengir en tíðni þeirra (um 7-13%) hélst að mestu óbreytt yfir tímabilið. Meirihluti núllkolluhópanna eða rúm 50% samanstóð af fiðruðum ungum, en þó voru um 20% núllkolluhópa með ND/LD ungum (7. mynd).

Stærðir ungahópa minnkuðu með aldri unganna og voru ND/LD hópar stærri en SU hópar (9. mynd). Stórir hópar með fleiri en 15 ungum voru algengir á báðum aldursskeiðum. Ekki var mikill munur á stærð hópa milli ára þó voru hópar eldri unganna aðeins minni 2003 heldur en hin árin (tafla 7).

Eins og hjá rauðhöfða var nokkur munur á stærð hópa eftir fjölda kollna (12. mynd). Voru fjölkolluhópar almennt stærri en náll- og einkolluhópar. Stærstu hópana var þó að finna óháð fjölda kollna þar sem stærsti hópurinn í hverjum flokki var með yfir 50 unga.

## Húsönd

Ungar húsendarinnar voru lítið sýnilegir fyrstu vikuna í júlí (tafla 3). Þeir urðu smám saman fleiri en náðu ekki hámarki fyrr en eftir 21. júlí (að meðaltali 7-12 hópar, misjafnt eftir árum). Mest sást af húsendarungahópum á síðasta ári athugunarinnar og hélst þéttleiki hópa nokkuð hár út tímabilið.

Hjá húsöndinni kom varla fyrir að fleiri eða færri en ein kolla væri í hverjum ungahópi (6. mynd). Eins og hjá hinum tegundunum breyttist þetta þó aðeins eftir 10. ágúst þar sem fór að bera á fjölkolluhópum og eins voru um 35% hópa ekki með neinni kollu. Núllkolluhópa var nær einungis hægt að finna meðal eldri (FU) unga og voru tæp 40% slíkra hópa ekki í fylgd neinnar kollu (7. mynd). Innan við 10% dúnungahópa voru ekki í fylgd neinnar kollu.

Stærð ungahópa var oftast 2-16 (miðgildin 3-6) ungar og fór það eftir árum og aldri unga (10. mynd). Stærð ungahópanna breyttist lítið með aldri nema 2002 en þá voru hópar með SU (miðgildi 6) stærri en ND/LD hópar (miðgildi 4) (5. tafla). Munur var á milli ára hjá bæði ND/LD hópum og SU hópum (6. mynd). ND/LD hóparnir voru stærri 2003 heldur en 2001 og 2002 og SU hóparnir voru minni 2001 heldur en 2002 og 2003 (7. mynd).

Engir fjölkolluhópar fundust hjá húsönd 2001 og nokkur munur var á gerð þeirra hópa 2002 og 2003 (13. mynd). Þar sem fjölkolluhópar voru í öllum tilfellum fátíðir var erfitt að sundurliða þá frekar en þó voru nær allir hópar 2003 litlir (21 ungi eða færri) (13. mynd) og ungarnir orðnir stálpaðir og gjarnan komnir saman við fellihópa (eigin athuganir). Árið 2002 voru hóparnir mun stærri og skiptust gjarnan milli tveggja kollna. Slíkir kolluhópar héldust ekki lengi og greinilega var mikið ópol milli kollna og áflog milli þeirra tíð (eigin athuganir).

## 3.3.2 Tímanotkun

### Rauðhöfði

Ungar rauðhöfða eyddu mestum tíma sínum í fæðuöflun (35-61%) (14. mynd). Einnig fór nokkur tími (19-42%) í tilfærslu milli staða. Um 11-23% af tíma unganna var eytt í hvíld. Árið 2003 eyddi rauðhöfði minni tíma í fæðuöflun og meiri tíma í tilfærslu heldur en skúfönd og húsönd (tafla 8). Hún eyddi mun minni tíma en húsönd í hvíld. Munur var á

atferli rauðhöfða milli ára þar sem meiri tími fór í tilfærslu og hvíld og minni tími í fæðuöflun 2003 heldur en 2001 og 2002 (tafla 9).

Ef litið er á fæðuöflunina sérstaklega kom það ekki á óvart að át úr yfirborði var ríkjandi fæðuöflunaraðferð (73-91% af áttíma þeirra) (15. mynd). Þó sáust ungar kafa endrum og eins og hálfköfuðu reglulega en það var sjaldséð hjá skúfönd og húsönd. Fæðuatferli breyttist milli ára og var pikkað hlutfallslega mest úr yfirborði 2001 (tafla 11).

### Skúfönd

Um 50-60% af tíma skúfandarunga fór í fæðuöflun (14 mynd) og mun minni tími í annað atferli. Tilfærsla milli staða tók 24-31% af tíma þeirra og 7-22 % fóru í hvíld. Eins og hjá rauðhöfða var skúföndin frábrugðin húsöndinni í atferli og eyddi minni tíma í hvíld og meiri tími fór í tilfærslu (tafla 8). Eins og hjá rauðhöfða fór minni tími í fæðuöflun og meiri tími í hvíld 2003 heldur en 2001 og 2002 (tafla 9).

Ólíkt rauðhöfða köfuðu skúfandarungar mikið eftir fæðu (41-70% af áttíma þeirra) (15. mynd). Hálfköfun kom varla fyrir en yfirborðsát var algengt (30%-59% af áttíma). Tíðni köfunar og yfirborðsáts var breytileg milli ára (köfun fór úr 70 % í 41 % af áttíma milli 2001 og 2003) (tafla 9).

### Húsönd

Húsandarungar lögðu töluvert aðrar áherslur í tímanotkun sína heldur en rauðhöfði og skúfönd (tafla 8, 14. mynd). Þeir eyddu litlum tíma í tilfærslu og skiptu tíma sínum fyrst og fremst milli hvíldar og fæðuöflunar. Árið 2001 var fæðuöflun ríkjandi (63%) eins og hjá hinum tegundunum en 2002 og 2003 var jafnmiklum eða meiri tíma varið í hvíld (tafla 9).

Fæðuatferlið var svipað og hjá skúfönd (15. mynd) nema 2002 en þá kafaði húsönd meira (tafla 10). Eins og hjá hinum tegundunum var hlutfalslega mest pikkað úr yfirborði 2001 (tafla 11). Mjög lítið var hálfkafað, þó kom það fyrir.

### 3.3.3 Fjarlægð unga frá kollu

Ungar héldu venjulega til nálægt kollu og fóru sjaldan lengra en 10 kollulengdir frá henni. Þéttleiki var breytilegur milli ára hjá öllum tegundum (16. mynd). Munur var á milli tegunda árið 2002. Erfitt var að sýna fram á áhrif aldurs og atferlis á fjarlægð unga frá kollu og voru þau áhrif breytileg milli tegunda og milli ára.

### Rauðhöfði

Flestir ungahópar héldu sig innan við 10 kollulengdir frá kollu (58-69%) (16. mynd). Þéttleiki unga var breytilegur milli ára og voru ungar áberandi nær kollu 2003 (tafla 13). Það ár var tæpur helmingur allra hópa innan við 5 kollulengdir frá kollu (46%) en þá eru þeir nánast í einum hnapp. Árið 2002 voru ungar hvað dreifðastir í kringum kollu en þá voru 29% ungahópa meira en 20 kollulengdir frá kollu.

Ef skoðað er hvernig fjarlægð frá kollu tengdist atferli unganna má sjá að mest var dreifing unganna við fæðuöflun og minnst við hvíld (17. mynd). Meiri þéttleiki 2003 kom fram í öllu atferli. Dreifðustu hóparnir voru þó ekki óalgengir og komu oftar fyrir heldur en

2001. Nálægð við kollu virtist hjá rauðhöfða fara eftir aldri þar sem þéttleiki unga var mestur hjá yngstu hópunum (18. mynd). Átti þetta við um öll árin þó í mismiklum mæli.

## Skúfond

Fjarlægð skúfandarunga frá kollu var svipuð og hjá rauðhöfðanum (16. mynd). Flestir ungahópar héldu sig innan við 10 kollulengdir frá kollu (63-77%). Dreifðir hópar voru algengari 2002 (37% meiri en 10 kollulengdir) heldur en 2001 og eins og hjá rauðhöfða var meiri nánd við kollu árið 2003 (44% innan við 5 kollulengdir) heldur en hin árin tvö (tafla 13). Þéttleiki skúfandarunga var meiri en rauðhöfða árið 2002 en minni en hjá rauðhöfða ungum (tafla 12).

Fjarlægð unga frá kollu breyttist eftir atferli unga (17. mynd). Eins og hjá rauðhöfða voru ungar dreifðastir við fæðuöflun og næstir kollu í hvíld. Meiri þéttleiki sem kom fram 2003 nær ekki til hvíldar en er töluvert meiri við fæðuöflun og tilfærslu. Ekki er afgerandi samhengi milli aldurs unga og fjarlægð þeirra frá kollu (18. mynd). Árið 2001 og 2002 virðist þéttleikinn aðeins meiri hjá elstu ungunum en 2003 er hann mestur hjá MD/SD ungahópum.

## Húsönd

Húsandarungarnir héldu svipaðri fjarlægð frá kollu og rauðhöfði og skúfond nema 2002 en þá var þéttleiki þeirri meiri (tafla 12) (16. mynd). Eins og hjá rauðhöfða og skúfond var þéttleiki unga mestur 2003 (tafla 8) en þó var hann einnig hár 2002. Fjarlægð unga frá kollu var mestur 2001 og hópar innan við 5 kollulengdir komu sjaldnast fyrir það ár (15%).

Eins og hjá rauðhöfða og skúfond var fjarlægð frá kollu mest við fæðuöflun en sá munur var þó ekki eins afgerandi þar sem hópar virtust einnig vera nokkuð dreifðir við tilfærslu og hvíld (17. mynd). Aukinn þéttleiki 2002 og 2003 virtist óháður atferli nema ef vera skildi við hvíld þar sem þéttleiki jókst mikið eftir 2001. Ekki var afgerandi samhengi milli aldurs unga og fjarlægðar þeirra frá kollu (18. mynd). Ungar húsandar virtust vera í þéttari hópum meðan þeir voru á ND/LD stigi heldur en þegar þeir voru komnir á FU stig (18. mynd). Þó var munur á þessu milli ára og árið 2001, þegar þéttleiki hópa var hvað minnstur, voru MD/SD hópar í mestum þéttleika.

## **3.4 Umræða**

### **3.4.1 Ungahópar**

#### **Rauðhofði**

Í byrjun júlí voru einkolluhópar ríkjandi og fjölkolluhópar voru fátíðir út allt tímabilið. Talningarsvæði voru meðfram ströndinni og náðu um 1000 m út á vatnsflötinn. Þar fyrir utan voru stór svæði þar sem vitað var að ungar safnast saman í stórum hópum (Bengtson 1971b). Vel má hugsa sér að um leið og ungar ná upp nægu kuldþoli til að vera óháðir reglulegum hvíldarpásum á landi, fari kolla með unga sína út á þessi svæði þar sem straumrastir og köfun annarra tegunda róta upp fæðu af botninum (Arnbóður Garðarsson og Árni Einarsson 2002) og framboð fæðu er líklega meira. Útskýrir það að miklu leyti af hverju svo fáir stórir hópar sáust í talningunni.

Núllkolluhópar urðu algengari eftir sem leið á júlímónuð og varð stökk í tíðni þeirra úr 35% í 65% fyrstu vikuna í ágúst. Eftir sem líður á tímabilið verða ungarnir eldri og sífellt stærri hluti þeirra getur séð um sig sjálfur. Um helmingur allra yfirgefinna ungahópa samanstóð af fiðruðum ungum. Ekki var óalgengt að sjá hópa með nær fullvöxnum ungum innan um fellihópa (eigin athuganir).

Lífslíkur unga minnka eftir því sem þeir klekjast seinna um sumarið (Blums o.fl. 2002). Kollur sem koma seint með unga sína út á vatn eru gjarnan ungar og reynslulausar (Blums o.fl. 1997). Kilpi o.fl. (2001) komust að því að oft voru slíkar kollur í slæmu líkamlegu ástandi. Reynslulaus kolla í slæmu ástandi, sem kemur með unga sína út á vatn seint á varptímabilinu, á ekki mikla möguleika á að koma þeim upp. Ef langt er á milli besta mögulega fæðusvæði unga annarsvegar og kollu hinsvegar gæti hún valið að yfirgefa unga sína til að komast á aðgengilegra fæðusvæði fyrir sig og þannig aukið varpmöguleika sína fyrir næsta varptímabil.

Ekki greindist munur á stærð einkolluhópa eftir aldri unga enda voru hópar með litlum ungum fáir. Oft voru þó litlu ungarnir (ND/LD) í aðeins stærri hópum. Stórir hópar með meira en 15 ungum voru sjaldgæfir hjá einkolluhópum og kom aðeins einu sinni fyrir 2003. Tilvist slíkra hópa staðfestir þó að annað hvort hafi margar kollur verpt í sama hreiður eða að ungahópar hafi sameinast eftir útungun. Ekki var óalgengt að ungar í fjölkolluhópum væru ólíkir að stærð (eigin athuganir) og því í einhverjum tilfellum um að ræða viðbót eftir að kolla og ungar hennar yfirlágu hreiðrið. Hvort yfirgefnir ungar römbuðu sjálfrir á ungahópa eða hvort kolla leiddi þá saman við aðra ungahópa áður en hún yfirlágu er erfitt að segja til um en eflaust á hvort tveggja sér stað og fer þá eftir ástandi kollu, reynslu hennar og fjölda aðgengilegra ungahópa.

Munur var á stærð ungahópa eftir árum og voru þeir minni 2003 en 2001 og 2002. Það ár kvíknaði jafnframt minna magn rykmýs á Mývatni en áður hafði mælst og þar sem vitað er að framleiðsla rauðhofðaunga fylgir sveiflum í magni rykmýsins (Arnbóður Garðarsson 2006) ætti það ekki að koma á óvart að hópastærð var með minna móti þetta ár. Samkvæmt ungatalningum sem framkvæmdar eru á hverju sumri á Mývatni hafði fjöldi unga á kollu náð ákveðnum toppi árið 2000 með rúmum 3 ungum á kollu (Arnbóður Garðarsson o.fl. 2008). Ári seinna sem jafnframt er fyrsta árið í athugun minni hafði þessi tala lækkað niður í um 2 unga á kollu og hélst sú tala nær óbreytt 2002. Árið 2003 var

fjöldi unga á kollu hinsvegar kominn niður í 0,94 (200 ungar á 212 kollur) (Árni Einarsson munnlegar upplýsingar). Voru mínar athuganir í ágætu samræmi við þessar talningar.

Fjölkolluhópar voru almennt stærri en náll- og einkolluhópar. Í þeim gátu verið meira en 100 ungar. Í einum hóp voru yfir 300 fullvaxnir eða nær fullvaxnir ungar í bland við fullorðna fugla. Þar sem fjölkolluhópar voru fáir reyndist erfitt að bera þá saman milli ára. Árið 2002 komu slíkir hópar oftast fyrir og fundust tveir hópar með fleiri en hundrað ungu það ár. Árið 2003 fundust aftur á móti engir fjölkolluhópar með meira en 18 ungu. Þótt fjölkolluhópar hafi verið fáir og því erfitt að bera árin saman er spurning hvort þessi gífurlegi munur á stærð hópanna endurspegli ekki að einhverju leyti raunverulegan mun og að fjölkolluhópar eins og einkolluhópar hafi verið minni 2003. Taka verður fram að auðvelt var að missa af stærstu hópunum þar sem þeir voru hreyfanlegir út á opnu vatni og oftast fyrir utan þau mörk sem teljanleg voru af landi. Oft héldu stóru hóparnir til við eyjar (eigin athuganir) og ef þeir voru í hvarfi þá daga sem svæðið var skannað komu þeir ekki fram í talningum.

Minni ungahópar og engir stórir fjölkolluhópar hjá rauðhöfða 2003 kemur heim og saman við lítið myð framboð og var að öllum líkindum afleiðing hárrar dánartíðni.

## Skúfond

Fjöldi hópa náði hámarki 11.-20. júlí en misjafnt var milli ára hve lengi nýir hópar héldu áfram að bætast við út á vatn. Lítill fjöldi hópa 2001 tengist líklega minna talningarátaki það árið en ef borin eru saman tvö seinni árin þá var þéttleiki hópa mestur 2002. Þar sem þessir hópar samanstóðu að miklu leyti af dúnungum bendir það til þess að sífellt væru að bætast við nýir hópar út á vatn sem sameinuðust þeim hópum sem fyrir voru á vatninu. Þéttleiki jókst því eftir því sem leið á tímabilið. Rannsóknir á áhrifum fæðuframboðs á fjölda verpandi para hafa sýnt fram á jákvæða fylgni við fæðuframboð undangengins sumars (Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 2004). Árið 2003 var fjöldi hópa í byrjun tímabilsins meiri en árin tvö á undan þrátt fyrir frekar lélegt ungaár 2002. Þótt fjöldi verpandi kolla hafi líklega verið meiri 2002 hafa kollur verið fyrri til að koma ungu sínum út á vatn 2003. Margar andategundir tímasetja varp sitt út frá tímasetningu ísabrots (Dessborn ofl 2009) og þar sem ísabrot var óvenju snemma 2003 ættu kollur að vera snemma á ferðinni með ungahópa sína það ár. Líklega hefur svipað átt sér stað hjá rauðhöfða 2003 þó munurinn milli ára sé ekki eins áberandi. Hröð fækkan hópa 2003 bendir einnig til hárrar dánartíðni þó erfitt sé að fullyrða slíkt þar sem einnig geti verið að hópar ferðist út af svæðinu.

Eins og hjá rauðhöfða var langalgengast að skúfandarungahópar fylgdu einni kolla í júlí. Þetta breyttist eftir 10. ágúst, um tíu dögum seinna en hjá rauðhöfða og voru þá nállkolluhópar 75% af séðum hópum. Helmingur þessara hópa samanstóð af fiðruðum ungu en greinilegt var að töluvert af ungu voru yfirgefnir áður en þeir gátu bjargað sér sjálfir.

Rykmýið byrjar venjulega að koma upp á yfirborð töluvert áður en fyrstu ungar koma úr hreiðrum (Dessborn ofl 2009) og því skiptir máli fyrir kollur að koma ungu sínum niður á vatn sem fyrst. Þar sem rauðhöfði þarf að treysta á að fæðan berist upp á yfirborð til að geta nýtt hana, ættu lok kvíknunar hjá rykmýi að skila sér strax í verri viðkomu rauðhöfðaunga. Skúfandarungar geta nálgast fæðu af botni sem rauðhöfðaunger eiga erfitt með.

Tíðni fjölkolluhópa hjá skúfönd var ekki há og náði hámarki 2002 með 13% séðra hópa. Þéttleiki ungahópa var eflaust langt frá því að vera í hámarki þau ár sem athugunin fór fram en jafnvel þótt fjöldi hópa hefði verið með mesta móti kæmu fjölkolluhópar líklega ekki fram í talningunni nema að litlu leyti þar sem þeir eru gjarnan úti á miðju vatni þar sem talningar náðu ekki til.

Stórir hópar voru algengir hjá einkolluhópum skúfandar og almennt voru ungahópar breytilegri að stærð en hjá rauðhöfða. Hámarksfjöldi eggja hjá skúfönd eru 14 egg (Dugger og Blums 2001) og við getum því gefið okkur að kolla með 15 eða fleiri unga á þá ekki alla sjálf. Slíkir hópar komu fyrir á öllum aldursstigum og í öllum árum. Litlir ungar voru almennt fleiri í hóp en stórir ungar. Tveir stærstu einkolluhóparnir með 40 og 50 ungu voru þó samsettir af stórum ungu og hópar með fleiri en 15 ungu voru algengir í þessum aldursflokki. Ljóst er að samhliða fækken í hópum vegna affalla verður einnig fjölgun vegna samruna hópa. Slíkur samruni hefur greinilega átt sér stað strax á fyrstu aldursstigum og jafnvel fyrir klak með sníkuvarpi. Sníkuvarp þar sem fleiri kollur verpa í sama hreiður er algengt meðal vatnafugla (Beaucamp 1997) og hefur ekki neikvæð áhrif á uppkomu unga ef það er ekki í mjög stórum stíl (Dugger og Blums 2001). Þó hlýtur það að geta skipt máli að kolla geti legið á ungu sínum þar sem fæða er af skornum skammti og veður köld. Æðarfugl liggur annað slagið á ungu sínum fyrstu tvær vikurnar í lífi þeirra, sérstaklega í vondum veðrum (Mendenhall 1979) og eru það þó með kuldapolnustu ungu (Koskimies og Lahti 1964). Oft sást kolla hvíla með unga sína á landi og voru þá ungar gjarnan í einum hnapp ýmist upp við kollu eða þétt saman nálægt kollu (eigin athuganir).

Í einkolluhópum með 15 eða fleiri ungu er ljóst að jafnhliða samruna hópa, hefur allavega ein kolla týnt frá sér eða yfirgefið unga sína. Sú aðgerð kollu að yfirgefa unga sína er því algengari en fjöldi yfirgefinna hópa gefur til kynna. Ekki er vitað hversu algengt það er að stakar kollur renni saman við einkolluhóp án þess að eiga nokkurn unga í hópnum og mynda þannig fjölkolluhóp. Þar sem fjölkolluhóparnir voru svo stórir er ljóst að þeir hafa myndast við samruna fleiri hópa þar sem allavega ein kolla fylgdi einhverjum þeirra.

Kolla getur ekki séð jafn vel um alla unga í stórum ungahóp (Öst o.fl. 2007) og því er ungu fyrir bestu að vera í minni hópum á eftir einni kollu eða í fjölkolluhóp þar sem ekki of margir ungar eru um hverja kollu. Ef kolla þarf ekki að liggja á ungu og afrán er lítið getur verið að hlutverk kollu sé ekki eins viðamikið og ekki þurfi nema eina kollu til að leiða unga milli bestu fæðusvæða. Allur þessi fjöldi núllkolluhópa og stórir einkolluhópar bendir til að kostnaður hafi verið fyrir kollur að halda til hjá ungu sínum og í samræmi við það að betri fæðusvæði voru í boði fyrir þær á svæðum þar sem þær gátu ekki tekið unga sína með sér.

## Húsönd

Talningarátaskar var í öfugu hlutfalli við algengi tegunda þannig að fjöldi hópa í athuguninni endurspeglar ekki tíðni þeirra á svæðinu. Talningarátaki var hinsvegar að mestu haldið óbreyttu út talningartímabilið og því ættu breytingar á fjölda hópa út tímabilið að gefa vísbendingar um breytingar í fjölda hópa á svæðinu. Húsandarungar virtust seinna á ferðinni heldur en rauðhöfði og skúfönd. Húsönd hélt til að einhverju leyti á Mývatni en þó voru mun fleiri hópar sem fundust á Laxá. Ísabrot á Mývatni og kvíknun rykmýs hefur því ekki eins bein áhrif á tímasetningu varps hjá húsönd.

Hjá húsönd voru einkolluhópar algjörlega ríkjandi og ólíkt rauðhofða og skúfönd hélst það ástand nær óbreytt út allt tímabilið. Fjölkolluhópar fundust nær ekki og kemur það ekki á óvart þar sem húsöndin er óðalsbundin og ver óðal sitt með „kjafti og klóm“, jafnt gegn öðrum tegundum sem og öðrum kollum eigin tegundar (Eadie ofl 2000).

Þótt núllkolluhópar væru sjaldgæfir allt tímabilið, jókst tíðni þeirra svolítið eftir 10 ágúst. Voru það þá nær alltaf hópar með stálpuðum ungum. Kollur sem áttu óðul sín á Laxá sáust einstaka sinnum fljúga frá ungum sínum niður ána en koma fljúgandi til þeirra aftur stuttu síðar. Árni Einarsson fylgdi kollum eftir sem yfirlágu unga sína með þessum hætti og komst að því að þær væru að éta neðar í ánni. Þar sem myrkviknar seinna neðar í ánni (Árni Einarsson 1987) eru líkur til að þar sé meiri fæða fyrir unga hennar seinna á tímabilinu. Ef svo er þá er líklegt að þetta atferli hafi aukist þegar líða tók á tímabilið. Eadie og Lyon (1998) tala um að húsandarkollur yfirgefi unga sína ef fjöldi þeirra fer niður fyrir ákveðin mörk þannig að kostnaður við uppeldið er meiri en hugsanlegur nýliðunarárangur. Nokkuð var um mjög litla núllkolluhópa þar sem ungar voru 1-3 í hóp og ekki hægt að útiloka að þeir hafi verið endanlega yfirgefnir þótt þeir væru líklegir til að renna saman við aðra unghópa á svæðinu.

Þau fáu skipti sem fleiri en ein kolla sást með unghóp voru ýmist samfelld slagsmál á milli kolla eða unghópurinn á milli þeirra var svo stór að þær þurftu ekki að horfa hvor á aðra (eigin athuganir). Einnig sáust stórir ungar með fleiri kollum í fellihópum svo líklega dettur árásarhneigð kollunnar niður þegar ungar hennar hafa náð ákveðinni stærð. Þótt kollur séu mjög óumburðarlyndar gagnvart öðrum kollum og ungum annarra tegunda sýndu þær ekki árásarhneigð gagnvart ungum eigin tegundar. Átti það við þótt aðkomuungar væru af annarri stærð en hennar eigin. Óumburðarlyndi kollu gagnvart öðrum húsandarungum og þá sér í lagi ungum af annarri stærð en hennar eigin er vel þekkt í Norður-Ameríku (Eadie ofl 2000).

Ungahópar húsandar minnkuðu ekki með aldri eins og hjá hinum tegundunum og sumarið 2002 voru hópar með eldri ungum fleiri en hópar með litlum ungum. Bendir þetta til þess að samruni væri meiri en sem svaraði aföllum unga og jafnframt að óháð því hvort samruni hafi átt sér stað á fyrstu stigum þá hafi hann halddið áfram á eldri aldursstigum unga. Bitmýið í Laxá var í lágmarki þetta ár (5. mynd).

Þótt fjöldi unga á Laxá sýni almennt veika fylgni við sveiflum í bitmýi (Árni Einarsson o.fl. 2006) þá er dreifing unghópa á ánni og vatninu háð því hvar mest er af bitmýi á hverjum tíma (Árni Einarsson 1990). Þar sem bitmýið kvíknar á mismunandi tíma á mismunandi stöðum, er ljóst að húsöndin þarf að skipta um óðul til að geta fylgt mýinu eftir. Í slæmum árum eins og 2002 þegar bitmýmið í Laxá er í lágmarki (5. mynd) þá má gera ráð fyrir að það klárist fyrr á hverjum stað. Fyrir húsandarkollu með unga þýðir það örari færslu milli svæða og þá um leið óhjákvæmilega ferð með unga um óðul annarra kolla, fleiri slagsmál og um leið hærri líkur á samruna hópa. Auk þess eru ákjósanleg fæðusvæði færri og þétt setin og ýtir það einnig undir árekstra og samruna hópa.

Breytileiki í stærð húsandarungahópa var meiri en hjá rauðhofða og jafnvel meiri en hjá skúfönd. Líklega vegna þess að samruni hópa var algengari en hjá hinum tegundunum. Hópar með ND/LD ungum þar sem lítill samruni hafði enn átt sér stað voru stærstir 2003 og má líta á það sem vísbendingu um betri lifun lítilla unga það ár. Vegna þess hve veturinn 2002-2003 var mildur og ís leysti snemma af Mývatni má reikna með að fæðuframboð húsandarkollna yfir veturinn hafi verið með besta móti og gæti það hafa leitt til þess að kollur komu fleiri lífvænlegum ungum út á vatn 2003.

Fjölkolluhópar voru aðeins fyrir hendi 2002 og 2003 og var eðlismunur á þeim. Árið 2002 var mikil samkeppni um bestu óðulin, áflog milli kollna voru algeng og ungahópar lento á milli. Margir hópar runnu saman og þegar ungahóparnir voru orðnir mjög stórir voru meiri líkur á að kollur gætu umborið hvor aðra tímabundið á meðan ungahópurinn skyggði á andstæðinginn. Árið 2003 voru fjölkolluhópar í flestum tilfellum stórir ungar sem voru komnir saman við fellihópa (eigin athuganir). Eina skiptið sem tvær kollur sáust saman með ungahóp án þess að vera í áflogum, var eftir að þær höfðu fælst undan veiðimönnum saman í hóp og var það ástand líklega mjög tímabundið. Virðist sem fjölkolluhópar hafi myndast þessi tvö ár af ólíkum ástæðum. Árið 2002 hefur fæðuskortur valdið harðri samkeppni um óðul með tilheyrandi slagsmálum og samruna hópa en 2003 eru ungarnir orðnir stórir og komnir saman við fellihópa. Má hugsa sér að árið 2001 hafi óumburðarlyndi milli kollna og lítil hópastærð orðið til þess að fjölkolluhópar hafi ekki náð að myndast eða þá verið skammlífir.

### 3.4.2 Tímanotkun

#### Rauðhöfði

Langmestur tími rauðhöfðaunga fór í át og tilfærslu. Rauðhöfði kafaði ógjarnan og sérhæfði sig í fæðuöflun af yfirborði. Þegar ungahópar syntu milli staða pikkuðu ungar um leið af yfirborði og því var fæðuöflun ekki lokið þótt tilfærsla ætti sér stað (eigin athuganir). Tilfærsla var mismikil milli ára og mest 2003. Þegar fæða er af skornum skammti fer gjarnan meiri tími í að leita hennar. Víða voru flugur á yfirborðinu (eigin athuganir) en hver biti er lítill þegar langt er á milli þeirra og þurfa ungarnir að vera á stöðugum þönum til að fá nóg og dugar það oft ekki til. Munur á fæðuöflun og tilfærslu verður sérstaklega ógreinilegur við slík skilyrði.

Meiri tími fór í hvíld 2003 en 2002 og 2001. Það er líklega vísbending um að fæðuöflun skilaði litlum árangri og ungar voru orkulausir og þurftu oftar að hvíla sig.

Fæðuframboð er ekki það sama fyrir alla ungahópa. Fæðan getur verið hnappdreifð og kollur misjafnlega heppnar eða reyndar við að finna bestu fæðusvæðin. Þótt stór hluti unga svelti, lifa einhverjur hópar við þokkaleg skilyrði á svæðum þar sem fæðan er hvað þéttust.

Fæðuatferli rauðhöfðans sker sig frá hinum tegundunum þar sem hann sérhæfir sig í fæðunámi af yfirborði. Ungar rauðhöfðans hálfköfuðu annað slagið en köfuðu nær ekki neitt. Lítill ungi nær ekki niður á mikil dýpi með því að hálfkafa og líklega þurfa fæðuagnir að vera í miklu magni til að það borgi sig framyfir það að tína fæðu af yfirborði. Kófunin kostar meiri orku en át af yfirborði. Á grunnum svæðum þar sem fæða á botni er í miklu magni og litla fæðu er að finna á yfirborði getur borgað sig fyrir unga gráanda að reyna köfun. Hálfköfun og köfun komu varla fyrir 2001 en voru samanlagt 30% af áttíma unganna 2003.

#### Skúfond

Skúfond svipaði til rauðhöfða hvað varðar tímanotkun. Munur milli ára er þó ekki eins afgerandi. Þó mátti einnig sjá hjá skúfond að minna tíma var varið í fæðunám 2003 og meira tíma eytt í hvíld. Skúfandarungar byrja fæðunám sitt oftast með áti af yfirborði en ná fljótt tökum á köfun og með auknum þroska eykst tíðni og lengd kafanna (Hill og Ellis 1984). Með köfun verður stærri hluti fæðunnar aðgengilegur. Jafnhliða því að minnstum tíma var varið í fæðuöflun 2003, var mjög lítið pikkað af yfirborði. Mjög líklega endurspeglar þetta lítið framboð á fæðu af yfirborði.

## Húsönd

Húsönd var frábrugðin hinum tegundunum í tímanotkun sinni eins og öðru og fór afgerandi minni tími hjá henni í tilfærslu. Eins og áður hefur komið fram er húsöndin óðalsbundin á varptíma og kolla ver fæðuóðul unga sinna gegn öðrum vatnafuglum. Hún fer því ekki eins mikið milli svæða og hinar tegundirnar en heldur sig þess í stað á óðalinu þar til fæða verður af skornum skammti (Árni Einarsson 1990).

Annað sem einkenndi tímanotkun húsandarunga var hvíld sem tók um helmingi meiri tíma hjá þeim en hjá rauðhöfða og skúfönd. Þetta var í ágætu samræmi við niðurstöðu Eadie (2000) sem nefnir að húsandarungar noti 28% af tíma sínum í fæðunám og 35% í hvíld og snyrtingu. Ungar á Laxá þurfa að berjast við stöðugan strauminn meðan á fæðuöflun stendur og hlýtur það að kosta þá tölувert meiri orku heldur en köfun í lygnu vatni. Meiri straumur ætti líka að þýða meira hitatap og því er líklegt að viðhald fjaðurbúnings verði sérstaklega mikilvægt.

Mikil orkunotkun húsandarunga gerir kröfur um sérstaklega gott aðgengi að fæðu og fer mikill tími og orka hjá ungakollum í að velja gott fæðusvæði handa ungum sínum og verja það af hörkum. Meira en 50% af tíma húsandarkolla með unga fer í það að vera á verði (Eadie 2000) og þar sem afrán er lítið eru þær fyrst og fremst á verði gegn öðrum vatnafuglum. Ef fæðuframboð er gott fá ungar sem alast upp á slíkum lúxus blettum að háma í sig fæðu af botninum. Ef fæðan er næg fyllast þeir fljótt og fá tíma til að hvíla sig þess á milli og halda fjaðurbúningi sínum í góðu lagi.

Eins og áður segir færir húsöndin sig milli Laxár og Mývatns eftir því hvar fæðuframboð er mest hverju sinni. Hugsanlega hafa því hlutfallslega fleiri húsandarungahópar verið á vatninu 2001 en verið fleiri á Laxá 2003. Þótt 2002 hafi verið botnár á Laxá var það líka slæmt á Mývatni og því hugsanlega húsöndin leitað þangað með hópa sína í von um betri fæðu. Gæti dvöl unganna á ánni útskýrt af hverju svo mikill tími fer í hvíld þau ár en ekki 2001. Fæðuframboð var með verra móti bæði á Mývatni og Laxá öll þessi ár en þar sem húsöndin velur fæðuóðul sín af natni er spurning hvort þeim kollum sem á annað borð náðu að verpa og verja fæðuóðul hafi tekist betur en rauðhöfða og skúfönd að koma upp ungum sínum.

Fæðuatferli húsandarunga svipar mjög til skúfandarunga og voru allar tegundir samtaka í því að éta minnst af yfirborði 2003. Húsandarungar taka annars minna af yfirborði heldur en hinar tegundirnar og tengist það eflaust því að flestir þeirra voru staðsettir á Laxá. Það kemur þó fyrir að þeir hálfkafi og er líklegt að víða meðfram bökkum Laxár séu blettir nágu grunnir til að ungarnir nái niður á botn með þeim hætti. Hálfköfun er eflaust ekki eins orkukrefjandi og köfun og þar sem hægt er að koma því við með góðum árangri virðast ungar allra tegunda beita því. Ólafur Karl Nielsen (1998) kannaði fæðuatferli andarunga við Mývatn og þ.á.m. húsandarunga. Hann komst að því að dúnungar húsandar vörðu miklum tíma í át af yfirborði eða 40-60% af áttíma og er það svipað og skúföndin gerir í þessari athugun og reyndar húsandarungarnir 2001 en þá eyddu þeir um 55% af áttíma sínum í áti af yfirborði. Þeir beita því eflaust þessari aðferð eins og hinar meðan fæðu er að hafa af yfirborði.

### **3.4.3 Fjarlægð unga frá kollu**

Eftir því sem fjarlægð unga frá kollu eykst aukast líkur á afráni (Swennen 1970). Ungar leitast því stöðugt við að vera í sem mestu návígi við kollu. Þó eru ýmsir þættir sem hafa áhrif á þessa fjarlægð unga og ekki er ljóst hvort afrán sé forsenda þess að ungar viðhaldi þessari nánd við kollu. Þótt afrán virðist vera lítið á Mývatni hefur þróunarsaga vatnafugla verið samofin þróunarsögu afræningja frá ómunatíð og óvist að lítið afrán síðustu áratugi sé nægjanlegt til að breyta eðlislægum ótta og viðbrögðum andategunda við afráni.

Fjarlægð unga frá kollu var mjög breytileg. Ungar gátu verið í einum hnapp þétt upppvið kollu eða svo dreifðir að erfitt var að sjá hvaða kollu þeir tilheyrðu. Erfitt var að bera tegundir saman þar sem breytileiki var meiri milli ára heldur en milli tegunda.

#### **Rauðhöfði**

Rauðhöfðaungar voru dreifðari umhverfis kollu heldur en skúfond og húsönd 2002. Munaði þar mest um unga sem voru meira en 20 kollulengdir frá kollu. Slíkir hópar voru algengastir hjá rauðhöfða 2002. Var þar gjarnan um að ræða staka unga úr hópnum sem reikuðu um niðursokknir í fæðuleit og var á mörkunum að þeir fylgdu hópnum yfirhöfuð (eigin athuganir). Fjarlægð þessara einstaklinga var meiri en annarra unga í hópnum. Swennen (1988) lýsir sambærilegu atferli hjá æðarungum í tilraun þar sem ungar fengu mismikið að éta. Ungarnir sem minnst fengu fóru smám saman að rása lengur frá hópnum og hreyfingar þeirra urðu örari án þess að það virtist skila meiri árangri við fæðunámið. Rauðhöfðaungarnir í minni athugun voru líklega að verða aðframkomnir og eyddu allri athygli og orku í fæðuleit á kostnað öryggis. Í mjög stórum ungahópum gat líka komið fyrir að fjarlægð frá kollu yrði meiri en 20 kollulengdir en stórir hópar voru algengastir hjá rauðhöfða 2002.

Fjarlægð unga frá kollu virtist að einhverju leyti fara eftir atferli unga og aldri þeirra en þessi tengsl voru óljós og breytileg milli ára. Þó virtist gegnumgangandi að ungar voru dreifðastir við fæðuöflun. Árið 2003 eyddu ungar minnstum tíma í fæðuöflun og það ár voru þeir jafnframt áberandi næstir kollu. Að auki var átatferlið sjálft frábrugðið milli ára og virtust ungar vera hvað dreifðastir við át af yfirborði (eigin athuganir). Þar sem étið var minnst af yfirborði 2003 gæti það útskýrt meiri þéttleika það ár.

Ekki var afgerandi munur milli ára á sambandi fjarlægðar unga frá kollu við aldur og var árum því slegið saman. Eldri ungar virtust fara lengra frá kollu heldur en yngri ungar. Hugsanlega endurspeglar það minni afránsþættu hjá elsta aldurshópnum en einnig gæti annað spilað þar inn. Stærri ungar taka meira rými vegna stærðar sinnar og í stærri hópum er jafnvel þó nokkrar kollulengdir í ystu unga þótt þeir séu í þéttum hnapp.

#### **Skúfond**

Eins og hjá rauðhöfða voru ungar skúfanda lengst frá kollu 2002 og almennt dreifðastir við fæðuöflun. Einnig voru ungar skúfandar næstir kollu 2003 þótt dreifðustu hóparnir voru einnig algengastir það ár. Hópar á bilinu 5-10 kollulengdir frá kollu voru langalgengastir 2001. Það ár eyddu ungar meiri tíma í át en 2002 og 2003 og mestum hluta af átíma sínum eyddu þeir í áti af yfirborði. Ef við gefum okkar að aðgengileg fæða hafi verið hvað mest þetta ár, er líklegt að fleiri ungar væru að fá nægjanlega fæðu til að fylgja kollu vel eftir. Á síðasta árinu þegar minnst er að hafa á yfirborði þá eru ungar uppgefnir og svangir enda orkufrekt að kafa og því fer meiri tími í hvíld. Hvorki köfun né hvíld krefst mikillar dreifingar og því eru hópar gjarnan nálægt kollu.

Um áhrif aldurs á fjarlægð unga frá kollu er erfitt að segja nokkuð með vissu. Aðrir þættir svosem atferli eða ástand unga virtust hafa þar meira að segja og skyggja á hugsanlegt samband aldurs við fjarlægð unga frá kollu. Hjá bæði elstu og yngstu hópum koma mjög dreifðir ungahópar fyrir. Getur það tengst bæði uppgefnum ungu sem ráfa langt frá kollu og/eða stórum ungahópum þar sem fjarlægð ystu unga frá kollu verður mikil vegna stærðar hópsins. Ungahópar með fiðruðum ungu þar sem kolla var engin var líka metin að þéttleika en slíkir hópar gátu verið dreifðir bæði við fæðuöflun og annað og líklega frekar losaraleg sem hópeining þegar engin kolla var til að halda þeim saman. Hefur dreifing þeirra líklega fyrst og fremst ráðist af dreifingu aðgengilegrar fæðu.

## Húsönd

Ungar húsandarkolla eiga það sameiginlegt með rauðhöfða og skúfönd að vera næst kollu 2003. Eins og hjá þeim má skýra þennan þéttleika að einhverju leyti með atferli þar sem minnst var étið af yfirborði það ár. Húsandarungar voru áberandi langt frá kollu 2001. Engir stórir hópar fundust það ár og því ekki hægt að skýra fjarlægð unga frá kollu með því móti. Meiri tími í yfirborðsát og líttill tími í hvíld skýrir meir fjarlægð unga frá kollu en áður hefur einnig verið minnst á möguleikann að hlutfallsega hafi fleiri ungar verið á Mývatninu sjálfu þetta ár í stað Laxár og atferli unga borið merki þess. Aldur hafði ekki aferandi áhrif á fjarlægð unga frá kollu og hefur atferli og ástand unga líklega meira um það að segja eins og hjá skúfönd. Tilhneiting eldri unga til að vera í örlítið dreifðari hópum mætti allt eins skýra með meiri stærð þeirra hópa.

### **3.4.4 Umræða**

Mývatn og Laxá eru auðugt fuglasvæði og varþéttleiki er mikill (Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 2002). Viðkoma ýmissa tegunda er háð framleiðslu rykmýs í vatninu en magn þess fylgir ákveðnum sveiflum og er mismikið milli ára (Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 1994, 1997, Arnþór Garðarsson 2006). Þau ár sem athugunin fór fram, var rykmý á niðurleið og náði meiri lægð en áður hafði mælst 2003 (4. mynd). Markmið athugunarinnar var að bera saman samsetningu og atferli unghópa milli tegunda. Jafnframt var gerð tilraun til að sjá hvort þetta tvennt gæti gefið vísbendingar um fæðuframboð.

Litlir hópar (3-6 ungar) sem fylgdu einni kollu voru algengastir hjá öllum tegundum. Þar sem samruni hópa átti sér stað jafnhliða afföllum var erfitt að aðgreina þetta tvennt en fjöldi hópa fór nokkuð hratt dvíndandi eftir aldri hjá rauðhöfða og skúfönd. Hjá húsönd var algengt að sjá einnig eldri unga. Hjá rauðhöfða voru hópar nokkuð minni 2003, en hann er hvað háðastur fæðu af yfirborði (Batt 1992) og því líklegt að verri viðkoma komi fyrst fram hjá honum í lélegum árum.

Stórir einkolluhópar með fleiri en 15 ungum voru algengir hjá skúfönd og húsönd en komu varla fyrir hjá rauðhöfða. Hugsanlega eru ungar rauðhöfða háðari því að kolla liggi á þeim heldur en kafandarungar og það takmarkar svo aftur hópastærð. Þar sem ungar í stóru hópunum voru gjarnan af mjög ólíkri stærð má sjá að samruni hópa átti sér stað eftir að komið var út á vatn. Núllkolluhópar voru nokkuð algengir sérstaklega hjá rauðhöfða og skúfönd nema árið 2001 þegar fæða var aðgengilegust. Kollur virtust því yfirgefa unga sína frekar í árum þegar fæða var af skornum skammti. Bendir það til þess að þær hafi átt meiri möguleika á fæðu annars staðar þangað sem þær gátu ekki tekið unga sína með sér. Hugsanlega hefur lítið afrán áhrif á ákvörðun kollu að skilja unga sína eftir þar sem ungar gátu bjargað sér sjálfir um stundarsakir og yfirgefnir ungar fundu oft sjálfir hópa sem þeir sameinuðust án aðstoðar kollu (eigin athuganir). Það hve algengt virtist vera að kollur yfirgæfu unga sína og kostnaður sem virtist fylgja því að bíða með ungum á fæðusvæðum sem hentuðu ungum skýrir eflaust að einhverju leyti af hverju fjölkolluhópar voru svo sjaldgæfir. Þegar ungar náðu því stigi að fylgja kollum eftir á betri fæðusvæði fyrir utan talningarsvæði þessarar athugunar er líklegt að fjölkolluhópar hafi verið mun algengari.

Það hve sjaldan núllkolluhópar komu fyrir hjá húsönd tengist staðsetningu hennar á Laxá. Þar virtust bestu fæðusvæði fyrir unga og kollur vera þau sömu og enginn hagur fæðulega séð fyrir kollu að yfirgefa unga sína. Þar sem húsöndin er óðalsbundin gat hún þurft að berjast við aðrar húsandarkollur um bestu svæðin og þær kollur sem létu í minni pokann í slíkri samkeppni gátu valið að yfirgefa unga sína í hendur kollunnar sem hafði betur. Ungar húsandar voru því sjaldan skildir kollulausir eftir.

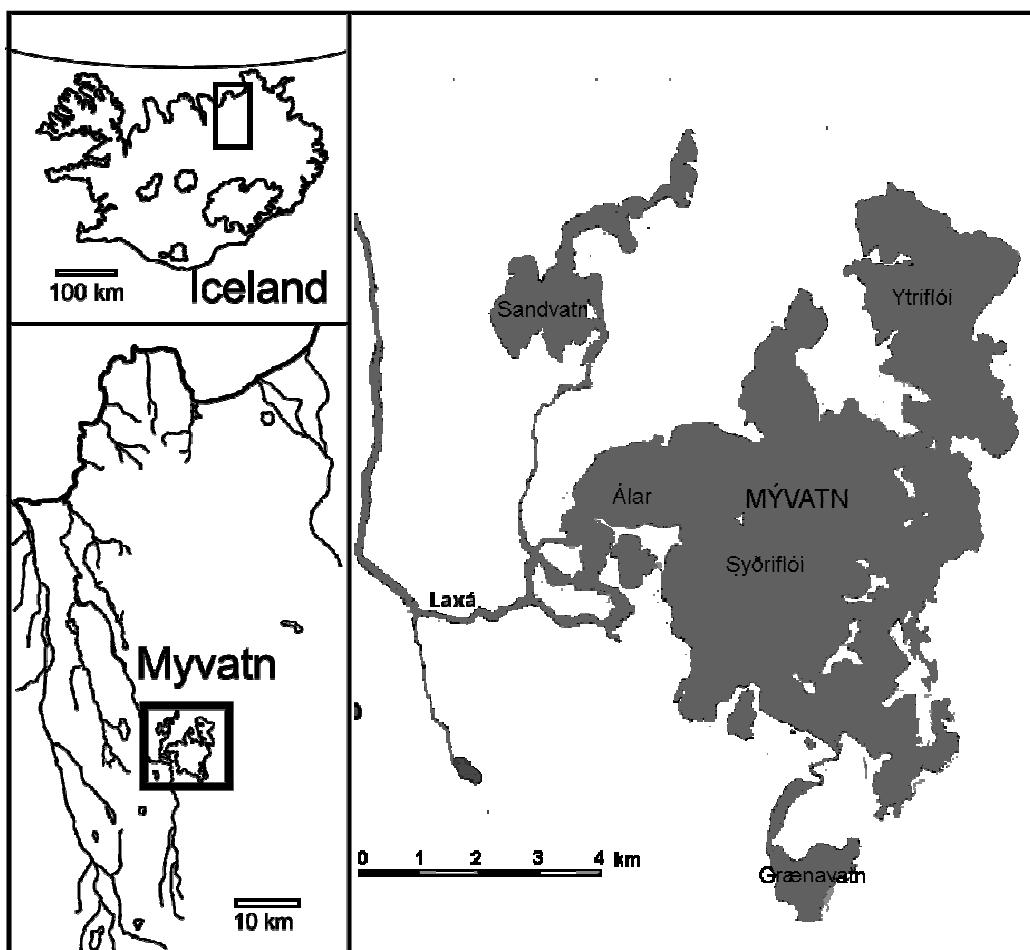
Ungahópar eyddu mestum tíma sínum í fæðunám og ráfuðu ungar þá hvað lengst frá kollu, sérstaklega þegar étið var af yfirborði. Þéttleiki unga var hins vegar mjög breytilegur við hvíld og tilfærslu. Að öðru leyti var það helst húsönd sem skar sig úr varðandi atferli en þó aðallega 2002 og 2003. Ólíkt atferli tengdist óðalshegðun hennar þar sem hún ferðast minna milli fæðusvæða en hinar tegundirnar (Árni Einarsson 1987). Einnig er líklegt að staðsetning hennar á Laxá hafi áhrif á atferli hennar. Árið 2001 er fæðuframboð á Mývatni hvað skást (4. mynd) og hægt að hugsa sér að fleiri húsendur hafi haldið til með unghópa sína á vatninu það ár. Það gæti skýrt af hverju húsöndin eyðir mun minni tíma í hvíld það ár og svipar það til tímanotkunar rauðhöfða og skúfandar það ár. Staðsetning hennar á

Laxá á völdum fæðuóðulum skýrir styrti áttíma og meiri hvíld þar sem þéttleiki fæðu er meiri en jafnframt orkukrefjandi að ná honum. Það hvað árið 2001 sker sig úr hjá húsönd varðandi atferli og hvað það er jafnframt keimlíkara atferli rauðhöfða og skúfandar bendir til að hærra hlutfall hennar hafi haldið til með unga sína á Mývatni það ár enda líklega skárra fæðuframboð þar það árið. Nánari úrvinnsla og frekari athuganir þyrfti til að leiða þetta í ljós. Munur kom fram milli ára hjá öllum tegundum varðandi fæðuatferli. Átu allar tegundir minnst af yfirborði 2003 og jafnvel rauðhöfði eyddi 30% af átatferli sínu í köfun eða hálfköfun það ár. Átatferli unga virðist geta gefið hugmynd um framboð aðgengilegar fæðu.

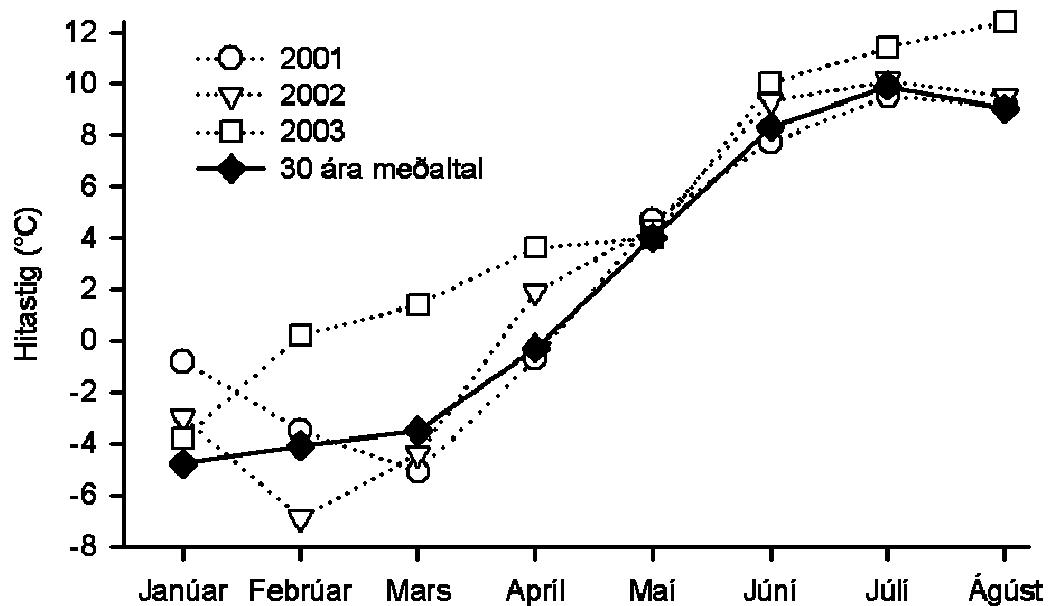
Nokkur atriði flækta úrvinnslu: Fyrsta athugunarárið var aðferðafræðin í móton og talningarátakið var nokkuð minna það ár. Fjöldi hópa 2001 var því ekki samanburðarhæfur við fjölda hópa 2002 og 2003. Annað atriði var afmörkun talningarsvæðisins en aðeins var talið það svæði sem sást frá landi. Talningarsvæði náði ekki nógu langt út á vatn til að fá inn eldri ungastigin sem gjarnan safnast þar í stóra ungfleka. Ekki reyndist unnt að greina milli affalla og flæði hópa út af talningarsvæðinu. Enn eitt atriði flækta úrvinnslu gagna en það var skipting ungahópa á Mývatni annarsvegar og Laxá hinsvegar. Þessi skipting kom fyrst og fremst fram hjá húsönd sem hélt til á báðum svæðum. Margt í hegðun og samsetningu ungahópa hjá húsönd mátti rekja til þess að hún hélt til á ólíku búsvæði en erfitt gat verið að greina á milli tegundamunar annarsvegar og búsvæðamunar hinsvegar.

Þar sem búsvæði virtust hafa áhrif á samsetningu og atferli ungahópa væri þess virði að bera húsönd saman á þessum tveimur ólíku svæðum með það í huga. Hegðun húsanda var að mörgu leyti óútskýrð. Þær tóku óspart að sér húsandarunga frá öðrum kollum jafnhliða því að þær vörðu ómældum tíma og fyrirhöfn í að drekkja ungum annarra tegunda sem villtust inn á óðal þeirra. Einnig var breyting fæðuatferlis hjá öllum tegundum milli ára athyglisverð og biður um frekari athuganir. Almennt virðist nokkuð vanta uppá heimildir um þessar tegundir er snúa að öðru en stofnstærðum, dánartíðni og nýliðun. Ég hef ekki rekist á heimildir um áhrif fæðuframboðs á fæðuatferli. Spennandi væri að skýra þetta atferli nánar og vita hvort nýta mætti fæðuatferli ungahópa sem kvarða á aðgengi fæðu (rykmý) í vötnum. Bæði rauðhöfði og skúfönd á Mývatni ættu að henta vel til slíkra athugana.

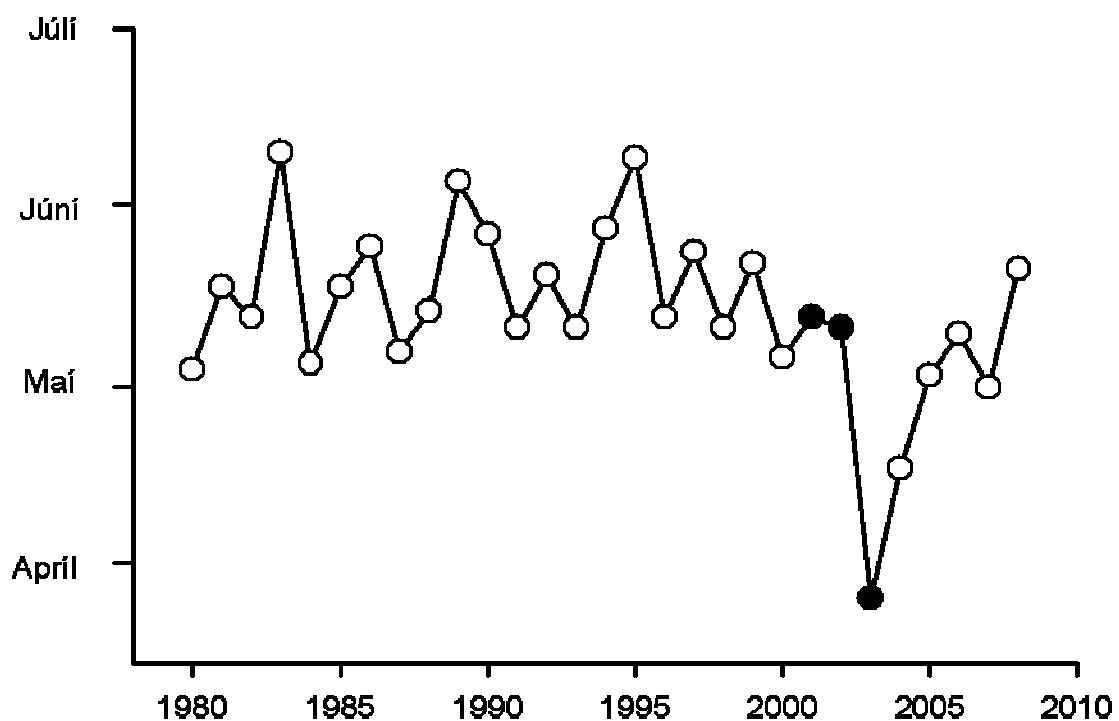
## Myndir



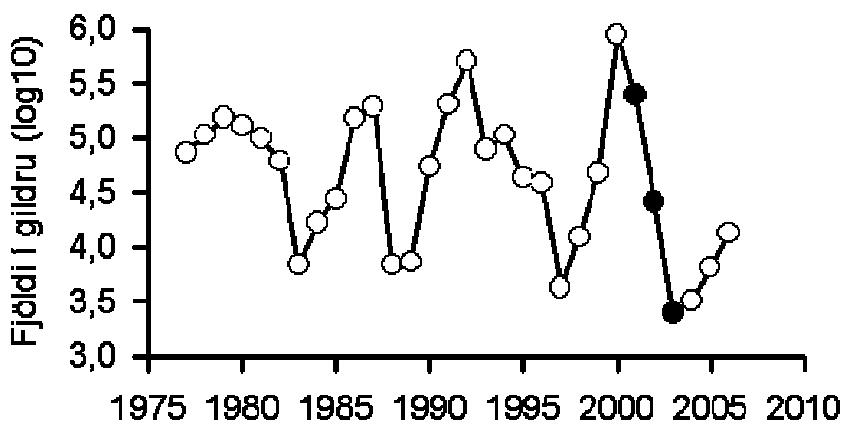
1. mynd Kort af rannsóknarsvæðinu. Mývatn og efsti hluti Laxár.



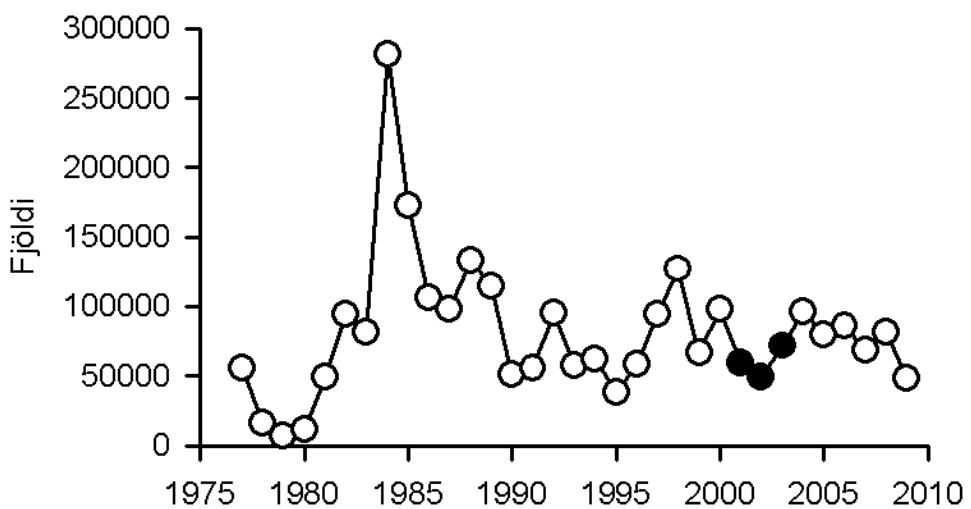
2. mynd. Meðalhitastig fyrir og á meðan ungarítmabili stendur. Meðaltalið er frá tímabilinu 1960-1990 (Veðurstofa Íslands vefsíða b).



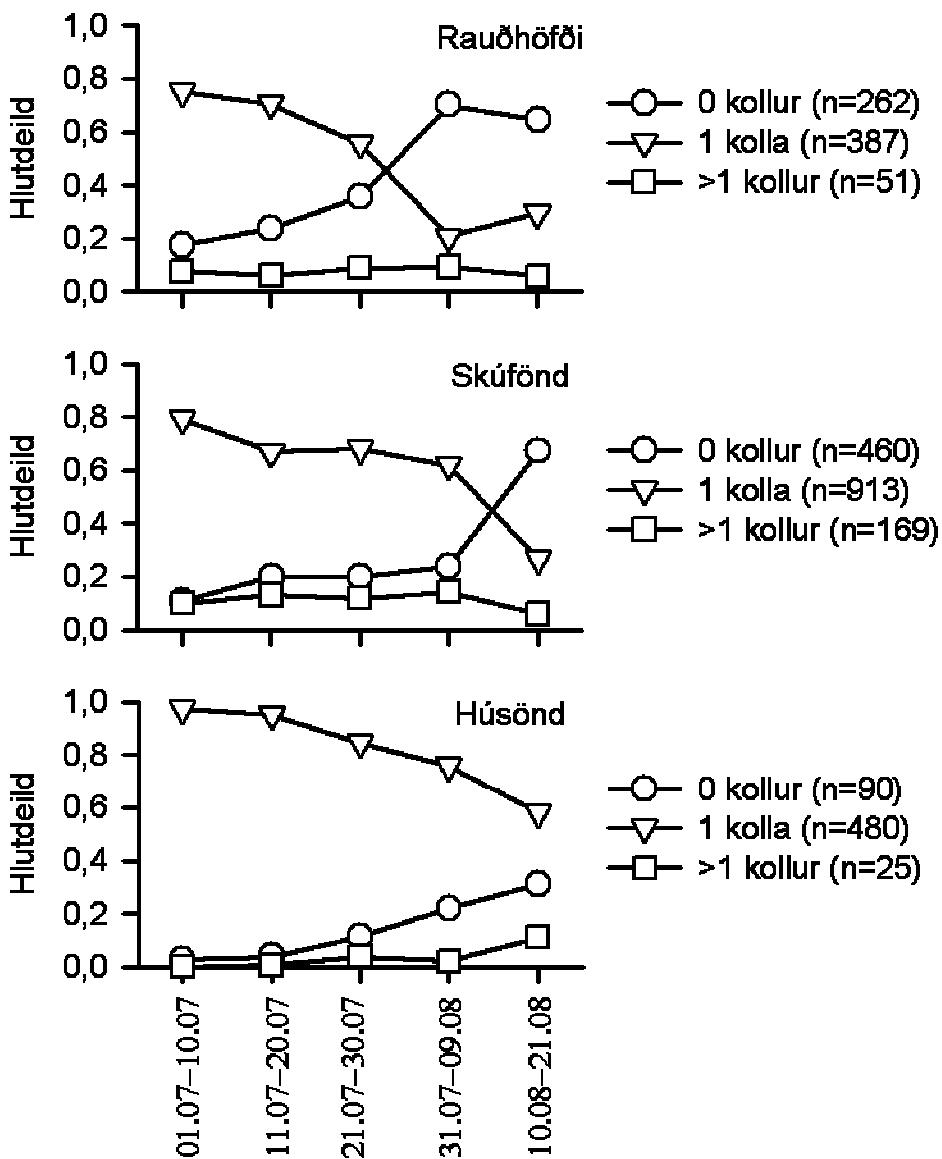
3. mynd. Ísabrot á Mývatni á árunum 1980-2008. Árið 2003 sker sig úr þar sem ísabrot varð rúmum mánuði fyrr en í meðalári eða 26. mars (Óbirt gögn frá Náttúrurannsóknastöðinni við Mývatn). Rannsóknartímabilið er auðkennt með svörtum punktum.



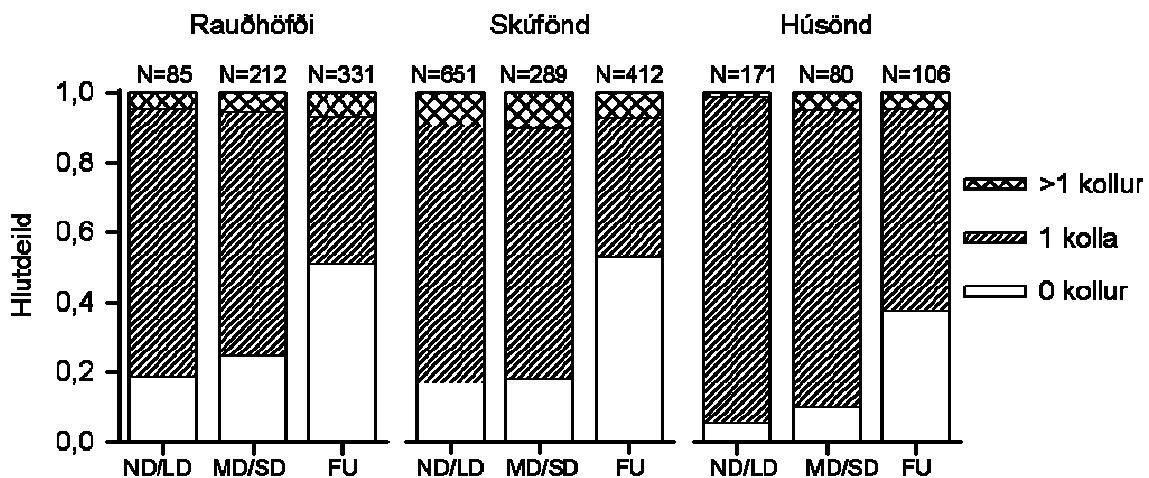
4. mynd. *Magn rykmýs* (*Chironomidae*) sem veiddist í gildrum á bökkum Mývatns. Rykmýið var í mikilli niðursveiflu 2001-2003 þegar athugunin fór fram (svörtu punktarnir) (Gögn frá Náttúrurannsóknastöðinni við Mývatn).



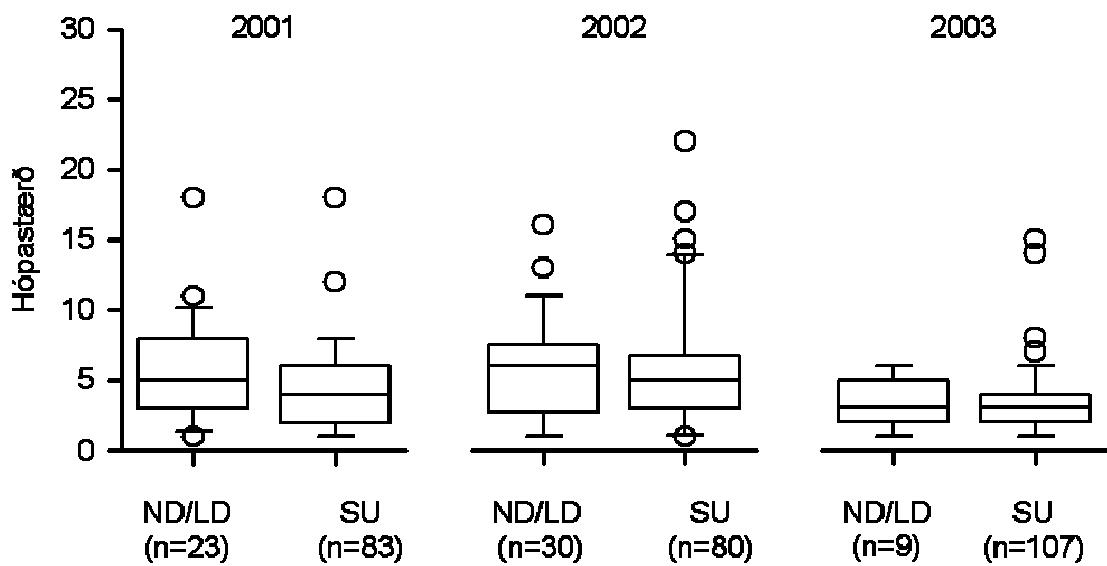
5. mynd. Fjöldi bitmýs (*Simulium vittatum*) í efri hluta Laxár samkvæmt talningum úr gildru sem staðsett var í Dragsey. Svörtu punktarnir eru árin sem athugunin var gerð. Bitmý var í niðursveiflu 2001 og 2002 en á upplieð 2003 (Gögn frá Náttúrurannsóknastöðinni við Mývatn).



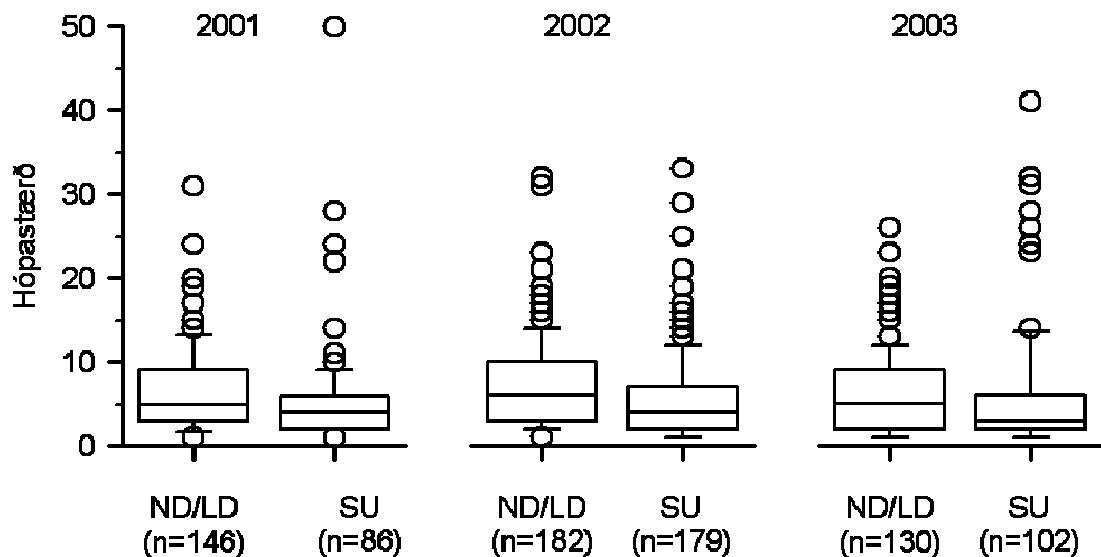
6. mynd. Fjöldi kollna með ungahópa eftir tímabilum hjá rauðhöfða, skúfönd og húsönd 2001-2003. Sjaldan var meira en ein kolla með hverjum ungahópum. Um og eftir fyrstu vikuna í ágúst varð algengt að engin kolla væri með ungahópnum.



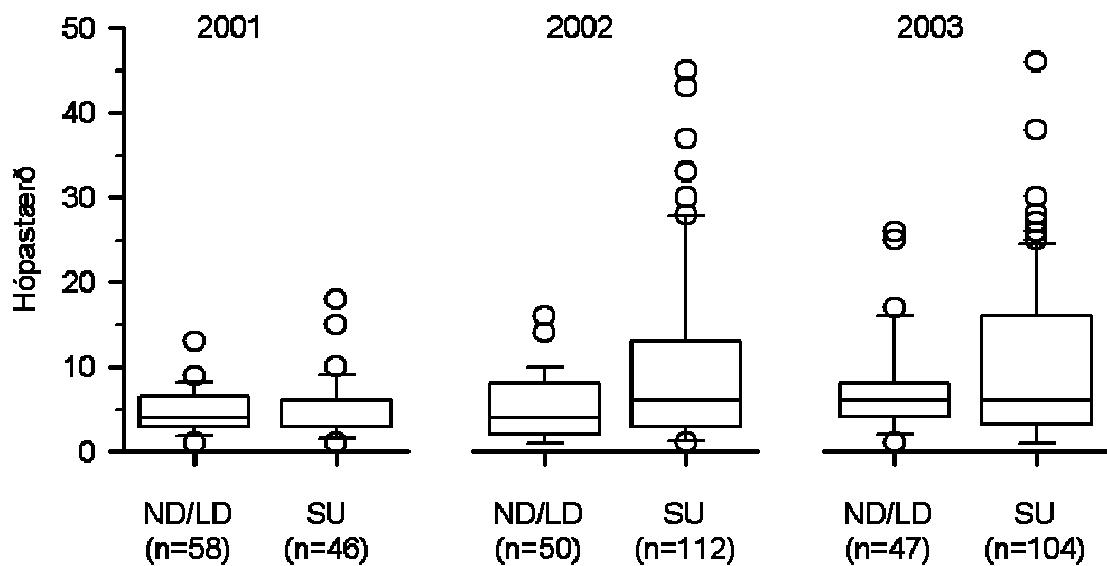
7. mynd. Ungastærdir hjá níll- ein- og fjölkolluhópum. N= fjaði ungahópa. Níllkolluhópar samanstóðu gjarnan af eldri fiðruðum ungum. Þó var eitthvað um að yngri (ND/LD) ungar voru ekki í fylgd kollu. Níllkolluhópar komu sjaldnar fyrir hjá húsöndinni heldur en hinum tegundunum (tafla 4).



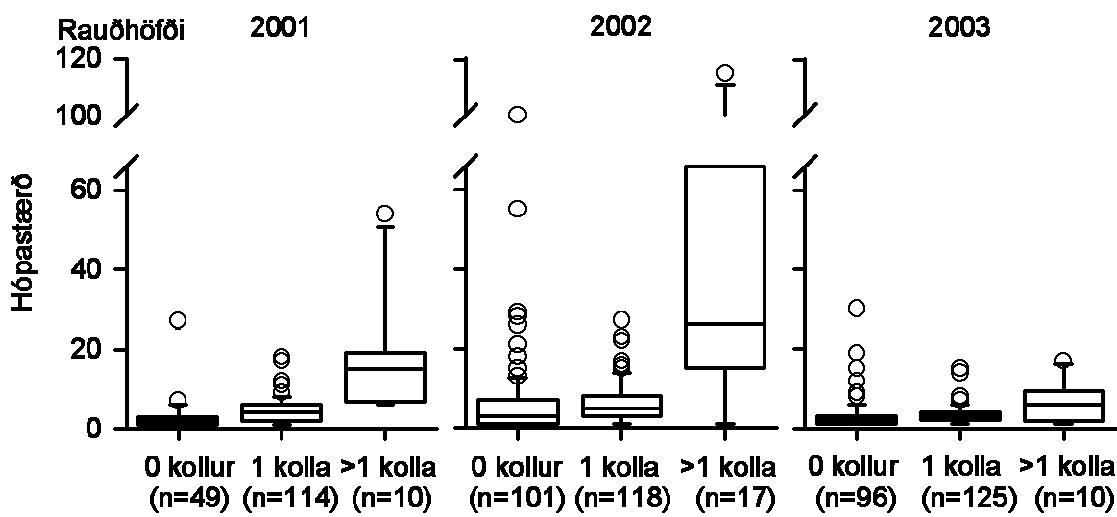
8. mynd. Hópastærdir einkolluhópa hjá rauðhöfða. Þverstrik kassanna sýna miðgildi, efri og neðri hlið kassanna eru fjórðungsmörk og hringirnir eru stakar athuganir. N = sýnastærð. Ekki var munur á hópastærð eftir aldri (tafla 5). Hópar SU voru minni 2003 heldur en önnur ár (tafla 6 og 7).



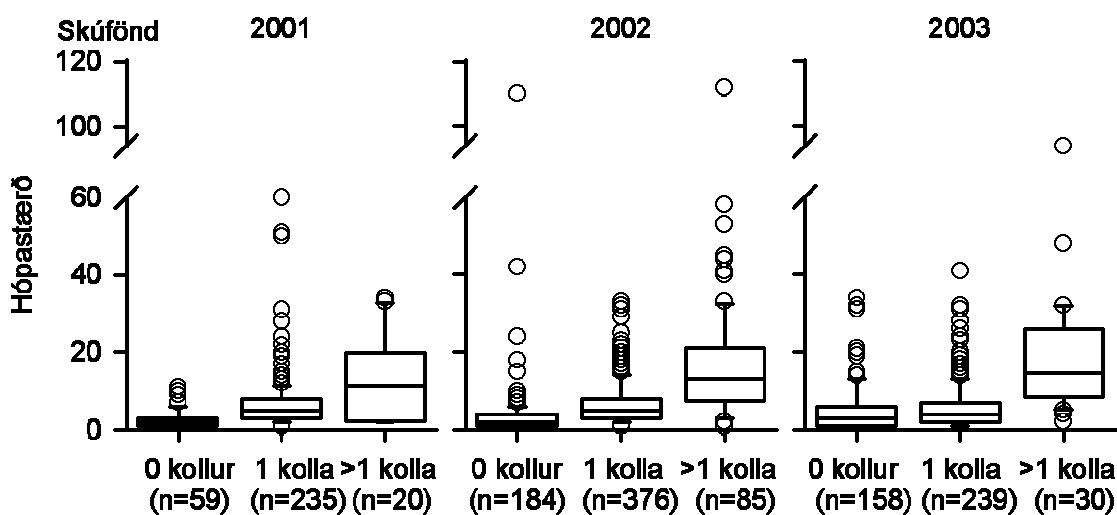
9. mynd. Hópastærðir einkolluhópa hjá skúfönd. Sjá skýringar á gröfum við 8. mynd. ND/LD hópar voru stærstir og minnkuðu eftir sem ungarnir urðu eldri (tafla 5). Stórir hópar með fleiri en 10 ungum voru algengir á báðum aldursstigum. Litlu ungarnir voru í stærri hópum 2002 heldur en 2003 (töflu 6 og 7).



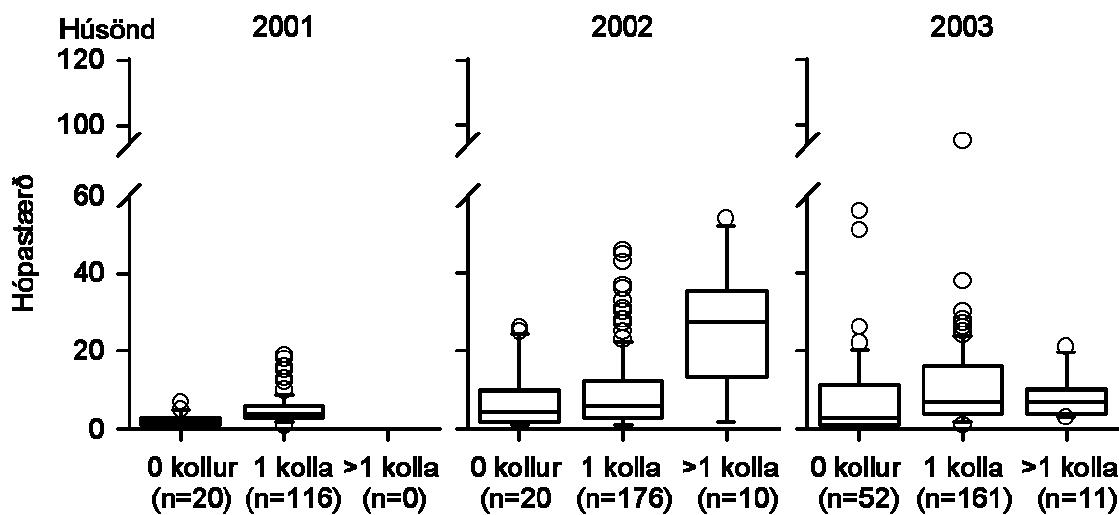
10. mynd. Hópastærðir einkolluhópa hjá húsönd. Sjá skýringar á gröfum við 8. mynd. Hópar voru svipaðir að stærð hjá stórum og litlum ungu 2001 og 2003 en litlir ungar voru í minni hópum en stórir ungar árið 2002 (tafla 5). ND/LD hópar voru stærstir 2003 en SU hópar voru minnstir 2001 (tafla 6 og 7).



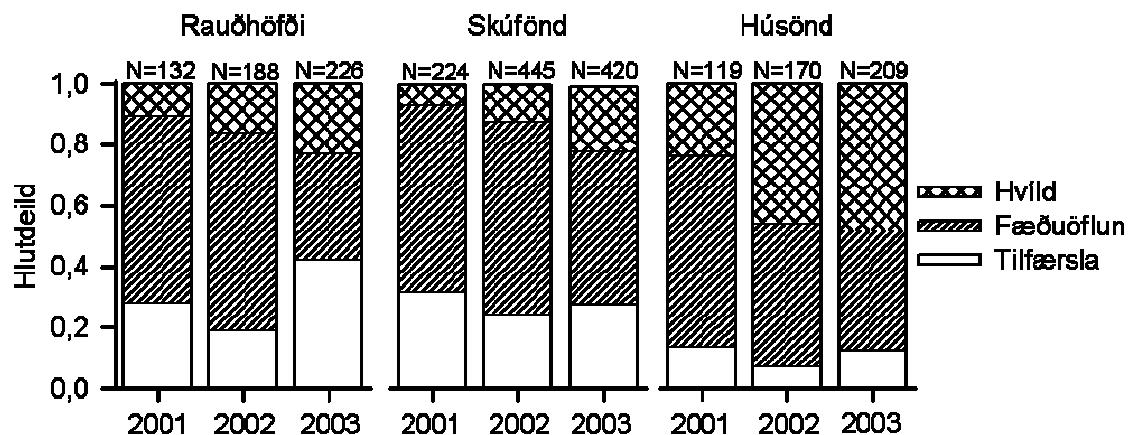
11. mynd. Hópastærð rauðhöfða þar sem mismargar kollur fylgja unghópum. Sjá skýringar á gröfum við 8. mynd. Fjölkolluhópar eru stærstir.



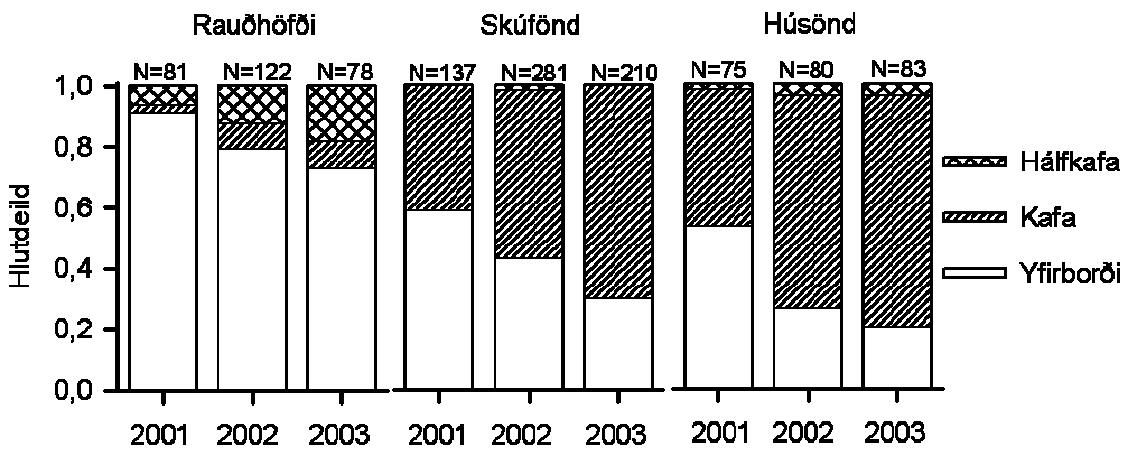
12. mynd. Hópastærð skúfanda þar sem mismargar kollur fylgja unghópum. Sjá skýringar á gröfum við 8. mynd. Fjölkolluhópar eru stærstir.



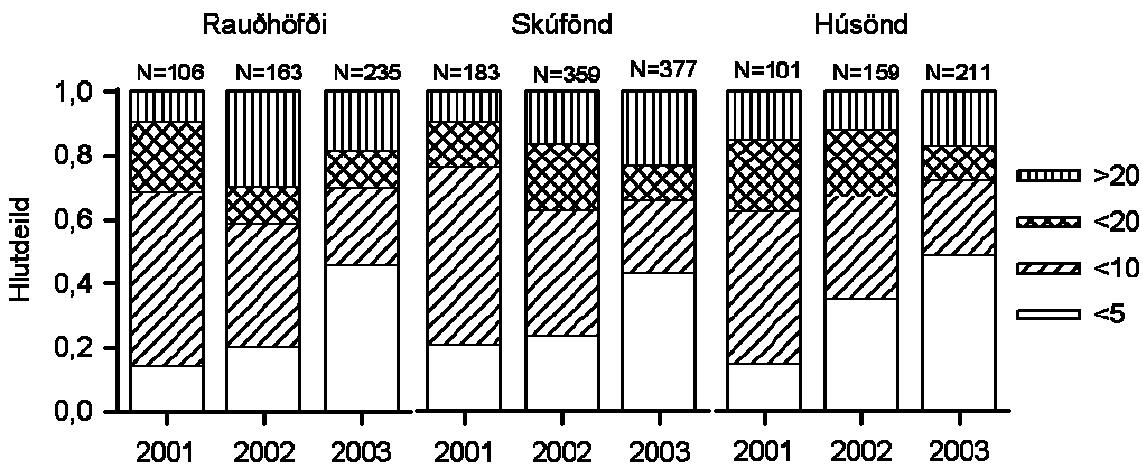
13. mynd. Hópastærð húsanda þar sem mismargar kollur fylgja unghópum. Sjá skýringar á gröfum við 8. mynd. Fjölkolluhópar voru sjaldgæfir og sáust ekki árið 2001.



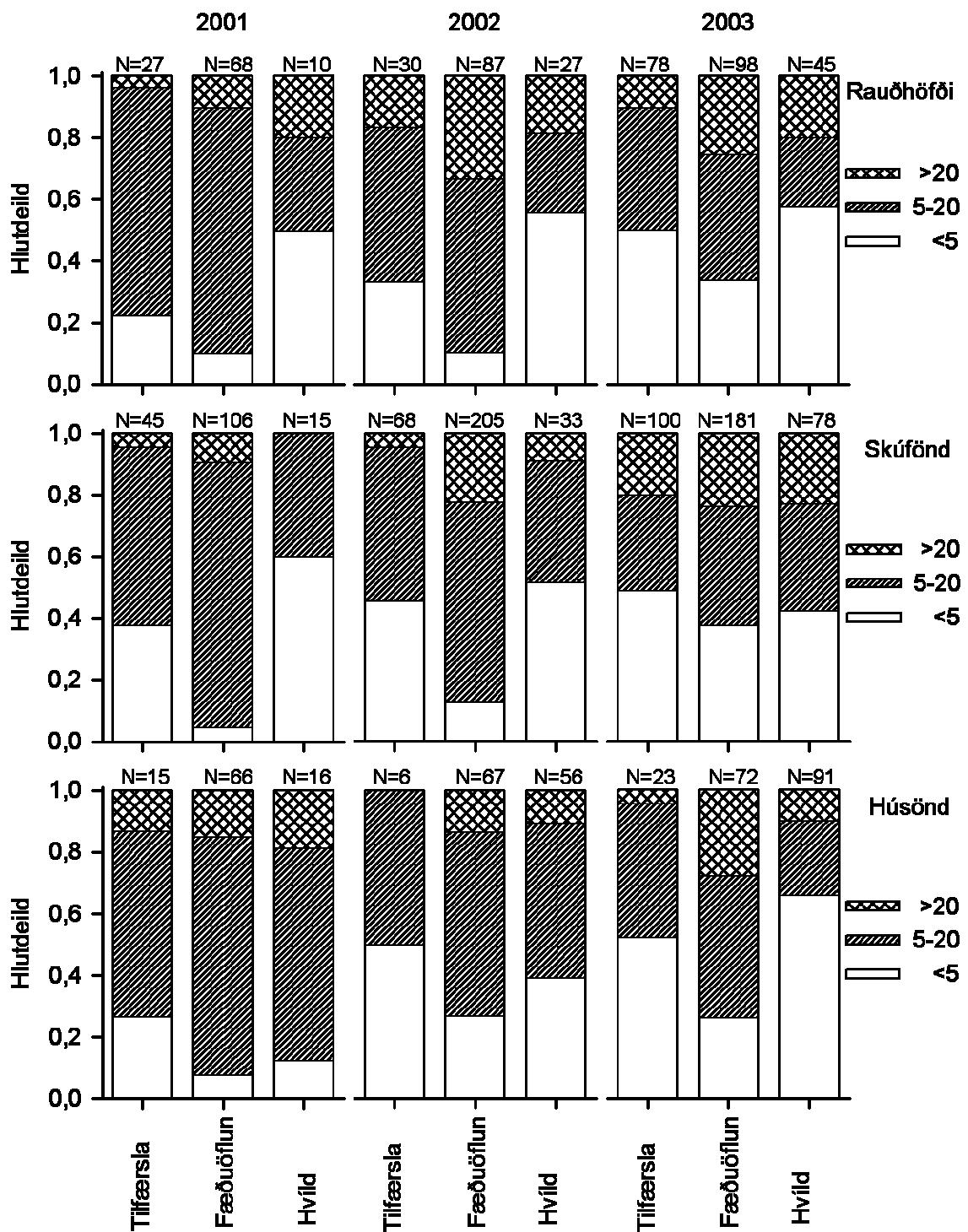
14. mynd. Atferli unghópa. Rauðhöfði og skúfönd eyða svipuðum tíma í hvern atferlisflokk. Húsöndin eyðir minni tíma í tilfærslu og fæðunám og meiri tíma í hvíld.



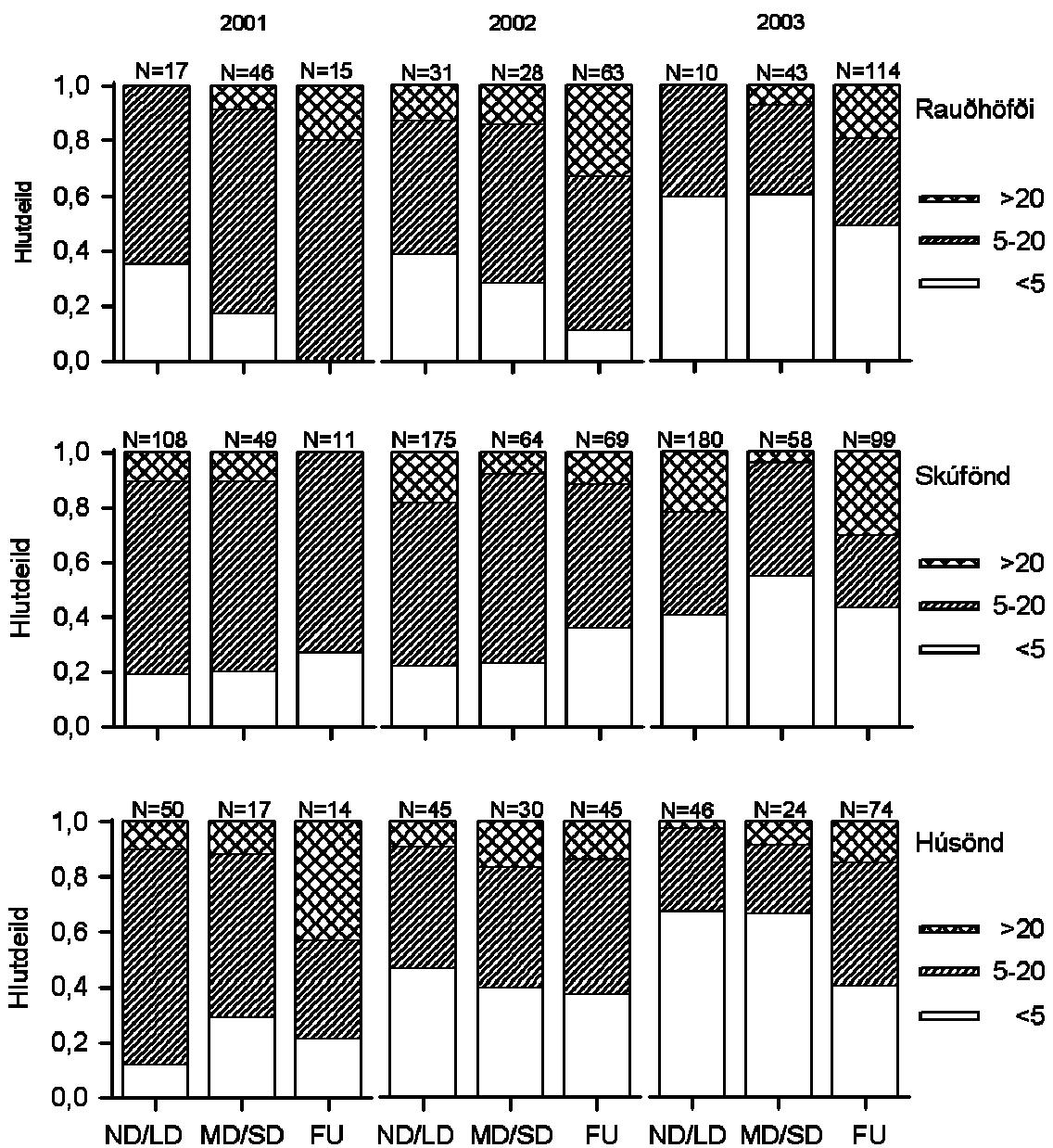
15. mynd. Fæðuatferli ungahópa. Allir ungar átu töluvert af yfirborði. Köfun var algeng hjá kaföndunum en kom líka fyrir hjá rauðhöfða þótt algengara væri að þeir hálfköfuðu. Fæðuatferli var svipað hjá skúfönd og húsönd en þó kafaði húsöndin hlutfallslega meira en skúfönd 2002 (tafla 8). Árið 2001 skar sig úr að því leyti að ungar allra tegunda köfuðu minna en 2002 og 2003 (tafla 9).



16. mynd. Fjarlægð ungahópa frá kollu var breytileg. Ríflega helmingur ungahópa (59-77%) héldu sig innan við 10 kollulengdir frá kollu. Munur milli tegunda var ekki mikill þó rauðhöfðaungar voru fær kollu heldur en skúfönd og húsönd árið 2002 (tafla 10). Fjarlægð unga frá kollu var breytilegur milli ára (tafla 11) og skar árið 2003 sig úr þar sem unghópar voru almennt þéttari. Hjá rauðhöfða og skúfönd var algengast að sjá mjög dreifða hópa 2002 en hjá húsöndinni voru hóparnir hvað dreifðastir 2001.



17. mynd Péttleiki unga eftir atferli. Hóparnir eru dreifðastir við fæðuleit, en péttari við tilfærslu og í hvíld.



18. mynd. Fjarlægð unga frá kollu eftir aldri. EKKI er nein afgerandi tenging milli aldurs unga og fjarlægðar unga frá kollu.

## Töflur

*Tafla 1. Stærðir unga. ND flokknum tilheyra ungar þar sem enginn sýnilegur vöxtur hefur átt sér stað. Ungum stærri en SD var stundum slegið saman í einn hóp, stórir ungar (SU)*

Stærð	Skilgreining
ND	Nýklaktir dúnungar
LD	Litlir dúnungar
MD	Meðal dúnungar
SD	Stórir dúnungar
FU	Fiðraðir ungar
SU	Stórir ungar (SD og FU)

*Tafla 2. Atferlisflokkar ungahópa.*

<b>Át</b>	Át eða hvíld milli kafana.  Köfun Hálfköfun Af yfirborði	Farið í kaf, verið í kafi eða komið úr kafi. Einnig stuttar pásur milli kafana. Lóðrétt staða með höfuð og hálfan búk á kafi. Nef hreyft eftir eða rétt undir yfirborði vatns eða dýft með reglulegu millibili ofan í vatn.
<b>Tilfærsla</b>	Gangur eða sund úr einum stað í annan. Nokkuð ákveðinni stefnu haldið í meira en 10 sek	
<b>Hvíld</b>	Hvílir höfuð með nef milli fjaðra og/eða hefur augu lokuð. Getur verið bæði á vatni eða standandi/liggjandi á landi.  Snyrtинг	Dregur fjaðrir í gegnum nef. Endurraðar fjöldrum með nefi, nuddar höfði og eða nefi yfir fitukirtil á stéli og dreifir um fjaðurbúning. Klórar sér í höfði eða hnakka með fótum.
<b>Annað atferli</b>	Atferli sem ekki kemur fyrir hér að ofan..  Streita Örvinglun	Ungar sýndu streituhegðun með því að safnast í þéttan hóp og vera sem næst kollu. Synda í hringi og bípa stöðugt þó kolla sé í næsta nágrenni. Mikil virkni en engin sjáanlegur tilgangur.

Tafla 3. Fjöldi ungahópa eftir tímabilum. Meðalfjöldi ungahópa á dag námundað í næstu heilu tölu. Fjöldi athugunardaga á hverju tímabili var 4-9.

Tímabil	Rauðhöfði			Skúfönd			Húsönd		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003
01.07-10.07	7	6	6	11	19	10	3	4	2
11.07-20.07	9	13	14	13	19	21	3	9	8
21.07-30.07	6	7	6	13	16	13	7	11	12
31.07-09.08	2	11	5	5	26	12	5	6	8
10.08-21.08	1	4	5	7	23	11	2	7	8
Samtals	179	237	243	334	649	444	135	238	249

Tafla 4. Tíðni ólíkra kolluhópa eftir aldri unga. Niðurstöður úr Kí-kvaðrat prófi. Ef  $p<0,05$  þá er marktækur munur á tíðni ólíkra kolluhópa eftir aldri unga. Núllkolluhópar komu sjaldnar fyrir hjá húsönd á öllum aldursstigum heldur en rauðhöfða og skúfönd.

$H_0 =$ Enginn munur á aldri unga	ND/LD		MD/SD		FU	
	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p
Rau og skú	2,405	0,300	5,823	0,054	0,505	0,777
Rau og hús	15,609	<0,001	7,824	0,020	7,523	0,023
Skú og hús	32,513	<0,001	5,934	0,051	10,829	0,004

Tafla 5. Hópastærðir á ólíkum aldursskeiðum. Niðurstöður úr Mann-Whitney prófi. Ef  $p<0,05$  þá er marktækur munur á hópastærð milli aldursskeiða. Enginn munur var á stærð hópa eftir aldri hjá rauðhöfða. Hjá skúfönd voru litlu ungarnir í stærri hópum en eldri ungar. Hjá húsönd var þessu öfugt farið þar sem SU voru í stærri hópum heldur en litlir ungar.

$H_0 =$ enginn munur á miðgildum;	Rauðhöfði		Skúfönd		Húsönd	
	T	p	T	p	T	p
ND/LD og SU 2001	1426	0,135	8724	0,009	2315,5	0,517
ND/LD og SU 2002	1701	0,809	28675,5	0,001	3289,5	0,005
ND/LD og SU 2003	581	0,577	10829	0,038	3444	0,608

Tafla 6. Hópastærðir ND/LD og SU hópa milli ára. Niðurstöður úr Kruskal-Wallis prófi. Ef  $p<0,05$  þá er marktækur munur á hópastærð milli ára. Ungahópar voru ólíkir að stærð milli ára hjá rauðhöfða og húsönd.

$H_0 =$ enginn munur á miðgildum;	Rauðhöfði		Skúfönd		Húsönd	
	H	p	H	p	H	p
ND/LD milli ára	2,792	0,248	8,985	0,011	9,605	0,008
SU milli ára	19,421	<0,001	5,245	0,073	11,765	0,03

Tafla 7. Hópastærðir ND/LD og SU milli ára. Þar sem Kruskal-Wallis gaf marktækan mun er munurinn staðsettur nánar með Dunn's prófum. Ef  $p < 0,05$  þá er munurinn marktækur. Hjá rauðhöfða voru SU hópar minni 2003. Hjá skúfönd voru ND/LD ungar minni 2003 en 2002. Hjá húsönd voru ND/LD ungahópar stærstir 2003 en SU ungahóparnir voru minnstir 2001.

$H_0 =$ enginn munur á miðgildum;	Rauðhöfði		Skúfönd		Húsönd	
	Q	P<0,05	Q	P<0,05	Q	P<0,05
ND/LD 2001 og 2002	-	-	1,068	nei	0,0879	nei
ND/LD 2001 og 2003	-	-	1,851	nei	2,783	já
ND/LD 2002 og 2003	-	-	2,977	já	2,605	já
SU 2001 og 2002	1,707	nei	-	-	3,102	já
SU 2001 og 2003	2,519	já	-	-	3,197	já
SU 2002 og 2003	4,302	já	-	-	0,163	nei

Tafla 8. Atferli ungahópa. Samanburður milli tegunda. Niðurstöður úr Kí-kvaðrat prófi. Atferli var frábrugðið hjá húsönd sem eyddi meiri tíma í hvíld heldur en skúfönd og rauðhöfði. Atferli rauðhöfða og skúfandar var frábrugðið hvort öðru 2003 þar sem rauðhöfði eyddi meiri tíma í tilfærslu.

$H_0 =$ Enginn munur á atferli	2001		2002		2003	
	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p
Rau og Sku	1,551	0,461	2,694	0,260	17,816	<0,001
Rau og hus	12,579	0,002	41,265	<0,001	56,897	<0,001
Sku og hus	26,517	<0,001	86,693	<0,001	46,756	<0,001

Tafla 9. Atferli ungahópa. Samanburður milli ára. Niðurstöður úr Kí-kvaðrat prófi. Atferli var frábrugðið milli ára. Munur var á atferli milli 2001 og 2003 í öllum árum þar sem mun meiri hvíld var árið 2003 hjá öllum tegundum. Hjá rauðhöfða og skúfönd var að auki meiri hvíld og minni fæðuöflun 2003 heldur en 2002. Hjá húsönd var nær enginn munur milli þessara ára en mun meiri hvíld og minni fæðuöflun var 2002 heldur en 2001.

$H_0 =$ Enginn munur á atferli	Rauðhöfði		Skúfönd		Húsönd	
	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p
2001 og 2002	4,449	0,108	7,265	0,026	15,810	<0,001
2001 og 2003	25,161	<0,001	24,073	<0,001	20,105	<0,001
2002 og 2003	39,702	<0,001	19,473	<0,001	3,961	0,138

*Tafla 10. Fæðuatferli ungahópa. Samanburður milli tegunda. Niðurstöður úr Kí-kvaðrat prófi. Fæðuatferli var frábrugðið hjá rauðhöfða sem át meira úr yfirborði heldur en skúfönd og húsönd. Fæðuatferli skúfandar og húsandar var svipað en 2002 kafaði húsönd þó hlutfallslega meira en skúfönd.*

$H_0$ =Enginn munur á fæðuatferli	2001		2002		2003	
	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p
Rau og Sku	24,196	<0,001	43,218	<0,001	41,667	<0,001
Rau og hus	26,719	<0,001	54,246	<0,001	44,815	<0,001
Sku og hus	0,448	0,503	6,970	0,008	2,741	0,098

*Tafla 11. Fæðuatferli ungahópa. Samanburður milli ára. Niðurstöður úr Kí-kvaðrat prófi. Fæðuatferli var frábrugðið 2001 þar sem yfirborðsát var algengara en í öðrum árum. Fæðuatferli var svipað 2002 og 2003 hjá rauðhöfða og húsönd. Skúfönd kafaði meira 2003 en í öðrum árum.*

$H_0$ =Enginn munur á fæðuatferli	Rauðhöfði		Skúfönd		Húsönd	
	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p
2001 og 2002	4,294	0,038	8,479	0,004	10,789	0,001
2001 og 2003	7,936	0,005	27,781	<0,001	18,296	<0,001
2002 og 2003	0,778	0,378	8,650	0,003	0,654	0,419

*Tafla 12. Fjarlægð unga frá kollu. Samanburður milli tegunda. Niðurstöður Kí-kvaðrat prófi með þremur frítölum. Ekki var mikill munur milli tegunda nema árið 2002. Það ár var rauðhöfði með fleiri dreifða hópa (>20 kollulengdir) en skúfönd og húsönd. Húsöndin var aftur á móti með þéttari hópa heldur en rauðhöfði og skúfönd.*

$H_0$ =Enginn munur á þéttleika	2001		2002		2003	
	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p
Rau og sku	3,836	0,280	14,904	0,002	1,984	0,576
Rau og hús	1,824	0,610	23,482	<0,001	0,417	0,937
Sku og hús	6,604	0,086	8,409	0,038	3,285	0,350

*Tafla 13 Fjarlægð unga frá kollu. Samanburður milli ára. Niðurstöður úr Kí-kvaðrat prófi. Munur var milli allra ára hjá öllum tegundum. Þéttleiki hópa var minnstur 2001 en mestur 2003.*

$H_0$ =Enginn munur á þéttleika	Rauðhöfði		Skúfönd		Húsönd	
	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p
2001 og 2002	21,104	<0,001	14,888	0,002	13,770	0,003
2001 og 2003	49,472	<0,001	72,053	<0,001	40,602	<0,001
2002 og 2003	29,810	<0,001	53,371	<0,001	14,333	0,002

## **Heimildaskrá**

Afton, A. D. & Paulus, S. L. 1992. Incubation and brood care. In: Ecology and Management of Breeding Waterfowl (ed: Batt, B. D. J., Afton, A. D., Anderson, M. G., Ankney, C. D., Johnson, D. H., Kadlec, J. A. & Krapu, G. L.) pp. 63-108. University of Minnesota Press, Minneapolis.

Arnþór Garðarsson 1978. Distribution and numbers of the Barrow's goldeneye (*Bucephala islandica*) in Iceland. Náttúrufræðingurinn 48: 162-191.

Arnþór Garðarsson 1991. Fuglalíf við Mývatn og Laxá í: (Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson ritstjórar) Náttúra Mývatns. Hið Íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík bls. 279-319.

Arnþór Garðarsson 2006. Temporal processes and duck populations: examples from Mývatn. Hydrobiologia 567:81-100.

Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 1994. Responses of breeding duck populations to changes in food supply. Hydrobiologia 279/280:15-27.

Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 1997. Numbers and production of Eurasian wigeon in relation to conditions in a breeding area, Lake Myvatn, Iceland. Journal of Animal Ecology 66:439-451.

Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 2002. The food relations of the waterbirds of Lake Myvatn, Iceland 2002. Verhandlungen Internationale Vereinigung Limnologie 28:754-763.

Arnþór Garðarsson & Árni Einarsson 2004. Resource limitation of diving ducks at Myvatn: food limits production. Aquatic Ecology 38: 285-295.

Arnþór Garðarsson, Ævar Petersen og Árni Einarsson 2008. Population limitation in Dabbling ducks at Mývatn, Iceland. Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae 54:131-143.

Árni Einarsson 1986. Use of space in relation to food in Icelandic Barrow's goldeneye. Doktorsritgerð við University of Aberdeen, Skotlandi.

Árni Einarsson 1987. Distribution and movements of Barrow's Goldeneye *Bucephala islandica* young in relation to food. Ibis 130: 153-163

Árni Einarsson 1990. Settlement into breeding habitats by Barrow's Goldeneyes *Bucephala islandica*: Evidence for temporary oversaturation of preferred habitat. Ornis Scandinavica 21: 7-16.

Árni Einarsson, Arnþór Garðarsson, Gíslí Már Gíslason Guðni Guðbergsson 2006. Populations of ducks and trout of the River Laxá, Iceland, in relation to variation in food resources. Hydrobiologia 567:183-194.

Batt, B. D. J. 1992. Introduction -The Waterfowl. I: Ecology and Management of Breeding Waterfowl (ed: Batt, B. D. J., Afton, A. D., Anderson, M. G., Ankney, C. D., Johnson, D. H., Kadlec, J. A. & Krapu, G. L.). 9 pp. University of Minnesota Press, Minneapolis.

Bengtson, S. A. 1971a. Variations in clutch-size in ducks in relation to the food supply. *Ibis* 113: 523-526.

Bengtson, S. A. 1971b. Habitat selection of duck broods in lake Mývatn area, north-east Iceland. *Ornis Scand.* 2: 17-26.

Beauchamp, G. 1997. Determinants of intraspecific brood amalgamation in waterfowl. *The Auk* 114: 11-21.

Bolduc, F. & Guillemette, M. 2003. Incubation constancy and mass loss in the common eider *Somateria mollissima*. *Ibis* 145: 329-332.

Blums, P., Clark, R. G. og Mednis, A. 2002. Patterns of reproductive effort and success in birds: path analyses of long-term data from European ducks. *Journal of Animal Ecology*. 71: 280-295.

del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J. (eds.) 1992. *Handbook of the Birds of the World*. Vol 1. pp 536-628. Lynx Editions, Barcelona.

Dessborn, L., Elmberg, J., Nummi, P., Pöysä, H. og Sjöberg, K. 2009. Hatching in dabbling ducks and emergence in chironomids: a case of predator-prey synchrony? *Hydrobiologia*. 636: 319-329.

Dugger, B., D. og Blums, P. 2001. Effect of conspecific brood parasitism on host fitness for tufted duck and common pochard. *The Auk*. 118: 717-726.

Eadie, J. M. og Lyon, B. E. 1998. Cooperation, conflict, and crèching behavior in goldeneye ducks. *The American Naturalist*. 151: 397-408.

Eadie, J. M., Savard, J. -P. L., & Mallory, M. L. 2000. Barrow's Goldeneye (*Bucephala islandica*). I (ritsj), Poole, A & Gill, F. *The Birds of North America* 548. The Academy of Natural Sciences, Philadelphia & The American Ornithologists' union, Washington.

Hill, D. A. og Ellis, N. (1984), Survival and age related changes in the foraging behaviour and time budget of Tufted Ducklings *Aythya fuligula*. *Ibis*, 126: 544–550.

Kilpi, M., Öst, M., Lindström, K. og Rita, H. 2001. Female characteristics and parental care mode in the crèching system of eiders, *Somateria mollissima*. *Animal Behaviour*. 62: 527-534.

Koskimies, J. og Lahti, L. 1964. Cold-hardiness of the newly hatched young in relation to ecology and distribution in ten species of european ducks. *The Auk*, 81: 281-307

Mendenhall, V. M. 1979. Brooding of young ducklings by female eiders *Somateria mollissima*. *Ornis Scandinavica* 10: 94-99.

Mendenhall, V. M. & Milne, H. 1985. Factors affecting duckling survival of Eiders *Somateria mollissima* in northeast Scotland. *Ibis* 127: 148-158.

Ólafur Karl Nielsen 1998. Atferli kafandarunga við fæðuleit í Mývatni. Náttúrurannsóknarstöðin við Mývatn.

Persson, I. & Andesson, G. 1999. Intraclutch hatch synchronization in Pheasants and Mallard ducks. *Ethology* 105: 1087-1096.

Pétur M. Jónasson 1979. Ecology of eutrophic, subarctic lake Mývatn and the river Laxá. Fræðafélagið Kaupmannahöfn. 308s.

Sokal, R. R. & Rohlf, F. J. 1998. Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. Third Edition. W. H. Freeman and Company. New York.

Swennen, C. 1988. Gull predation upon eider *Somateria mollissima* ducklings: destruction or elimination of the unfit? *Ardea* 77:21-45.

Veðurstofa Íslands (engin dagssetning). [Vefsíða a]. Aðgengileg á slóðinni: <http://vedur.is/vedur/vedurfar/manadafirlit/> Veðurstofa Íslands - Bústaðavegi 9, Reykjavík [Netsíða seinast skoðuð 24. júní 2010].

Veðurstofa Íslands (engin dagssetning). [Vefsíða b]. Aðgengileg á slóðinni: <http://vedur.is/vedur/vedurfar/medaltalstoflur/> Veðurstofa Íslands - Bústaðavegi 9, Reykjavík [Netsíða seinast skoðuð 24. júní 2010].

Öst, M., Jaatinen, K. og Steele, B. 2007. Aggressive females seize central positions and show increased vigilance in brood-rearing coalitions of eiders. *Animal Behaviour* 73: 239-247.



## 4 Lokaorð

Samsetning og atferli ungahópa mótaðum á hverjum stað og endurspeglar jafnframt ástand kllu og unga. Þar sem orsakasamhengi er þekkt milli umhverfis annars vega og ástands kllu og unga hins vega er eðlilegt að velta fyrir sér hvort ekki megi nýta ungahópa við mat á umhverfispáttum og ástandi einstaklinga. Þar sem ungahópar eru gjarnan sýnilegri en aðstæðurnar sem móta þá gæti falist í slíku ákveðið hagræði.

Allar samanburðarathuganir sem framkvæmdar eru í opnum vistkerfum hafa þá annmarka að breytur í umhverfinu eru margar og ógerlegt að staðla þær. Þegar kanna á mikið rannsakaða tegund í nýju umhverfi er því að sumu leyti um frumathugun að ræða.

Þessi athugun gaf fyrst og fremst upplýsingar um atferli og samsetningu ungahópa ólíkra tegunda við aðstæður þar sem þær höfðu ekki verið athugaðar áður. Breytileiki kom fram milli tegunda en að hve miklu leyti hann stjórnast af mun á aðstæðum eða raunverulegum mun milli tegunda var erfitt að greina. Allar virtust tegundirnar bregðast við ólíku fæðuframboði með sveigjanlegu fæðuatferli. Ungar brugðust við með því að eyða mismiklum tíma í át og jafnvel með ólíku fæðuatferli eftir því hve aðgengileg fæðan var. Kollur höfðu hinsvegar það val að yfirgefa fæðusvæðin þegar framboð var lítið og leita á önnur mið þar sem ungar gátu ekki fylgt þeim eftir. Æðurin virtist geta beðið með fæðunám þegar fæða var af skornum skammti en rauðhöfði og skúfönd þurftu oft að yfirgefa unga sína. Húsandarkollur aftur á móti héldu til á bestu fæðusvæðunum fyrir sig og unga sína og virtust ekki yfirgefa þá vegna fæðuskorts. Hins vegar var samkeppni milli húsandarkolla mikil um bestu fæðusvæðin og því létu húsandarkollur oft frá sér fæðusvæði og um leið unga sína til annarra ágengari kolla.

Niðurstöður sýndu að allar þessar tegundir geta brugðist við með sveigjanlegum hætti til að auka lifun unga án þess að það bitni um of á ástandi kllu. Einnig gaf samsetning og hegðun ungahópa vissar upplýsingar um fæðuframboð og jafnvel ástand kolla. Óþekktar breytur voru þó margar í þessari athugun og enn sem komið er getur hegðun einungis gefið mjög gróft mat á ástandi. Frekari rannsóknir á samhengi ástands, umhverfis og gerð uppeldisaðferða myndi styrkja slíkt mat. Æður og tegundir sem háðar eru mælanlegu fæðuframboði svosem rauðhöfði og skúfönd á Mývatni henta vel til slíkra rannsókna.



## 5 Heimildaskrá

Afton, A. D. & Paulus, S. L. 1992. Incubation and brood care. In: Ecology and Management of Breeding Waterfowl (ed: Batt, B. D. J., Afton, A. D., Anderson, M. G., Ankney, C. D., Johnson, D. H., Kadlec, J. A. & Krapu, G. L.) pp. 63-108. University of Minnesota Press, Minneapolis.

Agnar Ingólfsson Arnþór Garðarsson, & Sveinn Ingvarsson 1972. Botndýralíf í Akureyrarpolli, 33 pp. Náttúrugripasafnið á Akureyri fjölrít nr. 3. Akrueyri

Ahlén, I. & Andersson, Å. 1970. Breeding ecology of an eider population on Spitsbergen. *Ornis Scandinavica* 1: 83-106.

Anderson, V. R. & Alisauskas, R. T. 2002. Composition and growth of king eider ducklings in relation to egg size. *The Auk* 119: 62-70.

Anderson, V. R. 2001. Egg size, body size, locomotion, and feeding performance in captive king eider ducklings. *The Condor* 103: 195-199.

Andersson, M. & Waldeck P. 2007. Host-parasite kinship in a female-philopatric bird population: evidence from relatedness trend analysis. *Molecular Ecology* 16: 2797-2806.

Andersson, M. & Waldeck, P. 2006. Reproductive tactics under severe egg predation: an eider's dilemma. *Oecologia* 148: 350-355.

Arnþór Garðarsson & Árni Einarsson 2004. Resource limitation of diving ducks at Myvatn: food limits production. *Aquatic Ecology* 38: 285-295.

Arnþór Garðarsson 1978. Distribution and numbers of the Barrow's goldeneye (*Bucephala islandica*) in Iceland. *Náttúrufræðingurinn* 48: 162-191.

Arnþór Garðarsson 1991. Fuglalíf við Mývatn og Laxá í: (Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson ritstjórar) Náttúra Mývatns. Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík bls. 279-319.

Arnþór Garðarsson 2006. Temporal processes and duck populations: examples from Mývatn. *Hydrobiologia* 567:81-100.

Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 1994. Responses of breeding duck populations to changes in food supply. *Hydrobiologia* 279/280:15-27.

Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 1997. Numbers and production of Eurasian wigeon in relation to conditions in a breeding area, Lake Myvatn, Iceland. *Journal of Animal Ecology* 66:439-451.

Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 2002. The food relations of the waterbirds of Lake Myvatn, Iceland 2002. *Verhandlungen Internationale Vereinigung Limnologie* 28:754-763.

Arnþór Garðarsson, Agnar Ingólfsson & Jón Eldon 1976. Lokaskýrsla um rannsóknir á óshólmarsvæði Eyjafjarðarár 1974 og 1975. 63 pp. Líffræðistofnun Háskólans, fjöldit 7. Reykjavík.

Arnþór Garðarsson, Ólafur Karl Nielsen & Agnar Ingólfsson 1980. Rannsóknir í Önundarfirði og víðar á Vestfjörðum 1979: Fuglar og fjörur. 65 pp. Fjöldit Líffræðistofnunar nr 12. Reykjavík.

Arnþór Garðarsson, Ævar Petersen og Árni Einarsson 2008. Population limitation in Dabbling ducks at Mývatn, Iceland. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 54:131-143.

Árni Einarsson 1986. Use of space in relation to food in Icelandic Barrow's goldeneye. Doktorsritgerð við University of Aberdeen, Skotlandi.

Árni Einarsson 1987. Distribution and movements of Barrow's Goldeneye *Bucephala islandica* young in relation to food. *Ibis* 130: 153-163

Árni Einarsson 1990. Settlement into breeding habitats by Barrow's Goldeneyes *Bucephala islandica*: Evidence for temporary oversaturation of preferred habitat. *Ornis Scandinavica* 21: 7-16.

Árni Einarsson, Arnþór Garðarsson, Gísli Már Gíslason Guðni Guðbergsson 2006. Populations of ducks and trout of the River Laxá, Iceland, in relation to variation in food resources. *Hydrobiologia* 567:183-194.

Batt, B. D. J. 1992. Introduction -The Waterfowl. I: Ecology and Management of Breeding Waterfowl (ed: Batt, B. D. J., Afton, A. D., Anderson, M. G., Ankney, C. D., Johnson, D. H., Kadlec, J. A. & Krapu, G. L.). 9 pp. University of Minnesota Press, Minneapolis.

Beauchamp, G. 1997. Determinants of intraspecific brood amalgamation in waterfowl. *The Auk* 114: 11-21.

Bengtson, S. A. 1971a. Variations in clutch-size in ducks in relation to the food supply. *Ibis* 113: 523-526.

Bengtson, S. A. 1971b. Habitat selection of duck broods in lake Mývatn area, north-east Iceland. *Ornis Scand.* 2: 17-26.

Bédard, J. & Munro, J. 1977. Brood and crèche stability in the common eider of the St. Lawrence estuary. *Behaviour* 60: 221-236.

Blums, P., Clark, R. G. og Mednis, A. 2002. Patterns of reproductive effort and success in birds: path analyses of long-term data from European ducks. *Journal of Animal Ecology*. 71: 280-295.

Bolduc, F. & Guillemette, M. 2003. Incubation constancy and mass loss in the common eider *Somateria mollissima*. *Ibis* 145: 329-332.

Coulson, J. C. 1983. The population dynamics of the eider duck *Somateria mollissima* and evidence of extensive non-breeding by adult ducks. *Ibis* 126: 525-543.

Cramp, S. & Simmons, K. E. L. (eds.) 1977. The birds of the Western Palearctic, Vol. I. pp 593-604. Oxford University Press, Oxford.

Criscuolo F., Chastel O., Gabrielsen G. W., Lacroix A. & Maho Y. L. 2002. Factors affecting plasma concentrations of prolactin in the common eider *Somateria mollissima*. General and Comparative Endocrinology 125: 399-409.

Criscuolo F., Gauthier-Clerc M., Gabrielsen G. W. & Maho Y. L. 2000. Recess behaviour of the incubating Common Eider *Somateria mollissima*. Polar Biology 23: 571-574.

D'Alba, L. B. 2007. Micro- and macroclimate effects on reproduction performance of common eider 120 pp. Ph.D. thesis. University of Glasgow.

D'Alba, L. B. 2009. Advances in laying date and increasing population size suggest positive responses to climate change in Common Eiders *Somateria mollissima* in Iceland. Ibis 152: 19-28.

Dagmar Vala Hjörleifsdóttir 1977. Afföll æðarunga við Álfanes sumarið 1977, 11 pp. Unpublished project: University of Iceland.

del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J. (eds.) 1992. Handbook of the Birds of the World. Vol 1. pp 536-628. Lynx Editions, Barcelona.

Dessborn, L., Elmberg, J., Nummi, P., Pöysä, H. og Sjöberg, K. 2009. Hatching in dabbling ducks and emergence in chironomids: a case of predator-prey synchrony? Hydrobiologia. 636: 319-329.

Dugger, B., D. og Blums, P. 2001. Effect of conspecific brood parasitism on host fitness for tufted duck and common pochard. The Auk. 118: 717-726.

Eadie, J. M. og Lyon, B. E. 1998. Cooperation, conflict, and crèching behavior in goldeneye ducks. The American Naturalist. 151: 397-408.

Eadie, J. M., Savard, J. -P. L., & Mallory, M. L. 2000. Barrow's Goldeneye (*Bucephala islandica*). Í (ritsj), Poole, A & Gill, F. The Birds of North America 548. The Academy of Natural Sciences, Philadelphia & The American Ornithologists' union, Washington.

Erikstad, K. E. & Tveraa, T. 1995. Does the cost of incubation set limits to clutch size in common eiders *Somateria mollissima*? Oecologia 103: 270-274.

Erikstad, K. E., Bustnes, J. O. & Moum, T. 1993. Clutch-size determination in precocial birds: a study of the common eider. Auk 110: 623-628.

Erikstad, K. E., Tveraa, T. & Bustnes, J. O. 1998. Significance of intraclutch egg-size variation in common eider: the role of egg size and quality of ducklings. Journal of Avian Biology 29: 3-9.

Erlingur Hauksson 1980. Könnun á fjörulífi í innanverðum Eyjafirði sumarið 1979, 14 pp. Náttúrugripasafnið á Akureyri fjöldit nr. 10. Akureyri.

Fast, P. L. F., Gilchrist, G. & Clark R. G. 2006. Experiential evaluation of nest shelter effects on weight loss in incubating common eiders *Somateria mollissima*. Journal of Avian Biology 38: 205-213.

Finnur Guðmundsson 1932. Beobachtungen an isländischen Eiderenten (*Somateria m. mollissima*). Beiträge zur Fortpflanzungsbiologie der Vögel 8: 85-97.

Hagstofa Íslands 2008. [Netsíða]. Aðgenginleg á slóðinni: <http://www.hagstofa.is/Hagtolur/Mannfjoldi/Byggdakjarnar,-postnumer,-hverfi>. Borgartúni 21a, Reykjavík [accessed 5 August 2008].

Hanssen, S. A. 2004. White plumage reflects individual quality in female eiders. Animal Behaviour 71: 337-343.

Hanssen, S. A., Engebretsen, H. & Erikstad K. E. 2002. Incubation start and egg size in relation to body reserves in the common eider. Behavioral Ecology and Sociobiology 52: 282-288.

Hanssen, S. A., Folstad, I., Erikstad, K. E. & Oksanen, A. 2003. Cost of parasites in common eiders: effects of antiparasite treatment. Oikos 100: 105-111.

Hill, D. A. og Ellis, N. 1984. Survival and age related changes in the foraging behaviour and time budget of Tufted Ducklings *Aythya fuligula*. Ibis, 126:544–550.

Hreiðar Þór Valtysson & Steingrímur Jónsson 2000. Sjór og sjávarlíf I: Líf í Eyjafirði (ed; Bragi Guðmundsson), pp. 125-168. Rannsóknarstofnun Háskólangs á Akureyri, Akureyri

Karl Gunnarsson 1979. Botnþörungar í innanverðum Eyjafirði, 36 pp. Náttúrugripasafnið á Akureyri fjölrít nr. 8. Akureyri.

Karl Skírnisson, Arnór P. Sigfússon & Sigurður Sigurðarson 2003. Um stærð og árstíðabundnar þyngdarbreytingar æðarfugla á Skerjafirði. Bliki 24: 3-12.

Karl Skírnisson, Áki Á. Jónsson, Arnór P. Sigfússon & Sigurður Sigurðarson 2000. Árstíðabreytingar í fæðuvali æðarfugla á Skerjafirði. Bliki 21: 1-14.

Kilpi, M., Öst, M., Lindström, K. & Rita, H. 2001. Female characteristics and parental care mode in the crèching system of eiders. *Somateria mollissima*. Animal Behaviour 62: 527-534.

Koskimies, J. & Lahti, L. 1964. Cold-hardiness of the newly hatched young in relation to ecology and distribution in ten species of European ducks. The Auk 81: 281-307.

Krapu, G. L. & Reinecke, K. J. 1992. Foraging ecology and nutrition. In Ecology and Management of Breeding Waterfowl (ed. Batt, B. D. J., Afton, A. D., Anderson, M. G., Ankney C. D., Johnson, D. H., Kadlec J. A. & Krapu G. L.), pp 1-29. University of Minnesota press, Minneapolis.

Kristinn H. Skarphéðinsson 1994. Tjón af völdum arna í æðarvörpum, 120 bls. Skýrsla gerð fyrir Umhverfisstofnun. Umhverfisráðuneytið.

Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1993. Ravens in Iceland: Population ecology, egg predation in Eider colonies, and experiments with conditioned taste-aversion, 195 pp. A M.S. thesis completed at the University in Wisconsin, Madison.

Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1994. Tjón af völdum arna í æðarvörpum, 120 pp. A report done for the Icelandic Ministry for the Environment. Umhverfisráðuneytið.

Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1996. The common eider-some ecological and economical aspects. Bulletin of the Scandinavian Society for Parasitology 6: 90-97.

Lehikoinen, A., Kilpi, M. & Öst, M. 2006. Winter climate affects subsequent breeding success of common eiders. Global Change Biology 12: 1355-1365.

MacCluskie M. C. & Sedinger J. S. 2000. Nutrient reserves and clutch-size regulation of northern shoveler in Alaska. The Auk 117: 971-979.

María Harðardóttir Jón Guðmundsson & Ævar Petersen 1997. Þyngdartap æðarkolla *Somateria mollissima* á álegutíma. Bliki 18: 59-64.

McKinnon, L., Gilchrist, H. G. & Scribner, K. T. 2006. Genetic evidence for kin-based female social structure in common eiders (*Somateria mollissima*). Behavioral Ecology 17: 614-621.

Mendenhall, V. M. & Milne, H. 1985. Factors affecting duckling survival of Eiders *Somateria mollissima* in northeast Scotland. Ibis 127: 148-158.

Mendenhall, V. M. 1979. Brooding of young ducklings by female eiders *Somateria mollissima*. Ornis Scandinavica 10: 94-99.

Milne, H. & Reed, A. 1974. Annual production of fledged young from the Eider colonies of the St. Lawrence Estuary. The Canadian Field-naturalist 88: 163-169.

Milne, H. 1972. Breeding numbers and reproductive rate of eiders at the Sands of Forvie National Nature Reserve, Scotland. Ibis 116: 135-152.

Minot E. O. 1980. Tidal, diurnal and habitat influences on common eider rearing activities. Ornis Scandinavica 11: 165-172.

Munro, J. & Bédard, J. 1977. Gull predation and crèching behaviour in the common eider. Journal of Animal Ecology 46: 799-810.

Nielsen, Ólafur Karl 1998. Atferli kafandarunga við fæðuleit í Mývatni, 35 pp. Náttúrurannsóknastöð við Mývatn. Fjölrít nr. 2.

Ólafur Elímundarson 1991. Friðun æðarfugls 1849. Breiðfirðingur 49:147-157

Ólafur Karl Nielsen 1998. Atferli kafandarunga við fæðuleit í Mývatni. Náttúrurannsóknarstöðin við Mývatn.

Persson, I. & Andesson, G. 1999. Intraclutch hatch synchronization in Pheasants and Mallard ducks. Ethology 105: 1087-1096.

Pethon, P. 1968. Food and feeding habits of the Common Eider (*Somateria mollissima*). Nytt Mag. Zool. 15: 97-111.

Pétur M. Jónasson 1979. Ecology of eutrophic, subarctic lake Mývatn and the river Laxá. Fræðafélagið Kaupmannahöfn. 308s.

Robertson, G. J. 1998. Egg adoption can explain joint egg-laying in common eiders. Behavioral Ecology and Sociobiology 43: 289-296.

Schmutz, J. K., Robertson, R. R. & Cooke, F. 1982. Female sociality in the common eider duck during brood rearing. Canadian Journal of Zoology 60: 3326-3331.

Sokal, R. R. & Rohlf, F. J. 1998. Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. Third Edition. W. H. Freeman and Company. New York.

Sonsthagen, S. A., Talbot, S. L., Lanctot, R. B. & McCracken, K. G. 2010. Do common eiders nest in kin groups? Microgeographic genetic structure in a philopatric sea duck. Molecular Ecology 19: 647-657.

Steele, B. B., Lehikoinen, A., Öst, M. & Kilpi, M. 2007. The cost of mate guarding in the common eider. Ornis Fennica 84: 49-56.

Swennen, C. 1988. Gull predation upon eider *Somateria mollissima* ducklings: destruction or elimination of the unfit? Ardea 77:21-45.

Tryggvi Þórðarson 2004. Flokkun vatna á Norðurlandi eystra Eyjafjarðará, Glerá, Hörgá og Svarfaðardalsá, 39 pp. Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra, Háskólastrið í Hveragerði.

Veðurstofa Íslands (engin dagssetning). [Vefsíða a]. Aðgengileg á slóðinni: <http://vedur.is/vedur/vedurfar/manadayfirlit/> Veðurstofa Íslands - Bústaðavegi 9, Reykjavík [Netsíða seinast skoðuð 24. júní 2010].

Veðurstofa Íslands (engin dagssetning). [Vefsíða b]. Aðgengileg á slóðinni: <http://vedur.is/vedur/vedurfar/medaltalstoflur/> Veðurstofa Íslands - Bústaðavegi 9, Reykjavík [Netsíða seinast skoðuð 24. júní 2010].

Veðurstofa Íslands (engin dagssetning). [Vefsíða]. Aðgengileg á slóðinni: [http://vedur.is/Medaltalstoflur-txt/Stod\\_422\\_Akureyri.ManMedal.txt](http://vedur.is/Medaltalstoflur-txt/Stod_422_Akureyri.ManMedal.txt). Veðurstofa Íslands - Bústaðavegi 9, Reykjavík [accessed 24. september 2007].

Waldeck, P., Kilpi, M., Öst, M. & Andersson, M. 2004. Brood parasitism in a population of common eider (*Somateria mollissima*). Behaviour 141: 725-739.

Weller M. W. 1959. Parasitic egg laying in the redhead (*Aythya americana*) and other north American *Anatidae*. Ecological Monographs 29: 333-365.

Yoccoz, N. G., Erikstad, K. E., Bustnes, J. O., Hanssen, S. A. & Tveraa, T. 2002. Costs of reproduction in common eiders (*Somateria mollissima*): an assessment of relationships between reproductive effort and future survival and reproduction based on observational and experimental studies. Journal of Applied Statistics 29: 57-64.

Pórður Örn Kristjánsson 2008. Áhrif dúntekju á hita í hreiðri, hegðun og varpárangur æðarfugls (*Somateria mollissima*), 76 pp. Ms. thesis. University of Iceland.

Ævar Petersen & Karl Skírnisson 2001. Lifnaðarhættir æðarfugls á Íslandi. Í: Æðarfugl og æðarrækt á Íslandi (ritstjóri: Jónas Jónsson), bls 13-45. Mál og mynd, Reykjavík.

Ævar Petersen & Sverrir Thorstensen 1990. Fuglalíf við Akureyrarflugvöll og í grennd 1987. Bliki 9: 7-20.

Ævar Petersen & Sverrir Thorstensen 2001. Fuglalíf í óshólmum Eyjafjarðarár, 67 pp. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík.

Ævar Petersen 1999. Æðarfugl Í: Íslenskir fuglar (ed: Sigríður Harðardóttir) pp. 94-97. Vaka-Helgafell, Reykjavík.

Öst, M. & Bäck, A. 2003. Spatial structure and parental aggression in eider broods. Animal Behaviour 66: 1069-1075.

Öst, M. & Kilpi, M. 1999. Parental care influences the feeding behaviour of female eiders *Somateria mollissima*. Annales Zoologici Fennici 36: 195-204.

Öst, M. 1999. Within-season and between-year variation in the structure of common eider broods. The Condor 101: 598-606.

Öst, M., Jaatinen, K. & Steele, B. 2007. Aggressive females seize central positions and show increased vigilance in brood-rearing coalitions of eiders. Animal Behaviour 73: 239-247.

Öst, M., Jaatinen, K. og Steele, B. 2007. Aggressive females seize central positions and show increased vigilance in brood-rearing coalitions of eiders. Animal Behaviour 73: 239-247.

Öst, M., Mantila, L. & Kilpi M. 2002. Shared care provides time-budgeting advantages for female eiders. Animal Behaviour 64: 223-231.

Öst, M., Vitikainen, E., Waldeck, P., Sundström, L., Lindström, K., Hollmén, T., Franson, C. & Kilpi, M. 2005. Eider females form non-kin brood-rearing coalitions. Molecular Ecology 14: 3903-3908.

Öst, M., Ydenberg, R., Kilpi, M. & Lindström, K. 2003a. Condition and coalition formation by brood-rearing common eider females. Behavioral Ecology 3: 311-317.

Öst, M., Ydenberg, R., Lindström K. & Kilpi, M 2003b. Body condition and the grouping behavior of brood-caring female common eiders (*Somateria mollissima*). Behavioral Ecology and Sociobiology 54: 451-457.