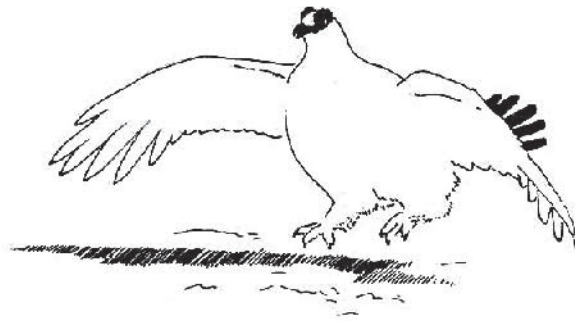


# FJÖLRIT

## NÁTTÚRUFRAEÐISTOFNUNAR



Ólafur K. Nielsen,  
Jenný Brynjarsdóttir og Kjartan Magnússon

**VÖKTUN  
RJÚPNASTOFNSINS  
1999–2003**

# FJÖLRIT

## NÁTTÚRUFRAEÐISTOFNUNAR

---

Fjölrit Náttúrufræðistofnunar er ritröð sem hóf göngu sína árið 1985.

Birtar eru greinar og skýrslur eftir starfsmenn stofnunarinnar og fræðimenn sem vinna í samvinnu við þá. Í hverju hefti er ein sjálfstæð grein um náttúrufræði.

Útgáfan er óregluleg. Greinar eru ritaðar á íslensku með enskum útdrætti. Þær mega einnig vera á ensku en þá skal ávallt fylgja ítarlegur útdráttur á íslensku.

---

### Ritstjóri:

Erling Ólafsson

Netfang: erling@ni.is

### Kápu mynd:

Rjúpukarri að lenda eftir söngflug

Teikning eftir ljósmynd, birt með leyfi S.D. MacDonalds (sjá MacDonald 1970).

### Útgefandi:

NÁTTÚRUFRAEÐISTOFNUN ÍSLANDS

Hlemmi 3 Pósthólf 5320 125 Reykjavík Sími 5900500 Bréfasími 5900595

Hafnarstræti 97 Pósthólf 180 602 Akureyri Sími 4600500 Bréfasími 4600501

<http://www.ni.is>

[ni@ni.is](mailto:ni@ni.is)

[nia@ni.is](mailto:nia@ni.is)

**Stafræn prentun:** Offsetfjölritun hf.

© Náttúrufræðistofnun Íslands

ISSN 1027-832X

Rit þetta er tileinkað minningu Erlendar Jónssonar, líffræðings  
(1954–2004). Erlendur var mikill áhugamaður um lífshætti  
rjúpunnar og driffjöður rjúpnatalninga  
á Suðvesturlandi um árabíl.



EFNISYFIRLIT	
ÁGRIP	8
<i>ABSTRACT</i>	10
INNGANGUR	13
AÐFERÐIR	17
Rjúpnatalningar	17
Reitatalningar	17
Sniðtalningar	19
Vegsnið	21
Talningar á veiðislóð	21
Vegtalningar	22
Rjúpnatalningar Héðins Ólafssonar	22
Framsetning talningagagna	22
GAM	22
Aldurssamsetning rjúpnastofnsins	25
Ungatalningar	26
Aldurshlutföll á veiðitíma og í varpstofni	27
Úrvinnsla á aldurshlutföllum	27
Dánarstuðlar	29
Heildardánarstuðull fullorðinna fugla	30
Dánarstuðull miðaður við samtölu allra talningareita	30
Dánarstuðull miðaður við svæðaskipt gögn	31
Umframdánarstuðull fyrsta árs fugla	31
NIÐURSTÖÐUR	33
Rjúpnatalningar 1999–2003	33
Áhrif breyttrar landnotkunar á þéttleika	38
Fylgni stofnbreytinga og fjarlægð á milli talningasvæða	38
Stofnvísitölur	40
Aldurshlutföll síðsumars	46
Kvenfuglar með unga	46
Varpafkoma	48
Aldurshlutföll að hausti	50
Aldurshlutföll að vori	51
Aldurshlutföll, breytileiki og tengsl við stofnbreytingar	51
Breytingar á dánarstuðlum	52
UMRÆÐA	56
Afföll rjúpna	56
Ástand rjúpnastofnsins	60
Rjúpan á válista	62
Umbætur á vöktun rjúpnastofnsins	64
Sýnastærð og gæði aldurshlutfalla	64
Talningar	65
Kyngreiningar	66
Heildarstofnstærð	66
Veiðiskýrslur	67
Lokaorð	67
ÞAKKARORÐ	68
HEIMILDIR - <i>REFERENCES</i>	69

VIÐAUKAR – APPENDIXES	72
1. viðauki. Rjúpnatalningareitir, lýsing og saga <i>Ptarmigan census plots, description and history</i>	72
2. viðauki. Gögn úr reitatalningum <i>Ptarmigan plot census data</i>	81
3. viðauki. Sniðtalningar, vegsnið og veiðidagbók, lýsing og saga <i>Line transect sampling, road transects and hunting diary, description and history</i>	86
4. viðauki. Gögn úr sniðtalningum og vegsniðum <i>Line transect sampling and road transect data.</i>	92
5. viðauki. Hausttalningar rjúpu í Skagafirði <i>Autumn counts of ptarmigan in Skagaffjörður</i>	94
6. viðauki. Vegtalningar og talningar Héðins Ólafssonar, lýsing og saga <i>Road counts and the counts of Héðinn Ólafsson, description and history</i>	96
7. viðauki. Gögn úr vegtalningum og talningum Héðins Ólafssonar <i>Data from road counts and the counts of Héðinn Ólafsson</i>	98
8. viðauki. Áhrif mælieininga á $\hat{s}(t)$ við mismunandi dreifingar <i>The effect of standardizing data on <math>\hat{s}(t)</math> using different distribution</i>	100
9. viðauki. GAM-greining á stofnbreytingum rjúpu og frítölur <i>GAM-analysis of ptarmigan population change and degrees of freedom</i>	102
10. viðauki. Mat á leitni dánarstuðla <i>Estimating trends in mortality rates</i>	106
MYNDIR – FIGURES	
1. mynd. Rjúpnatalningareitir á Íslandi <i>Ptarmigan census plots in Iceland</i>	18
2. mynd. Sniðtalningar, vegsnið og vegtalningar á Íslandi <i>Line transect sampling, road transects and road counts in Iceland</i>	19
3. mynd. Tíðnidreifing rjúpakarra sem sáust í sniðtalningum á Sléttu 2003 <i>Histogram of line transect sampling data from Slétta 2003</i>	20
4. mynd. Fylgni í fjölda rjúpna og fjarlægð á milli svæða <i>Correlations between ptarmigan numbers and distance between areas</i>	39
5. mynd. Samsvörum stofnbreytinga rjúpu og meðalfjarlægð á milli talningasvæða – Synchrony in ptarmigan population change and mean distance between areas	40
6. mynd. Stofnvisitala rjúpu á Íslandi 1963–2003 <i>Population index for ptarmigan in Iceland 1963–2003</i>	41
7. mynd. Stofnvisitala rjúpu á Norðausturlandi 1963–2003 <i>Population index for ptarmigan in north-east Iceland 1963–2003</i>	42
8. mynd. Rjúpakarrar við Kvísker í Öræfum 1963–2003 <i>Ptarmigan cocks at Kvísker, south-east Iceland 1963–2003</i>	43
9. mynd. Stofnvisitala rjúpu á Norðvesturlandi 1977–2003 <i>Population index for ptarmigan in north-west Iceland 1977–2003</i>	44
10. mynd. Stofnvisitala rjúpu á Suður- og Suðvesturlandi 1982–2003 <i>Population index for ptarmigan in south and south-west Iceland 1982–2003</i>	45
11. mynd. Stofnvisitala rjúpu á Austurlandi 1991–2003 <i>Population index for ptarmigan in east Iceland 1991–2003</i>	45

12. mynd.	Dánarstuðlar rjúpna 1981–2003 <i>Ptarmigan mortality rates 1981–2003</i>	53
13. mynd.	Umframdánarstuðlar rjúpna á fyrsta ári 1981–2003 <i>Juvenile mortality in excess of adult mortality 1981–2003</i>	54
14. mynd.	Lífslíkur fullorðinna rjúpna frá vori til vors 1981–2003 <i>Annual survival rates of adult ptarmigan 1981–2003</i>	58
15. mynd.	Rjúpukarrar á talningasvæðum á Norðausturlandi 1981–2040, talningar og hermanir – <i>Ptarmigan cocks on census plots in north-east Iceland 1981–2040, counts and simulations</i>	59
16. mynd.	Tengsl fjölda fálka og umframaffalla fyrsta árs rjúpna 1981–2003 <i>The relation between gyrfalcon numbers and excess mortality of juvenile ptarmigan</i>	60
17. mynd.	Stofnvísitala rjúpu á Norðausturlandi 1950–2003 <i>Population index for ptarmigan in north-east Iceland 1950–2003</i>	62

#### TÖFLUR – TABLES

1. tafla.	Rjúpnatalningar á Íslandi 1963–2003 <i>Ptarmigan plot censuses in Iceland 1963–2003</i>	34
2. tafla.	Sniðtalningar, vegsnið og vegtalningar á Íslandi 1977–2003 <i>Transect sampling, road transects and road counts for ptarmigan in Iceland 1977–2003</i>	36
3. tafla.	Tiltæk gögn um aldurshlutföll rjúpna á Íslandi <i>Available data on age ratios of ptarmigan in Iceland</i>	46
4. tafla.	Hlutfall rjúpukvenfugla með unga <i>The proportion of ptarmigan hens with chicks</i>	47
5. tafla.	Fjölskyldustærð rjúpu á Norðausturlandi 1981–2003 <i>Mean brood size of ptarmigan in north-east Iceland 1981–2003</i>	48
6. tafla.	Fjölskyldustærð rjúpu á Suðvesturlandi 1995–2003 <i>Mean brood size of ptarmigan in south-west Iceland 1995–2003</i>	49
7. tafla.	Aldurshlutföll rjúpna á veiðitíma 1996–2002 <i>Age ratios of ptarmigan during the open season 1996–2002</i>	50
8. tafla.	Aldurshlutföll rjúpna að vori á Norðausturlandi 1998–2003 <i>Age ratios of ptarmigan in spring in north-east Iceland 1996–2002</i>	51
9. tafla.	Dánarstuðlar rjúpna á Norðausturlandi 1981–2003 <i>Mortality rates of ptarmigan in north-east Iceland 1981–2003</i>	55
10. tafla.	Fjölpáttaaðhvarfsgreining á dánarstuðlum og stofnstærð rjúpu <i>Multivariable regression on excess juvenile mortality rates of ptarmigan and population numbers</i>	55

## Vöktun rjúpnastofnsins 1999–2003

*Monitoring of the ptarmigan population in Iceland 1999–2003*

Ólafur K. Nielsen  
Náttúrufræðistofnun Íslands  
Pósthólf 5320  
IS-125 Reykjavík  
okn@ni.is

Jenný Brynjarsdóttir  
Raunvísindastofnun Háskólans  
Dunhaga 3  
IS-107 Reykjavík  
jennyb@hi.is

Kjartan Magnússon  
Raunvísindastofnun Háskólans  
Dunhaga 3  
IS-107 Reykjavík  
kgm@hi.is

### ÁGRIP

Rjúpan (*Lagopus mutus*) er einn helsti nytjafugl Íslendinga en stofnstærð hennar er mjög breytileg. Stofn rjúpunnar sveiflast og er talið að sveiflutíminn sé um 10 ár. Þessi þáttur, stofnsveiflan, og skortur á löngum talningaröðum hefur gert mönnum erfitt um vik að meta ástand stofnsins. Talningaraðirnar þurfa að spanna hið minnsta tvær sveiflur (20 ár) til að segja eitthvað fyrir um hvernig stofninum reidir af. Náttúrufræðistofnun Íslands vaktar rjúpnastofninn og er umhverfisráðherra til ráðgjafar um ástand hans en það er á ábyrgð ráðherra að nytjarnar séu sjálfbærar.

Vöktun rjúpnastofnsins á rætur sínar í rannsóknum á vistfræði rjúpunnar sem hófust á Náttúrufræðistofnun Íslands árið 1963 og hafa staðið nær sleitulaust til þessa dags. Fjórir stofnþættir hafa verið mældir: karrafjöldi á afmörkuðum talningasvæðum og aldurshlutföll í stofninum á vorin, síðsumars og á veiðitíma í upphafi vetrar. Áður hefur verið fjallað um árangur vöktunar 1963–1998. Tilgangur þessarar skýrslu er að draga saman það sem bæst hefur við síðan, birta áður óbirtar raðir vöktunargagna og rannsaka hvað gagnasafnið segir okkur um stofnbreytingar rjúpunnar.

Rjúpnatalningareitir eru 24 að tölu og spanna um 109 km<sup>2</sup>. Sniðtalningar og vegsnið eru gerð á 15 svæðum, samtals 1275 km að lengd og spanna um 640 km<sup>2</sup>. Samtals spanna öll þessi talningasvæði um 2,2% af grónu landi neðan 400 m hæðarlínu. Talningar sýna háa jákvæða fylgni stofnbreytinga rjúpna þar sem



stutt er á milli talningasvæða en með aukinni fjarlægð fara svæðin úr fasa og því meira sem fjarlægðin er meiri. Annar þáttur sem ber að hafa í huga við samanburð á talningum á milli ára er að breytingar á landnotkun, til dæmis beit eða beitarfriðun, hafa áhrif á meðalþéttleika rjúpna. Ný aðferðafræði, GAM-líkön, var notuð til að draga ferla sem lýsa stofnbreytingum í einstökum landshlutum. Þetta er tölfraeðiaðferð þar sem meginleitni gagnanna er lýst með þjálum ólínulegum ferli í tíma. Hægt er að sjá hvenær verða marktæk umskipti á stefnu ferilsins, það er annaðhvort til aukningar eða fækkunar, og eins er hægt að bera saman með tölfraeðilegu öryggi einstök ár. Ítarlegustu gögnin um stofnbreytingar eru frá Norðausturlandi, Suðausturlandi og Norðvesturlandi. Stofnbreytingar í þessum þremur landshlutum voru í fasa á 7. áratug síðustu aldar (hámark 1966), en úr fasa á 8. og 9. áratugnum og síðan aftur í fasa á 10. áratugnum. Á Suðausturlandi var einn toppur á 8. og 9. áratugnum, árið 1985, á sama tíma voru tveir toppar á Norðausturlandi, fyrst 1974 og síðan 1986 og 1987, en á Norðvesturlandi voru hins vegar þrír toppar á þessum sama tíma, fyrst 1977, síðan 1981 og 1982 og loks 1986 og 1987. Á 10. áratugnum voru landshlutarnir þrír meira og minna í takt og rjúpnastofninn í hámarki um 1997 í þeim öllum.

Meðalstærð unгахópa síðsumars á Norðausturlandi (1981–2003) var 8,1 ungi á kvenfugl og á Suðvesturlandi (1995–2003) 7,4 ungar á kvenfugl og stærstur hluti kvenfugla var með unga, eða um 95% að jafnaði tekið saman fyrir bæði svæðin. Almenna reglan var sú að varpafkoma rjúpunnar (hlutfall unga í stofni síðsumars) var góð en veðurfarsþættir höfðu áhrif þannig að tíðarfar í júní hafði áhrif á hlutfall kvenfugla með unga og tíðarfar í júní og júlí á hlutfall unga í stofni. Samanburður á milli ára sýndi að breytileiki aldurshlutfalla var minnstur síðsumars, meiri á haustin og mestur á vorin. Þetta endurspeglaði nokkuð jafna og stöðuga ungaframleiðslu á milli ára og svo mismikil afföll ungfugla haust og vetur eftir árum sem síðan röskuðu aldurshlutföllum fullorðnum fuglum í hag.

Hægt er að nota talningagögn og aldurshlutföll að vori og síðsumars til að meta heildardánarstuðul fullorðinna rjúpna og dánarstuðul fyrsta árs rjúpna sem er umfram dánarstuðul fullorðinna rjúpna. Þessi greining byggðist á gögnum frá Norðausturlandi 1981–2003. Marktæk leitni var í breytingum á dánarstuðli fullorðinna fugla og jukust afföllin jafnt og þétt á rannsóknatímanum og lífslíkur féllu úr um 50% á ári í um 30%. Engin leitni var í dánarstuðli fyrsta árs rjúpna en stuðullinn breyttist á kerfisbundinn máta og þær breytingar voru í takt við stofnsveiflu rjúpunnar en hnikað þannig að afföllin voru mest um þremur árum á eftir hámarksári í stofnstærð rjúpunnar.

Síðustu stóru rjúpnahámörkin voru 1945 og 1955. Miðað við hámarkið 1955 á Norðvestur- og Norðausturlandi voru 49% færri rjúpur í hámarkinu 1966, 54% færri í hámarkinu um miðjan 9. áratuginn og 69% færri í hámarkinu sem varð um miðjan 10. áratuginn. Tímaraðalíkön byggð á þessum gögnum frá Norðausturlandi eftir 1981 gefa marktæka neikvæða leitni í stofnstærð sem nemur að

meðaltali um 4% á ári eða um 33% á 10 árum. Lýðfræðilegir þættir sem koma við sögu eru meiri afföll fullorðinna rjúpna og sennilega líka rjúpna á fyrsta ári. Kerfisbundnar breytingar á lífslíkum rjúpna á fyrsta ári ráða því að náttúrleg tíu ára stofnsveifla rjúpunnar hefur viðhaldist þrátt fyrir samfellda fækkun til lengri tíma titið. Samkvæmt skilgreiningu Alþjóða náttúruverndarsamtakanna (IUCN) frá 2001, þá fullnægir fækkun rjúpunnar eins og hún hefur verið mæld á Norðausturlandi skilyrðum til að rjúpan flokkist á valista sem tegund í „yfirvofandi hættu“.

Lagt er til að styrkja vöktunarkerfið með því að bæta þá þætti sem eru fyrir fremur en að hefja kerfisbundnar mælingar á fleiri stofnþáttum. Úrtök fyrir aldurshlutföll ber að stækka, bæði að vori og síðsumars, og einnig að fjölga talningasvæðum, einkum á Vestfjörðum, Norðvesturlandi, Austurlandi og Suðausturlandi. Þá þarf að bæta skráningu í veiðiskýrslum þannig að ekki einungis afli sé sundurliðaður eftir landshlutum heldur líka sókn. Ennfremur er mikilvægt að nota það lag sem nú gefst vegna skotfriðunar til að meta náttúrlega dánartölu fullorðinna rjúpna sem síðar er hægt að nota til að meta meðalstofnstærð á veiðitíma.

## ABSTRACT

The ptarmigan (*Lagopus mutus*) is the most popular game bird in Iceland. The ptarmigan population demonstrates fairly regular ten-year cycles. These cyclic changes in the number of birds and a shortage of extended time series of monitoring data has hampered assessment of the status of this population. The time series must cover at least two cycles (20 years) to tell us something about trends in the population. The Icelandic Institute of Natural History co-ordinates monitoring of the ptarmigan population and advises the Ministry for the Environment on its status. It is the responsibility of the Minister for the Environment that ptarmigan hunting is sustainable.

The ptarmigan monitoring project in Iceland traces its origin to studies of ptarmigan population ecology initiated at the Icelandic Institute of Natural History in 1963. Ptarmigan monitoring has continued to this day but with varying effort. Four population parameters are measured each year: number of territorial cocks in spring in selected areas and age ratios (adults versus juveniles) three times a year; in spring (May), late summer (August) and during the open season (October–December; tables 1–3). The results of the monitoring project for 1963–1998 have been published (Ólafur K. Nielsen 1999b). The purpose of this report is to describe the data collected since 1998, as well as to publish some older monitoring series not covered in the last report. These include two series of count data, one reaching back to 1945 and the other to 1950. All this monitoring data is, as far as it allows, used to evaluate population trends and demographic changes. Ptarmigan hunting has been registered by the Environment and Food Agency since 1995. All licensed hunters must turn in reports stating numbers of days spent hunting and the number of ptarmigans

caught. The catch records are divided up among six hunting regions covering all of Iceland.

A total of 24 plots, covering 109 km<sup>2</sup>, were censused for territorial cocks during 1999–2003 (figure 1). Line transect surveys and road transects were done in 15 areas, measuring some 1275 km in length and covering approximately 640 km<sup>2</sup> (figure 2). Together, plots and transects, covered 2.2% of vegetated land below the 400 m contour line. Synchrony among the different census areas is the general rule when comparing ptarmigan population change (figure 4). This synchrony, however, tends to decrease with increasing distance between census areas, and areas far apart can go out of phase for extended periods (lag of population change 1–3 years; figure 5). A factor to be kept in mind when comparing counts over extended periods are changes in land use with time on the different study plots. Closing an area off for grazing appears to have a profound effect on mean ptarmigan density, at least in the first decades of vegetation succession following end of grazing.

Generalized additive models (GAM) were used to summarize the main trends in the ptarmigan population data as a smooth non-linear curve in time (Fewster *et al.* 2000). The notion of GAM is to let the form of the curve depend on the data rather than on some rigid parametric function over time like in linear regression. The bootstrap method was used to obtain approximate confidence intervals for the abundance index  $I(t)$ . This index can also be used to compare individual years. The second derivate of the curve can be calculated for each year in order to estimate when significant changes occur in the rate of population change. The most detailed population census data are from north-east, south-east and north-west Iceland (figures 7–10). Population change was in synchrony in these three parts of the country during the 1960s, out of synchrony during the 1970s and the 1980s, and then back in synchrony during the 1990s. In south-east Iceland one peak occurred during the period 1970–1990, i.e. 1985. In the same period there were two peaks in north-east Iceland, first in 1974 and again in 1986 or 1987. In north-west Iceland during the same time there were three peaks, first in 1977, then in 1981 or 1982 and again in 1986 or 1987. In the 1990s these three parts of the country were more or less in synchrony with a peak in 1997.

Mean brood size in late summer in north-east Iceland 1981–2003 was 8.1 chicks per hen (table 5), and in south-west Iceland 1995–2003 7.4 chicks per hen (table 6). In both areas most hens had chicks, or 95% on average (table 4). Generally, breeding success, measured as % chicks in the population in August, was good. Weather, however, influenced breeding success to some extent, June weather affected % of hens with chicks in August, and weather in June and July affected brood size in August. Comparing the different years showed that age ratios were most stable in late summer (coefficient of variation,  $V = 2.8$ ), less stable in October through December ( $V = 8.6$ ), and most variable in spring ( $V = 14.4$ ).

Age distribution in spring and late summer, together with indices of spring population abundance, can be used to estimate mortality rates, i.e. the total mortality rate of adult birds from spring to spring and the excess juvenile winter mortality rate. This latter rate is the mortality rate in winter, which the juveniles suffer on top of the adult mortality rate in the same period. These calculations were done for north-east Iceland in 1981–2003 (figure 12, table 9). The adult mortality rates showed a significant increase over the study period, whereas no such increase was noted in the excess juvenile winter mortality rate, which exhibited oscillations resembling those observed in spring density, but shifted 2–4 years. The excess juvenile mortality rate is related to the spring population density of the previous four years, with the exception of the most recent year (table 10).

The last large ptarmigan peaks in Iceland were in 1945 and 1955 (figure 17). Using the 1955-peak as a reference there were, in north-west and north-east Iceland, 49% fewer ptarmigan at the 1966-peak, 54% fewer at the 1986-peak, and 69% fewer at the 1997-peak. An ARX time series model of this data gives a significant negative trend in population size, equalling 4% per annum or 33% over 10 years (Jenný Brynjarsdóttir *et al.* 2003). The demographic factors important in this development are increased mortality rates of adults and most likely also of juveniles. Systematic changes of juvenile mortality rates are responsible for the maintenance of the natural ten-year cycle of numbers during two decades of continual downward trend of the population. According to IUCN (2001) definitions this decline warrants the inclusion of the ptarmigan on the Icelandic Red Data List in the “vulnerable” category.

For the improvement of the monitoring system it is recommended to increase the sample size of current monitoring parameters, rather than to add new ones. This applies to age ratios in spring and late summer, and also to adding new census areas in parts of Iceland which are not already adequately covered, in particular the north-west peninsula (Vestfirðir), north-west, east and south-east Iceland. It is further recommended that registration of the ptarmigan catch is improved by including a brake down of hunting effort by areas. Finally, it is recommended to use the opportunity offered by the imposed hunting ban (2003–2005) to estimate natural mortality rate and use that in conjunction with population indices and known catch to calculate mean total population size in autumn.

## INNGANGUR

Rjúpan (*Lagopus mutus*) hefur um langan aldur verið vinsælasta veiðibrað á Íslandi. Stærð rjúpnastofnsins sveiflast, sveiflutíminn er um 10 ár og munur á fjölda rjúpna í hámarks- og lágmarksárum getur verið þrefaldur og allt upp í að vera tífoldur (Finnur Guðmundsson 1960, Ólafur K. Nielsen og Gunnlaugur Pétursson 1995, Jenný Brynjarsdóttir o.fl. 2003).

Umhverfisráðherra getur heimilað rjúpnaveiðar samkvæmt lögum nr. 64/1994 um vernd, friðun og veiðar á villtum fuglum og spendýrum. Ein meginforsenda nytja samkvæmt þessum lögum er að þær séu sjálfbærar, það er að þegar til lengri tíma sé litið líði viðkomandi stofn ekki fyrir veiðarnar. Náttúrufræðistofnun Íslands skal, samkvæmt sömu lögum nr. 64/1994 og lögum nr. 60/1992 um Náttúrufræðistofnun, stunda rannsóknir á stofnum villtra fugla og spendýra, meta ástand þeirra og gera í framhaldi tillögur til umhverfisráðherra um vernd og segja til um hvort viðkomandi stofn þoli veiðar. Vöktun rjúpnastofnsins á rætur sínar í rannsóknum á vistfræði rjúpunnar sem hófust á Náttúrufræðistofnun Íslands árið 1963. Frá 1994 hefur þessi vöktun, ásamt með rannsóknum á vetrarafföllum rjúpna, verið grunnurinn að ráðgjöf Náttúrufræðistofnunar til umhverfisráðherra (samanber Ólaf K. Nielsen 2000, 2001, 2002a).

Vöktun rjúpnastofnsins undanfarin tíu ár hefur snúist um að mæla fjóra stofnþætti:

- Fjölda karra á afmörkuðum talningasvæðum að vorlagi.
- Aldurshlutföll í stofninum að vorlagi.
- Aldurshlutföll í stofninum síðsumars.
- Aldurshlutföll í stofninum á veiðitíma.

Út frá þessum gögnum má fylgjast með stofnbreytingum á milli ára, bæði innan einstakra landshluta sem og á milli landshluta. Eins má ráða í afföll fuglanna út frá framangreindum gögnum.

Hliðstæðar mælingar á vissum stofnþáttum rjúpunnar eiga sér langa sögu hér á landi. Sigurfinnur Jónsson og Héðinn Ólafsson voru fyrstir til að hefja rjúpnatalningar og skrá niðurstöður þeirra (Ólafur K. Nielsen 2002b). Sigurfinnur hófst handa í Skagafirði árið 1944 og Héðinn í Kelduhverfi 1950. Bæði Sigurfinnur og Héðinn voru veiðimenn og áhugasamir um rjúpuna. Þeir hófu þessar talningar að eigin frumkvæði og tilgangur þeirra var að svala eðlislægri forvitni um gangverk náttúrunnar. Sigurfinnur er reyndar enn að, 60 árum síðar, en Héðinn lést árið 1992. Þetta eru einu haldbæru gögnin sem gera okkur kleift að setja síðustu stóru rjúpnahámörkin (1945 og 1955) í tölulegt samhengi við það sem síðar hefur verið.

Straumhvörf urðu í rjúpnarannsóknnum 1963 en þá fór af stað verkefni undir stjórn Finns Guðmundssonar, fuglafræðings á Náttúrufræðistofnun Íslands. Þær rannsóknir höfðu það að markmiði að skýra tíu ára stofnsveiflu íslensku rjúpunnar (Finnur Guðmundsson 1964, Finnur Guðmundsson og Arnþór Garðarsson 1970, Arnþór Garðarsson 1971, 1988). Í þessum rannsóknnum voru meðal annars mældir allir sömu stofnþættir og nú eru mældir við vöktun rjúpunnar. Rannsóknnum Finns og félaga lauk árið 1977. Þá dró jafnframt verulega úr rjúpnatalningum og hætt var að mæla aldurshlutföll í rjúpnastofninum. Umskipti urðu aftur 1981 en þá hófust rannsóknir á tengslum fálka (*Falco rusticolus*) og rjúpu á Norðausturlandi sem staðið hafa fram á þennan dag (Ólafur K. Nielsen 1986, 1999a). Einn þáttur þeirra rannsókna var að meta stofnvísitölu rjúpu og mæla aldurshlutföll.

Rjúpnarannsóknir voru eflar að nýju árið 1994 en þá var ráðinn sérfræðingur að Náttúrufræðistofnun til að sinna þeim verkefnum sérstaklega. Forsagan var miklar deilur um rjúpnaveiðar og friðun haustið 1993 en þá hafði rjúpum fækkað jafnt og þétt í sjö ár. Umhverfisráðherra stytta veiðitímamann haustið 1993 og ákvað í kjölfarið að efla rjúpnarannsóknir (Ólafur K. Nielsen 1997a). Áhersla Náttúrufræðistofnunar hefur síðan verið að bæta vöktunarþáttinn, meðal annars með því að fjölga talningasvæðum og stækka sýni við mat á aldurs-samsetningu rjúpnastofnsins. Árið 1999 kom út rit um niðurstöður vöktunar rjúpnastofnsins 1963–1998 (Ólafur K. Nielsen 1999b). Mikið hefur bæst við af vöktunargögnum síðan 1998. Einnig hefur verið lögð áhersla á að rannsaka áhrif skotveiða á afkomu rjúpunnar. Þetta hefur verið gert með því að merkja rjúpur með sendimerkjum og fylgja fuglunum síðan eftir á svæðum þar sem er veitt og þar sem er friðað. Slíkar rannsóknir voru stundaðar á Suðvesturlandi 1995–2000 og á Norðurlandi 2000–2001 (Ólafur K. Nielsen 2000, 2001).

Árið 1998 kom fram í fyrsta sinn það mat Náttúrufræðistofnunar að skotveiðar gætu staðið rjúpnastofninum fyrir þrifum og var vísað til niðurstaðna rannsókna á afföllum rjúpna á Suðvesturlandi. Haustið 1999 friðaði umhverfisráðherra allstórt svæði suðvestanlands og var það stækkað verulega haustið 2002. Veturinn 2001–2002 ákvað Náttúrufræðistofnun að endurskoða öll gögn um rjúpnastofninn. Meginniðurstaðan var sú að rjúpum hefði fækkað jafnt og þétt síðan á 6. áratug síðustu aldar. Það var mat stofnunarinnar að strax bæri að bregðast við þeim breytingum sem sannanlega hefðu orðið á stærð rjúpnastofnsins á liðnum áratugum, þó svo að orsakasamhengið væri ekki fyllilega þekkt. Með bréfi dagsettu 21. ágúst 2002 lagði Náttúrufræðistofnun því til við umhverfisráðuneytið að í ljósi bágs ástands rjúpnastofnsins yrði dregið verulega úr veiðum. Þetta var grundvallarbreyting á ráðgjöf sérfræðinga Náttúrufræðistofnunar. Allt frá 1950 hafði rauði þráðurinn í allri ráðgjöf verið sá að veiðarnar hefðu engin áhrif á heildarafföll rjúpunnar og því ekki ástæða til að takmarka þær (Finnur Guðmundsson 1951, Arnþór Garðarsson 1982). Í ljósi hnignunar rjúpnastofnsins á liðnum áratugum og nýrra viðhorfa um skyldur okkar gagnvart náttúrunni, og nægir þar að vísa í varúðarregluna (enska

*precautionary principle*), þótti ekki verjandi að halda til streitu fyrri stefnu (Ólafur K. Nielsen 2002a, Jenný Brynjarsdóttir o.fl. 2003). Varúðarreglan segir efnislega að ef stofnum hnignar, og þó svo að orsakasamhengið sé ekki óumdeilt, þá skuli náttúran njóta vafans þegar til ákvarðanatöku kemur um viðbrögð til verndar þessum stofnum, samanber reglu 15 í Staðardagskrá 21, Ríó-yfirlýsingin (Ríó-yfirlýsingin 1992)

Hér verður ekki fjallað frekar um aðdraganda þess að Náttúrufræðistofnun lagði til við umhverfisráðuneytið í bréfi dagsettu 7. júlí 2003 alfríðun rjúpunnar til fimm ára frá og með haustinu 2003 að telja en bent á bréf og greinargerðir á vef Náttúrufræðistofnunar <http://www.ni.is/>. Umhverfisráðherra ákvað síðan að engar rjúpnaveiðar skyldu heimilaðar næstu þrjú árin (2003–2005). Í kjölfarið spruttu upp miklar deilur um þessa ákvörðun og með hvaða hætti hún var tekin. Fram komu ábendingar um að gera þyrfti betri tölfræðilega greiningu á rjúpnagögnum, meðal annars til að geta sagt til um marktækni ætlaðra stofnbreytinga. Í ljósi alls þessa er löngu tímabært að leggja á borðið öll tiltæk vöktunargögn svo að menn geti tekið óháða afstöðu til þeirra og einnig að skýra í þaula túlkun Náttúrufræðistofnunar á þessum gögnum. Sumarið 2004 samþykkti umhverfisráðherra tillögu Skotveiðifélags Íslands um að gerð yrði óháð úttekt á rjúpnarannsóknnum Náttúrufræðistofnunar og túlkun sérfræðinga hennar á þeim gögnum. Til verksins hefur verið fenginn sænskur fuglafræðingur, Tomas Willebrand, prófessor við háskólann í Umeå. Þessi skýrsla ætti að vera góður grunnur fyrir slíka úttekt.

Í þessu riti verður fjallað um aðferðafræðina við vöktun rjúpunnar, birt þau gögn sem best hafa við frá 1999, svo og ýmis eldri gögn sem ekki hafa birst áður. Úrvinnslan tekur til allra tiltækra vöktunargagna. Meginspurningin snýst um ástand rjúpnastofnsins, það er: Hefur íslenska rjúpnastofninum hnignað á liðnum áratugum og hvaða lýðfræðilegu þættir (enska *demographic factors*) hafa skipt mestu máli í þeim breytingum? Til að svara þessari spurningu um þróun stærðar stofnsins eru rjúpnatalningar notaðar. Til að bera saman afföll ungfugla og fullorðinna fugla eftir árum og tímabilum eru notaðir útreikningar byggðir á talningum og mælingum aldurshlutfalla í stofninum. Í umræðukaflanum verður meðal annars fjallað um hvernig bæta megi vöktunarkerfið enn frekar þannig að það þjóni betur tilgangi sínum, sem er að gefa á hverjum tíma sanna og trúverðuga mynd af ástandi rjúpnastofnsins. Þessi úrvinnsla öll hefur verið gerð í samstarfi við sérfræðinga á Reiknifræðistofu Raunvísindastofnunar Háskólans.

Hér er átt við að með vöktun (enska *monitoring*) mæli menn og skrái á kerfisbundinn máta og með reglubundnu millibili tiltekna mikilvæga þætti í náttúrunni svo sem stofn rjúpunnar. Tilgangurinn er að stjórnvöld hafi á hverjum tíma traustar upplýsingar um ástand þessara náttúrugæða og hafi því ráðrúm til að grípa inn í atburðarásina sé þess þörf.

Vöktun rjúpnastofnsins með mælingum á lýðfræðilegum þáttum getur ein og sér aldrei skýrt orsakasamhengið í stofnbreytingum rjúpunnar, samanber rjúpnarannsóknirnar í Hrísey á 7. áratug síðustu aldar (Finnur Guðmundsson og Arnþór Garðarsson 1970, Arnþór Garðarsson 1988). Þessi gögn gera okkur kleift að lýsa því sem gerist í stofninum, til dæmis að uppsveiflan og niðursveiflan ráðast af kerfisbundnum breytingum á afföllum rjúpna á fyrsta ári en slíkar mælingar segja ekki til um af hverju þetta gerist. Af hverju aukast afföll rjúpna á fyrsta ári í kjölfar rjúpnahámarks og haldast há í nokkur ár þar á eftir? Til að svara slíkum spurningum um orsakasamhengi þurfa að koma til tilraunir þar sem breytt er tilteknum þáttum sem teljast mikilvægir í atburðarásinni; áhrif þessara breytinga eru rannsökuð og borin saman við viðbrögð á samanburðarsvæði. Tilraunir sem taka til allra helstu þátta sem nefndir hafa verið til sögunnar sem hugsanlegir áhrifavaldar í stofnsveiflu rjúpunnar (svo sem beit, rándýr og innrænar breytingar á rjúpunni) eru afar frekar á fé og mannafla og jafnframt tæknilega erfiðar í útfærslu. Gott dæmi um slíkar rannsóknir og umfang þeirra er frá Kluane í Yukon í Kanada (Krebs o.fl. 2001). Þar hafa fræðimenn gert tilraunir með það að markmiði að skýra orsakasamhengið í tíu ára stofnsveiflu þrúguhérans (*Lepus americanus*).

Í ljósi þessa og sökum mikilvægis rjúpunnar sem nytjafugls þá hefur megináhersla í rjúpnarannsóknnum Náttúrufræðistofnunar verið, auk vöktunarinnar, að rannsaka áhrif skotveiða á afföll rjúpna og hvort sá þáttur geti hugsanlega leikið hlutverk í hnignun rjúpnastofnsins. Sérstök áhersla hefur verið lögð á að leita svara við þeirri lykilsurningu hvort rjúpnastofninn bregðist við veiðiafföllum á þéttleikaháðan máta (enska *density dependent response*). Með öðrum orðum hvort auknar veiðar leiði til þess að það dragi úr vægi annarra affallaþátta. Þessi tilgáta hefur verið kjölfestan í allri veiðiráðgjöf um rjúpur fram til þessa (Finnur Guðmundsson 1951, Arnþór Garðarsson 1982). Ekki verður fjallað um þessar rannsóknir hér en bráðabirgðaniðurstöður þeirra hafa verið kynntar (Ólafur K. Nielsen 2000 og 2001), og gert er ráð fyrir lokaúrvinnslu á vordögum 2005.

Annar þáttur sem Náttúrufræðistofnun hefur lagt áherslu á er gerð stofnlíkans fyrir rjúpu (Ólafur K. Nielsen 2003). Þetta verkefni er unnið í samvinnu við Reiknifræðistofu Raunvísindastofnunar Háskólans. Tilgangurinn með því verkefni er að gera líkan sem hermir eftir stofnbreytingum rjúpunnar og nota það til að spá fyrir um þróun stofnsins miðað við mismunandi forsendur. Einnig er ætlunin að nota líkanið til að prófa hvað tiltæk gögn um fálka og rjúpu segja til um mögulegt orsakasamhengi á milli stærðar rjúpnastofnsins og fálkastofnsins. Líkanið mun einnig gera allar áætlanir um frekari rannsóknir markvissari því að það má nota til að benda á þá stofnþætti sem mestu máli skipta fyrir heildarmyndina. Drög að stofnlíkani liggja þegar fyrir og frá því verður gengið fyrir áramótin 2004/2005.



## AÐFERÐIR

Fyrst er fjallað um þær aðferðir sem beitt hefur verið við rjúpnatalningar, hvernig unnið er úr talningagögnum og hvernig þau eru framsett. Síðan er á hliðstæðan máta gerð grein fyrir því hvernig aldurshlutföll eru metin fyrir stofninn og úr þeim unnið. Eins hvernig þessir stofnþættir eru notaðir til að meta afföll og hvernig þau greinast á aldursþópa og breytast eftir árum.

## Rjúpnatalningar

Rjúpnatalningarnar eru notaðar sem kvarði á stofnbreytingar rjúpunnar. Þær byggjast á því að farið er að vorlagi á sama svæðið ár eftir ár og karrar taldir, en svo heitir karlfugl rjúpunnar. Miðað er við að breytingar á milli ára í fjölda óðalsbundinna karra endurspegli stofnbreytingar rjúpunnar. Þessi forsenda hvílir á þeim niðurstöðum fyrri rannsókna að nær allir karrar helgi sér ódul á vorin (Arnþór Garðarsson 1971).

Rjúpkarrar helga sér ódul upp úr miðjum apríl (Ólafur K. Nielsen 1993). Óðalsatferli karranna varir fram yfir miðjan júní en atgangurinn er þó mestur um það leyti sem kvenfuglarnir eru að hefja varp, það er síðustu 10 dagana í maí. Hér á landi hafa menn talið rjúpur á tímabilinu frá lokum apríl og fram í byrjun júní.

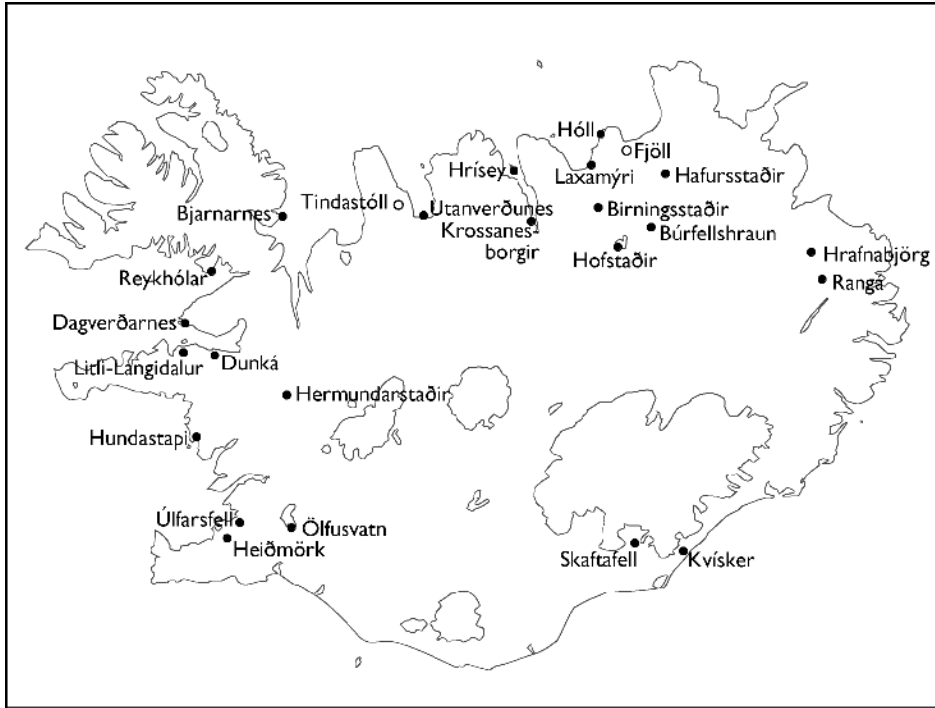
Nokkrum aðferðum hefur verið beitt við karratalningar og þær nefnast reitatalningar, sniðtalningar, vegsnið og vegtalningar. Einnig hafa rjúpur verið taldar á haustin í veiðiferðum. Nánar er fjallað um þessar aðferðir hér að neðan.

### *Reitatalningar*

Gögn eru til um talningar frá 24 reitum 1963–2003 (1. og 2. viðauki, 1. mynd, Ólafur K. Nielsen 1999b, bls. 50–55). Eins og nafnið gefur til kynna þá er afmarkaður reitur sem talningarmenn ganga síðan um. Miðað er við að allir óðalsbundnir karrar finnast í talningunni.

Oftast hafa tveir eða fleiri talningamenn unnið saman á hverjum reit. Þetta er ekki algilt og til dæmis hefur einn maður talið á Kvískerjum alla tíð og einn í Hrísey frá 1983. Mælt er með að í hverjum reit sé talið á sama hátt ár eftir ár, þannig að niðurstöðurnar séu sambærilegar á milli ára. Þetta tekur meðal annars til þess hvenær vors talið er, einnig hvenær sólarhringsins menn telja, en mælt er með að það sé gert annaðhvort snemma morguns (kl. 05:00–10:00) eða síðdegis (kl. 17:00–23:00), og einnig hvernig gengið er um reitinn, það er hvaða leiðir eru farnar og hve hratt er farið yfir. Við talninguna hafa menn yfirleitt notað kort eða loftmynd af reitnum og merkt inn á allar rjúpur sem sjást. Þar sem fleiri en einn telja hafa menn samband sín á milli með hrópum og bendingum eða talstöðvum til að koma í veg fyrir að fuglar séu tvítaldir. Auk lifandi rjúpna telja menn alla fiðurflekki sem finnast. Þessir flekkir eru leifar af rjúpum sem rándýr, oftast fálkar en líka hrafnar (*Corvus corax*) eða tófur

(*Alopex lagopus*), hafa skilið eftir sig. Aðeins er talið einu sinni á hverjum reit hvert vor og hverri talningu er yfirleitt lokið á einum degi. Undantekning frá þessu er Hrísey þar sem talningin tekur nokkra daga og Kvísker og Hrafnabjörg þar sem talið er oftár en einu sinni hvert vor og hæsta tala látin ráða.



**1. mynd.** Rjúpnatalningareitir á Íslandi 1963–2003. Einnig eru sýndir talningastaðirnir Fjöll í Kelduhverfi og Tindastóll í Skagafirði. – *Areas where ptarmigan have been censused on plots in Iceland 1963–2003, also shown are the count sites Fjöll and Tindastóll.*

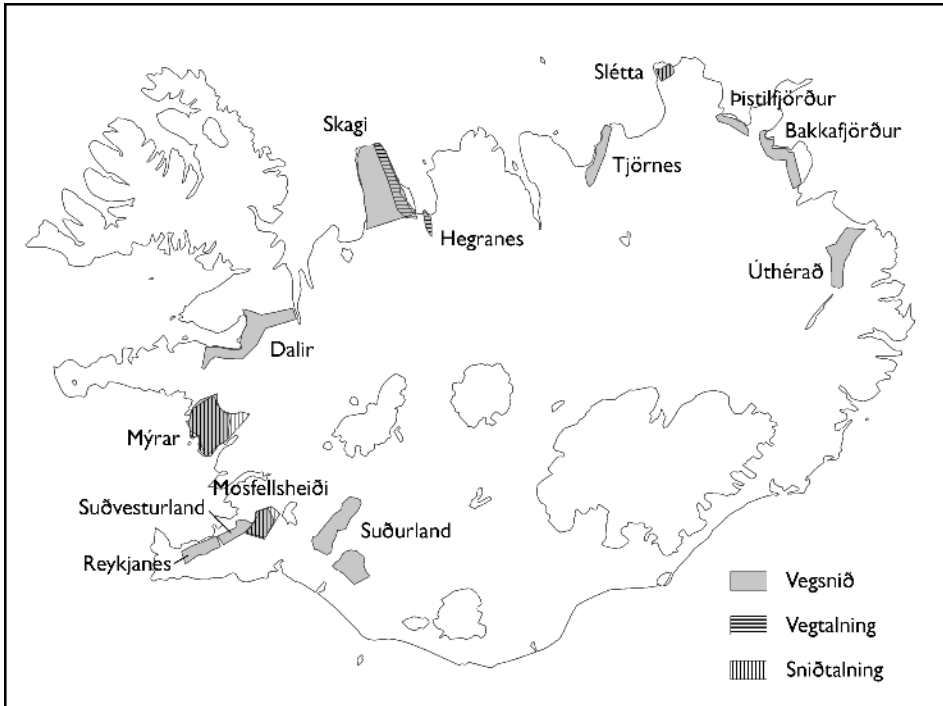
Að lokinni talningu er metið hve margir karrar hafi haldið til á viðkomandi talningareit um vorið. Fyrst er lagt saman hve margir lifandi karrar sáust á reitnum. Við þá tölu er bætt vorvanhöldum (fiðurflekkjum). Nú er það svo að rándýrin drepa ekki bara karra og aðeins er hægt að kyngreina lítinn hluta vanhalda með öruggri vissu (46% vanhalda á Norðausturlandi 1981–1998, samanber Ólaf K. Nielsen 1999b). Þess vegna hefur sá kostur verið valinn að taka alla nýja dúnflekki sem ókyngreinda og gefa sér að 73% þeirra séu leifar óðalskarra. Þetta var hlutfall karra í rjúpnaveiði fálkans í apríl og maí 1982–1985 (Ólafur K. Nielsen 1986, bls. 95). Aðferðin er réttlætt með því að í þeim tilvikum á Norðausturlandi þar sem rándýrið var örugglega þekkt voru 84% fiðurflekkjanna á rjúpnatalningasvæðunum eftir fálka (Ólafur K. Nielsen 1996).

Niðurstöður talninganna eru sá fjöldi karra sem helgar sér óðal á viðkomandi reit um vorið. Hægt er að umreikna þessi gildi yfir í þéttleikatölur (karrar á

ferkílómetra) þar sem flatarmál talningareitanna er þekkt. Óvissan í þessum talningum er ekki þekkt en ekki talin vera mikil (Arnþór Garðarsson 1988).

### Sniðtalningar

Sniðtalningum (enska *line transect sampling*) var beitt á rjúpur á fjórum svæðum (3. og 4. viðauki, 2. mynd). Úrvinnsla gagna var gerð í forritinu DISTANCE, sjá vefslóðina <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>. Aðferðin byggist á gögnum sem lýsa því hvernig tíðnidreifing athugana, hér fjöldi karra, fellur með aukinni fjarlægð frá sniðlínu.



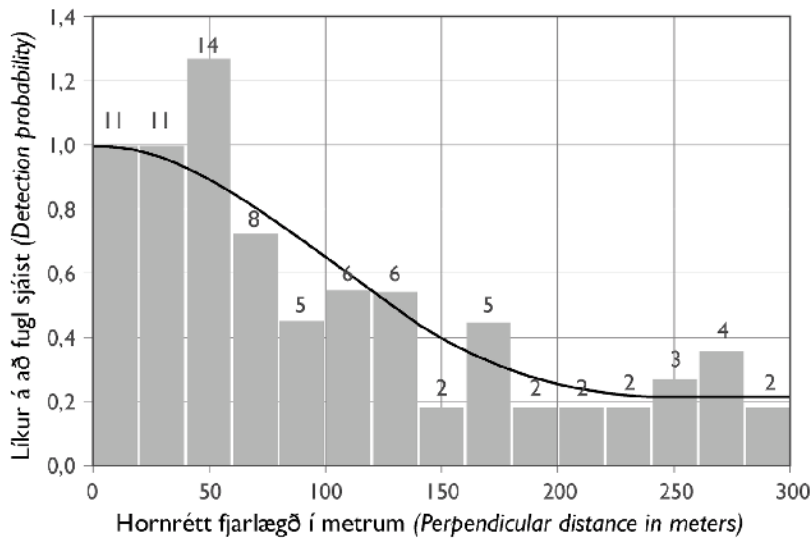
**2. mynd.** Svæði þar sem beitt var sniðtalningum, vegsniðum og vegtalingum við rjúpnatalningar á Íslandi 1977–2003. – *Sites where ptarmigan have been counted using line transect sampling, road transects and road counts in Iceland 1977–2003.*

Gert er ráð fyrir að dreifing rjúpnanna um talningasvæðið ráðist af einhvers konar slembiferli og á sama máta er handahófsreglu beitt við að dreifa talningasniðum um svæðið. Gengið er út frá þremur meginforsendum við útreikning á þéttleika:

- Að allar rjúpur sem eru á sniðlínunni sjálfri finnast.
- Að athugandinn hafi ekki áhrif á dreifingu rjúpnanna, það er að hann dragi þær ekki til sín eða fæli frá sér.

- Að fjarlægðir séu mældar nákvæmlega, hvort heldur sem rjúpunum er raðað á fjarlægðarbil út frá sniðlínu eða fjarlægð frá sniðlínu í hvern og einn fugl skráð.

Í einföldum dráttum má lýsa grunnhugsun aðferðafræðinnar þannig að ef við sæjum allar rjúpur út að einhverjum fyrirfram ákveðnum mörkum fengjum við jafna tíðnidreifingu athugana á milli sniðlínunnar og þessara ytri marka, það er hér væri ekkert fall í tíðni athugana með aukinni fjarlægð frá sniðlínu. Raunveruleikinn er ekki svona og óhjákvæmilega sjáum við lægra hlutfall rjúpna eftir því sem þær eru fjær sniðlínunni (3. mynd).



**3. mynd.** Tíðnidreifing rjúpukarra ( $n = 83$ ) sem sáust í sniðtalningum á Sléttu 2003. Ferill sem lýsir því hvernig sýnileiki karranna fellur út frá sniðlínu er einnig sýndur, hann byggist á „uniform“ tveggja þátta cosin-líkani. Aðeins voru teknar með athuganir innan 300 m frá sniðlínu og innan þess var fuglunum deilt á 15 fjarlægðarbil. – *Histogram of the 2003 line transect sampling data for ptarmigan cocks ( $n = 83$ ) detected at Slétta, north-east Iceland. Truncation distance was 300 m and cutpoints were 15. The fit of a uniform + two-term cosine model is shown.*

Það sem rannsóknamaðurinn gerir við úrvinnslu gagna í DISTANCE-forritinu er að mæta og bera saman nokkrar gerðir af föllum sem lýsa því hvernig tíðnidreifing athugana hnígur út frá sniðlínu. Út frá því falli sem best lýsir dreifingunni er metið hversu stór hluti fugla á hinu talda svæði sést ekki og þannig má fá mat á þéttleika rjúpna á rannsóknasvæðinu og eins hversu mikil óvissa er bundin þessu mati. Þetta er í hnotskurn grunnhugsun þéttleikaútreikninga með sniðtalningum. Til að fá sæmilega öruggt mat á þéttleika fugla á ákveðnu svæði þarf að minnsta kosti 60–80 athuganir. Einnig þurfa línurnar sem eru taldar að vera að lágmarki 10–20. Þetta er til að hægt sé að meta með

sæmilegu öryggi ferveik fyrir tíðni athugana (enska *encounter rate*) og eins til að frítölur séu nógu margar til að meta öryggismörk. Þau ár þegar fátt er um rjúpur og nauðsynleg sýnastærð næst ekki er hægt að reikna þéttleika með því að gefa sér að fallið sem lýsir sýnileika rjúpukarranna (enska *detection curve*) sé það sama þessi ár og í samanlögðu gagnasafninu fyrir þetta rannsóknasvæði (Buckland o.fl. 2001).

Slembiferli var notað til að leggja sniðlínur. Þetta var unnið á vinnustofu og notast við stafræn kort. Upphafs- og endapunktur sniðanna voru fundnir á kortunum og talningamaðurinn notaði síðan GPS-staðsetningartæki til að finna þessa punkta úti á mörkinni og halda sig á sniðlínunni. Talningamaðurinn gekk eftir sniðlínunni á jöfnum hraða, skráði hjá sér allar rjúpur sem hann sá, kyn þeirra, hvort þær væru stakar og fjarlægð þeirra hornrétt frá sniðlínu. Fjarlægð var mæld með fjarlægðarmælum (Leica LRF 800, Tasco 800). Sniðtalningarnar eru gerðar á vorin og sýna þéttleika óðalskarra ásamt með vikmörkum.

### *Vegsnið*

Auk hefðbundinna sniðtalninga voru rjúpur taldar á 11 vegsniðum (3. og 4. viðauki, 2. mynd). Hér var líkt og heitið gefur til kynna notast við akvegi og talið úr bíl. Bílnum var ekið hægt eftir veginum (um 20 km á klukkustund) og skimað eftir rjúpum til beggja handa. Allar rjúpur sem sáust voru skráðar og kyngreindar og stysta fjarlægð þeirra frá vegi mæld með fjarlægðarmæli líkt og í hefðbundnum sniðtalningum. Unnið var úr gögnum í DISTANCE á sama hátt og úr gögnum af talningasniðum. Talið er á vorin og niðurstöður mælinganna sýna þéttleika óðalskarra ásamt með vikmörkum.

Vegsnið víkja frá hefðbundnum sniðtalningum í því að ein sniðlína er notuð fyrir hvert svæði og slembiferli ræður ekki legu línunnar þar sem vegir eru ekki lagðir af handahófi. Þéttleikamatið er því ekki óbjagað en er unnið á sama máta hvert ár og á að vera samanburðarhæft.

### *Talningar á veiðislóð*

Sigurfinnur Jónsson (f. 1930) hefur haldið veiðidagbók allan sinn veiðimannsferil og þar hefur hann skráð meðal annars veiðidaga, veiðisvæði, veiði og hvað sást af rjúpu í hverri ferð (Ólafur K. Nielsen 2002b, 3. og 5. viðauki, 1. mynd). Samtals eru til upplýsingar um slíkt fyrir 703 veiðidaga á árabílinu 1944–2001. Rjúpnaveiðar hefur Sigurfinnur mestmegnis stundað í Tindastóli í Skagafirði. Einnig hefur hann veitt mikið í nálægum fjöllum, svo sem Kolugafjalli, Sandfelli, Hvammshlíðarfjalli, Miðaftansfjalli, Tröllakirkju, Vatnaöxl, Stakkfelli, Hryggjafjalli, Gyltu, Molduxa og Sauðafelli. Örfáar ferðir hefur Sigurfinnur farið á aðrar slóðir, svo sem Auðkúluheiði, í Þrándarhlíðarfjall í Skagafirði og á Öxnadalshéiði. Þar sem ferveikin voru háð meðaltalinu var gögnumum, rjúpur ( $Y$ ) sem sáust í veiðiferð,  $\log_{10}(Y+1)$  varpað fyrir úrvinnslu (Sokal og Rohlf 1981: 419). Meðaltali hvers árs og 95% vikmörkum var síðan varpað aftur yfir á upprunalegan kvarða.

### *Vegtalningar*

Sigurfinnur Jónsson hefur talið rjúpukarra meðfram vegum á Skaga og í Hegranesi (6. og 7. viðauki, 2. mynd). Hann hefur beitt sömu aðferðum og notaðar eru við talningar á vegsniðum nema að hann mælir ekki fjarlægð í fuglana og því er ekki hægt að umbreyta gögnum hans í þéttleikatölur með öryggismörkum. Gildin eru fjöldi karra sem sést viðkomandi ár.

### *Rjúpnatalningar Héðins Ólafssonar*

Héðinn Ólafsson (f. 1918, d. 1992) á Fjöllum í Kelduhverfi taldi um árabíl alla karra sem hann sá af bæjarhólnum (6. og 7. viðauki, 1. mynd). Eftir að karrarnir höfðu helgað sér óðul fór Héðinn morgun eftir morgun til að telja, allt uns hann taldi sig vera kominn með endanlega tölu yfir heimilisfasta karra í sjónlínu við Fjöll. Mörk talningasvæðis Héðins eru óljós og því ekki hægt að umbreyta tölunum í karra á ferkílómetra.

### **Framsetning talningagagna**

Til að sýna stofnbreytingar hafa talningagögnin fram til þessa verið birt eins og þau koma fyrir, það er hrágögnin, eða raðirnar staðlaðar til að fella þær að y-ásnum svo að auðveldara sé að bera saman ólík svæði (samanber Ólafur K. Nielsen 1996, 1997b, 1999b, Ólafur K. Nielsen og Hálfðán Björnsson 1997). Þessi framsetning gagnanna verður æ erfiðari eftir því sem talningasvæðum fjölgar og raðirnar verða lengri. Gagnlegri framsetning væri tímaferill sem lýsti aðalatriðum stofnbreytinganna eða meginleitni gagnanna. Hvernig metur maður leitni í stofnstærð? Fyrir stuttar raðir má nota línulega aðhvarfsgreiningu á hrágögnum eða þeim lógaritmískt vörpuðum. Slíkt verður erfiðara eftir því sem raðirnar lengjast því að sannanlega eru stofnbreytingar rjúpunnar ekki línulegar nema í mesta lagi örfá ár. Hægt er að meta þess konar ólínulegar stofnbreytingar með tölfræðiaðferð sem nefnist GAM (enska *generalized additive model*).

### *GAM*

GAM er aðferðafræði þar sem meginleitni gagna er lýst með þjálum (enska *smooth*), ólínulegum ferli í tíma. Hugmyndafræðin að baki GAM er að láta útlit ferilsins, sem lýsir breytingu stofnsins í tíma, ráðast af gögnunum en ekki fyrirfram ákveðnu föstu formi yfir allan tímaásinn (til dæmis línu eða margliðu), svo sem gert er í venjulegri aðhvarfsgreiningu (Hastie og Tibshirani 1990, bls. 1). Í reynd þýðir þetta að ferillinn er metinn á staðbundinn hátt, það er hvert metið gildi á ferlinum ræðst aðeins af hluta gagnanna (þeim sem eru næst í tíma) en ekki öllum. Á hverju tímabili er þó yfirleitt gert ráð fyrir einhverju föstu formi, til dæmis margliðu. Sem dæmi má líta á hlaupandi meðaltal sem GAM-feril (Hastie og Tibshirani 1990, bls. 15).

Til þess að meta þjálan GAM-feril setjum við fram líkan sem getur lýst gögnunum. Ef við táknum fjölda talinna fugla á talningastað  $i$  og ári  $t$  með  $y_{it}$  þá má setja fram eftirfarandi líkan:

$$\ln(y_{it}) = \alpha_i + s(t) + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Þar sem  $\alpha_i$  táknar staðaráhrif,  $s(t)$  táknar samfelld tímaáhrif og  $\varepsilon_{it}$  táknar skekkju. Líkanið segir með öðrum orðum að fjöldi fugla, lógaritmískt varpað, sé háður því á hvaða stað talið er og hvaða ár. Við gerum ráð fyrir að áhrif talningasvæðis og tíma og einnig skekkjunnar séu margfeldisáhrif og því samlagningarhæf á lógaritmískum kvarða. Með GAM er hægt að meta stikana í þessu líkani,  $\hat{\alpha}_i$  og  $\hat{s}(t)$  að gefnum forsendum um dreifingu skekkjunnar,  $\varepsilon_{it}$ , og gerð tímaferilsins  $s(t)$ . Samkvæmt þessu líkani eru tímaáhrifin  $\hat{s}(t)$  þau sömu á öllum stöðum, þá er gert ráð fyrir því að stofnbreytingar séu í fasa, en staðaráhrifin  $\hat{\alpha}_i$  hliðra ferlinum upp eða niður eftir breytilegum þéttleika fugla á mismunandi stöðum. Þessar forsendur, það er að stofnbreytingar séu í fasa, er mikilvægt að hafa í huga ef á að lýsa stofnbreytingum. Hugsum okkur tvo landshluta, báða með einhvern fjölda rjúpnatalningasvæða, stofnbreytingar innan landshlutanna eru í fasa en ekki á milli þeirra. Ef við drögum upp eina GAM-mynd fyrir landshlutana saman fáum við tímaferil sem fer bil beggja, einhvers konar meðaltal sem lýsir þó hvorugum staðnum né gefur heldur rétta heildarmynd af ástandinu.

Þegar stikarnir í líkaninu (1) hafa verið metnir er stofnvísitala, miðað við grunnár  $b$ , reiknuð samkvæmt Fewster o.fl. (2000):

$$I(t) = \frac{\text{væntanlegur heildarfjöldi fugla árið } t}{\text{væntanlegur heildarfjöldi fugla árið } b} = \frac{\sum_i \exp(\hat{\alpha}_i) \exp(\hat{s}(t))}{\sum_i \exp(\hat{\alpha}_i) \exp(\hat{s}(b))} = \frac{\exp(\hat{s}(t))}{\exp(\hat{s}(b))} \quad (2)$$

Í sjálfu sér er hægt að velja hvaða ár sem er á mælingatímanum sem grunnár, það er það ár sem vísitalan er sett sem 1. Hafa ber þó í huga að sú óvissa sem er á matinu  $\hat{s}(b)$  yfirfærast á allan vísitöluferilinn. Því er eðlilegt að velja það ár sem grunnár þar sem margar mælingar eru fyrir hendi frekar en ár þar sem örfáar mælingar eru til.

Hér gerum við ráð fyrir að talningarnar lúti log-normaldreifingu sem þýðir að lógaritmískt vörpuð gögn verða normaldreifð. Þegar líkanið (1) er metið er gert ráð fyrir að skekkjurnar,  $\varepsilon_{it}$ , séu óháðar, normaldreifðar slembistærðir með fasta dreifni og væntigildi 0. Að mörgu leyti er eðlilegt að gera ráð fyrir Poisson-dreifðum skekkjum, eins og Fewster o.fl. (2000) gera, en Poisson-dreifingin gerir ráð fyrir því að dreifnin sé jöfn meðaltalinu, sem setur skorður sem fá náttúrleg fyrirbæri uppfylla. Þar að auki hefur Poisson-dreifingin þann óheppilega eiginleika að lögun tímaferilsins getur breyst við það eitt að skipt er um einingar á talningaröðum, til dæmis hvort við notum hrátölur eða fjölda á

flatareiningu. Þegar gögnum er lógaritmískt varpað skiptir ekki máli hvaða eining er á þeim (8. viðauki) og því er hægt að nota óstaðlaðar talningaræðir með stöðluðum röðum. Vert að hafa í huga að þegar log-normaldreifingin er notuð á þennan hátt verður matið á heildarfjölda fugla á upprunalegum kvarða,  $\hat{y}_{it} = \exp(\hat{\alpha}_i + \hat{s}(t))$ , bjagað. Hins vegar vinnum við hér með mat á vísitölum (2) sem verður óbjagað.

Hægt er að velja þjála ferilinn  $s(t)$  á marga vegu. Hér er valinn splæsiferill (enska *smooth splines*) sem er þriðju gráðu margliður á köflum. Margliðurnar eru metnar með því að lágmarka kvaðratsummu frávíka með skorðu um grófleika sem er ákveðinn fyrirfram með fjölda frítala (Venables og Ripley 2002, bls. 230). Það fer eftir tilganginum hverju sinni hvaða gildi á frígráðum er valið, því færri frítölur þeim mun færri sveiflur hefur ferillinn enda matið í hverjum tímapunkti þá byggt á fleiri gögnum (9. viðauki). Ef ætlunin er einungis að fá grófa mynd af leitni yfir langan tíma þá hentar að hafa fáar frítölur, ferillinn líkist þá meira því sem gerist með venjulegri aðhvarfsgreiningu. Ef við viljum sjá breytingu frá ári til árs þá er betra að hafa margar frítölur, ferillinn nálgast þá brúunarferil (enska *interpolation*) á milli meðaltalninga hvers árs. Fyrir framsetningu talningagagna viljum við fá feril sem liggur þarna á milli; við viljum sjá hvernig stofninn hefur breyst með tíma án þess þó að eltast við suð og óreglu á milli einstakra ára (sjá einnig Fewster o.fl. 2000). Til að lýsa þessu nánar má skoða myndir af metnum ferlum  $\hat{s}(t)$  sem byggjast á sömu gögnum en breytilegum frítölum (sjá 9. viðauka). Erfitt er að ákvarða sjónrænt hvaða ferill hentar best til að draga upp trúverðuga mynd af stofnbreytingum. Í venjulegri línulegri aðhvarfsgreiningu eru kvaðratsummur frávíka notaðar til að bera saman líkön. Þannig má finna út hvaða stikar eru marktækir og hvaða stikar eru óþarfir, til dæmis til að ákveða hversu háa gráðu er nauðsynlegt að hafa á margliðu. Dreifing kvaðratsummu frávíka í tilfelli hins ólínulega GAM-likans er óþekkt en við notuðum kíkvaðratdreifingu (enska *chi squared distribution*) enda hafa hermanir sýnt fram á notagildi hennar við samanburð á líkönum (Hastie og Tibshirani 1990, bls. 155). Við fórum þá leið að velja fyrst sjónrænt þann feril sem virtist ná öllum helstu breytingum stofnsins, síðan notuðum við kíkvaðrat-próf til að athuga hvort marktækt betra væri að bæta við frígráðum.

### Öryggismörk

Svokölluð *bootstrap*-aðferð gefur nálgun öryggisbil fyrir metna stofnvísitölu,  $I(t)$ . Þessi aðferð byggist á þeirri forsendu að einstök talningasvæði innan einhvers landshluta gefi óbjagaða mynd af stofnbreytingum í þessum landshluta, þannig að þótt einhver talningasvæði falli úr við val þá gefi þau sem eftir sitja sömu mynd. Í úrvinnslunni eru valdir af handahófi og með skilum  $n$  talningastaðir úr upphaflegu safni  $n$  talningastaða. Þessir völdu staðir eru meðhöndlaðir sem mismunandi þó að líklega séu nokkrir þeirra endurteknir og nokkrum sleppt. GAM-líkan er síðan metið með þessum „nýju“ gögnum og árleg stofnvísitala  $I(t)$  er reiknuð. Þetta er endurtekið  $B$  sinnum, það er að  $B$  stofnvísitölur fást fyrir hvert ár. Út frá þeim er fengið 100  $(1-2\alpha)$  % öryggisbil fyrir ferilinn  $I(t)$  með því að taka  $(B+1)\alpha$  lægsta og hæsta gildi úr endur-



tekningunum. Hér var ávalt notast við  $B = 399$ . Því fleiri frítölur þeim mun víðari verða öryggisbilin, því að með fleiri frígráðum eru minni skorður á ferilinn  $I(t)$ , það er að matið á hverjum tímupunkti byggist á færri aðlægum árum, og því verður óvissa matsins meiri.

#### Umskipti á vaxtarhraða

Hægt er að meta aðra afleiðu ferilsins í hverjum tímupunkti og þannig má sjá hvenær marktækar breytingar verða á stefnu ferilsins. Ef önnur afleiðan er jákvæð þá er ferillinn að snúast upp á við eða niðursveifla að minnka, en ef hún er neikvæð þá er ferillinn að snúast niður á við eða uppsveiflan að minnka. Stærð afleiðunnar mælir stærð breytinganna. Þau ár þar sem önnur afleiðan er marktækt frábrugðin núlli eru þá ár þar sem marktæk breyting varð á vaxtarhraða stofnsins. Nálgun á annarri afleiðu á tíma  $t$  er:

$$\hat{I}''(t) = \frac{1}{180r^2} (2I(t+3r) - 27I(t+2r) + 270I(t+r) - 490(t) + 270I(t-r) - 27I(t-2r) + 2I(t-3r))$$

fyrir lítið  $r$  (hér er notað  $r = 1$ ; Fewster o.fl. 2000).

*Bootstrap*-aðferðin er notuð til að fá nálgun öryggismörk á aðra afleiðu fyrir hvert ár. Önnur afleiðan er reiknuð fyrir hvert ár í öllum  $B$  endurtekningum og öryggismörkin fengin eins og áður. Ef öryggismörkin innihalda ekki 0 eru umskiptin sögð vera marktæk. Stundum eru breytingar á ferlinum ekki marktækar þrátt fyrir að þær virðist vera umtalsverðar á línuriti. Það orsakast líklega af óvissu um nákvæma tímasetningu umskiptanna frekar en óvissu um að breytingar hafi orðið á vaxtarhraða stofnsins.

Einnig er hægt að nota *bootstrap*-aðferðina til að finna nálgun öryggismörk fyrir hlutfallslegar breytingar á stofninum milli tiltekinnar tveggja ára:

$$100(I_2 - I_1)/I_1 \tag{3}$$

þar sem  $I_1$  er vísitala fyrir fyrra árið og  $I_2$  fyrir það seinna. Hlutfallið (3) er reiknað í öllum  $B$  endurtekningunum og öryggismörk fengin eins og áður. Þannig fást nálgun tilgátupróf fyrir marktækar breytingar á stofnstærð milli tveggja ára.

GAM-líkanið var metið með tölfræðiforritinu  $R$  (sjá vefslóðina <http://www.r-project.org>), sem hægt er að nálgast á vefsvæðinu <http://cran.r-project.org>. Við *bootstrap*-útreikninga var notast við tilbúin  $R$ -forrit, skrifuð af Fewster o.fl. (2000) og er hægt að nálgast þau á vefslóðinni <http://www.stat.auckland.ac.nz/~fewster/gams/R>.

#### Aldurssamsetning rjúpnastofnsins

Aldurshlutföll í rjúpnastofninum eru metin þrisvar sinnum á ári. Þetta er gert síðsumars, á veiðitíma og á vorin.

### *Ungatalningar*

Aldurssamsetning rjúpunnar síðsumars er fengin með beinum talningum. Ungatalningar spanna stór svæði. Gengið er um mýrar og móa og allir kvenfuglar og ungar taldir. Frá 1995 hafa veiðihundar líka verið notaðir við þessar talningar. Í unगतalningum er ekki markmiðið að finna alla kvenfugla eða unga á ákveðnu svæði heldur að fá sæmilega stórt óbjagað úrtak til að meta hlutfall unga í stofninum. Talningatíminn er vanalega um mánaðamótin júlí/ágúst en þá eru rjúpuungarnir fjögurra til fimm vikna gamlir. Á þessum aldri fylgja þeir mæðrum sínum og fljúga í hóp ef þeir styggjast og því er tiltölulega auðvelt að telja þá og greina fullorðna fugla frá ungum. Aldurshlutföllin (prósent ungar síðsumars) eru reiknuð út miðað við fjölda kvenfugla sem finnast, með eða án unga, og gert ráð fyrir að kynjahlutföll unganna séu jöfn. Ungafjöldinn er því helmingaður fyrir útreikning. Hlutföllin, eins og þau eru reiknuð, eru því í raun hlutföll ungra kvenfugla síðsumars. Sum árin hefur ekki tekist að telja í öllum unгахópum, eigi að síður eru slíkir hópar skráðir og tekið tillit til þeirra við útreikning á aldurshlutföllum og þá miðað við meðalfjölda unga á ungamóður viðkomandi ár. Stundum finnast líka móðurlausir ungar og þeir eru einnig teknir með við útreikning á aldurshlutföllum.

Ungar voru taldir á tveimur svæðum 1999–2003, í Þingeyjarsýslum á Norðausturlandi og á Suðvesturlandi. Í Þingeyjarsýslum hefur mest verið unnið á Mývatnsheiði og Tjörnesi, en í nágrenni Úlfarsfells og á Mosfellsheiði á Suðvesturlandi.

Auk hefðbundinna unगतalninga í Þingeyjarsýslum hafa allar rjúpur verið skráðar, bæði kvenfuglar og ungar, sem starfsmenn Náttúrufræðistofnunar hafa séð við aðra útivinnu á þessum árstíma. Einnig hefur verið safnað hliðstæðum gögnum frá öðrum sem dvalið hafa á þessu svæði. Reynslan hefur sýnt að kvenfuglar án unga koma miklu síður fram í athugunum þar sem ekki er gengið gagnert um móa til að leita að rjúpum. Þannig var samandregið fyrir 1981–2003 aðeins einn kvenfugl án unga (0,3%) af 323 kvenfuglum sem sáust síðsumars utan unगतalninga á Norðausturlandi, en 43 (5,1%) af 842 kvenfuglum sem sáust í unगतalningum ( $kikvaðrat = 14,781$ ,  $fritala = 1$ ,  $P \ll 0,001$ ). Þau gögn sem aflað var á þennan máta, það er utan hefðbundinna unगतalninga, voru því aðeins notuð með öðrum gögnum til að reikna út meðalfjölda unga á ungamóður. Við heildartölu ungamæðra var síðan bætt ungalausum kvenfuglum í sömu hlutföllum og þeir sáust í unगतalningum viðkomandi ár.

Gögn um aldurshlutföll rjúpna síðsumars á Norðausturlandi 1981–1998 og Suðvesturlandi 1995–1998 sem birt voru í skýrslu um vöktun rjúpunnar (sjá 4. og 5. töflu, bls. 26 í Ólafi K. Nielsen 1999b) eru endurskoðuð í þessari skýrslu. Ástæðan er sú að áður óbirt gögn hafa komið í ljós hjá fuglatalningamönnum.

### *Aldurshlutföll á veiðitíma og í varpstofni*

Hægt er að aldursgreina fullvaxnar rjúpur á útliti. Aldursgreiningin byggist á lit 8. og 9. handflugfjaðrar (Weeden og Watson 1967). Þessi aðferð var notuð til að meta aldurshlutföll í rjúpnastofninum á haustin og vorin.

Aldurshlutföll á haustin byggjast á sýnum úr afla veiðimanna. Greint er á milli tveggja aldurshópa, annars vegar eru ungfuglar frá sumrinu og hins vegar eldri fuglar. Stærstur hluti sýnanna hefur verið afklipptir vængir sem veiðimenn senda inn til Náttúrufræðistofnunar, einnig hefur verið farið heim til veiðimanna til að aldursgreina fugla. Reynt er að afla gagna um veiðistað fyrir hvert sýni.

Öll ný vanhöld sem finnast á vorin og sumrin, það er frá apríl til síðari hluta júlí, eru notuð til að reikna aldurshlutföll fyrir varpstofninn. Þetta eru vanhöld sem finnast á rjúpnatalningasvæðum, á víðavangi eða hræ við hreiður fálka og hrafnis. Einnig eru aldursgreindar þær rjúpur sem fangaðar eru á þessum árstíma til merkinga. Greint er á milli tveggja aldurshópa, það er ársgamalla fugla og eldri fugla. Frá 1999 hafa aldurshlutföll í varpstofni einungis verið metin í Þingeyjarsýslum.

### *Úrvinnsla á aldurshlutföllum*

Fyrir úrvinnslu var aldurshlutföllum og hlutfalli kvenfugla með unga arcsin-varpað (Sokal og Rohlf 1981) samkvæmt jöfnunni:

$$PARC = \arcsin \sqrt{p}$$

þar sem  $p$  er óvarpað hlutfall og  $PARC$  er hlutfallið arcsin-varpað. Vörpunin upphefur tengsl fervika og meðaltals. Reiknuðum gildum, til dæmis meðaltölum, sem fengin eru með vörpuðum tölum, er varpað aftur yfir á upphaflegan kvarða samkvæmt jöfnunni:

$$p = (\sin PARC)^2$$

Vikmörk  $[(1-\alpha) \times 100\%]$  fyrir tvíkosta hlutföll (enska *binomial proportion*) eru reiknuð samkvæmt jöfnunni:

$$p \pm t \times \sqrt{\frac{p \times q}{n}}$$

þar sem  $t$  ( $\alpha/2$ ) er Students  $t$  og  $p$  og  $q$  eru hlutföll aldurshópanna, ungfugla annars vegar og fullorðinna fugla hins vegar, og  $n$  er sýnastærð (Snedecor og Cochran 1980).

Fjölþáttaaðhvarfsgreining var notuð til að kanna tengsl aldurshlutfalla og stofnbreytinga þar sem aldurshlutföll voru skýribreyturnar. Greiningin var unnin í tölfraðiforritinu STATISTICA fyrir Windows frá 1999 (STATISTICA 1999). Leitað var að tengslum á milli aldurshlutfalla síðsumars (hlutfall unga) og á veiðitíma árið  $t$  (hlutfall fugla á fyrsta hausti) og að vori árið  $t+1$  (hlutfall ársgamalla fugla) við stofnbreytingar. Stofnbreytingar ( $R$ ) voru fundnar samkvæmt jöfnunni:

$$R_{t+1} = \log_{10} [X_{t+1} / X_t]$$

þar sem  $X$  er þéttleiki karra og  $t$  er ár. Ítarlegustu gögnin um aldurssamsetningu eru fyrir Norðausturland 1981–2003 og því voru stofnbreytingar reiknaðar út miðað við karratölur á því svæði. Stuðst var við samtölu karra á sex talningareitum í Þingeyjarsýslum, það er á Hóli, Laxamýri, Birningsstöðum, í Hofstaðaheiði, Búrfellshrauni og á Hafursstöðum.

Fjölþáttaaðhvarfsgreining var auk þess notuð til að kanna tengsl veðurfars (skýribreyta) og aldurshlutfalla og hlutfalls ungamæðra. Eftirtaldir veðurfarsþættir, meðalgildi fyrir sjö veðurstöðvar á Norðausturlandi 1981–2003, voru skoðaðir: meðalhiti ( $T$ ), heildarúrkoma ( $U$ ) og meðalvindhraði ( $F$ ). Veðurstöðvarnar eru Sandur (nr. 452), Reykjahlíð (468), Staðarhóll (473), Mánárakki (479), Garður (484), Grímsstaðir (495) og Raufarhöfn (505). Gögnin eru mánaðargildi og sótt á vef Veðurstofu Íslands á slóðinni <http://www.vedur.is/vedurfar/>. Greiningin var unnin í einingu innan STATISTICA sem heitir á ensku *Visual general stepwise regression*. Hún var gerð í nokkrum þrepum (enska *forward stepwise selection*) þar sem skýriþáttum var bætt við fallið einum í einu og haldið inni ef áhrif þeirra voru marktæk. Skýrifallið sem var prófað er:

$$PARC = T + U + F + T \times U + T \times F + U \times F$$

PARC er aldurshlutfallið, skýribreyturnar eru veðurfarsþættirnir samanber hér að ofan og prófað er fyrir beinum áhrifum þeirra og hvort um sé að ræða mögnun vegna innbyrðis tengsla þáttanna (enska *interaction*).

Fjölþáttaaðhvarfsgreining var einnig notuð til að kanna tengsl aldurshlutfalla síðsumars við skýribreyturnar sem voru hlutfall kvenfugla með unga og meðalstærð unгахóps á ungamóður. Hér er spurt hvort fjöldi ungalausra kvenfugla eða afföll innan unгахópanna sé mikilvægara við að ákvarða varþarangur.

Breytileikastuðull (enska *coefficient of variation*), táknaður með  $V$ , er reiknaður sem hlutfall staðalfráviks gagnasafns af meðaltali þess (Sokal og Rohlf 1981). Með þessum stuðli má bera saman breytileika gagnasafna með mismunandi meðaltöl. Þetta var gert til að bera saman breytileika aldurshlutfalla síðsumars,

frá veiðitíma og vori samkvæmt tölfræðiaðferðum sem lýst er af Sokal og Braumann (1980).

### Dánarstuðlar

Aldurshlutföll í rjúpnastofninum vor og haust ásamt stofnvisítölum má nota til að meta heildardánarstuðul fullorðinna fugla og umframdánarstuðul ungfugla. Við þessa útreikninga voru einvörðungu notuð gögn frá Norðausturlandi árin 1981–2003. Þær breytur og stuðlar – þar með taldir metnir dánarstuðlar – sem lýst er hér að neðan eiga því við þann landshluta. Gert er ráð fyrir að flutningur fugla landshluta á milli sé lítill sem enginn, það er að enginn nettótilflutningur fugla sé inn á eða út af því landsvæði sem talningagögnin og aldurshlutföllin eiga við.

Hér eru „áramót“ skilgreind 20. apríl. Þetta merkir að fuglar eldast um eitt ár 20. apríl. Ástæðan er sú að þetta er sá tími þegar karrarnir koma í varplöndin og helga sér ódul (Ólafur K. Nielsen 1993). Vortalningarnar snúast um að meta fjölda þessara fugla, og á sama hátt endurspeglar aldurshlutföll að vori hlutföllin í varpstofninum. Upphaf óðalstíma er því hentugur tímunktur til að marka upphaf nýs rjúpnarárs. Miðað er við að nær allar rjúpur, bæði karrar og kvenfuglar, taki þátt í varpinu og að kynjahlutföll í varpstofninum séu jöfn. Skilgreinum stofnbreytur:

$N_1^t$  = árgamlir fuglar 20. apríl, það er fuglar sem skriðu úr eggjum sumarið á undan

$N_2^t$  = tveggja ára og eldri fuglar 20. apríl

$N_1^{t,h}$  = fyrsta árs fuglar að hausti (1. ágúst)

$N_2^{t,h}$  = annars árs og eldri fuglar að hausti (1. ágúst)

$N^t = N_1^t + N_2^t$  = heildarfjöldi 20. apríl

Athugið að fjöldinn að vori,  $N^t$ , miðast við áramótin  $t$  og  $t+1$ .

Skilgreinum jafnframt eftirfarandi stuðla:

$S_{1,w}^t = e^{-Z_{1,w}^t}$  : lífslíkur fugla á fyrsta ári frá 1. ágúst árið  $t$  til 19. apríl árið  $t$

$S_{2,w}^t = e^{-Z_{2,w}^t}$  : lífslíkur fugla eldri en á fyrsta ári frá 1. ágúst árið  $t$  til 19. apríl árið  $t$

$S_2^t = e^{-Z_2^t}$  : lífslíkur fugla eldri en á fyrsta ári frá 20. apríl árið  $t$  til 19. apríl árið  $t$

Z-stuðlarnir eru dánarstuðlar (enska *mortality rates*), líkt og notaðir eru í líkönum af fiskistofnum.

Látum jafnframt  $p_2 = \frac{N_2}{N_1 + N_2}$  vera hlutfall fugla á öðru ári og eldri í stofninum og  $p_1 = \frac{N_1}{N_1 + N_2}$  hlutfall fugla á fyrsta ári.

#### *Heildardánarstuðull fullorðinna fugla*

Fuglar á lífi vorið  $t-1$  eru tveggja ára og eldri næsta vor að því gefnu að þeir lifi af. Því er heildardánarstuðull fugla eldri en árgamalla ( $Z_2^t$ ) gefinn samkvæmt:

$$N_2^t = e^{-Z_2^t} (N_1^{t-1} + N_2^{t-1}) = e^{-Z_2^t} N^{t-1} \quad \text{og} \quad N_2^t = p_2^t N^t \quad \text{sem gefur}$$

$$\begin{aligned} p_2^t N^t &= e^{-Z_2^t} N^{t-1} \Rightarrow \\ Z_2^t &= \ln(N^{t-1}) - \ln(p_2^t N^t) \end{aligned} \quad (4)$$

Með stofnvísitölum og aldurshlutföllum má nota þessa jöfnu til að meta dánarstuðlana. Vísitala fyrir stofninn er metin á hverju ári með talningum; sú vísitala er táknuð með  $Y^t$  og gert er ráð fyrir að hún sé í beinu hlutfalli við heildarfjölda fugla á svæðinu, það er:

$$Y^t = \xi N^t$$

Hlutfall árgamalla fugla er metið á vorin og hlutfall fugla á fyrsta ári er metið síðsumars, þessi hlutföll eru táknuð sem  $\hat{p}_2^t$  á vorin og  $\hat{p}_2^{t,h}$  síðsumars.

Metill fyrir heildardánarstuðul fullorðinna fugla frá vori til vors er því:

$$\hat{Z}_2^t = \ln(Y^{t-1}) - \ln(Y^t) - \ln(\hat{p}_2^t) \quad (5)$$

Umfjöllun um forsendur og eiginleika slíks metils er í 10. viðauka.

Það er ekki ótvírætt hvernig eðlilegast er að meta dánarstuðul fullorðinna fugla. Einkum eru það tvær leiðir sem koma til greina eftir því hvaða forsendur eru gefnar varðandi samband fjölda á talningareitum og heildarstofns. Í báðum tilvikum er gert ráð fyrir að allir karrar á talningareitunum sjáist, en annars vegar að fjöldinn sé í beinu hlutfalli við heildarstofninn og hins vegar að þetta hlutfall geti verið mismunandi á milli ára. Nánar um þessar aðferðir:

#### *Dánarstuðull miðaður við samtölu allra talningareita*

Gert er ráð fyrir að summa karra á öllum talningareitum sé ákveðið hlutfall heildarstofnsins í viðkomandi landshluta, það er:

$$Y^t = \xi^t N^t$$

þar sem  $Y^t$  er samtala karra af öllum talningareitunum og  $\xi^t$  er slembipáttur – gert er ráð fyrir að  $\ln \xi \sim n(\mu, \sigma^2)$ . Hér er samtalan  $Y^t$  notuð í jöfnu (5) til að meta dánarstuðulinn. Þetta svarar til þess að venjulegt meðaltal (enska *arithmetic mean*) allra talningareita sé notað fyrir  $Y^t$ .

*Dánarstuðull miðaður við svæðaskipt gögn*

Talið er á  $k$  svæðum, fjöldi á svæði  $i$  árið  $t$  er táknaður með  $Y_i^t$ . Gert er áfram ráð fyrir að allir karrar á hverjum talningareit séu taldir, en hlutfall heildarstofnsins á svæði  $i$ ,  $\xi_i$ , sé breytilegt. Gerum ráð fyrir að  $\ln \xi_i \sim n(\mu_i, \sigma_i^2)$  og  $\{\xi_i^t : i = 1, 2, \dots, k; t = 1, 2, \dots, T\}$  séu óháðir slembipáttir.

$$\text{Höfum því } Y_i^t = \xi_i^t N^t$$

Því má meta  $Z_2$  samkvæmt:

$$\hat{Z}_2^t = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (\ln Y_i^{t-1} - \ln Y_i^t) - \ln \hat{P}_2^t$$

Hér er gert ráð fyrir að aldurshlutföll séu eins á öllum svæðum. Þennan metil fyrir  $Z$  má einnig rita:

$$\hat{Z}_2^t = \ln \bar{Y}^{t-1} - \ln \bar{Y}^t - \ln \hat{P}_2^t \quad (6)$$

þar sem  $\bar{Y}$  er faldmeðaltal (enska *geometric mean*) fjölda á öllum svæðunum (sjá nánar í 10. viðauka).

Einnig mætti nota einn metil fyrir hvern talningareit fyrir sig:

$$\hat{Z}_{2,i}^t = (\ln Y_i^{t-1} - \ln Y_i^t) - \ln \hat{P}_2^t$$

Síðan má reikna meðaltal og staðalfrávik fyrir  $Z$  og þar með fá vikiörk fyrir matið á  $Z$ .

*Umframdánarstuðull fyrsta árs fugla*

Umframdánarstuðull fugla á fyrsta ári eru þau afföll sem þessi aldurshópur verður fyrir og eru umfram afföll fullorðinna fugla. Þessi stuðull reiknast frá síðsumri ár  $t$  til vors ár  $t$ . Þar sem:

$$N_1^t = e^{-Z_{1,w}^t} N_1^{t,h} \quad \text{og}$$

$$N_2^t = e^{-Z_{2,W}^t} N_2^{t,h}$$

þá er

$$\left( \frac{N_1^t}{N_2^t} \right) = \frac{e^{-Z_{1,W}^t} N_1^{t,h}}{e^{-Z_{2,W}^t} N_2^{t,h}} = e^{-(Z_{1,W}^t - Z_{2,W}^t)} \left( \frac{N_1^{t,h}}{N_2^{t,h}} \right)$$

og þá fæst

$$\left( Z_{1,W}^t - Z_{2,W}^t \right) = Z_{X,W}^t = \ln \left( \frac{p_1^{t,h}}{p_2^{t,h}} \right) - \ln \left( \frac{p_1^t}{p_2^t} \right), \quad p_i = \frac{N_i}{N_1 + N_2} \quad i=1,2$$

Því má nota aldurshlutföllin haust og vor til að fá mat á  $\left( Z_{1,W}^t - Z_{2,W}^t \right) = Z_{X,W}^t$ , sem er sá dánarstuðull sem fuglar á fyrsta ári verða fyrir umfram dánartíðni fullorðinna fugla frá hausti til vors og reiknast:

$$\hat{Z}_{X,W}^t = \ln \left( \frac{\hat{p}_1^{t,h}}{\hat{p}_2^{t,h}} \right) - \ln \left( \frac{\hat{p}_1^t}{\hat{p}_2^t} \right) \quad (7)$$

Athugið að  $\hat{p}_1 + \hat{p}_2 = 1$ . Rétt er að hafa í huga að þessi dánarstuðull er næmur fyrir gildinu á metnu hlutfalli  $\hat{p}$ .

Með því að nota aldurshlutföll frá veiðitíma er, á sama hátt og lýst er hér að framan, hægt að skipta umframdánarstuðli ungfugla í tvö skeið innan ársins, það er frá 1. ágúst til veiðitíma og frá veiðitíma til 20. apríl. Hér verður ekki fjallað um þá útreikninga.



## NIDURSTÖÐUR

Fyrst verður fjallað um umfang rjúpnatalninga frá 1999. Síðan um áhrif breyttrar landnotkunar á þéttleika rjúpna og einnig fylgni stofnbreytinga rjúpunnar á milli talningasvæða með tilliti til fjarlægðar á milli þeirra. Bæði þessi atriði, landnotkun og samræmi stofnbreytinga, tengjast líkanagerð með GAM. GAM-aðferðafræðin verður síðan notuð til að draga upp mynd af stofnbreytingum rjúpunnar skipt eftir landsvæðum og þá horft eins langt aftur og gögnin leyfa. Loks verður fjallað um aldurshlutföll rjúpunnar og breytingar á þeim og hvernig þessi hlutföll og talningar hafa verið notuð til að draga upp mynd af afföllum í rjúpnastofninum yfir árið.

### Rjúpnatalningar 1999–2003

Karratalningareitir heimsóttir á árabílinu 1999–2003 voru 24 að tölu og dreifðir víðsvegar um landið (1. mynd, 1. viðauki). Heildarflatarmál reitanna var 108,4 km<sup>2</sup>. Talningareitirnir áttu það sameiginlegt að mólendi af ýmsum gerðum voru þar áberandi (1. tafla). Sjö þessara reita nutu beitarfriðunar en hinir voru allir beittir. Á aðeins tveimur af þessum 24 reitum naut rjúpnastofninn nær algerrar skotfriðunar, það er á Kvískerjum og í Skaftafelli. Rjúpnaveiðar voru óheimilar á þessum jörðum og rjúpnaveiði hefur ekki tíðkast í Örfum. Almennt fækkaði rjúpum á talningareitum á rannsóknatímanum (2. viðauki), en umfjöllun um stofnbreytingar verður hér á eftir (sjá bls. 40).

Karratalningar á sniðum hófust árið 1999 (2. tafla). Sniðtalningar hafa verið gerðar á fjórum svæðum og talið var á vegsniðum á 11 svæðum (2. mynd, 3. viðauki). Sniðlínurnar spanna víðfeðm svæði með margs konar gróðurlendum og blandaðri landnotkun þótt landbúnaður sé mest áberandi. Rjúpnaveiðar voru stundaðar á öllum þessum svæðum. Rjúpum fækkaði mikið á rannsóknatímanum á nær öllum svæðum samkvæmt þessum talningum (4. viðauki).

Heildarlengd sniðlína var 1275 km. Miðað við að talning nái til 250 m breiðs beltis til beggja handa línunnar voru um 638 km<sup>2</sup> rannsakaðir. Samtals spanna því reitatalningar og sniðtalningar um 750 km<sup>2</sup> eða 2,2% af grónu landi neðan 400 m hæðarlínu (Guðmundur Guðjónsson og Einar Gíslason 1998).

Rjúpur voru líka taldar 1999–2003 á tveimur stöðum í vegtalningum (2. tafla, 6. og 7. viðauki). Á báðum þessum svæðum er einnig talið með vegsniðum. Þau bæta því engu við það flatarmál lands sem talið er á. Rjúpur hafa að auki verið taldar á haustin á veiðislóð (3. og 5. viðauki).

**1. tafla.** Rjúpnatalningar á Íslandi 1963–2003, tiltæk gögn af talningareitum. – Available data on plot censuses for territorial cock ptarmigan in Iceland 1963–2003.

Svæði <i>Site</i>	Talið af <i>Censused by</i>	Flatarmál (km <sup>2</sup> ) <i>Area</i> (km <sup>2</sup> )	Hófst <i>Started</i>	Talningarár <i>Census</i> <i>years</i>	Landnotkun <i>Land use<sup>1</sup></i>	Meðalþéttleiki		Spönn <i>Range</i>	V %
						karrar/km <sup>2</sup> <i>Mean density</i> <i>cocks/ km<sup>2</sup></i>			
Ölfusvatn, Árn.	Náttúrufræðistofnun	2,8	1999	5	Fríðað og skógrækt	1,5	0,4–2,8	85	
Úlfarsfell, Gull.	Veðihundadeildin	8,0	1995	9	Fríðað og skógrækt	3,4	2,5–5,0	25	
Hrafnagjá, Árn.	SKOTVÍS	1,7	1993	11	Þjóðgarður	4,0	1,2–8,2	57	
Hundastapi, Mýr.	Náttúrufræðistofnun og Náttúrustofa Vesturlands	4,5	2000	4	Bithagi	1,2	0,9–1,6	31	
Hermundarstaðir, Mýr.	Ármi Tryggvason	1,7	1994	10	Bithagi	1,9	0,0–4,7	67	
Litli-Langidalur, Snæf.	Sigurkarl Stefánsson og félagar	1,5	1999	5	Bithagi	3,4	1,9–6,0	45	
Dunká, Dal.	Náttúrustofa Vesturlands	6,3	2001	3	Bithagi	1,7	1,1–2,4	41	
Dagverðarnes, Dal.	Baldur Grétarsson og félagar	4,1	1995	8	Bithagi	8,2	4,1–13,2	33	
Reykhólar, A-Barð.	Náttúrufræðistofnun	3,3	2000	4	Bithagi	2,4	1,5–3,6	37	
Bjarnanes, Strand.	SKOTVÍS	1,6	1999	5	Bithagi	5,7	2,5–12,0	66	
Útanverðunes, Skag.	Náttúrufræðistofnun	5,3	2000	4	Bithagi	8,1	6,4–9,9	19	
Hrísey, Eyf.	Þorsteinn Þorsteinsson	7,7	1963	36	Fríðað og skógrækt	18,0	7,0–39,5	49	
Krossanesborgir, Eyf.	Sverrir Thorstensen og Þorsteinn Þorsteinsson	1,1	1998	6	Fríðað	13,6	6,5–20,2	41	
Birningsstaðir, S-Þing.	Náttúrufræðistofnun	5,7	1963	35	Bithagi	4,0	1,1–10,9	61	
Laxamyri, S-Þing.	Náttúrufræðistofnun	3,7	1981	23	Bithagi	7,4	3,2–13,0	43	
Hóll, S-Þing.	Náttúrufræðistofnun	2,4	1981	23	Bithagi	14,4	5,8–30,8	47	

Hofstaðir, S-Þing.	Náttúrufræðistofnun	4,5	1981	23	Bithagi	4,4	0,4–11,8	65
Búrfellshraun, S-Þing.	Náttúrufræðistofnun	2,5	1981	23	Bithagi	3,9	0,4–10,0	61
Hafursstaðir, N-Þing.	Náttúrufræðistofnun	8,0	1981	17	Bithagi	2,7	0,5–6,1	60
Hrafnbjörg, N-Múl.	Halldór Walter Stefánsson	4,5	1991	13	Bithagi	5,9	2,0–10,7	53
Rangá, N-Múl.	Vígfus Hjörtur Jónsson	6,5	1994	10	Bithagi	4,2	0,6–7,8	51
Kvísker, A-Skaft.	Hálfðán Björnsson	2,1	1963	41	Bithagi	9,3	1,4–25,2	52
Skaftafell, A-Skaft.	Náttúrufræðistofnun	14,1	1999	5	Þjóðgarður	0,9	0,1–2,0	83
Heiðmörk-a, Gull.	Náttúrufræðistofnun	23,0	1963	7	Fríðað og skógrækt	0,4	0,3–0,7	34
Heiðmörk-b, Gull.	Arnþór Garðarsson	4,8	1982	21	Fríðað og skógrækt	3,0	1,5–5,5	40
	<b>Samtals–Total</b>	<b>126,6<sup>2</sup></b>		<b>356</b>				

<sup>1</sup>Fríðað og skógrækt = forestry, no grazing; Þjóðgarður = national park, no grazing; Bithagi = grazed; Fríðað = no grazing.

<sup>2</sup>Í tölu um heildarflatarmál er Heiðmörk-b ekki með enda allt það svæði innan marka Heiðmerkur-a. – Total area censused, 126.6 km<sup>2</sup>, does not include the site Heiðmörk-b as it is all within the borders of the larger census area Heiðmörk-a.

**2. tafla.** Tiltæk gögn úr sniðtalinum, vegsniðum og vegtalinum á rjúpu á Íslandi 1977–2003. – Available data of distance sampling, road transects and road counts for ptarmigan in Iceland 1977–2003.

Svæði	Talið af	Heildarlengd (km)	Hófst	Talningarár	Landnotkun	Meðalþéttleiki karrar/km <sup>2</sup>	Spönn	V %
Site	Censused by	Total length (km)	Started	Census years	Land use <sup>1</sup>	Mean density cocks/ km <sup>2</sup>	Range	
<b>Sniðtaling – Line transect sampling</b>								
Reykjanes	Náttúrufræðistofnun	89	2003	1	Bithagi	1,9	...	...
Mosfellsheiði	Náttúrufræðistofnun	84	2003	1	Bithagi	2,1	...	...
Mýrar (sniðtaling)	Náttúrufræðistofnun	119	2003	1	Blönduð, mest bithagi	0,4	...	...
Slétta (sniðtaling)	Náttúrufræðistofnun	40	2003	1	Bithagi	7,2	...	...
<b>Vegsnið – Road transects</b>								
Suðurland	Náttúrufræðistofnun	200	2000	4	Blönduð, mest bithagi	1,0	0,5–1,7	52
Suðvesturland	Náttúrufræðistofnun	86	2000	4	Blönduð, mest bithagi	2,4	1,6–3,4	39
Mýrar (vegsnið)	Náttúrufræðistofnun	179	1999	5	Blönduð, mest bithagi	1,2	0,3–2,5	67
Dalir	Náttúrufræðistofnun	95	2002	2	Bithagi	1,1	0,9–1,3	25
Skaginn (vegsnið)	Náttúrufræðistofnun	114	2000	4	Bithagi	1,5	0,4–2,3	59
Hegranes (vegsnið)	Náttúrufræðistofnun	29	2000	4	Blönduð, mest bithagi	5,3	3,1–7,5	37
Aðaldalur-Tjörnes	Náttúrufræðistofnun	36	1999	5	Blönduð, mest bithagi	4,0	3,3–4,5	12
Slétta (vegsnið)	Náttúrufræðistofnun	23	1999	5	Bithagi	7,7	3,8–13,3	48
Þistilfjörður	Náttúrufræðistofnun	27	2001	3	Bithagi	2,4	1,9–3,1	24

Bakkafjörður- Vopnafjörður	Náttúrufræðistofnun	47	2001	2	Bithagi	0,9	0,7–1,1	27
Úthérað	Náttúrufræðistofnun	107	2000	4	Blönduð, mest bithagi	2,2	0,4–4,1	76
<b>Vegtalning – Road counts</b>								
Skaginn (vegtalning)	Sigurfinnur Jónsson	52	1977	26	Bithagi	77,3 <sup>2</sup>	20–182	67
Hegranes (vegtalning)	Sigurfinnur Jónsson	29	1977	26	Blönduð, mest bithagi	78,8 <sup>2</sup>	7–205	68
	Samtals – Total	1356		98				

<sup>1</sup>Bithagi = grazed; Blönduð, mest bithagi = mixed land use, mainly grazing.

<sup>2</sup>Gildin eru karrar sem sáust, ekki er hægt að breyta þeim í þéttleikatalur. – The values are number of cocks observed and can not be converted over to density figures.

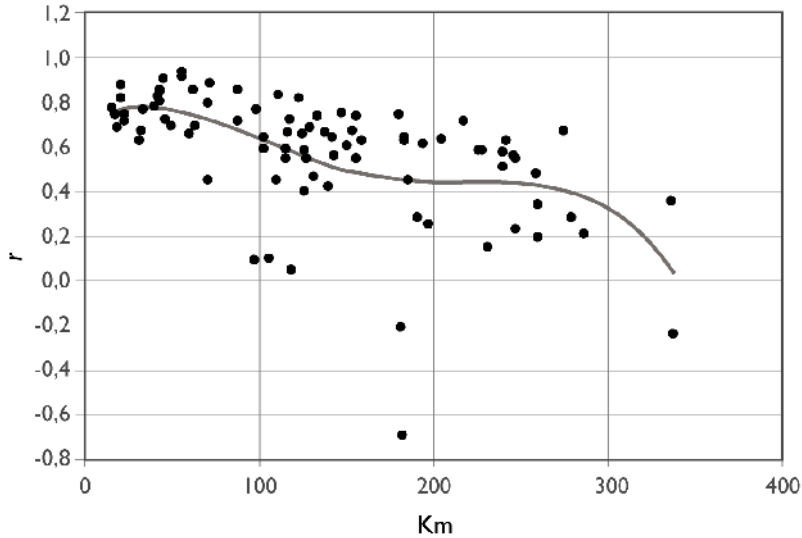
### Áhrif breyttrar landnotkunar á þéttleika

Landnotkun, til dæmis hvort land er beitt eða friðað, virðist hafa áhrif á staðbundinn þéttleika rjúpna. Tölur eru til fyrir tvö svæði, Heiðmörk og Hrísey, þar sem hefur verið beitarfriðað. Í Heiðmörk voru að meðaltali 9 karrar 1963–1969, mest 15 og minnst 6 karrar (Ólafur K. Nielsen 1999b). Miðað við þéttleika á vegsníðum sem spönnuðu meðal annars alla vegi í Heiðmörk var reiknaður meðalfjöldi 55 karrar á gamla talningareitnum (23 km<sup>2</sup>) á árabílinu 2000–2003, minnst 37 og mest 78 karrar (sjá Suðvesturland í 4. viðauka). Þetta er sexfaldur munur á meðalþéttleika. Í hluta Heiðmerkur hefur verið talið frá 1982 og að meðaltali hafa verið 3,0 karrar á ferkílómetra á móti 0,4 körrum 1963–1969 eða 7,5-faldur munur á meðalþéttleika. Heiðmörk var girt af á árunum 1949–1963 og fyrsta talningasýrpan spannar því fyrstu ár friðunar. Á sama máta var meðalfjöldi í Hrísey 1963–1977 110 karrar, mest 261 og minnst 54 karrar. Hluti Hríseyjar var friðaður fyrir beit 1959 og eyjan öll 1973. Meðalfjöldi karra í Hrísey 1983–2003 var 159, mest 304 og minnst 72 karrar. Þetta gerir 1,4-faldan mun á meðalþéttleika. Samkvæmt Mann-Whitney U-prófi þá er munurinn á fjölda rjúpna á þessum tveimur skeiðum í Hrísey tölfræðilega marktækur ( $U_{[21,15]} = 52,5$ ,  $P \ll 0,001$ ). Hliðstæð aukning í meðalþéttleika hefur ekki orðið á öðrum talningasvæðum þar sem tölur ná aftur á 7. eða 8. áratuginn (Fjöll, Tindastóll, Skagi, Hegranes, Birningsstaðir, Kvísker).

Þetta atriði, það er áhrif breyttrar landnotkunar, er mikilvægt að hafa í huga við framsetningu talningagagna, til dæmis með GAM-aðferðinni. Talningaröðum, sem spanna skeið þar sem jafnróttæk umskipti hafa orðið á meðalþéttleika rjúpna og hér er lýst fyrir Heiðmörk, ber að skipta í tvo hluta við úrvinnslu og nota eins og um væri að ræða tvö mismunandi svæði, það er fyrir og eftir breytingu. Þetta er sérstaklega mikilvægt í ljósi þess að þessar breytingar á landnotkun taka aðeins til lítills hluta útbreiðslusvæðis rjúpunnar hér á landi og hafa lítil sem engin áhrif á þróun heildarstofnstærðar rjúpunnar.

### Fylgni stofnbreytinga og fjarlægð á milli talningasvæða

Samanburður var gerður á fylgni stofnbreytinga rjúpunnar á milli talningasvæða. Þetta var gert fyrir öll svæði þar sem talningaraðirnar náðu yfir tíu ár eða meira. Fylgnistuðlar (Pearson  $r$ ) fyrir hvern slíkan samanburð á milli talningasvæða voru dregnir upp á línurit þar sem  $x$ -ásinn var fjarlægð á milli talningastaðanna í km og  $y$ -ásinn fylgnistuðullinn (4. mynd). Myndin sýnir háa jákvæða fylgni stofnbreytinga þar sem stutt er á milli talningasvæða, það er um og innan við 100 km. Eftir því sem fjarlægðin á milli svæðanna eykst minnkar fylgnin en er eigi að síður oftast jákvæð, það er stofnbreytingar eru í sömu átt en þó þannig að samsvörðunin er meiri á milli nálæggra svæða en þeirra sem lengra er á milli (4. mynd).

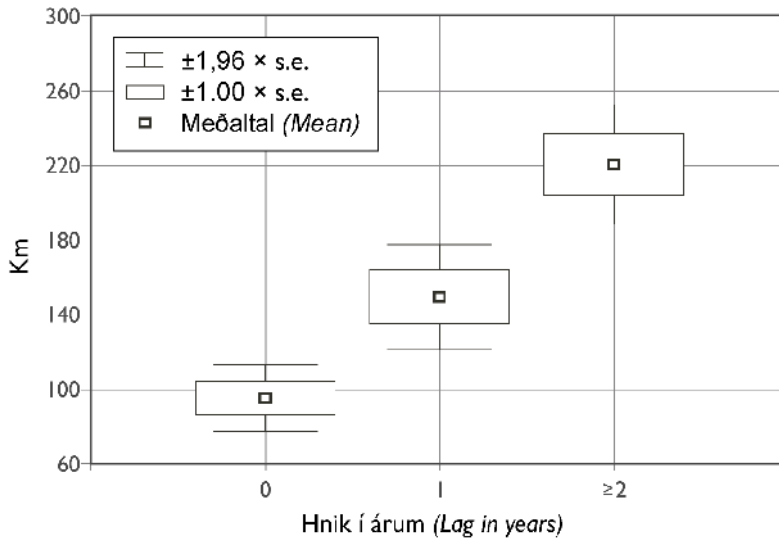


**4. mynd.** Fylgni (Pearson  $r$ ) í fjölda rjúpna á milli talningasvæða borið saman við fjarlægð á milli svæðanna. Reiknaður ferill er fjórðu gráðu margliða. – *Correlations (Pearson  $r$ ) between ptarmigan numbers on census plots plotted against distance between the plots. The fitted line is a 4th degree polynoma.*

Þessi munur á milli nálægra og fjarlæggra talningasvæða með tilliti til fylgni stofnbreytinga sést líka ef gerð er krossfylgnigreining (enska *cross-correlation analyses*). Hér er hnik hæsta jákvæða fylgnistuðulsins á milli hvers pars látið ráða um hvort svæðin séu í fasa eða hnikuð. Þessi samanburður sýndi að styttra var að jafnaði á milli svæða sem voru í fasa (hnik = 0 ár), en þeirra svæða sem hafði verið hnikað um eitt ár, og ennþá styttra samanborið við svæði sem hafði verið hnikað um tvö ár eða meira (5. mynd). Þessi munur var mjög marktækur ( $F_{2,84} = 23,446$ ,  $P \ll 0,001$ ). Samanburður fyrir hvert par á milli þessara þriggja hópa, það er í fyrsta lagi í fasa, í öðru lagi hnikað um eitt ár, og í þriðja lagi hnikað um tvö ár eða fleiri, var marktækur í hverju tilviki fyrir sig (LSD-próf,  $P < 0,05$ ).

Samkvæmt þessum niðurstöðum eru stofnbreytingar rjúpu á Íslandi í takt á milli svæða en þó þannig að fylgnin minnkar með aukinni fjarlægð á milli þeirra. Minnkandi fylgni helgast meðal annars af því að svæðin fara úr fasa og fasa-munurinn eykst með aukinni fjarlægð á milli svæðanna.

Þennan þátt, það er að stofnbreytingar rjúpunnar í mismunandi landshlutum geti verið úr fasa, ber að hafa í huga líkt og breytingar á landnotkun við útreikning á stofnvísitölum með GAM-aðferðinni. GAM-mynd af stofnbreytingum rjúpunnar tekin saman fyrir landshluta sem sannanlega eru ekki í fasa gefur ekki rétta mynd af stofnbreytingum. Í slíkum tilfellum þarf tvo tímaferla til að lýsa gögnunum nægilega vel.



**5. mynd.** Samanburður á meðalfjarlægð á milli talningasvæða flokkað eftir því hvort krossfylgnigreining sýndi að stofnbreytingar rjúpnar á svæðunum væru í eða úr fasa (hnik eitt ár eða tvö ár eða meira). – *Comparison of mean distance between ptarmigan census areas according to whether cross-correlation analysis showed the ptarmigan populations to be in phase or out of phase (lag = 1 year or  $\geq 2$  years).*

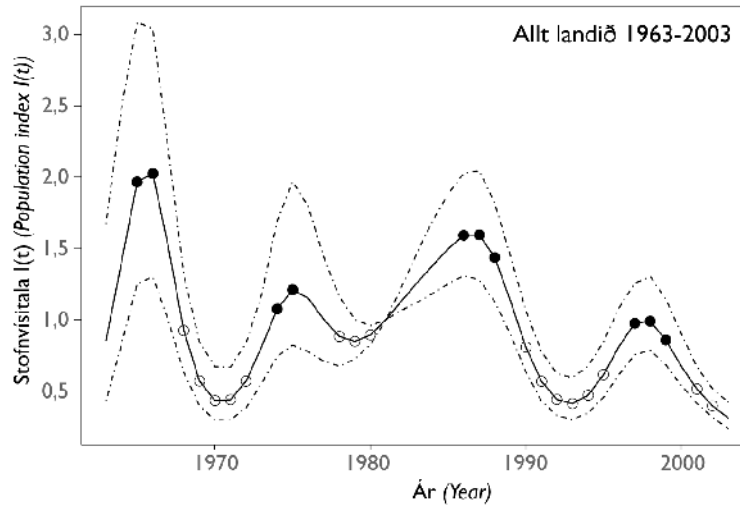
### Stofnvísitölur

Hægt er að taka saman stofnvísitölur samkvæmt GAM-aðferðinni fyrir allt landið eða einstaka landshluta. Samantekið fyrir allt landið þá getur að líta fjóra toppa síðan 1963 (1966–1967, 1975–1976, 1986–1987 og 1997–1998) og fjórar lögðir (1970–1971, 1978–1980, 1992–1994 og 2003; 6. mynd). Gögnin sem myndin byggir á eru öll svæðin sem nefnd eru í 1. töflu, öll vegsnið og allar vegtalningar í 2. töflu, auk talninga á veiðislóð í Skagafirði og talninga Héðins Ólafssonar. Svæðin eru 39 og tímaferillinn hefur 11 frítölur þannig að frígráðufjöldi líkans er 50. Langítarlegustu gögnin að baki þessari mynd eru fyrir Norðausturland, Norðvesturland og Suðausturland, og þær raðir ráða miklu um lögum ferilsins. Spurningin hvort réttmætt sé að taka þessi svæði öll saman í eina mynd ræðst meðal annars af því hvort stofnbreytingar á milli þeirra eru í takt. Ef við skoðum stofnvísitölur fyrir þessa þrjá landshluta þá fáum við mismunandi myndir af stofnbreytingum og greinilegur munur er á svæðunum langtímum saman.

GAM-ferillinn fyrir Norðausturland var dreginn fyrst miðað við 11 frítölur, en líkana-próf sýndi að mátgæði bötnuðu marktækt við að bæta við allt að tveimur frígráðum og voru því 13 frítölur notaðar við að draga upp endanlegan feril. Svæðin eru 13, 8 reitir (Hrísey, Krossanesborgir, Birningsstaðir, Búrfellshraun, Hafursstaðir, Hofstaðir, Hóll og Laxamýri), talningar Héðins Ólafssonar og

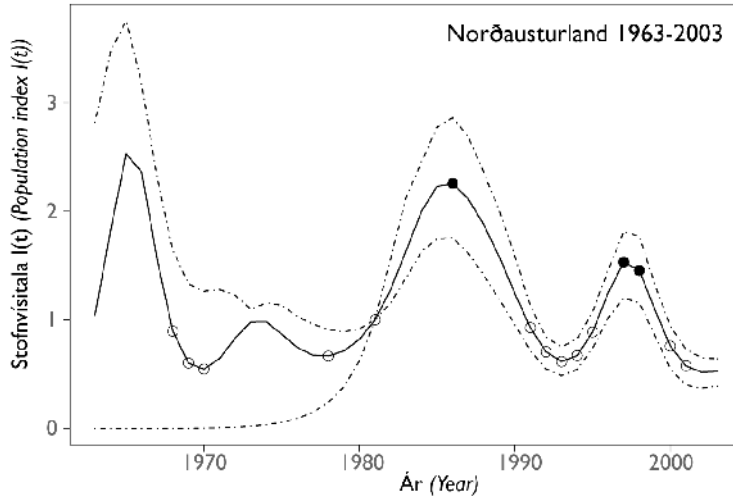


fjögur vegsnið (Aðaldalur-Tjörnes, Slétta, Þistilfjörður og Bakkafjörður-Vopnafjörður). Frígráðufjöldi líkans er því 26. Myndin fyrir Norðausturland frá 1963 er í megindráttum sú sama og fyrir allt landið, það er fjórir toppar (1965–1966, 1973–1974, 1985–1986 og 1997–1998) og fjórar lægðir (1969–1970, 1977–1978, 1993–1994 og 2002–2003).



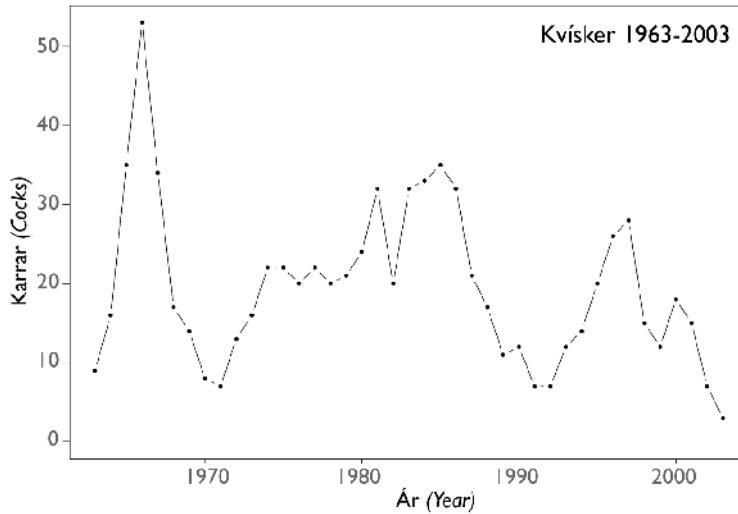
**6. mynd.** Stofnvisitala rjúpu á Íslandi 1963–2003 reiknuð með GAM-aðferðinni. Byggt á öllum tiltækum talningum. Marktæk jákvæð umskipti eru sýnd með hringjum og marktæk neikvæð umskipti með fylltum hringjum. Brotalínur sýna nálgun 95% öryggismörk. – *Population index (GAM) for ptarmigan in Iceland 1963–2003 based on all existing counts. Significant positive changes are shown with rings and significant negative changes with dots. The dashed lines indicate approximate 95% confidence intervals.*

Eftir hámarkið 1997–1998 hefur rjúpum fækkað jafnt og þétt í þessum landshluta. Marktæk jákvæð umskipti, það er þegar dregur úr niðursveiflu eða ferillinn snýst upp, verða fyrir eða við öll lágmarkin; 1968–1970 við fyrsta lágmarkið, 1978 við annað lágmarkið, 1991–1995 við þriðja lágmarkið og 2000 og 2001 við fjórða lágmarkið (7. mynd). Marktæk neikvæð umskipti, það er þegar uppsveifla minnkar eða ferillinn snýst niður á við, verða við tvö síðustu hámarkin, það er 1986 við næstsíðasta hámark og 1997 og 1998 við síðasta hámark (7. mynd). Þar sem flestar talningaraðirnar á Norðausturlandi hefjast eftir 1980 er tölfræðilegur samanburður á árum fyrir og eftir þann tíma marklítill. Samanburður á toppárum sem komið hafa eftir 1980 sýnir að toppurinn 1997 er 32% lægri en toppurinn 1986 og þessi munur er marktækur. Á sama máta er lægðin 2002 16% lægri en lægðin 1993 en sá munur er ekki marktækur.



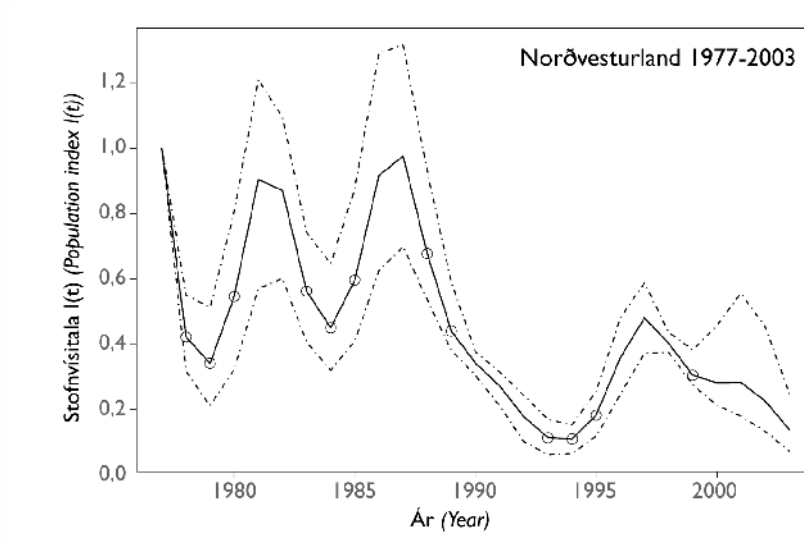
**7. mynd.** Stofnvísitala rjúpu á Norðausturlandi 1963–2003 reiknuð með GAM-aðferðinni. Marktæk jákvæð umskipti eru sýnd með hringjum og marktæk neikvæð umskipti með fylltum hringjum. Brotalínur sýna nálgun 95% öryggismörk. – *Population index (GAM) for ptarmigan in north-east Iceland 1963–2003. Significant positive changes are shown with rings and significant negative changes with dots. The dashed lines indicate approximate 95% confidence intervals.*

Myndin fyrir Suðausturland frá 1963, reyndar aðeins eitt talningasvæði, gefur þrjú greinilega toppa (1966, 1987 og 1997) og þrjár lægðir (1970–1971, 1991–1992 og 2003; 8. mynd). Aðdragandinn að toppinum 1987 er mjög langur (14 ár) á sama tíma hneig stofninn á Norðausturlandi eftir toppár 1973–1974. Eftir hámarkið 1997 hefur rjúpum fækkað jafnt og þétt á Kvískerjum og sama er að segja um eitt annað talningasvæði í þessum landshluta (Skaftafell) en þar hófust talningar ekki fyrr en 1999.



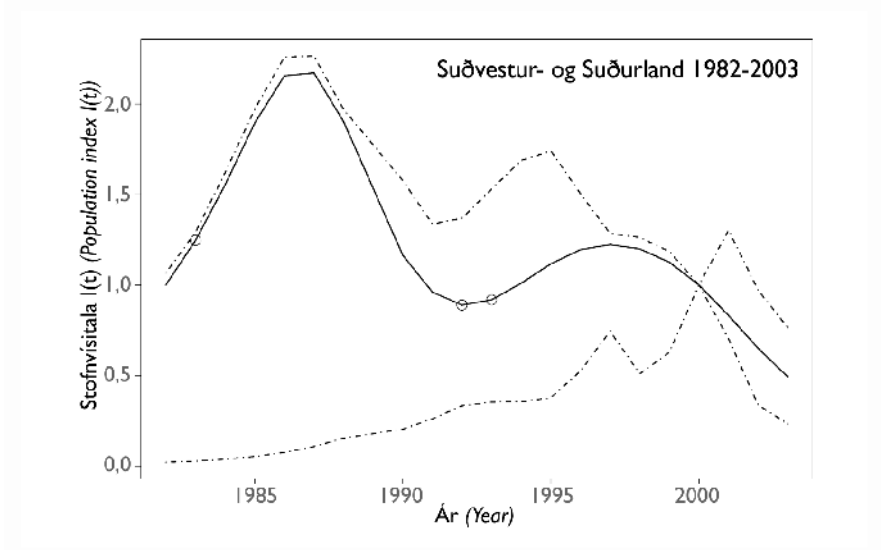
**8. mynd.** Rjúpukarrar á talningareitnum við Kvísker í Öræfum 1963–2003. – *Ptarmigan cocks on the census plot Kvísker in south-east Iceland 1963–2003.*

Enn ein myndin fæst ef við skoðum gögn fyrir Norðvesturland (9. mynd). Gögnin sem myndin byggir á eru af 6 svæðum: einn talningareitur (Utanverðunes), tvö vegsnið (Skagi, Hegranes), tvær vegtalningar (Skagi, Hegranes) og talningar á veiðislóð. Tímaferillinn hefur 11 frítölur og frígráðufjöldi líkans því 17. Árið 1977 var rjúpnastofninn í hámarki eða á niðurleið í þessum landshluta (9. mynd). Á 9. áratugnum voru í þessum landshluta tveir greinilegir toppar, ólíkt því sem var bæði á Norðausturlandi og á Suðausturlandi, sá fyrri var 1981–1982 og sá seinni 1986–1987. Eftir 1987 fækkar rjúpu uns lágmarki er náð 1994, lítill toppur var 1997 en eftir það hefur verið samfelld fækkun á svæðinu. Engin marktæk neikvæð umskipti verða á ferlinum við þessi hámarksár. Í toppárinu 1987 var 8% meira af rjúpu en 1981, og 47% minna 1997 samanborið við 1981, í hvorugu tilvikinu var um marktækan mun að ræða. Toppurinn 1997 var 51% lægri en toppurinn 1987 og sá munur var marktækur. Lægðirnar á þessu sama tímabili voru fjórar: 1979, 1984, 1993–1994 og 2003. Síðustu tvær lægðirnar voru mun krappari en þær tvær sem komu þar á undan og munurinn var marktækur í öllum fjórum samanburðum: 1979 og 1994, 68%; 1979 og 2003, 59%; 1984 og 1994, 76%; 1984 og 2003, 69%. Munurinn á lágmarkunum 1979 og 1984 var einnig marktækur en ekki 1994 og 2003. Í aðdraganda allra lágmarksára voru marktæk jákvæð umskipti á stefnu ferilsins: 1978–1980 við fyrsta lágmarkið; 1983–1985 við annað lágmarkið; 1988–1989 og 1993–1995 við þriðja lágmarkið; og 1999 við fjórða lágmarkið.

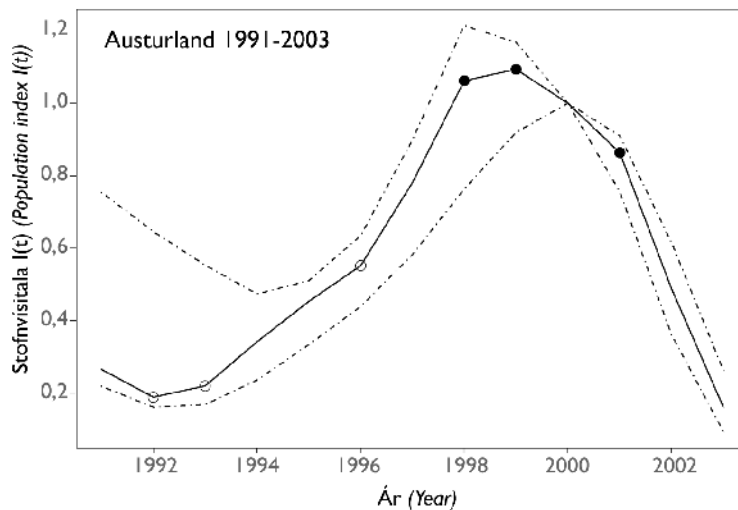


**9. mynd.** Stofnvísitala rjúpu á Norðvesturlandi 1977–2003 reiknuð með GAM-aðferðinni. Marktæk jákvæð umskipti eru sýnd með hringjum. Brotalínur sýna nálgðu 95% öryggismörk. – *Population index (GAM) for ptarmigan in north-west Iceland 1977–2003. Significant positive changes are shown with rings. The dashed lines indicate approximate 95% confidence intervals.*

Samanburður sýnir mun á Norðvestur-, Norðaustur- og Suðausturlandi á 8. og 9. áratugnum. Hins vegar voru svæðin á Norðausturlandi og Suðausturlandi í fasa á 7. áratugnum og öll svæðin meira og minna í fasa á þeim 10. en hámark var 1997 og 1998 og síðan stofnhrun. Sama var að gerast á Suður- og Suðvesturlandi og á Austurlandi á 10. áratugnum, það er hámark 1996–1999 og síðan fall í lágmark 2003 (10. og 11. mynd). Á Suðvesturlandi var rjúpnastofninn að auki í hámarki 1986–1987 (10. mynd). Myndin fyrir Suður- og Suðvesturland byggir á 6 svæðum, fjórum talningareitum (Heiðmörk-b, Úlfarsfell, Ölfusvatn og Hrafnagjá) og tveimur vegsniðum (Suðvesturland, Suðurland). Tímaferillinn hefur 7 frítölur og líkanið því samtals 13 frítölur. Myndin fyrir Austurland byggir á þremur svæðum, tveimur talningareitum (Hrafnabjörg og Rangá) og vegsniðinu Úthéraði. Tímaferillinn hefur 7 frítölur og líkanið því samtals 10 frítölur.



**10. mynd.** Stofnvísitala rjúpu á Suður- og Suðvesturlandi 1982–2003 reiknuð með GAM-aðferðinni. Marktæk jákvæð umskipti eru sýnd með hringjum. Brotalínur sýna nálgðuð 95% öryggismörk. – *Population index (GAM) for ptarmigan in south and south-west Iceland 1982–2003. Significant positive changes are shown with rings. The dashed lines indicate approximate 95% confidence intervals.*



**11. mynd.** Stofnvísitala rjúpu á Austurlandi 1991–2003 reiknuð með GAM-aðferðinni. Marktæk jákvæð umskipti eru sýnd með hringjum og marktæk neikvæð umskipti með fylltum hringjum. Brotalínur sýna nálgðuð 95% öryggismörk. – *Population index (GAM) for ptarmigan in east Iceland 1991–2003. Significant positive changes are shown with rings and significant negative changes with dots. The dashed lines indicate approximate 95% confidence intervals.*

### Aldurshlutföll síðsumars

Gögn eru til um aldurshlutföll í rjúpnastofninum síðsumars frá fjórum svæðum (3. tafla). Hér er til skoðunar það sem best hefur við gagnasafnið frá 1998 á Norðausturlandi og Suðvesturlandi og uppfærsla á eldri gögnum frá þessum sömu landshlutum. Um önnur svæði er vísað í vöktunarskýrslu frá 1999 (Ólafur K. Nielsen 1999b).

Fyrst verður fjallað um hversu stór hluti rjúpkvenfugla er með unga síðsumars, hvernig þetta hlutfall breytist á milli ára og hvort tíðarfar vor og sumar ráði þar einhverju um. Síðan er fjallað á svipaðan máta um afkomu unganna, það er hversu stór hluti rjúpnastofnsins síðsumars eru ungar frá sumrinu, hvernig þetta hlutfall breytist á milli ára, áhrif tíðarfars yfir sumarið á þennan þátt og einnig tengsl varpafkomu og stofnstærðar.

**3. tafla.** Tiltæk gögn frá Íslandi um aldurshlutföll rjúpna síðsumars, haust og vor. – *Available data on age ratios of the Icelandic ptarmigan population in late summer, fall and spring.*

Staður <i>Site</i>	Landshluti <i>Area</i>	Árabil <i>Period</i>	Ár <i>Years</i>	Heimild <i>Source</i>
Aldurshlutföll síðsumars – <i>Late summer</i>				
Hrísey	Norðurland	1964–1976	13	ÓKN 1999b
Þingeyjarsýslur	Norðausturland	1981–2003	23	ÓKN 1999b, hér – <i>This study</i>
Dagverðarnes	Vesturland	1995–1996	2	ÓKN 1999b
Úlfarsfell	Suðvesturland	1995–2003	9	ÓKN 1999b, hér – <i>This study</i>
Aldurshlutföll á veiðitíma – <i>Hunting season</i>				
	Allt landið	1964–2002	32	ÓKN 1999b, hér – <i>This study</i>
Aldurshlutföll að vori – <i>Spring</i>				
Hrísey	Norðurland	1964–1976	13	ÓKN 1999b
Þingeyjarsýslur	Norðausturland	1981–2003	23	ÓKN 1999b, hér – <i>This study</i>

### *Kvenfuglar með unga*

Samandregið fyrir öll árin var hlutfall rjúpkvenfugla með unga, það er ungamæðra, 94% síðsumars á Suðvesturlandi og 95% á Norðausturlandi (4. tafla). Ekki var munur á þessum hlutföllum á milli svæða ( $kikvaðrat = 0,306$ ,  $frítölur = 1$ ,  $P = 0,58$ ). Ekki var heldur um að ræða neina marktæka fylgni þessara hlutfalla á milli landshluta ( $r_7 = -0,348$ ,  $P = 0,359$ ).

Breytileikastuðull fyrir hlutfall ungamæðra var 8% í Þingeyjarsýslum og 11% á Suðvesturlandi. Ekki var marktækur munur á þessum stuðlum á milli svæða og því ekki munur í breytileika á milli landshluta ( $t_{30} = 1,02$ ,  $P = 0,32$ ).

Skóðað var með fjölþáttaaðhvarfsgreiningu hvort tíðarfar, það er meðalhiti, úrkoma og meðalvindhraði í maí og júní og samspil þessara þátta, hefði áhrif á hlutfall ungamæðra á Norðausturlandi. Marktækt samband var við veðurfarsþætti fyrir júní; því vindasamara þeim mun lægra hlutfall ungamæðra. Jafnan sem skýrir 32% af breytileika þessa hlutfalls á milli ára er:

**4. tafla.** Hlutfall rjúpkvenfugla með unga og sýnastærð ( $n$ ) á Norðausturlandi 1981–2003 og Suðvesturlandi 1995–2003. Aðeins eru teknar með athuganir þar sem leitað var gagnert að rjúpum og allir fuglar skráðir. – *The proportion of ptarmigan hens observed with chicks in north-east Iceland 1981–2003 and south-west Iceland 1995–2003. Only observations where all ptarmigans (with or without chicks) were registered were used.*

Ár <i>Year</i>	Norðausturland		Suðvesturland	
	Kvenfuglar með unga (%) <i>Hens with chicks (%)</i>	$n$	Kvenfuglar með unga (%) <i>Hens with chicks (%)</i>	$n$
1981	100	5	...	...
1982	100	18	...	...
1983	100	34	...	...
1984	95	57	...	...
1985	95	83	...	...
1988	79	24	...	...
1989	100	3	...	...
1990	92	38	...	...
1991	95	20	...	...
1992	71	7	...	...
1993	100	5	...	...
1994	94	77	...	...
1995	90	51	100	34
1996	95	82	91	57
1997	93	67	97	31
1998	97	67	75	12
1999	100	72	95	22
2000	98	41	100	23
2001	100	22	77	13
2002	94	32	100	8
2003	97	37	96	50
Samtals – <i>Total</i>	95	842	94	250

Ath: gögn vantar fyrir 1986 og 1987. – *Data for 1986 and 1987 are missing.*

$$\text{ARPHS} = 103,859 - 6,478 \times \text{F\_JUN}$$

þar sem ARPHS er arcsin-umbreytt hlutfall ungamæðra og F\_JUN er meðalvindhraði í júní.

### Varpafkoma

Hlutfall unga í rjúpnastofninum síðsumars var notað sem kvarði á árangur eða afkomu rjúpnarvarps viðkomandi ár. Þetta hlutfall var að jafnaði hátt bæði í Þingeyjarsýslum (5. tafla) og á Suðvesturlandi (6. tafla). Meðaltal eftir árum var 80% ungar í Þingeyjarsýslum og 77% á Suðvesturlandi. Hlutfallið var nokkuð stöðugt á milli ára. Breytileikastuðull hlutfallsins var 3% í Þingeyjarsýslum og 6% á Suðvesturlandi. Ekki var marktækur munur á þessum stuðlum og því ekki munur á breytileika varpárangurs á milli landshluta ( $t_{30} = 1,885$ ,  $P = 0,07$ ).

**5. tafla.** Fjölskyldustærð rjúpu og hlutfall unga á Norðausturlandi í byrjun ágúst 1981–2003. – *Brood size and age ratios for ptarmigan in north-east Iceland in early August 1981–2003.*

Ár <i>Year</i>	Ungar/kvenfugl <i>Young/hen</i>	Kvenfuglar <i>Hens</i>	% ungar <i>% young</i>	±95% öryggismörk ±95% confidence limits
1981	8,4	8	81	12,0
1982	8,5	20	81	7,5
1983	8,6	43	81	5,1
1984	8,1	87	80	3,7
1985	7,8	94	80	3,7
1986	8,6	29	81	6,2
1987	8,5	19	81	7,7
1988	6,6	44	77	6,0
1989	9,6	25	83	6,2
1990	6,5	60	77	5,2
1991	9,0	24	82	6,6
1992	4,6	25	70	9,9
1993	5,9	8	75	15,2
1994	8,4	88	81	3,6
1995	7,3	89	78	4,0
1996	8,5	100	81	3,4
1997	8,6	69	81	4,0
1998	8,2	75	80	4,0
1999	8,5	80	81	3,8
2000	8,1	49	80	4,9
2001	8,0	27	80	6,8
2002	7,6	42	79	5,6
2003	9,6	42	83	4,7
Samtals <i>Total</i>	8,1	1141	80	1,0

Ath: Við útreikning á fjölda unga á kvenfugl er tekið tillit til allra kvenfugla, líka ungalausra. Hlutfall unga er reiknað út frá fjölda fullorðinna kvenfugla og miðað við að kynjahlutföll unga séu jöfn. – *Number of young per hen does include all hens, also hens without young. Age ratio is calculated for hens assuming equal sex ratio among young.*



Lökustu árin varðandi afkomu unga voru 1992 (70%) og 1993 (75%) í Þingeyjarsýslum og 1998 (75%) og 2002 (72%) á Suðvesturlandi. Önnur ár var þetta hlutfall rétt um eða undir 80%. Þessi munur á milli ára var ekki marktækur, hvorki í Þingeyjarsýslum (*kíkvaðrat* = 8,110, *fritölur* 22,  $P = 0,997$ ) né á Suðvesturlandi (*kíkvaðrat* = 7,237, *fritölur* = 8,  $P = 0,511$ ).

Engin tengsl voru á milli hlutfalls kvenfugla með unga og meðalstærðar unghópa (ungar á ungamóður), hvorki fyrir Þingeyjarsýslur ( $r_{19} = 0,309$ ,  $P = 0,173$ ) né Suðvesturland ( $r_7 = 0,1736$ ,  $P = 0,655$ ). Þannig að unghópar voru að jafnaði ekki minni þegar hlutfall ungalausra kvenfugla var hátt. Það eru þessir tveir stofnþættir sem í sameiningu ráða aldurshlutföllum síðsumars. Fjölpáttaðhvarfsgreining var notuð til að kanna áhrif þessara tveggja þátta á aldurshlutföll, annars vegar fyrir Suðvesturland og hins vegar fyrir Þingeyjarsýslur. Í báðum tilvikum vó meðalstærð unghópa þyngra en hlutfall kvenfugla með unga. Aðhvarfsjöfnurnar sem lýsa þessu sambandi eru fyrir Þingeyjarsýslur (a) og Suðvesturland (b):

$$(a) \text{ ARPJS} = 41,216 + 1,739 \times \text{UNG\_HEN} + 0,09278 \times \text{ARPHS}$$

$$(b) \text{ ARPJS} = 37,091 + 1,933 \times \text{UNG\_HEN} + 0,1348 \times \text{ARPHS}$$

þar sem ARPJS eru arcsin-umbreytt hlutföll unga síðsumars, UNG\_HEN er meðalfjöldi unga á ungamóður og ARPHS er hlutfall kvenfugla með unga arcsin-umbreytt.

**6. tafla.** Fjölskyldustærð rjúpu og hlutfall unga í nágrenni Reykjavíkur 1995–2003. – *Brood size and age ratios for ptarmigan at Reykjavík, south-west Iceland 1995–2003.*

Ár <i>Year</i>	Ungar/kvenfugl <i>Young/hen</i>	Kvenfuglar <i>Hens</i>	% ungar <i>% young</i>	±95% öryggismörk ±95% confidence limits
1995	8,4	34	81	6
1996	8,2	57	80	5
1997	7,5	31	79	7
1998	6,1	12	75	12
1999	7,6	22	79	8
2000	6,6	23	77	8
2001	4,2	13	68	14
2002	5,3	8	72	16
2003	7,7	50	79	5
Samtals <i>Total</i>	7,4	250	79	2

Ath: Hlutfall unga er reiknað út frá fjölda fullorðinna kvenfugla og miðað við að kynjahlutföll unga séu jöfn. – *Age ratio is calculated for hens assuming equal sex ratio among young.*

Tíðarfar virtist skipta miklu máli fyrir varpafkomu. Kannað var með fjölbreytuaðhvarfsgreiningu hvernig meðalhiti, meðalvindhraði og úrkoma tekið

saman fyrir júní og júlí, og samspil þessara þátta, höfðu áhrif á hlutfall rjúpuunga síðsumars á Norðausturlandi 1981–2003. Tengslin voru mjög marktæk ( $P \ll 0,001$ ) og greiningin skýrði um 74% af breytileika í aldurshlutföllum á milli ára. Þær skýribreytur sem stóðu eftir sem marktækar í jöfnunni voru úrkoma, meðalvindhraði og samspil þessara tveggja veðurfarsþátta. Athygli vekur að hitastig hafði ekki marktæk áhrif. Samkvæmt þessari jöfnu vegnaði rjúpum illa ef vindasamt var eða úrkomusamt og ef þetta tvennt fór saman þá mögnuðust áhrifin. Jafnan sem lýsir sambandi veðurfarsþátta og aldurshlutfalla er:

$$\text{ARPJS} = 39,027 + 0,3727 \times U\_JJU + 6,459 \times F\_JJU - 0,09674 \times U\_JJU \times F\_JJU$$

þar sem ARPJS eru arcsin-umbreytt hlutföll unga í stofni síðsumars,  $U\_JJU$  er úrkoma í júní og júlí og  $F\_JJU$  er meðalvindhraði fyrir júní og júlí.

Auk þess var skoðað með aðhvarfsgreiningu hvort tengsl væru á milli þéttleika og varpafkomu sama ár, það er hvort rjúpnafjöldi að vori hefði einhver áhrif á það hvernig varpið gekk fyrir sig. Engin slík tengsl fundust fyrir gögn frá Norðausturlandi 1981–2003 ( $F_{1,21} = 0,822$ ,  $P = 0,375$ ) og varpafkoman virðist samkvæmt því ekki vera þéttleikaháð.

### Aldurshlutföll að hausti

Aldurshlutföll rjúpna hafa verið metin í afla frá 1964 (3. tafla). Þessi sýni spanna alla landshluta og samtals hafa 91.593 fuglar verið aldursgreindir. Hér eru til skoðunar gögn frá og með 1998 auk þess sem einnig eru birtar uppfærðar tölur frá síðustu skýrslu (Ólafur K. Nielsen 1999b) fyrir árin 1996 og 1997.

**7. tafla.** Aldurshlutföll rjúpna á Íslandi á veiðitíma 1996–2002. – *Age ratio of ptarmigan in Iceland during the open season, October–December 1996–2002.*

Ár Year	Ungir karrar (%) Juv. Cocks (%)	<i>n</i>	Ungir kvenfuglar (%) Juv. hens (%)	<i>n</i>	Ungir fuglar (%) Juv. birds (%)	<i>n</i>
1996	84	1095	81	928	80	6696
1997	78	731	68	556	77	4251
1998	67	251	68	168	78	2544
1999	70	176	65	272	70	2946
2000	71	422	72	392	74	2171
2001	62	39	66	32	72	1318
2002	(71)	7	(100)	2	71	2135

Samtals voru aldursgreindir rétt rúmlega 11.000 fuglar frá veiðimönnum á árunum 1998–2002 (7. tafla). Hlutfall ungfugla í veiðistofninum var 78% 1998 og fór síðan lækkandi og var 71% árið 2002.

### Aldurshlutföll að vori

Aldurshlutföll í varpstofni hafa verið metin á tveimur svæðum, það er í Hrísey og í Þingeyjarsýslum (3. tafla). Hér eru til umfjöllunar gögn úr Þingeyjarsýslum frá 1998. Samtals voru aldursgreindir 757 fuglar í Þingeyjarsýslum 1998–2003 (8. tafla). Hlutfall ungfugla í varpstofninum var á niðurleið 1998 og náði lágmarki vorið 2000, síðan hefur hlutfallið hækkað ( $kíkvaðrat = 17,582$ ,  $fritölur = 5$ ,  $P = 0,004$ ). Vorið 2001 var mjög óvanalegt en hlutfall ungfugla þá var það hæsta sem nokkurn tíma hefur mælst og er úr fasa við það sem kemur á undan og eftir, enda sýnastærð lítil.

**8. tafla.** Aldurshlutföll rjúpna að vori á Norðausturlandi 1998–2003. – *Age ratio of ptarmigan in spring in north-east Iceland 1998–2003.*

Ár	Ársgamlir karrar (%)	<i>n</i>	Ársgamlir kvenfuglar (%)	<i>n</i>	Ársgamlir fuglar (%)	<i>n</i>
<i>Year</i>	<i>Yearling cocks (%)</i>		<i>Yearling hens (%)</i>		<i>Yearlings (%)</i>	
1998	67	156	75	12	68	235
1999	47	124	76	45	56	196
2000	42	64	69	29	52	151
2001	(86)	7	(100)	7	79	43
2002	60	10	(83)	6	60	35
2003	50	26	53	17	61	97
Samtals <i>Total</i>	56	387	72	116	61	757

### Aldurshlutföll, breytileiki og tengsl við stofnbreytingar

Hér verður fjallað um mun á breytileika aldurshlutfalla frá sumri, hausti og vori, spurt er hvort hann sé marktækur. Síðan er kannað hvort fylgni sé á milli breytinga á aldurshlutföllum milli ára, það er hvort hlutföllin frá sumri og hausti breytist í takt og á milli ára, og síðan hvort aldurshlutföll sýni tengsl við stofnbreytingar. Þessi samanburður byggist allur á gögnum úr Þingeyjarsýslum 1981–2003.

Breytileiki aldurshlutfalla var minnstur á milli ára á sumrin,  $V = 2,8\%$ , meiri á haustin,  $V = 8,6\%$ , og mestur á vorin,  $V = 14,4\%$ . Það var marktækur munur á öllum þessum gildum; fyrir sumar og haust var  $t_{37} = 3,49$  og  $P = 0,001$ ; fyrir haust og vor var  $t_{37} = 2,12$  og  $P = 0,04$ . Samkvæmt þessari mynd eru hlutföllin síðsumars tiltölulega stöðug á milli ára, síðan raskast þau fullorðnum fuglum í hag en mismikið eftir árum.

Marktæk fylgni var í breytingum á aldurshlutföllum sumar og haust á milli ára ( $r_{14} = 0,540$ ,  $P = 0,031$ ), en ekki frá sumri fram á næsta vor ( $r_{20} = 0,115$ ,  $P = 0,612$ ) eða frá hausti fram á næsta vor ( $r_{14} = 0,484$ ,  $P = 0,058$ ). Það sem ræður

marktækni milli aldurshlutfalla síðsumars og að hausti er eitt ár, 1992, þegar hlutfall ungfugla bæði síðsumars og um haustið var mjög lágt, ef þessu ári er sleppt hverfur marktæknin ( $r_{13} = 0,081$ ,  $P = 0,776$ ).

Fjölþáttaaðhvarfsgreining var gerð á hlutfalli ungfugla síðsumars, að hausti og að vori og stofnbreytingum. Aldurshlutföllin voru skýribreyturnar. Marktæk tengsl fundust og tveimur breytum, hlutfalli ungfugla að hausti og að vori, var haldið eftir í líkaninu ( $F_{2,13} = 6,773$ ,  $R^2 = 0,510$ ,  $P < 0,01$ ). Jafnan sem lýsir þessum tengslum er:

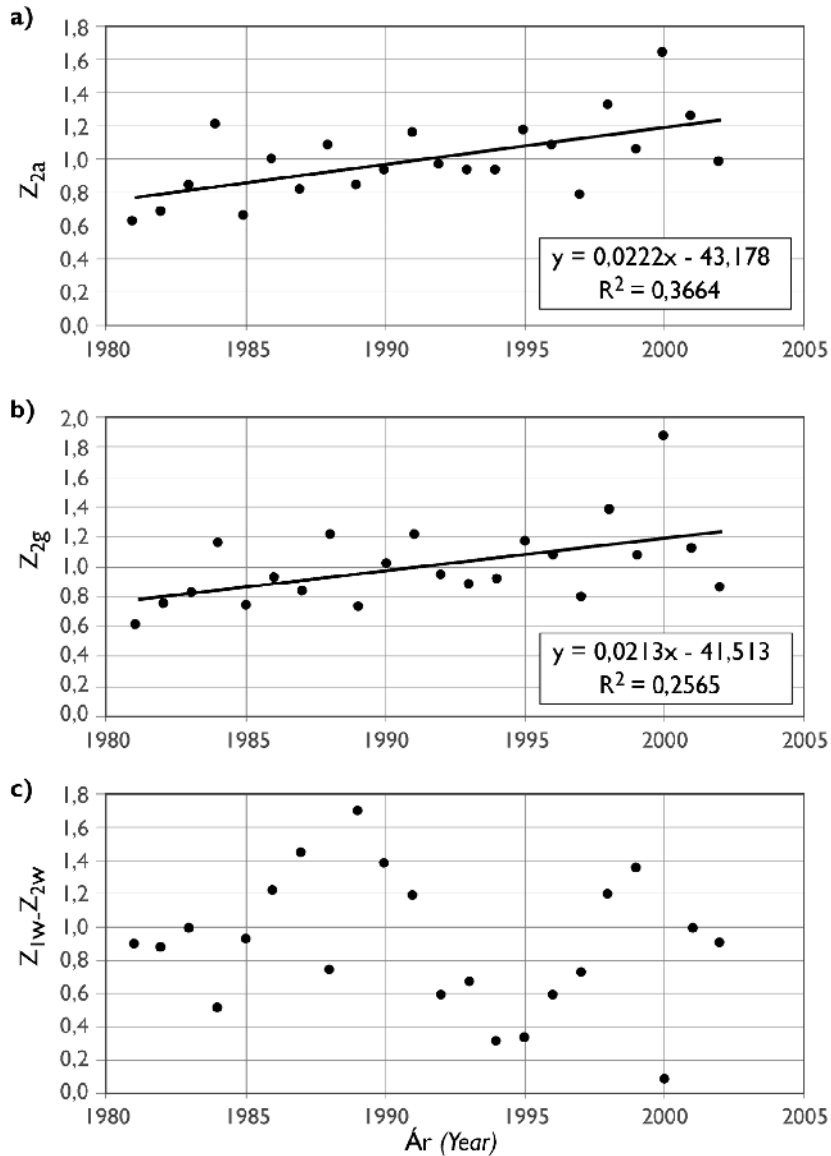
$$\text{POP\_CHA} = -1,0282 + 0,006447 \times \text{ARPJH} + 0,01141 \times \text{ARPJV}$$

þar sem POP\_CHA eru stofnbreytingar, ARPJH er hlutfall ungfugla að hausti og ARPJV er hlutfall ungfugla að vori, hvorutveggja arcsin-varpað. Hlutfall ungfugla að vori skiptir hér mun meira máli ( $F_{1,13} = 6,241$ ,  $P = 0,0267$ ) en hlutfall ungfugla að hausti ( $F_{1,13} = 1,339$ ,  $P = 0,268$ ).

### Breytingar á dánarstuðlum

Dánarstuðull fullorðinna fugla hefur farið vaxandi á rannsóknatímanum (9. tafla, 12. mynd a og b). Ef fundin er hefðbundin aðhvarfslína (enska *regression line*) fyrir  $Z_2^i = a + bt$ , þá fæst hallatalan  $b = 0,022$  (staðalskekkja = 0,0065) fyrir  $Z_{2a}$  og  $b = 0,021$  (staðalskekkja = 0,0081) fyrir  $Z_{2g}$ . Báðar þessar hallatölur eru marktækar miðað við venjulegar forsendur um óháða normalskekkju. Hins vegar eru þær forsendur hæpnar þar sem meðal annars er sjálffylgni í skekkjuliðunum. Ef hallatalan er metin með „réttara“ skekkjulíkani, þá fæst engu að síður svipuð hallatala, sem er marktækt frábrugðin núlli (sjá 10. viðauka).

Umframdánarstuðull ungfugla yfir veturinn hefur ekki vaxið líkt og dánarstuðull fullorðinna rjúpna (12. mynd c). Umframdánarstuðullinn sýnir sveiflur sem svipar mjög til þeirra stofnsveiflna sem talningagögnin sýna. Krossfylgnigreining sýnir að breyturnar eru í takt en hnikað þannig að afföllin eru mest 1–3 árum eftir rjúpnahámark. Nokkur ár skera sig úr ef horft er til aðlægra gagna í röðinni fyrir umframafföll ungfugla (12. mynd c). Þetta eru árin 1984–1985 (eða 1983–1984), 1988–1989 og 2000–2001. Öll þessi ár eiga það sameiginlegt að hlutfall árgamalla fugla í varpstofni er hátt og það ræður mestu um þennan mun. Hugsanlega endurspeglar þetta óvenjugóða afkomu ungfugla viðkomandi ár eða að hér ráði sá breytileiki sem búast má við að finna í löngum seríum þar sem sýnastærð er misstór.



**12. mynd.** Dánarstuðlar rjúpna á Norðausturlandi 1981–2003. (a) Dánarstuðull fullorðinna rjúpna ( $Z_{2a}$ ) frá vori til vors ár  $t$  reiknaður miðað við meðaltal karra á talningareitum. (b) Dánarstuðull fullorðinna rjúpna ( $Z_{2g}$ ) frá vori til vors ár  $t$  reiknaður miðað við faldmeðaltal karra á talningareitum. (c) Umframdánarstuðull rjúpna á fyrsta ári frá hausti til vors ár  $t$ . – *Mortality rates for ptarmigan in north-east Iceland 1981–2003. (a) Mortality rates for adult ptarmigan ( $Z_{2a}$ ) from spring to spring year  $t$  calculated based on arithmetic mean number of cocks on census plots. (b) Mortality rates for adult ptarmigan ( $Z_{2g}$ ) from spring to spring year  $t$  calculated based on geometric mean number of cocks on census plots. (c) Yearling mortality in excess of adult mortality from autumn to spring year  $t$ .*

Vegna þess hve breytingum í umframdánarstuðli svipar til stofnsveiflna er eðlilegt að tengja stuðulinn við stofn fyrri ára. Stikum því umframdánartíðnina  $Z'_{X,W}$  með því að gera ráð fyrir að hún sé háð vorstofni fyrri ára, það er:

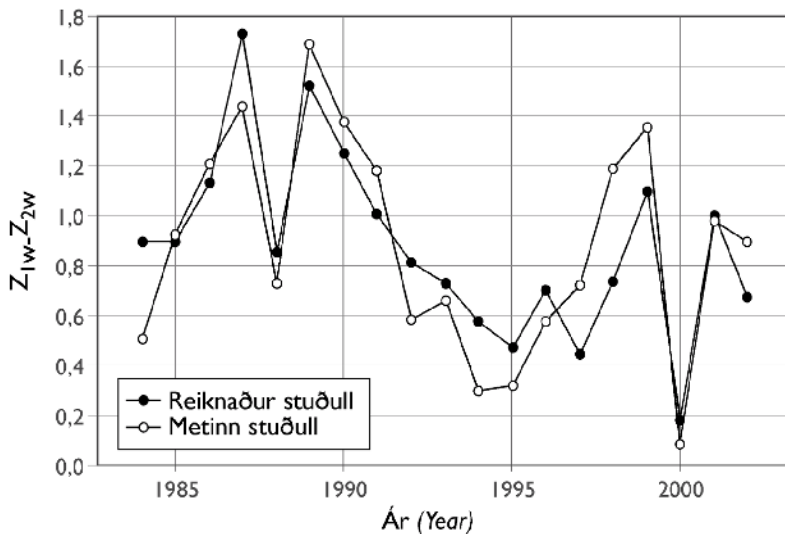
$$Z'_{X,W} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \beta_i N^{t-i}$$

og metum stuðlana. Greiningin sýnir þrjá marktæka stuðla (10. tafla).

Notum því líkanið

$$Z'_{X,W} = \beta_2 N^{t-2} + \beta_3 N^{t-3} + \beta_4 N^{t-4} \quad (8)$$

það er að dánarstuðullinn er háður vorstofninum fyrir einu, tveimur og þremur árum, en ekki stofni næsta vor á undan. Hægt er að bera saman metna stuðla og stuðla reiknaða samkvæmt líkingu (8; 13. mynd). Sá samanburður sýnir að ferlarnir falla vel saman, það er að reiknaði ferillinn hermír á trúverðugan máta eftir metna ferlinum.



**13. mynd.** Metnir og reiknaðir umframdánarstuðlar rjúpna á fyrsta ári, Norðausturland 1984–2003. – Estimated (circle) and calculated (dot) yearling ptarmigan mortality in excess of adult mortality, north-east Iceland 1984–2003.

**9. tafla.** Dánarstuðlar rjúpna á Norðausturlandi 1981–2003.  $Z_{2a}$  og  $Z_{2g}$  eru dánarstuðlar fullorðinna fugla frá vori til vors þar sem notuð er annars vegar samtala karra á öllum talningareitum og hins vegar faldmeðaltal reitanna.  $Z_{1,W} - Z_{2,W} = Z_{X,W}$  er umframdánarstuðull fugla á fyrsta ári frá síðsumri til vors. – *Mortality coefficients for ptarmigan in north-east Iceland 1981–2003.  $Z_{2a}$  and  $Z_{2g}$  are coefficients for adults from spring to spring calculated using either combined number of ptarmigan cocks on census plots or the geometric mean number.  $Z_{1,W} - Z_{2,W} = Z_{X,W}$  is the coefficient for juvenile mortality in excess of adult mortality from late summer to spring.*

Ár – Year	$Z_{2a}$	$Z_{2g}$	$Z_{1,W} - Z_{2,W}$
1981–1982	0,63	0,61	0,89
1982–1983	0,69	0,75	0,87
1983–1984	0,85	0,82	0,98
1984–1985	1,21	1,16	0,50
1985–1986	0,66	0,74	0,92
1986–1987	1,00	0,93	1,21
1987–1988	0,82	0,83	1,44
1988–1989	1,09	1,21	0,73
1989–1990	0,85	0,73	1,69
1990–1991	0,94	1,02	1,38
1991–1992	1,16	1,21	1,18
1992–1993	0,97	0,94	0,58
1993–1994	0,94	0,88	0,66
1994–1995	0,94	0,92	0,30
1995–1996	1,18	1,17	0,32
1996–1997	1,09	1,07	0,58
1997–1998	0,79	0,80	0,72
1998–1999	1,33	1,38	1,19
1999–2000	1,06	1,07	1,35
2000–2001	1,64	1,87	0,07
2001–2002	1,26	1,12	0,98
2002–2003	0,99	0,86	0,89

**10. tafla.** Niðurstaða úr fjölbáttaaðhvarfsgreiningu á umframdánarstuðlum og stofnstærð rjúpna á Norðausturlandi 1981–2003. Gildi marktæku stuðlanna  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  og  $\beta_4$  í jöfnu (8). – *Results of multivariable regression analysis on excess juvenile mortality rates and population numbers of ptarmigan in north-east Iceland 1981–2003. The values of the significant coefficients  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  and  $\beta_4$  in equation (8):*

	Stuðlar	s.e.	t	P
	<i>Coefficients</i>			
$\beta_4$	0,00746	0,00147	5,066	0,0001
$\beta_3$	-0,00874	0,00232	-3,760	0,0017
$\beta_2$	0,00727	0,00153	4,759	0,0002

$R^2 = 0,74$  og aðlagð  $R^2 - Adjusted R^2 = 0,64$

## UMRÆÐA

Í þessari ritgerð hefur verið fjallað um vöktun rjúpnastofnsins. Vöktunin felst í því að telja rjúpur einu sinni á ári og að meta aldurshlutföll í stofninum þrisvar sinnum á ári. Talningar á einstökum svæðum sýna verulegar stofnbreytingar á milli ára. Einnig að í heildina litið eru stofnbreytingar í takt á milli svæða en samsvörunin minnkar þó með aukinni fjarlægð á milli talningasvæðanna. Tölfræðilegur samanburður á rjúpnafjölda í einstökum árum fyrir 1980 er erfiður þar sem þá var talið á fáum svæðum. Samanburður á rjúpnafjölda eftir 1980 sýnir lægri topp á 10. áratugnum samanborið við þann 9. og eins krappari lægð í kjölfar seinni toppsins samanborið við fyrri toppinn. Á Norðausturlandi var munurinn á hámarksárunum marktækur en ekki á lágmarksárunum. Aldurssamsetning stofnsins er mjög breytileg; minnstur breytileiki er í aldurshlutföllum síðsumars, meiri í upphafi vetrar og mestur í varpstofni á vorin. Vöktunargögnin voru notuð til að meta dánarstuðla. Dánarstuðull fyrir fullorðnar rjúpur á Norðausturlandi frá 1981 sýnir að hann hefur farið vaxandi og þessi leitni er marktæk. Afföll ungfugla umfram afföll fullorðinna fugla sýna enga slíka leitni en breytast í takt við stofnstærð en hnikað.

Fyrst verður fjallað um dánartíðni rjúpna, síðan um stöðu rjúpnastofnsins og rök færð fyrir því að hafa rjúpuna á valista sem tegund í yfirvofandi hættu. Í lokin er fjallað um vöktunarkerfið, veikleika þess og hvernig megi bæta það. Einnig er fjallað um leiðir til að nálgast tölur um heildarstofnstærð rjúpunnar og fleira.

### Afföll rjúpna

Útreikningar á dánarstuðlum spanna heilt ár fyrir fullorðna fugla, frá vori til vors, og eru heildarafföll þeirra að gefnum ákveðnum forsendum. Það ræðst af gagnaöfluninni hvaða tímunktur er látinn marka upphaf rjúpnaársins og það er 20. apríl sem er sá tími þegar karrar koma úr vetrarhögum og helga sér óðul. Fyrsta árið í lífi rjúpunnar er því ekki nema tæplega 11 mánuðir samkvæmt þessari skilgreiningu og miðast þá við upphaf varptíma fyrsta eggs, það er frá 1. júní til 19. apríl næsta vor. Heildardánarstuðull fyrsta árs fugla er þó ekki þekktur nema að hluta til þar sem fyrsti snertiflöturinn við þennan aldurshóp er aldurshlutföll sem tekin eru síðsumars (1. ágúst). Þannig vantar fyrstu tvo mánuðina í æviskeiði unganna og fyrir tímabilið frá hausti til næsta vors getum við aðeins reiknað þau afföll sem ungfuglar verða fyrir og eru umfram afföll fullorðinna fugla. Til að fá heildarumframdánarstuðul ungfugla þarf að fylla upp í gatið frá varpi 1. júní fram til talninga 1. ágúst. Það má gera ef árlegur eggjafjöldi í hreiðri er þekktur og þá er gert ráð fyrir að allir kvenfuglar verpi. Þannig fengist umframdánarstuðull unga frá eggstigi til 1. ágúst og þar með yfir árið. Hins vegar er spurning hversu mikið gagn væri að þessu, það er að vita hversu há dánartíðni unga er umfram fullorðna fugla. Dánartíðni unga yfir sumarið virðist ekki vera nein lykilstærð nema að tíðnin sé á einhvern hátt háð stofnstærð og jafnvel þá ættu aldurshlutföll 1. ágúst að veita allar nauðsynlegar upplýsingar. Meira gagn væri að því að mæla dánartíðni fullorðinna fugla yfir



sumarið, því að þá fengist vetrardánartíðni fullorðinna fugla og þar með fyrsta árs fugla.

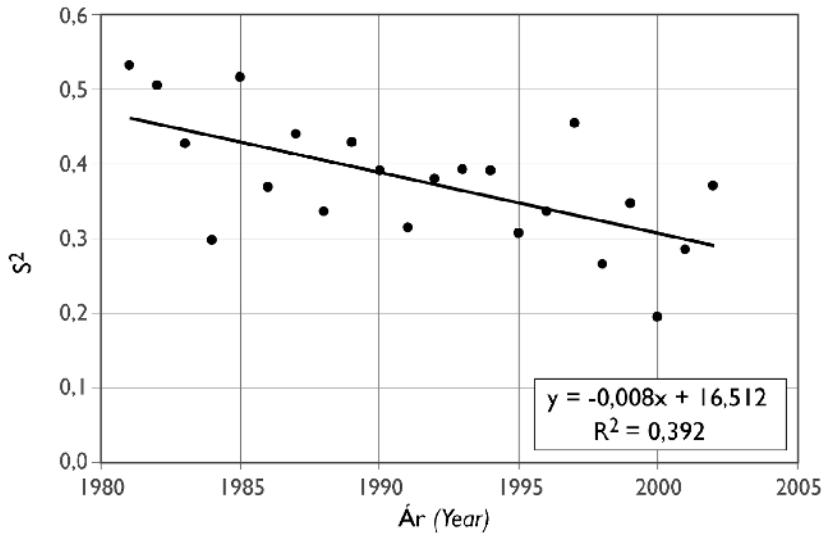
Hægt er að álykta með talsverðu öryggi að heildardánarstuðull fullorðinna rjúpna  $Z_2^t$  hafi farið vaxandi á árabílinu 1981–2003 á Norðausturlandi. Það var reyndar bent á þetta þegar árið 1999 (Ólafur K. Nielsen 1999b). Hliðstæð gögn eru til fyrir rjúpur í Hrísey 1963–1977 (Ólafur K. Nielsen 199b). Samkvæmt hefðbundinni aðhvarfsgreiningu var engin marktæk leitni í dánarstuðli fullorðinna Hríseyjarrjúpna á 7. og 8. áratug síðustu aldar. Hallatala aðhvarfs-línunnar er  $b = -0,028$  (staðalskekkja = 0,0421,  $P = 0,52$ ).

Hafa ber í huga að dánarstuðull fullorðinna rjúpna er einnig hluti af heildardánarstuðli ungfugla, stuðullinn  $Z_{X,W}^t$  er til viðbótar  $Z_2^t$  yfir veturinn (1. ágúst – 19. apríl). Ef við leggjum saman stuðlana fæst:

$$Z_2^t + Z_{X,W}^t = Z_{1w}^t + Z_{2s}^t$$

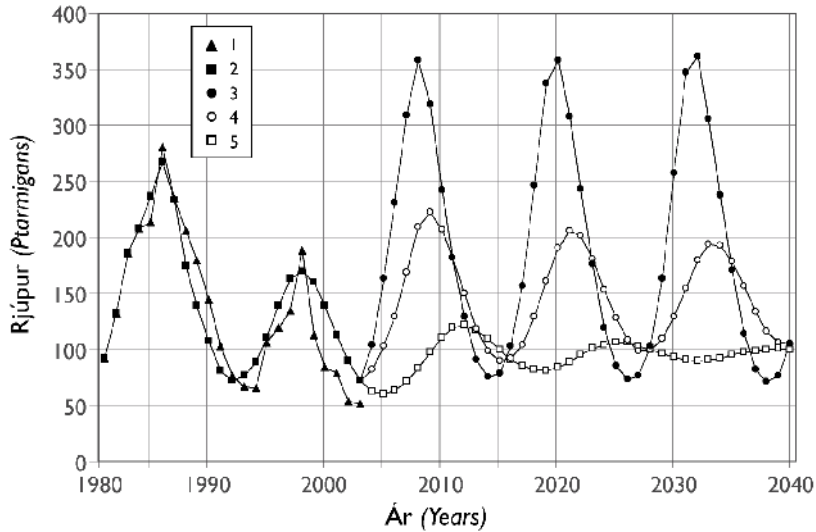
þar sem  $Z_{1w}^t$  er dánartíðni fyrsta árs fugla yfir veturinn og  $Z_{2s}^t$  er dánartíðni fullorðinna fugla yfir sumarið. Ef gert er ráð fyrir að  $Z_{2s}^t$  sé fasti (óbreytt á milli ára), þá er summan  $Z_2^t + Z_{X,W}^t$  heildardánarstuðull fyrsta árs fugla yfir veturinn að viðbættum óþekktum fasta. Þessi heildardánarstuðull myndi engu að síður sýna sömu sveiflur og leitni og lýst er hér að framan. Því má álykta að dánarstuðull beggja aldursflokka hafi aukist frá 1981. Áður hefur verið gerð  $k$ -þátta-greining á dánarstuðli ungra rjúpna að gefnum ákveðnum forsendum um frjósemi, klakárangur og afföll fram til 1. ágúst (Ólafur K. Nielsen 1999b). Þær niðurstöður, sem styðjast við sömu gögn frá Norðausturlandi, nema að þau ná til 1998, sýndu enga leitni í heildardánarstuðli fyrsta árs rjúpna.

Líta má á dánarstuðul á annan máta, það er með því að varpa honum yfir í lífslíkur. Lífslíkur, en það er það hlutfall rjúpna sem lifir af á milli ára, eru gefnar með  $S = e^{-Z}$  og í þeirri stærð felast því sömu upplýsingar og í dánarstuðli. Slík vörpun sýnir að hlutfall fullorðinna rjúpna sem lifir af á Norðausturlandi hefur fallið úr um það bil 50% í upphafi rannsóknatímans 1981 niður í um 30% síðustu ár þótt talsverðar sveiflur hafi átt sér stað (14. mynd).



**14. mynd.** Lífslíkur fullorðinna rjúpna frá vori til vors ár  $t$ , Norðausturland 1981–2003.  
– Survival rates of adult ptarmigan from spring to spring year  $t$ , north-east Iceland 1981–2003.

Hvers vegna hefur  $Z_2^t$  dánarstuðullinn vaxið og hvert stefnir rjúpnastofninn? Heildardánarstuðull er samsettur úr tveimur stuðlum,  $Z_2^t = M_2^t + F_2^t$ , þar sem fyrri stuðullinn ( $M$ ) er náttúrlegur dánarstuðull og sá síðari ( $F$ ) er veiðidánarstuðull. Þar sem heildardánarstuðullinn hefur farið vaxandi með tíma hafa  $M$  og/eða  $F$  vaxið. Ekki er unnt að greina hér á milli, hugsanlega eru þetta áhrif aukinnar veiðisóknar en einnig gætu aðrir þættir í umhverfi rjúpunnar átt hlut að máli, til dæmis fjölgun tófunnar frá 1980. Fyrirfram mætti búast við að náttúrlegir affallaþættir, líkt og afrán tófu, kæmu frekar niður á fuglum á fyrsta ári en fullorðnum fuglum, en svo er ekki að sjá.  $Z_2^t$  dánarstuðullinn, sem er sameiginlegur fullorðnum fuglum og fuglum á fyrsta ári, hefur vaxið en ekki  $Z_{X,W}^t$  sem á við fyrsta árs fugla eingöngu. Þetta segir að affallaþátturinn eða þættirnir sem eru að baki hnignunar rjúpnastofnsins séu ekki háðir aldri og reynslu fuglanna. Stofnlíkan hefur verið gert fyrir rjúpu og byggist á gögnum frá Norðausturlandi 1981–2003 (Jenný Brynjarsdóttir o.fl. 2003, óbirt gögn). Framreiknaður rjúpnastofn, miðað við afföll eins og þau voru 1981 og 1991, sýnir greinilega toppa með um tíu ára millibili og hærri toppa ef framreiknað er miðað við fyrra skeiðið en lágmarksárin eru svipuð í báðum dæmunum (15. mynd). Ef á hinn bóginn er framreiknað miðað við ástandið eins og það var árið 2002 þá hverfur sveiflan og fjöldinn helst lágur.



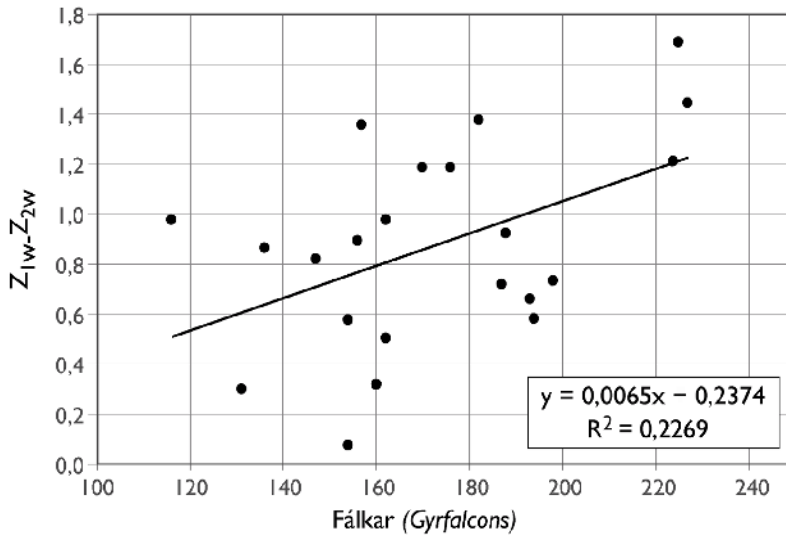
**15. mynd.** Rjúpukarrar á talningasvæðum á Norðausturlandi 1981–2003 (1). Reiknaður stofn 1981–2003 samkvæmt líkani (2). Framreiknaður rjúpnastofn fyrir árin 2003–2040 miðað við afföll eins og þau voru 1981 (3), 1991 (4) og 2002 (5). – *Total number of ptarmigan cocks on census plots in north-east Iceland 1981–2003 (1). Calculated number of cocks 1981–2003 according to population model (2). Simulated population changes 2003–2040 assuming same mortality rates as in 1981 (3), 1991 (4) and 2002 (5).*

Gerum ráð fyrir að veiðiálag sé jafnt á báða aldursflokka, það er  $F_1^t = F_2^t = F^t$ . Þá er:

$$Z'_{X,W} \equiv Z'_{1,W} - Z'_{2,W} = (M'_{1,W} + F_1^t) - (M'_{2,W} + F_2^t) = M'_{1,W} - M'_{2,W} \equiv M'_{X,W}$$

sem er náttúrleg dánartíðni ungfugla umfram eldri fugla yfir veturinn. Náttúrleg umframdánartíðni ungfugla sýnir því sveiflur sem svipar mjög til stofnsveiflna, nema að þær eru hliðraðar, það er hámarksdánartíðni er 1–3 árum eftir að stofninn er í hámarki. Þessi tengsl affalla fyrsta árs fugla og stofnstærðar sýna að það er þessi lýðfræðilegi þáttur sem ræður því að rjúpnastofninn sveiflast, ekki afföll fullorðinna fugla. Þetta er í samræmi við niðurstöður fyrri rannsókna (Ólafur K. Nielsen 1999b). Hvaða þættir gætu það verið í umhverfinu sem ráða því að 1–3 árum eftir að rjúpnastofninn er í hámarki eru afföll ungfugla í hámarki? Nokkrir mögulegir þættir hafa verið nefndir til sögunnar sem hugsanlegir drifkraftar til að knýja rjúpnasveifluna áfram, meðal annars rándýr, beitaráhrif og innrænar breytingar á rjúpunni sjálfri (Arnþór Garðarsson 1988). Eini þátturinn í þessu samspili sem hefur verið rannsakaður á Íslandi er hlutverk fálkans (Ólafur K. Nielsen 1999a). Ekkert samband er á milli heildardánartölu fullorðinna rjúpna og fjölda fálka. Hins vegar er marktækt samband á milli umframdánartíðni rjúpna á fyrsta ári og fálkafjölda að hausti (16. mynd).

Jafnframt hefur rjúpnastofninn jákvæð áhrif á fálkastofninn, en marktæk jákvæð fylgni er milli stærðar rjúpnastofnsins og fjölda fálka næstu 2–4 árin þar á eftir (Jenný Brynjarsdóttir o. fl. 2003). Því er mögulegt að tengsl  $M_{X,W}$  við stofn fyrri ára séu vegna fjölda fálka, það er stór rjúpnastofn leiðir til mikils fjölda fálka næstu 2–4 árin og þar með til hárrar dánartíðni ungfugla.



**16. mynd.** Tengsl fjölda fálka síðsumars og umframaffalla fyrsta árs rjúpna, Norð-austurland 1981–2003 – *The relation between gyrfalcon numbers in late summer and yearling ptarmigan mortality in excess of adult mortality, north-east Iceland 1981–2003.*

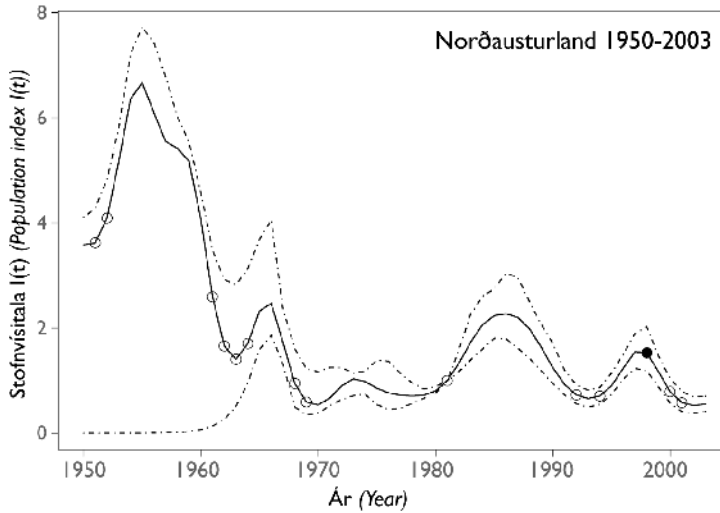
### Ástand rjúpnastofnsins

Talningar sem spanna tímabilið fyrir 1963 eru mjög takmarkaðar að vöxtum. Eini vitnisburðurinn er hausttalningar Sigurfinns Jónssonar á rjúpum í Skaga-firði og karratalningar Héðins Ólafssonar á Fjöllum. Þessar talningar sýna að síðustu stóru rjúpnaárin voru 1945 og 1955 (5. og 7. viðauki). Þetta er í góðu samræmi við það sem bæði bændur og rjúpnaveiðimenn, sem muna þessa tíð, hafa sagt. Einnig má minna á rjúpnaveiðina í þessu samhengi. Miklu meira veiddist af rjúpu sum ár á fyrrihluta síðustu aldar en eftir 1995 er skylduskil á veiðiskýrslum voru tekin upp. Mesti útflutningurinn var 1924 og 1927, um 250.000 fuglar hvort ár (Finnur Guðmundsson 1951). Þetta er mikið samanborið við 165.000 fugla árið 1997 sem er mesta rjúpnaveiði frá 1995 (Umhverfisstofnun, sjá slóðina <http://www.ust.is/Veidistjornun/Almennt/Veiditolur/>).

Hversu miklu meira var af rjúpu í þessum hámarksárum fyrir 1960 en nú þekkest? Samkvæmt karratalningum Héðins var rjúpnahámarkið 1955 2,2× stærra en hámarkið 1966, en 1,7× stærra samkvæmt talningum Sigurfinns, ef við

miðum við vegið meðaltal fyrir þau þrjú svæði sem við höfum tölur yfir frá 1963 til dagsins í dag, Hrísey, Kvísker og Birningsstaði. Við vegum þau þannig að rjúpnafjöldi árið 1966 er settur sem 1, og gefum okkur að munurinn á þessum svæðum 1955 og 1966 hafi verið sá sami og meðaltalið fyrir Fjöll og Skagafjörð (1,95×), þá má á grófan hátt tengja þessar gagnarunur. Samkvæmt þessum forsendum, og borið saman við hámarksárið 1955, þá var vísitalan í hámarki 1966 0,51 (49% færri fuglar), 0,46 í hámarki um miðjan 9. áratuginn (54% færri) og 0,31 í hámarkinu sem varð um miðjan 10. áratuginn (69% færri). Hægt er að nota GAM-aðferðafræðina til að reikna stofnvísitölu fyrir Norð-austurland frá 1950 til dagsins í dag (17. mynd). Gögn frá sömu svæðum og í 7. mynd eru notuð og þau eru samtals 13. Tímaferillinn á myndinni hefur 20 frítölur og frígráðufjöldi líkans er því samtals 33. Myndin sem fæst er aðeins ýktari en þau hlutföll sem fengin eru hér að framan sýna og munurinn á hámarksárunum 1955 og 1966 er til dæmis 2,5× samkvæmt GAM-vísitölunni. Viðmiðunartölur fyrir tímabilið 1950–1963 eru aðeins frá Fjöllum, en ekki líka frá Skagafirði eins og hér að ofan, sem skýrir þennan mismun að hluta til. Þessi samanburður sýnir að umskipti verða eftir 1955 og aldrei síðan hefur rjúpnastofninn náð viðlíka flugi og virðist hafa verið á fyrri hluta 20. aldar (Finnur Guðmundsson 1960).

Þau gögn sem hér eru notuð til að tengja nútímann við hin miklu rjúpnahámörk á síðustu öld eru vissulega takmörkuð og hugsanlega bjöguð en eru einu tölulegu upplýsingarnar sem hægt er að nota í þessu skyni. Talningar Sigurfinns í Tindastóli 1944–2002 eru ekki af sama toga og aðrar talningar þar sem hann taldi á haustin en ekki á vorin. Hins vegar er ekkert sem bendir til að hausttalningarnar gefi aðra mynd af stofnbreytingum en vortalningar (Ólafur K. Nielsen 2002b). Þannig er marktækt línulegt samband á milli karrafjölda sem Sigurfinnur telur að vori í vegtalningum í Hegranesi og á Skaga og meðalfjölda sem hann sér á dag á veiðislóð næsta haust. Enn fremur breytast tölurnar í réttum hlutföllum þannig að ef karrafjöldinn að vori tvöfaldast þá tvöfaldast fjöldinn sem hann sér að hausti. Talningar Héðins voru gerðar af hlaðinu á Fjöllum. Á talningatímanum 1950–1990 var mikið land næst bænum brotið til ræktunar (sjá 6. viðauka bls. 97). Þar sem nú er tún var áður graslendi. Hins vegar hafa óðul karranna mestmegnis verið í hlíðinni vestan bæjar og í hrauninu austan við bæinn, þetta land var allt ósnortið á talningatímanum.



**17. mynd.** Stofnvisitala rjúpu á Norðausturlandi 1950–2003 reiknuð með GAM-aðferðinni. Marktæk jákvæð umskipti eru sýnd með hringjum og marktæk neikvæð umskipti með fylltum hringjum. Brotalínur sýna nálgun 95% öryggismörk. – *Population index (GAM) for ptarmigan in north-east Iceland 1950–2003. Significant positive changes are shown with rings and significant negative changes with dots. The dashed lines indicate approximate 95% confidence intervals.*

Stofnvisitölur fyrir Norðausturland, en um það svæði höfum við bestar upplýsingar, benda eindregið til þess að veruleg fækkun hafi orðið á rjúpum þar frá 1981 (17. mynd). Tímaraðagreining með ARX-líkani (enska *Auto-Regressive with external factors*) rennir frekari stöðum undir þá ályktun (Jenný Brynjarsdóttir o.fl. 2003), en þar kemur fram marktæk neikvæð leitni. Þeir lýðfræðilegu þættir sem skipta hér mestu máli eru minnkandi lífslíkur fullorðinna fugla og sennilega líka fugla á fyrsta ári (12. mynd og bls. 52). Kerfisbundnar breytingar á lífslíkum fyrsta árs fugla hafa ráðið því að stofninn rís og hnígur þrátt fyrir leitni niður á við til lengri tíma lítið. Framreiknaður rjúpnafjöldi samkvæmt stofnlíkani, þar sem miðað er við ástandið eins og það var árið 2002, sýnir að stofnsveiflurnar sléttast út og stofninn helst í lágmarki (15. mynd).

### Rjúpan á valista

Válistar, en svo nefnast opinberir listar um tegundir sem eiga undir högg að sækja, hafa komið út fyrir tvo flokka lífvera á Íslandi, plöntur og fugla (Náttúrufræðistofnun Íslands 1996, 2000). Válistar eru hugsaðir stjórnvöldum til leiðbeiningar í tengslum við vernd náttúrunnar, þeir svara spurningum líkt og: Hvaða tegundir þarfnast verndar og hvað ógnar þeim? Staðlar og leiðbeiningar við gerð válista eru gefnar út af Alþjóða náttúruverndarsamtökunum (enska *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*, skammstafað IUCN). Nýjasta útgáfa þessara staðla og sú sem hér var höfð til hliðsjónar er frá 2001 (IUCN 2001).

Þegar hlutskipti rjúpunnar er skoðað er brýnt að hafa tvo þætti í huga, annars vegar stofnsveiflurnar og langtímastofnbreytingar og hins vegar stöðu rjúpunnar í fæðuvefnum.

Stofnsveifla rjúpunnar er náttúrulegt fyrirbæri og hefur verið við lýði svo lengi sem heimildir ná (Finnur Guðmundsson 1951, Ólafur K. Nielsen og Gunnlaugur Pétursson 1995). Sveiflutíminn er um 10 ár en það er sá tími sem það tekur stofninn að vaxa í hámark og falla aftur. Það liggur í hlutarins eðli að til að geta sagt nokkuð fyrir um hvert stofninn er að þróast þurfum við gögn sem spanna að minnsta kosti tvær sveiflur. Við höfum ágæt talningagögn fyrir rjúpur á Norðausturlandi og raunar samfelld frá 1981. Tímaraðalíkon byggð á þessum gögnum gefa eins og að framan greinir marktæka neikvæða leitni í stofnstærð sem nemur að meðaltali um 4% á ári eða um 33% á 10 árum (Jenný Brynjarsdóttir o.fl. 2003). Samkvæmt skilgreiningu IUCN frá 2001 á bls. 21 í lið A2, þá fullnægir þessi fækkun rjúpunnar ein og sér skilyrðum ( $\geq 30\%$  fækkun á síðustu 10 árum) til að rjúpan flokkist sem tegund „í yfirvofandi hættu“ (enska *vulnerable*). Það er mikilvægt í þessari umræðu að gera sér grein fyrir því að hér gildir varúðarreglan. Rjúpan skal njóta vafans sé óvissa um ástand stofnsins eða orsakasamhengi fækkunarinnar, en ekki öfugt.

Tveir aðrir hættuflokkar eru ofar en flokkurinn „í yfirvofandi hættu“, það er að efst er flokkurinn „í bráðri hættu“ (enska *critically endangered*) og svo flokkurinn „í hættu“ (enska *endangered*). Rjúpan fellur ekki undir þau skilyrði sem sett eru í þessum flokkum.

Frekari réttlætning þess að setja rjúpunna á valista er hlutskipti fálkans. Fálkinn er algjörlega háður rjúpunni og fálkar verpa hvergi hér í heimi nema þar sem rjúpur er að finna (Clum og Cade 1994, Cade o.fl. 1998). Tilvist lífvænlegs fálkastofns á Íslandi byggist á sterkum rjúpnastofni (Ólafur K. Nielsen 1999a). Fálkinn er á valista sem tegund „í yfirvofandi hættu“ og forsenda þess er lítill stofn (Náttúrufræðistofnun Íslands 2000). Fálkastofninn hefur verið vaktaður á Norðausturlandi frá 1981 og þar virðist stofninn sveiflast innan þeirra marka sem við getum skilgreint sem eðlileg, enda er rjúpan tiltölulega algeng þrátt fyrir að rjúpnastofninum hafi hnignað verulega (Ólafur K. Nielsen 1999a, óbirt gögn). Að meðaltali voru 64% fálkaóðala á Norðausturlandi í ábúð 1981–2003; hæst var hlutfallið 77% og minnst 48%. Aðra sögu er að segja af Vesturlandi. Þar var ábúð fálkaóðala metin 1986 og af 17 óðulum sem líka voru skoðuð árið 2003 voru 11 (65%) í ábúð á móti tveimur eða 12% sumarið 2003. Það sumar (2003) var einnig farið um Suðurland og þar voru tvö óðul í ábúð af 14 sem voru könnuð (14%). Þessi lága ábúðartíðni er ekki eðlilegt ástand miðað við Norðausturland og endurspeglar væntanlega þá rjúpnaördeyðu sem verið hefur síðustu ár í þessum landshlutum. Sú spurning vaknar í ljósi þessara niðurstaðna frá Vesturlandi og Suðurlandi, og með skírskotun til hnignunar rjúpnastofnsins, hvort ástæða sé til að færa fálkann úr því að vera flokkaður sem „í yfirvofandi

hættu“ í að vera tegund „í hættu“. Mjög líklegt má teljast að innviðir samfélags fálka á Íslandi muni breyta verði sú ördeyða sem einkennt hefur rjúpnástandið á Vesturlandi og Suðurlandi hin almenna regla á Íslandi og það mun gerast löngu áður en rjúpan hverfur af sviðinu.

### Umbætur á vöktun rjúpnastofnsins

Við vöktun rjúpunnar ber að hafa í huga að náttúrlegar sveiflur í stofninum, það er sveiflur sem taka langan tíma, gera vöktun mun erfiðari en ella. Því getur reynst torvelt að skilja á milli náttúrlegra stofnbreytinga og breytinga sem stafa til dæmis af of miklu veiðiálagi. Til að slíkt sé gerlegt þarf langar raðir mælinga. Aukin gagnasöfnun mun því ekki skila nothæfum viðbótarupplýsingum fyrr en eftir nokkurra ára söfnun gagna. Þau gögn sem Náttúrufræðistofnun notar við vöktun rjúpnastofnsins eru karratalningar á vorin og mælingar á aldurshlutföllum í stofninum þrisvar sinnum á ári. Önnur vöktunargögn sem skipta miklu máli eru skráningar veiðimanna á afla og sóknardögum en Umhverfisstofnun heldur utan um það gagnasafn.

Að svo stöddu teljum við ekki ástæðu til að bæta við nýjum vöktunarbáttum, en ef til slíks kemur þarf gildi þeirra að vera ótvírætt. Hér er lagt til að bæta þá vöktun sem þegar er í gangi með því að auka nákvæmni mælinga og að stækka úrtakið bæði við talningar sem og mælingar á aldurshlutföllum. Loks gefst nú tækifæri í tengslum við skotfríðun rjúpunnar 2003–2005 til að nota vöktunargögnin til að meta heildarstofnstærð rjúpunnar. Nánar um þessa þætti.

### *Sýnastærð og gæði aldurshlutfalla*

Athuga þarf hversu mikið vinnst með því að stækka sýni, bæði hvað varðar aldurshlutföll og eins talningasvæði. Fervik (enska *variance*) fyrir aldurshlutföllin eru  $p(1-p)/n$  þar sem  $p$  er hlutfallið og  $n$  er sýnastærð. Stærsta gildið sem þetta getur tekið er  $0,25/n$  og miðað við að  $n$  sé um 100, sem er nálægt meðalsýnastærð fyrir aldurshlutföll úr varpstofni rjúpunnar á Norðausturlandi, þá er  $Var(p) = 1/400$ , sem gefur staðalfrávik 1/20; 95% bil fyrir  $p$  er því  $p \pm 0,1$ . Staðalfrávik í mati á  $Z$ -dánarstuðlum er  $\approx 0,1$  eða 10% ef  $n = 100$  og  $p = 0,5$ . Ef sýnastærð er fjórfölduð þá helmingast staðalfrávik, til dæmis ef sýnastærð fer úr 100 í 400 þá fer staðfrávik i  $Z$  úr 0,1 í 0,05. Til viðbótar þessu koma fervik vegna óvissu við mat á stofnvísitölu.

Aldurshlutföll eru metin þrisvar sinnum á ári eins og fram hefur komið; um vor, síðsumars og á veiðitíma. Auðveldast er að afla gagna um aldurshlutföll á veiðitíma, mun erfiðara síðsumars og erfiðast er að fá gögn um aldurshlutföll í varpstofni. Þetta kemur síðan fram bæði í landfræðilegri dreifingu sýna og eins sýnastærð. Þannig spanna aldurshlutföll á veiðitíma alla landshluta og auðvelt er að aldursgreina þúsundir fugla. Aldurshlutföll síðsumars hafa verið metin í tveimur landshlutum og meðalsýnastærð hefur verið um 240 fuglar á ári. Aldurshlutföll á vorin hafa verið metin á einu svæði og sýnastærð verið að jafnaði um 100 fuglar á ári.



Aldurshlutföll á vorin eru lykilstærð, því að þau gefa ásamt stofnviðvitölu dánarstuðulinn. Miðað við það átak sem þarf til að fá nothæft sýni fyrir varpstofninn er vart raunhæft að ætla að þetta verði gert nema í einum landshluta en stærra sýni myndi auka nákvæmni við mat á dánarstuðli. Hingað til hefur sýna verið aflað með því að fanga fuglana í gildrur (mest karra) eða hirða leifar rjúpna við hreiður fálka og hrafns (bæði karra og kvenfugla). Að stækka sýnið með hefðbundnum aðferðum verður varla gert öðruvísi en með því að fanga kerfisbundið rjúpur á vorin. Meðaldagsveiði við snöruveiðar á rjúpu er um sjö fuglar á mann og til að stækka sýnið um 100 fugla þarf því um 14 dagsverk til viðbótar.

Hægt er að aldursgreina nákvæmlega sumar tegundir fugla út frá aldurshringjum í beinum (Klomp og Furness 1992). Þetta á hugsanlega líka við um rjúpur (samanber Mitani og Fujimaki 1992) og þannig væri hægt að greina hræ fullorðinna fugla niður í tveggja ára gamla fugla, þriggja ára gamla og svo framvegis. Gangi þessi aðferð upp með rjúpuna mætti nýta hana til að stækka sýnatöku úr varpstofni til að meta hlutfall árgamalla fugla og þar með dánarstuðla. Mun auðveldara er að finna stór bein, eins og vængbein (*humerus*), til aldursgreiningar í fæðuleifum frekar en heila vængi og þannig mætti auðveldlega safna beinum úr hundruðum fugla. Tími við verkun og greiningu beinanna yrði hér hinn takmarkandi þáttur en ekki gagnasöfnunin.

Eitt atriði til viðbótar er gæði gagnanna, það er aldurshlutfallanna. Þetta þarf skoðunar við enda eru þau grunnurinn að útreikningi á afföllum. eru hlutföllin hugsanlega bjöguð á einhvern máta? Þau hlutföll sem hafa verið notuð við útreikninga í þessu riti eru hlutföll síðsumars og í varpstofni. Aldurshlutföll síðsumars, 1. ágúst, byggjast á beinum talningum á fullorðnum fuglum og ungum. Útreikningarnir eru miðaðir við þá forsendu að kynjahlutföll unga séu jöfn og að kvenfuglar án unga finnast ekki síður en kvenfuglar með unga. Einu marktæku gögnin um dvöl kvenfugla í varplöndum á Íslandi sýna að þeir eru enn á svæðinu í byrjun ágúst. Þetta var meðal annars niðurstaðan úr mælingum Náttúrufræðistofnunar á ferðalögum rjúpna sem merktar voru með senditækjum (óbirt gögn). Hins vegar er ekki vitað hvort sýnileiki kvenfugla án unga sé annar en kvenfugla með unga og þá hvort kvenfuglar án unga séu hugsanlega vanmetnir í þessum talningum. Aldurshlutföll í varpstofninum á vorin skipta mestu máli við útreikninga á afföllum. Af 1732 aldursgreindum rjúpum úr varpstofni á Norðausturlandi 1981–2003 voru 1555 drepnar og étnar af rándýrum (90%) og þar af 1322 af fálka (76%). Það er ekki vitað hvort fálkinn eða önnur rándýr eigi auðveldara með að hremma árgamlar rjúpur en eldri fugla og hlutföllin í sýnum okkar bjöguð af þeim sökum. Þetta þarf skoðunar við.

### *Talningar*

Stofnviðvitölur úr talningum segja til um þróun stofnsins. Í ljósi þess að stofnbreytingar í ólíkum landshlutum geta farið úr fasa er rétt að skipta landinu í

svæði þegar horft er til stofnbreytinga rjúpunnar. Hér hefur landinu verið skipt í fimm landshluta: Vesturland og Vestfirði ( $n = 10$ ), Norðurland vestra ( $n = 5$ ), Norðurland eystra ( $n = 13$ ), Austurland ( $n = 3$ ) og Suður- og Suðvesturland ( $n = 10$ ). Mikilvægt er að bæta við svæðum á Austurlandi, Suðausturlandi, Vestfjörðum og á Norðurlandi vestra. Fjölgun talningasvæða mun gefa þrengri öryggisbil þegar stofnferill er metinn með GAM-aðferðum. Hins vegar er öryggisbilið fundið með *bootstrap*-mati og því erfitt að segja fyrirfram hve ávinningur er mikill af fjölgun talningasvæða. Einhverjar vísbendingar væri hægt að fá með hermunum.

Sama gildir um talningar og aldurshlutföll, það þarf að tryggja gæði þeirra. Að það sé öruggt að þeim sé safnað á sama hátt ár eftir ár og að það sé framhald á gagnasöfnun þannig að talningar falli ekki niður þótt einstakir talningamenn hætti störfum.

### *Kyngreiningar*

Hingað til hefur verið gengið út frá því að kynjahlutföll séu jöfn og að ekki sé munur á dánartölu kynjanna. Líkön sem eingöngu nýta vísitölur úr talningum (ARX, GAM) eru óháð kynjaskiptingu. Þar er lítið á niðurstöður úr talningum – sem í þessu tilfelli er fjöldi karra eða karlfugla – sem mælikvarða á ástand stofnsins. Kynjahlutföll koma þar ekkert við sögu og myndu ekki nýtast. Hins vegar gildir annað um reiknilíkön sem einnig nota aldurshlutföll til að meta dánarstuðla. Aldurshlutföll á vorin byggjast á báðum kynjum, en aldurshlutföll um haust byggjast á kvenfuglum eingöngu. Ef munur er á dánarstuðlum kynja mun það skekkja matið á þessum stuðlum. Eins og er hafa kynin ekki verið aðskilin við útreikning, heldur gengið út frá því að aldursamsetning þeirra sé hin sama og meðaltal fyrir allt gagnasafnið notað. Komi til þess að aðskilja kynin í aldursgreiningunni þarf að auka sýnatöku verulega. Vísbendingar eru um að lífslíkur fullorðinna fugla geti verið mismunandi á milli ára (Arnhórf Garðarsson 1988). Þessar tvær forsendur, það er jöfn kynjahlutföll og enginn munur á dánartíðni fullorðinna fugla eftir kynjum, þarf að rannsaka betur. Hægt er með erfðafræðilegum aðferðum að kyngreina með fullnægjandi öryggi lífsýni úr fuglum (Lessells og Mateman 1998). Sýni til slíkrar greiningar mætti taka úr beinum líkt og vængbeinum sem væru þá jafnframt notuð til að meta hlutfall ársgamalla fugla í varpstofni samanber það sem sagt var hér að framan.

### *Heildarstofnstærð*

Aldurshlutföll má nota til að meta heildardánarstuðul ( $Z$ ) rjúpna frá vori til vors. Þessi dánarstuðull er hins vegar samsettur úr náttúrlegum dánarstuðli ( $M$ ) og veiðidánarstuðli ( $F$ ) og ekki er hægt að skilja á milli þeirra ( $Z = M + F$ ). Þetta er þekkt vandamál í fiskifræði. Meðan  $M$  (og þar með  $F$ ) er ekki þekkt, er ekki hægt að meta heildarstofn út frá veiðitölum og aldursdreifingu. Við friðun í nokkur ár er  $F$  að sjálfsögðu núll og heildardánarstuðull því jafn náttúrlegum stuðli ( $Z = M$ ). Þar með fæst mat á  $M$  sem síðan má nota til að meta  $F$  á fyrri árum miðað við fast  $M$  hjá fullorðnum fuglum, það er tveggja ára og eldri, og fá

Þannig mat á stofninn á viðkomandi svæði ( $N = C/F$ , þar sem  $N$  er meðalstofn á veiðitímabilinu og  $C$  er heildarveiði). Veiðidánarstuðull fullorðinna fugla er metinn á þennan hátt en eðlilegt er að gera ráð fyrir því að veiðidánarstuðull fugla á fyrsta ári og eldri fugla sé sá sami. Dánarstuðull fugla á fyrsta ári (frá hausti til vors) umfram dánarstuðul fullorðinna fugla er einnig metinn með aldurshlutföllum haust og vor. Stuðlarnir í  $M$  og  $F$  eru óháðir, það er breyting í öðrum hefur engin áhrif á gildið á hinum, en engu að síður gildir að ef  $F$  hækkar þá minnkar fjöldi þeirra sem drepast af náttúrlegum orsökum þó að  $M$  sé óbreytt. Friðun rjúpna í þrjú ár, eins og gert er ráð fyrir (2003–2005), myndi því gera kleift að meta heildarstofnstærð á því svæði þar sem talningar fara fram, það er á Norðausturlandi. Ef veiðiálag er að jafnaði það sama á öllu landinu og á Norðausturlandi má yfirfæra  $F$ -gildið fyrir þann landshluta á allt landið til að meta heildarstofn.

### *Veiðiskýrslur*

Skýrslur veiðimanna til Umhverfisstofnunar taka þegar til þeirra þátta sem mestu máli skiptir að fá upplýsingar um frá veiðimönnum, það er heildarveiði og fjölda veiðidaga að baki veiðinni. Hér er einnig gert ráð fyrir að þeir sem fara til veiða en engu ná geri einnig skil á þeim veiðidögum sem að baki liggja. Einnig er beðið í skýrslum Umhverfisstofnunar um skiptingu á veiðinni eftir landshlutum, og landinu er skipt í 6 veiðisvæði. Það sem helst vantar er að brjóta einnig veiðisókn upp eftir landshlutum og tímabilum.

Í stuttu máli er lagt til að bæta vöktun rjúpu á eftirfarandi hátt:

- Stækka úrtök fyrir aldurshlutföll bæði að vori og síðsumars.
- Fjölga talningasvæðum, einkum á Norðvesturlandi og Austurlandi.
- Nota það lag sem skotfriðun veitir til að meta náttúrlega dánartölu fullorðinna fugla og í framhaldinu meðalstofnstærð á veiðitíma.
- Bæta skráningu afla þannig að bæði afli og veiðiátak sé sundurliðað eftir landshlutum.

### **Lokaorð**

Megintilgangur þessa rits er að nota þau lýðfræðilegu gögn sem aflað hefur verið við vöktun rjúpnastofnsins á undanförunum áratugum til að lýsa breytingum á stofnstærð og afföllum rjúpunnar. Í þessu riti er að finna ítarlega tölfræðilega greiningu á öllum fyrirbyggjandi gögnum um þróun rjúpnastofnsins og er þar með komið til móts við réttmætar ábendingar um að slíka vinnu þyrfti að ráðast í. Niðurstaðan er, í stórum dráttum, sú að veruleg fækkun hefur orðið á rjúpu; stóru rjúpnatopparnir sem einkenndu ástandið á fyrri hluta síðustu aldar eru horfnir, sá síðasti kom 1955. Einnig hefur orðið marktæk fækkun rjúpna síðustu tuttugu ár. Lýðfræðilegir þættir sem skipta mestu máli vegna fækkunarinnar eftir 1980 er marktæk aukning affalla. Það var mat Náttúrufræðistofnunar árið 2002 að þegar bæri að bregðast við þeim breytingum sem

sannanlega hafa orðið á stærð rjúpnastofnsins á liðnum áratugum, þrátt fyrir að orsakasamhengið sé ekki nægilega vel þekkt. Sú niðurstaða sem hér er kynnt staðfestir fyrri mat Náttúrufræðistofnunar um ástand og þróun rjúpnastofnsins, það er að á undanförunum áratug hafi að jafnaði verið mun minna af rjúpu en áður í elstu manna minnum.

## **ÞAKKARORD**

Við metum mikils alla þá fjölmörgu sem hafa tekið þátt í talningum á rjúpu, aflað gagna um aldurshlutföll og leyft okkur að nota sín gögn. Framlag þeirra er mikilvægt og verður seint fullþakkað. Starfsmenn Náttúrufræðistofnunar veittu drjúga hjálp við gerð skýrslunnar; Lovísa Ásbjörnsdóttir teiknaði myndir, Inga Dagmar Karlsdóttir sá um uppsetningu og þeir Guðmundur A. Guðmundsson, Kristinn Haukur Skarphéðinsson og Snorri Baldursson lásu ritgerðina yfir í handriti og komu með margar þarfar ábendingar. Aðrir yfirlesarar voru fuglafræðingarnir Arnþór Garðarsson, Háskóla Íslands, og Arnór Þórir Sigfússon, Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen, og tölfræðingurinn Guðmundur Guðmundsson, Seðlabanka Íslands. Ásdís Birna Stefánsdóttir las handrit og leiðrétti málfar. Höfundar bera engu að síður einir ábyrgð á framsetningu og túlkun þess sem hér kemur fram.

**HEIMILDIR - REFERENCES**

- Arnbór Garðarsson 1971. Food ecology and spacing behavior of rock ptarmigan (*Lagopus mutus*) in Iceland. Ph.D.-ritgerð. University of California, Berkeley. 380 bls.
- Arnbór Garðarsson 1982. Rjúpa. Bls. 149–164 í Rit Landverndar 8, Fuglar (ritstjóri Arnbór Garðarsson). Landvernd, Reykjavík. 216 bls.
- Arnbór Garðarsson 1988. Cyclic population changes and some related events in rock ptarmigan in Iceland. Bls. 300–329 í Adaptive strategies and population ecology of northern grouse (ritstjórar A.T. Bergerud & M.W. Gratson). University of Minnesota Press, Minneapolis. xxiii + 809 bls.
- Buckland, S.T., D.R. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Laake, D.L. Borchers & L. Thomas 2001. Introduction to Distance Sampling, estimating abundance of biological populations. Oxford University Press, Oxford, New York. 432 bls.
- Cade, T.J., P. Koskimies & Ó.K. Nielsen 1998. *Falco rusticolus* gyrfalcon. BWP Update, 2, 1–25.
- Clum, N.J. & T.J. Cade 1994. Gyrfalcon (*Falco rusticolus*). The Birds of North America, No. 114 (ritstjórar A. Poole og F. Gill). Philadelphia: The Academy of Natural Sciences; Washington, D.C.: The American Ornithologists' Union. 28 bls.
- Eyþór Einarsson 1980. Flóra og gróður í Skaftafelli. Lesarkir Náttúruverndar-ráðs nr. 5.
- Fewster, R.M., S.T. Buckland, G.M. Siriwardena, S.R. Baille & J.D. Wilson 2000. Analysis of population trends for farmland birds using generalized additive models. Ecology 81: 1970–1984.
- Finnur Guðmundsson 1951. Álitsgerð um áhrif veiða á íslenska rjúpnastofninn. Menntamálaráðuneytið, Reykjavík, 20 bls.
- Finnur Guðmundsson 1960. Some reflections on ptarmigan cycles in Iceland. Proceedings of the XIIth International Ornithological Congress. Bls. 259–265.
- Finnur Guðmundsson 1964. Cyclic phenomenon in populations of *Lagopus mutus*. Progress report for the period May – December 1963. Náttúrufræðistofnun Íslands. Fjölrít, 47 bls.
- Finnur Guðmundsson & Arnbór Garðarsson 1970. Cyclic phenomenon in populations of *Lagopus mutus*. Final report. Náttúrufræðistofnun Íslands. Óbirt handrit, 25 bls. + 2 myndir.
- Guðmundur Guðjónsson & Einar Gíslason 1998. Gróðurkort af Íslandi. 1:500000. Yfirlitskort. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík (1. útgáfa).
- Hastie, T.J. & R.J. Tibshirani 1990. Generalized Additive Models. Chapman and Hall Ltd, London. 335 bls.

- IUCN 2001. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. ii +30 bls.
- Jenny Brynjarsdóttir, Sigrún Helga Lund, Kjartan G. Magnússon & Ólafur K. Nielsen 2003. Analysis of time series for rock ptarmigan and gyrfalcon populations in north-east Iceland. Raunvísindastofnun Háskólans, RH-18-2003. 19 bls.
- Klomp, N. & R.W. Furness 1992. A technique which may allow accurate determination of the age of adult birds. *Ibis* 134: 245–249.
- Krebs, C.J., S. Boutin & R. Boonstra (ritstjórar) 2001. Ecosystem dynamics of the boreal forest. Oxford University Press, Oxford. 511 bls.
- Kristbjörn Egilsson (ritstj.), Guðmundur Guðjónsson, María Harðardóttir & Ólafur K. Nielsen 1999. Náttúrufar í landi Ölfusvatns í Grafningi. NÍ-99026.
- Lessells, C.M. & A.C. Mateman 1998. Sexing birds using random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. *Molecular Ecology* 7: 187–195.
- MacDonald, S.D. 1970. The breeding behavior of the rock ptarmigan. *Living Bird* 9: 195–238.
- Mitani, A. & Y. Fujimaki 1992. Age determination of the hazel grouse and carrion crow based on the layered structure of the mandible. *Japanese Journal of Ornithology* 40: 109–111.
- Náttúrufræðistofnun Íslands 1996. Válisti 1. Plöntur. Reykjavík. 82 bls.
- Náttúrufræðistofnun Íslands 2000. Válisti 2. Fuglar. Reykjavík. 103 bls.
- Ólafur K. Nielsen 1986. Population ecology of the gyrfalcon in Iceland with comparative notes on the merlin and the raven. Ph.D.-ritgerð. Cornell University, Ithaca, New York. 215 bls.
- Ólafur K. Nielsen 1993. Upphaf óðalsatferlis rjúpu á vorin. *Náttúrufræðingurinn* 63: 29–37.
- Ólafur K. Nielsen 1995. Karrar og gróðurfar. *Náttúrufræðingurinn* 65: 81–102.
- Ólafur K. Nielsen 1996. Rjúpnatalningar á Norðausturlandi 1981 til 1994. *Náttúrufræðingurinn* 65: 165–179.
- Ólafur K. Nielsen 1997a. Rjúpnarannsóknir 1994–1997. NÍ-97022. 16 bls.
- Ólafur K. Nielsen 1997b. Rjúpnarannsóknir á Birningsstöðum í Laxárdal 1963–1995. *Bliki* 18: 14–22.
- Ólafur K. Nielsen 1999a. Gyrfalcon predation on ptarmigan: numerical and functional responses. *Journal of Animal Ecology* 68: 1034–1050.
- Ólafur K. Nielsen 1999b. Vöktun rjúpnastofnsins. *Fjölrit Náttúrufræðistofnunar* 39: 55 bls.
- Ólafur K. Nielsen 2000. Vetrarafföll rjúpna í nágrenni Reykjavíkur 1995 til 2000. *SKOTVÍS* 6: 15–19.
- Ólafur K. Nielsen 2001. Vetrarafföll rjúpna við Eyjafjörð 2000 til 2001. *SKOTVÍS* 7: 42–45.

- Ólafur K. Nielsen 2002a. Um ástand rjúpnastofnsins. Náttúrufræðistofnun Íslands, greinargerð, 6 bls.
- Ólafur K. Nielsen 2002b. Rjúpan er minn fugl, úr veiðidagbókum Sigurfinns Jónssonar. SKOTVÍS 8: 12–16.
- Ólafur K. Nielsen 2003. Tillögur að rjúpnarannsóknum 2003–2007. Skýrsla Náttúrufræðistofnunar Íslands. NÍ-03005. 17 bls.
- Ólafur K. Nielsen & Gunnlaugur Pétursson 1995. Population fluctuations of gyrfalcon and rock ptarmigan: analysis of export figures from Iceland. *Wildlife Biology* 1: 65–71.
- Ólafur K. Nielsen & Hálf dán Björnsson 1997. Rjúpnarannsóknir á Kvískerjum 1963 til 1995. Náttúrufræðingurinn 66: 115–123.
- Río-yfirlýsingin (Rio Declaration on Environment and Development) 1992. Skoðað 07.09.04 á veraldarvefnum: <http://habitat.igc.org/agenda21/index.html>.
- Snedecor, G.W. & W.G. Cochran 1980. *Statistical methods*. 7th ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa. 507 bls.
- Sokal, R.R. & C.A. Braumann 1980. Significance tests for coefficients of variation and variability profiles. *Systematic Zoology*, 29: 50–66.
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf 1981. *Biometry*. W.H. Freeman and Company, San Francisco. 859 bls.
- STATISTICA útgáfa frá 1999. Skoðað 07.09.04 á veraldarvefnum: <http://www.statsoftinc.com/index.htm>.
- Sverrir Thorstensen & Þorsteinn Þorsteinsson 2003. Fuglalíf Krossanesborga sumarið 2003. Fjölrituð skýrsla. 14 bls. + 7 kort.
- Venables, W.N. & B.D. Ripely 2002. *Modern applied statistics with S*. 4. útgáfa. Springer, New York. 495 bls.
- Weeden, R.B. & A. Watson 1967. Determining the age of rock ptarmigan in Alaska and Scotland. *Journal of Wildlife Management* 31: 825–826.
- Ævar Petersen 1991. Rjúpur og rjúpnaveiðar. *Sportveiðiblaðið* 10: 74–78.

## VIÐAUKAR

**1. viðauki.** Rjúpnatalningareitir, lýsing og saga. – *Ptarmigan census plots, description and history.*

Rjúpnatalningareitir á Íslandi 1963–2003, lýsing og saga talninga. Gögn eru til fyrir 24 talningareiti, samtals 356 talningaár eða að meðaltali 15 ár fyrir hvert svæði, mest 41 ár og minnst fjögur ár. Þessar talningar sýna fjölda karra á ódulum og þá tölu má síðan umreikna yfir í þéttleikatölu, til dæmis í karra á ferkílómetra. Niðurstöður einstakra talninga má sjá á bls. 50–55 í Vöktun rjúpnastofnsins (Ólafur K. Nielsen 1999b) og í 2. viðauka, bls. 81. – *Ptarmigan census plots in Iceland 1963–2003, description of plots and history of research. Data exist for 24 plots, a total 356 census years, the mean is 15 census years per plot (range 4–41 year). These counts give number of territorial cocks on plots in spring. Data from the different counts are found in Nielsen 1999b (pp. 50–55) and Appendix 2, page 81, in this report.*

### Hrísey (66°00'N, 18°24'V)

Fyrst talið árið 1963 og samfellt til 1977, þá var hlé til 1983 en síðan talið samfellt. Finnur Guðmundsson og samstarfsmenn töldu til 1977 en Þorsteinn Þorsteinsson einsamall frá 1983 (Arnþór Garðarsson 1971, 1988, Ævar Petersen 1991, Ólafur K. Nielsen 1999b). Talningareiturinn er öll eyjan, samtals 7,7 km<sup>2</sup>. Hrísey er ílöng, 6,4 km að lengd, og liggur frá norðaustri til suðausturs, breiðust að sunnanverðu, mest 2,2 km, og mjókkar í norður. Um eyrna endilanga að austan liggur hryggur sem er hæstur nyrst um 110 m yfir sjó. Á suðvesturhorni eyjarinnar er þorpið og þar bjuggu um 180 manns í árslok 2003. Um 3 km eru til lands vestan fjarðar. Einkennisgróður er stórpýfðir móar með miklu krækilyngi (*Empetrum nigrum*) og beitleyngi (*Calluna vulgaris*). Í lautum og drögum ber mikið á bláberjalyngi (*Vaccinium uliginosum*), aðalbláberjalyngi (*Vaccinium myrtillus*), grasvíði (*Salix herbacea*) og ýmsum grastegundum. Mýraspildur á vestanverðri eyrni eru vaxnar grasi og stór. Norðurhluti eyjarinnar hefur verið friðaður fyrir beit frá 1959 en þorpslandið frá 1973. Samfara friðun hefur gulvíðir (*Salix phylicifolia*) breiðst út um mýrar og graslendi. Nokkur skógrækt er í eyrni, einkum í Ystabæjarlandi og á síðasta áratug í auknum mæli í þorpslandinu. Lúpína (*Lupinus nootkatensis*) var gróðursett í Ystabæjarlandi og hefur dreifst út og þekur nú bæði mela og móa.

### Krossanesborgir (65°42'N, 18°08'V)

Fyrst talið árið 1998 og óslitið síðan af Sverri Thorstensen og Þorsteini Þorsteinssyni (Sverrir Thorstensen og Þorsteinn Þorsteinsson 2003). Talningareiturinn er fólkvangurinn í Krossanesborgum. Mörk svæðisins eru að vestan Þjóðvegur 1 (Norðurlandsvegur), að norðan farvegur Lónsins, og að sunnan og austan væntanlegar götur samkvæmt aðalskipulagi Akureyrar 1998–2018. Á árunum 1998–2002 var talningareiturinn 1,24 km<sup>2</sup> að flatarmáli en 1,15 km<sup>2</sup> frá og með 2003 en þá voru mörk fólkvangsins endanlega afmörkuð. Mesta lengd



frá norðri til suðurs er 1,8 km og mesta breidd frá austri til vesturs 0,9 km. Á svæðinu skiptast á klapparásar, holt og mólendi og mýrasund. Tvær tjarnir eru í Borgunum og þar að auki ein sem nú er að mestu þornuð upp. Framræsluskurðir eru aðeins nyrst og syðst og fyllt hefur verið upp í skurð sem grafinn var úr syðri tjörninni. Norðurhluti svæðisins var nýttur til hrossabeitar fram til ársins 2000 en að öðru leyti hafði svæðið verið friðað fyrir beit frá því um 1990. Nyrst eru gömul tún í órækt. Gróðurinn er fjölbreyttur, bæði í mýrum og tjörnum og á þurrlandinu. Trjágróður hefur tekið verulega við sér síðan beit var hætt og nú eru fjalldrapi, birki og gulvíðir algengar tegundir um allt svæðið. Einnig hefur reyniviður numið land á síðustu árum. Trjám hefur ekki verið plantað á talningareitnum.

#### **Laxamýri (65°59'N, 17°23'V)**

Fyrst talið 1981 og óslitið síðan af Ólafi K. Nielsen og samstarfsmönnum (Ólafur K. Nielsen 1996, 1999b). Þessi reitur er ofan þjóðvegur nr. 85 á milli Saltvíkur og Laxamýrar sunnan Húsavíkur. Hann er 3,7 km<sup>2</sup> að stærð, 3,2 km að lengd og breiðastur 1,5 km. Svæðið er algróið nema grýttir melkollar við austurjaðarinn. Þýfðir lyngmóar eru ríkjandi gróðurlendi og áberandi tegundir eru krækilyng, beitleyng, fjalldrapi (*Betula nana*) og bláberjalyng. Neðsti hluti svæðisins er í 60 m hæð yfir sjó og það nær efst í 160 m hæð. Talningareiturinn er bithagi. Vegsnið, Aðaldalur-Tjörnes, liggur um talningareitinn, sjá 3. viðauka, bls. 89.

#### **Birningsstaðir (65°46'N, 17°18'V)**

Fyrst talið 1963 og síðan samfellt til 1975 að undanskildu árinu 1972. Talningar hófust aftur 1981 og hafa staðið óslitið síðan. Ragnar Sigfinnsson sá um talningar fyrra tímabilið en Ólafur K. Nielsen og samstarfsmenn frá 1981 (Ólafur K. Nielsen 1996, 1997b, 1999b). Talningareiturinn er stærstur hluti jarðarinnar Birningsstaða í Laxárdal. Stykkið er 3,9 km að lengd og breiðast 1,5 km, flatarmálið er 5,7 km<sup>2</sup>. Þetta eru austurhlíðar Þorgerðarfjalls en að neðan markast svæðið af þjóðvegi við Laxá og að ofan af fjallsbrúninni; landamerkjagirðingar marka það að norðan og sunnan. Vegurinn er í 140 m hæð yfir sjó og fjallsbrúnin í um 400 m hæð. Svæðið er algróið hið neðra og eru brekkuræturnar mýri, grasmóar, gróinn hraunkantur og gamalt tún. Hlíðarnar eru þýfðir lyngmóar og hrísmóar en fjallstoppurinn er gróðurlaus melur. Mikið vatnsrof er efst í mounum. Nokkur melstykki eru í miðjum hlíðum fjallsins. Birkikjarr (*Betula pubescens*, 0,3 km<sup>2</sup>) er norðan bæjar. Talningareiturinn er bithagi.

#### **Hóll (66°10'N, 17°10'V)**

Fyrst talið 1981 og óslitið síðan af Ólafi K. Nielsen og samstarfsmönnum (Ólafur K. Nielsen 1996, 1999b). Svæðið er ofan þjóðvegur nr. 88 á milli Hallbjarnarstaða og Ketilsstaða á utanverðu Tjörnesi. Það er 3,1 km að lengd og breiðast 0,9 km, samtals 2,4 km<sup>2</sup>. Því má skipta í tvennt með tilliti til gróðurfars; annar hlutinn er blaut mýri (Hólsflói, 0,7 km<sup>2</sup>) og hinn hlutinn ásar sem liggja

að mýrinni. Mýrin er í um 90 m hæð yfir sjó og ásarnir ná hæst í 140 m hæð. Þurrlendið er þýfður lyngmói og að gerð minnir hann á móana við Laxamýri. Svæðið er algróið nema efst í ásunum. Talningareiturinn er bithagi. Vegsnið, Aðaldalur-Tjörnes, liggur um þennan reit, sjá 3. viðauka, bls. 89.

#### **Hofstaðaheiði (65°37'N, 17°10'V)**

Fyrst talið 1981 og óslitið síðan af Ólafi K. Nielsen og samstarfsmönnum (Ólafur K. Nielsen 1996, 1999b). Talningareiturinn er syðsti hluti Hofstaðaheiðar í Mývatnssveit, samtals 4,5 km<sup>2</sup>. Svæðið er 2,9 km að lengd og breiðast 2,4 km. Að austan markast það af túnum og þjóðvegi, að sunnan og vestan af Laxá, og norðurmörkin eru lína sem hugsast dregin frá Hofstöðum í Selás og Hvilftarás. Svæðið er algróið; næst Laxá er graslendi en upp frá ánni taka við þýfðir hrísmóar; áberandi smárunnar eru fjalldrapi og gulvíðir. Bakkar Laxár eru í um 260 m hæð yfir sjó og efsta bungan á Selás er í um 340 m hæð. Fjárþúskaþingur var hætt á Hofstöðum 1984 og síðan hefur svæðið verið lítið beitt.

#### **Búrfellshraun (65°39'N, 16°38'V)**

Fyrst talið 1981 og óslitið síðan af Ólafi K. Nielsen og samstarfsmönnum (Ólafur K. Nielsen 1996, 1999b). Talningareiturinn er austan Mývatns í jaðri Búrfellshrauns. Hann er 2,5 km<sup>2</sup> að stærð, 3,8 km að lengd og breiðast 1,1 km. Að norðan markast hann af þjóðvegi 1 eins og vegurinn var fyrir 1995 og reyndar er tekin með 100 m breið spilda ofan við veginn. Að sunnan markast svæðið af norðurjaðri Búrfellshrauns, austurendinn er við Skeiðflöt og vesturendinn á móts við sandgræðslugirðingu neðst í Austaraselsheiði. Hraunkanturinn er í um 360 m hæð yfir sjó og ásarnir þar upp af í um 400 m hæð. Svæðið er algróið, þýfðir hrísmóar, nema hraunkanturinn. Fjalldrapi, gulvíðir og einir (*Juniperus communis*) eru áberandi í mounum. Talningareiturinn er bithagi.

#### **Hafursstaðir (65°55'N, 16°27'V)**

Fyrst talið 1981 og óslitið síðan af Ólafi K. Nielsen og samstarfsmönnum (Ólafur K. Nielsen 1996, 1999b). Talningareiturinn er Vígabrekkumór og nágrenni sunnan Hafursstaða í Öxarfirði. Svæðið er 4,1 km að lengd, breiðast 2,4 km, og er 8,0 km<sup>2</sup> að flatarmáli. Norðurmörkin eru heimreiðin að Hafursstöðum, vesturmörkin slóðinn í Forvöð, suðurmörkin lína sem hugsast dregin frá melnum við Ytri-Sokkabrot racleitt austur í Vígabrekku, og austurmörkin eru ásabrúnir Vígabrekku og Sauðafellsháls. Svæðið er algróið nema melar í brúnum Sauðafellsháls og kollar Timburhóla. Einkennisgróurlendi er hrísmóar; í Syðri-Álftafletum og við Kílinn er mýri og graslendi. Gömul tún eru við Hafursstaði. Bærinn er í um 220 m hæð yfir sjó en ásarnir við austurjaðarinn í 320 m hæð. Talningareiturinn er bithagi.

#### **Hrafnaþjörg (65°30'N, 14°34'V)**

Fyrst talið 1991 og á hverju ári síðan af Halldóri Walter Stefánssyni. Talningareiturinn er um 5 km löng ræma, breiðust um 1 km, sem liggur samsíða vestur-

bakka Jökulsár á Dal í Jökulsárhlið. Suðurmörkin eru rétt sunnan við bæinn Hrafnabjörg og norðurmörkin rétt sunnan við ármót Fossár og Jökulsár. Flatarmál svæðisins er 4,5 km<sup>2</sup>. Niðri við „Jöklu“, eins og Jökulsá kallast, er landið í um 30 m hæð yfir sjó en nær hæst í um 120 m hæð. Langir kjarrivaxnir ásar, Hrafnabjargaásar, setja hvað mestan svip á talningareitinn. Landið lækkar niður að Jöklu en að vestan er dalverpi sem nær að Framhlíðarfjalli (vestan Selbjarga). Innan svæðisins eru mýrarsund með tjörnum, klappir, klettur og melar og nokkur túnrækt. Auk birkikjarrsins í ásunum vex þar víðir og fjalldrapi með tilheyrandi rjóðrum. Þá eru lyngdældir víða. Á um þriðjungi talningareitsins er nú stunduð nytjaskógrækt frá bænum Hallgeirsstöðum (síðan árið 2002). Nokkuð hefur verið grætt upp á melum og þar sem rof er á svæðinu, einkum með úrgangsheyi og lúpínu. Sauðfjarrækt er stunduð á Hrafnabjörgum og Hallgeirsstöðum og er landið beitt vor og haust en á að heita friðað á öðrum árstímum. Í jarðleysum að vetri og fram á vor eru rjúpur nær eingöngu á þessu svæði þar sem kjarrið stendur upp úr.

### **Rangá (65°22'N, 14°26'V)**

Fyrst talið 1994 og á hverju ári síðan af Vigfúsi Hirti Jónssyni og samstarfsmönnum (Ólafur K. Nielsen 1999b). Að austanverðu markast talningareiturinn af þjóðvegi nr. 925 á milli bæjanna Rangár og Dagverðargerðis. Hann nær um 2,2 km frá þjóðvegi í vestur, það er vestur fyrir ásinn sem markar Merkidal að vestan. Norðurmörkin eru lína sem hugsast dregin úr Dagverðargerði rակleitt í suðurenda Mjóavatns og áfram vestur. Suðurmörkin eru lína sem liggur um 400 m norðan Rangár og samsíða ánni. Svæðið er 6,5 km<sup>2</sup> að stærð. Það hækkar frá austri til vesturs; neðstu hlutar þess eru í um 50 m hæð yfir sjó og vestast ná ásarnir 189 m hæð. Svæðið er nýtt til beitar og þar skiptast á holt og mýrdrög. Á flatlendinu milli holtanna og neðst á talningasvæðinu eru mest áberandi fjalldrapamýrar með mýrastör (*Carex nigra*), en einnig eru þar flóar vaxnir tjarnastör (*Carex rostrata*) og blautar mýrar vaxnar tjarnastör og mýrastör. Þar sem þurrara er á flatlendinu eru fjalldrapamóar með krækilyngi og bláberjalyngi. Holtin eru grýtt í toppinn og gróður gisinn; þar er mosabemba og mikið ber á holtasóley (*Dryas octopetala*), krækilyngi og víði. Utan í holtunum er fjalldrapi. Birkikjarr finnst á svæðinu. Vegsnið, Úthérað, liggur um talningareitinn, sjá 3. viðauka, bls. 90.

### **Kvísker (63°59'N, 16°26'V)**

Fyrst talið 1963 og óslitið síðan af Hálfðáni Björnssyni (Ólafur K. Nielsen og Hálfðán Björnsson 1997, Ólafur K. Nielsen 1999b). Svæðið er 2,1 km<sup>2</sup> að flatarmáli og mjög fjölbreytt bæði að landslagi og gróðri. Bærinn Kvísker er á talningareitnum. Stór hluti svæðisins er hin svonefnda Heiði. Mestur hluti hennar er vaxinn krækilyngi og bláberjalyngi með gamburmosa (*Racomitrium lanuginosum*) þar á milli. Svæðið nær austur fyrir Heiðina á jökulöldur sem þar eru. Jökulöldurnar eru allmikið grónar krækilyngi og lágvöxnum birkirunnum. Suðvestur af Heiði eru Eystri-Hvammur og Arnarbæli, skógivaxnar brekkur undir háum klettum. Stór tjörn, Stöðuvatnið, er í Eystri-Hvammi. Allmikið er af

gulvíði í Eystri-Hvammi. Bæjarsker heitir birkivaxið fjall ofan við bæinn á Kvískerjum; það nær austur að Eystri-Hvammi og Eystri-Háls gengur norðaustur úr því. Á Bæjarskeri er víða birki og eins austan á því, ásamt ýmsum öðrum gróðri, lyngtegundum o.fl. Vestan við bæinn nær rjúpnaathuganasvæðið um Vestri-Hvamm, Vestri-Háls og vestur fyrir Hellisgil, en þangað nær birkigróðurinn. Upp af skógarbrekkunum í Vestri-Hvammi eru klettur og skriður, en lítið af birki í þeim. Brekkan sunnan á Bæjarskeri er með fjölbreyttum gróðri. Lægstu hlutar talningareitsins eru í um 30 m hæð yfir sjó og hæst nær hann í um 120 m hæð. Svæðið er nýtt til beitar og hefur svo verið allan talningatímamann.

### **Skaftafell (64°02'N, 16°58'V)**

Fyrst talið árið 1999 og á hverju ári síðan af Ólafi K. Nielsen og samstarfsmönnum. Talningareiturinn markast að austan af Austurgili rétt ofan við Heygötufoss og þaðan alla leið upp að göngustíg sem liggur frá Gildruskeri í Skerhól. Norðurmörkin eru fyrrnefndur göngustígur frá Austurgili og í Skerhól. Vesturmörkin eru um Skerhólsmýrar í Moldflög og þaðan niður að farvegi Eyjargils uns brattinn eykst verulega og við tekur þéttur birkiskógur; þetta er um það bil við 220 m hæðarlínuna. Frá þessum stað liggja suðurmörkin efst í birkiskóginum allt heim á móts við bæjarhúsin í Hæðum, þaðan eru suðurmörkin um heimreiðina frá Hæðum allt heim á móts við Bölda og þaðan er sjónlína í Austurgil rétt ofan Heygötufoss. Frá austri til vesturs er svæðið breiðast um 3,3 km og frá norðri til suðurs er það lengst 4,5 km. Flatarmál er 14,1 km<sup>2</sup>. Efst er Skaftafellsheiðin tiltölulega flöt, neðar eykst hallinn verulega og endar í snarbröttum hlíðum að austan, vestan og sunnan. Talningareiturinn nær hvergi niður í þessar bröttu brekkur. Tvö gil, Austurgil og Vesturgil, setja mikinn svip á svæðið. Neðstu hlutar talningareitsins eru í um 180 m hæð yfir sjó nærri Bölda og efst nær reiturinn upp í um 400 m hæð yfir sjó í Skerhóli. Birkiskógur er ráðandi á neðsta hluta svæðisins, það er í Nyrðra-Skarðsskeri og Oddaskeri, og eins við Grófar. Skaftafellsheiðin er frekar þurr neðst og þar skiptast á holt og melar, ofar verður hún raklendarí og víða með allgróskumiklu víðikjarri, bæði gulvíði og loðvíði, en mýrasundum með starategundum, fífú og öðrum votlendistegundum á milli. Ofar í heiðinni, uppi undir Skerhóli, taka við lyngbrekkur, þar sem mest ber á krækilyngi, bláberjalyngi og öðrum algengum móaplöntum (Eyþór Einarsson 1980). Svæðið er allt innan þjóðgarðsmarka og hefur verið friðað fyrir beit frá 1988.

### **Ölfusvatn (64°07'N, 21°07'V)**

Fyrst talið 1999 og óslitið síðan af Ólafi K. Nielsen og samstarfsmönnum. Talningareiturinn markast að sunnan af Þjóðvegi. Austurmörkin eru Villingavatnsá frá Þjóðvegi að ósum í Þingvallavatni, síðan markar Þingvallavatn svæðið í norður um Lambhaga og áfram vestur allt að norðurenda Ölfusvatnsfjalla, þaðan liggja mörkin um fjallsbrúnina allt suður á Þjóðveg nr. 360. Svæðið er breiðast syðst um 2,5 km, en lengdin frá norðri til suðurs er um 3,4 km. Flatarmálið er 2,8 km<sup>2</sup>. Svæðið er flatlent nema að vestan í

Ölfusvatnsfjöllum og í Lambhaga. Flatlendið er í um 110 m hæð yfir sjó og Ölfusvatnsfjöll eru hæst 241 m. Flatlendið er allt vel gróið mólendis- og votlendisgróðri, en Ölfusvatnsfjöll, og hluti Lambhaga, eru víða blásin og þar er á köflum mikið rof. Á láglandinu ríka lyngmóar ásamt graslendi. Votlendi er þar nokkurt og gróðurfar þess mjög fjölbreytilegt. Í fjallendinu og í Lambhaga eru víðlendir melar með mjög gisnum bersvæðisgróðri. Í gróna hluta fjallanna eru lyngmóar mest áberandi og graslendi er þar nokkurt, en gisin mosabemba þekur einnig stór svæði. Friðað fyrir beit síðan 1987–1989 og skógrækt hefur verið stunduð á hluta svæðisins frá 1993 (Kristbjörn Egilsson o.fl. 1999).

### **Heiðmörk (64°03'N, 21°50'V)**

Fyrst talið 1963 og síðan á hverju ári til 1969 en þá hætt. Talningamenn voru Árni Waag, Jón Baldur Sigurðsson og Ævar Petersen (Ólafur K. Nielsen 1999b). Talningareiturinn var stærstur hluti Heiðmerkur innan girðingar, samtals 23 km<sup>2</sup> (Finnur Guðmundsson 1964). Á vesturhluta svæðisins eru hálsar og ásar 150–170 m á hæð yfir sjó, austar er land meira aflíðandi, móar og hraun. Á þessum árum var lítt farið að gæta áhrifa skógræktar. Ásarnir voru gróðurlitlir eða gróðurlausir í toppinn en birkikjarr í neðanverðum hliðunum. Birkikjarr var líka í hraununum. Uppblástur var víða á svæðinu. Heiðmörk var girt af á árunum 1949–1963 og var því friðuð fyrir beit á talningatímanum. Arnþór Garðarsson hóf talningar á hluta gamla talningareitsins vorið 1982 og hefur talið á hverju ári síðan nema vorið 1989. Þessi talningareitur er í norðausturhorni Heiðmerkur þar sem heitir Hólmskraun og er 4,8 km<sup>2</sup> að flatarmáli. Til að gera greinarmun á þessum tveimur talningaröðum er fyrri skeiðið, 1963–1969, kallað Heiðmörk-a og seinna skeiðið, sem hófst 1982, kallað Heiðmörk-b. Vegsnið, Suðvesturland, liggur um Heiðmörk, sjá 3. viðauka, bls. 87.

### **Úlfarsfell (64°09'N, 21°42'V)**

Fyrst talið 1995 og á hverju ári síðan af félögum í veiðihundadeild Hundaræktarfélags Íslands (Ólafur K. Nielsen 1999b). Að austan og sunnan markast svæðið af Hafravatnsvegi og Úlfarsfellsvegi, að vestan af Þjóðvegi 1 og að norðan af Skarhólavegi og Reykjavegi. Stærð svæðisins er 8,0 km<sup>2</sup>, það er breiðast 3,0 km og lengst 3,5 km. Toppurinn á Úlfarsfelli er í 296 m hæð yfir sjó og lægst liggur svæðið í um 50 m hæð. Algengasta gróðurlendið í fjallinu er hálfgróin mosabemba með smárunnum og þursaskeggi (*Kobresia myosuroides*), einnig eru melar og ógrónar urðir algeng sjón á svæðinu. Mýrarstykki er uppi á fjallinu. Víða ná graslendisgeirar upp í fjallið, einkum suðvestan megin, og ýmsir smárunnar eru algengir í þessu graslendi. Einnig finnast lyngmóar þar sem tegundirnar beitylmg, krækilyng og bláberjalyng eru mest áberandi. Undirlendið að norðan er framræst mýri, Skarhólamýri, þar sem tegundirnar mýrastör og klóffifa (*Eriophorum angustifolium*) eru áberandi. Austan og sunnan við fjallið er graslendi, beitylmgsmóar og móasefsmóar. Mikið leirflag, Leirtjörn, er undir fjallinu að sunnan. Skógrækt (um 5 ha) er í Hamrahlið. Trjágardar og lúpínubreiður eru syðst í Höllum. Svæðið hefur verið friðað fyrir beit allan

talningatímann. Vegsnið, Suðvesturland, liggur um talningareitinn, sjá 3. viðauka, bls. 87.

#### **Hrafnagjá (64°15'N, 21°01'V)**

Fyrst talið 1993 og á hverju ári síðan af félögum í Skotveiðifélagi Íslands (Ólafur K. Nielsen 1999b). Svæðið er 1,7 km<sup>2</sup> að stærð. Hrafnagjá markar svæðið að vestan. Suðurendi svæðisins er þar sem Gjábakkavegur sker Hrafnagjá og það nær síðan með henni um 2,7 km norður í hraunið. Breidd svæðisins er 400–600 m. Gróðurinn er gisið birkikjarr í úfnu hrauni. Af undirgróðri eru ýmsar lyngtegundir, einkum bláberjalyng og krækilyng, og gulvíðir mest áberandi. Talningareiturinn er í um 200 m hæð yfir sjó. Svæðið er allt innan marka þjóðgarðsins á Þingvöllum og hefur verið friðað fyrir beit frá árunum 1982 og 1983.

#### **Hermundarstaðir (64°47'N, 21°17'V)**

Fyrst talið 1994 og á hverju ári síðan af Árna Tryggvasyni (Ólafur K. Nielsen 1999b). Talningareiturinn er um 1 km breið spilda sem liggur samhliða Litluþverá að vestan. Talningareiturinn byrjar að neðanverðu við sumarhús neðan við Stekkjartjörn og nær 1,7 km upp með ánni og er því um 1,7 km<sup>2</sup> að flatarmáli. Á svæðinu skiptast á holt og drög. Holtin eru kjarrvaxin neðst en ofar á svæðinu eru þau skóglaus og lítt gróin. Mýrarstykkir eru í drögum á milli holtanna. Neðstu hlutar svæðisins eru í 100 m hæð yfir sjó en þeir efstu í 220 m hæð. Landið er afgirt og beit er mjög lítil.

#### **Hundastapi (64°35'N, 22°16'V)**

Fyrst talið 2000 og óslitið síðan af Ólafi K. Nielsen, Róbert Arnari Stefánssyni og samstarfsmönnum. Svæðið liggur frá norðaustri til suðvesturs og er langt og mjótt, um 6 km að lengd og breiðast um 1 km. Flatarmál er um 4,5 km<sup>2</sup>. Austurmörkin eru rétt neðan Hundastapa og síðan samsíða þjóðvegi nr. 540 í Álftárós, síðan fjaran alla leið í nesið sunnan Hamraenda. Vesturmörkin eru syðst um túngirðingu við Seljar, síðan Hólmakotsvatn, framræsluskurður norðan vatnsins í þjóðveg og þaðan lína rակleitt í Hólmstjörn. Norðurmörkin eru um línu sem hugsast dregin stystu leið úr norðurenda Hólmstjarnar að þjóðvegi norðan Hundastapa. Á svæðinu skiptast á mýrar, graslendi og klettaborgir sem ná hæst upp í um 40 m hæð yfir sjó. Svæðið er bithagi. Vegsnið, Mýrar (sniðtalning), og talningasnið, Mýrar (vegsnið), liggja um talningareitinn, sjá 3. viðauka, bls. 87 og 88.

#### **Litli-Langidalur (65°01'N, 22°28'V)**

Fyrst talið 1999 og á hverju ári síðan af Sigurkarli Stefánssyni og samstarfsmönnum. Svæðið er um 0,5 km breið spilda ofan vegar á milli bæjanna Setbergs og Litla-Langadals, á lengdina er það 2,8 km. Þetta er í hlíð sem veit mót suðvestri, neðstu hlutar þessa svæðis, niðri við veginn, eru í um 70 m hæð yfir sjó og efst nær það upp í um 200 m hæð. Flatarmál er 1,5 km<sup>2</sup>, fyrsta árið var svæðið minna, 1,0 km<sup>2</sup>. Svæðið er allvel gróið (80–90% þekja), ógrónir

melar og holt á stangli, klettabelti efst á hluta. Birkikjarr er um miðbik svæðisins, hæstu trén um 4 m að hæð. Annars blandaður úthagagróður með mýrum, flóum og móum. Nokkrir lækir skera hliðina og eitt grunnt gil. Beit hefur minnkað jafnt og þétt síðustu tvo áratugi og er nú lítil sem engin. Sumarbústaðalóð (2 ha) er miðsvegar á svæðinu og þar er allnokkur trjárækt, meðal annars aspir og grenitré allt að 7 m há.

#### **Dunká (65°00'N, 21°55'V)**

Fyrst talið 2001 og á hverju ári síðan af Róbert Arnari Stefánssyni, Reyni Halldórssyni og samstarfsmönnum. Svæðið er ofan þjóðvegur nr. 54 á milli Dunkár og Skraumár, um 2,6 km að breidd, og upp frá veginum nær það einnig um 2,6 km. Flatarmálið er 6,3 km<sup>2</sup>. Landinu á talningareitnum hallar mót norðri, neðstu hlutar þess niðri við þjóðveg eru í um 40 m hæð yfir sjó og efst nær það í um 200 m hæð. Fyrsta árið var aðeins talið á vesturhluta þessa svæðis (3,6 km<sup>2</sup>). Það var síðan stækkað vorið 2002 (2,7 km<sup>2</sup> bætt við). Móagróður og deiglendisgróður einkennir svæðið og það er beitt. Vegsnið, Dalir, liggur um talningareitinn, sjá 3. viðauka, bls. 88.

#### **Dagverðarnes (65°10'N, 22°29'V)**

Fyrst talið 1995 og á hverju ári síðan nema 1999. Baldur Grétarsson og samstarfsmenn hafa talið (Ólafur K. Nielsen 1999b). Talningareiturinn er í Dagverðarnesi milli Skáleyjar og Hríseyjar. Að norðan og sunnan eru mörkin strandlengjan, að vestan lína sem hugsast dregin úr Lónsbotni racleitt yfir eiðið í vikina við Skálanes að austan. Austurmörkin eru frá ósum Merkilækjar og upp með læknum allt að Dagverðarnesseli og þaðan lína í vikurbotninn við Saltnes að vestan. Á talningareitnum skiptast á holt og mýrar. Holtin ná hvergi 50 m hæð yfir sjó. Austanvert á svæðinu eru þau vaxin birkikjarri en vestanvert eru þau kjarrlítill. Stærð svæðisins er 4,1 km<sup>2</sup>. Beit hefur dregist mikið saman á liðnum áratugum og er nú lítil sem engin.

#### **Reykhólar (65°26'N, 22°12'V)**

Fyrst talið árið 2000 og á hverju ári síðan af Ólafi K. Nielsen og samstarfsmönnum. Talningareiturinn er nesið neðan Reykhóla. Austurmörkin eru um Grundavog og úr botni hans í Mávavatn og norðurmörkin eru dregin þaðan um suðurenda túna frá bænum Mávavatni, um útjaðar byggðarinnar á Reykhólum og síðan áfram túnjaðrar í austur allt að landamerkjagirðingu við Miðhús. Austurmörkin eru landamerkjagirðingin í sjó. Suðurmörkin eru fjaran. Í austurvestur er svæðið breiðast um 3 km og 1,5 km frá norðri til suðurs. Flatarmál er 3,3 km<sup>2</sup>. Á talningareitnum skiptast á lág holt og grasmóar með mýrarsundum á milli. Hæst nær svæðið í um 20 m hæð yfir sjó við jaðar byggðarinnar á Reykhólum. Svæðið er bithagi.

#### **Bjarnarnes (65°44'N, 21°21'V)**

Fyrst talið árið 1999 og á hverju ári síðan. Höskuldur Erlingsson, Sigmar B. Hauksson og samstarfsmenn hafa talið. Svæðið er norðan við eyðibýlið

Bjarnarnes og neðan þjóðvegur nr. 645 allt norður í Valshöfða og Hörsvík. Það er um 2 km að lengd frá norðri til suðurs og breiðast austur-vestur um 1 km. Flatarmál er 1,6 km<sup>2</sup>. Fyrstu tvö árin var aðeins talið á hluta þessa svæðis, samtals 1 km<sup>2</sup>. Árið 2001 var svæðið stækkað í núverandi stærð. Á svæðinu skiptast á klapparholt og móar á milli. Landið er nýtt til beitar.

#### **Utanverðunes (65°40'N, 19°34'V)**

Fyrst talið árið 2000 og á hverju ári síðan af Ólafi K. Nielsen, Ólafi H. Nielsen og Dany Pierret. Talningareiturinn er tvískiptur. Norðurhlutinn nær yfir allan norðurenda Hegraness norðan þjóðvegur nr. 75 við bæinn Utanverðunes. Sunnan þjóðvegur er stykki sem markast af veginum að norðanverðu, vesturmörkin eru hæðarbrúnnin vestan Nesvatns, suðurmörkin eru gamall malarvegur sunnan Nesvatns langleiðina að bænum Keflavík, þaðan liggja austurmörkin í hæðarbrúnum ofan bæjar allt í þjóðveg nr. 75 við Klaufar. Svæðið er 4,4 km að lengd frá norðri til suðurs og breiðast um 1,8 km frá austri til vesturs. Flatarmál er 5,3 km<sup>2</sup>. Stórbýfir lyngmóar einkenna norðurhluta svæðisins, hæð yfir sjó er þar 15–40 m, sunnan þjóðvegur hækkar landið í 50–80 m og breytir um svip. Þar eru klapparholt sem liggja frá norðri til suðurs og á milli þeirra lyngmóar og mýrasund. Svæðið er allt nýtt til beitar. Talið er á vegsniði, Hegranes (vegsnið), og í vegtalningu, Hegranes (vegtalning), á talningareitnum, sjá 3. viðauka, bls. 89 og 6. viðauka, bls. 96.



## 2. viðauki. Gögn úr reitatalningum. – *Ptarmigan plot census data.*

Niðurstöður rjúpnatalninga á Íslandi 2000–2003 á 24 talningareitum og eldri niðurstöður, sem ekki hafa áður birst, fyrir fimm svæði: Krossanes, Hrafna-  
björg, Litla-Langadal, Heiðmörk og Bjarnarnes. Lýsing svæða og saga talninga  
er í 1. viðauka, bls. 72. – *Results of ptarmigan censuses on 24 plots in Iceland  
2000–2003. Also older data from five plots not previously published.  
Description of plots and history of research is in Appendix 1, page 72.*

Dagur <i>Day</i>	Ár <i>Year</i>	Tími <i>Time</i>	Talningamenn <i>Personel</i>	Karrar <i>Cocks</i>	Kvenfuglar <i>Hens</i>	Vanhöld <i>Kills</i>
Hrísey						
-	2000	-	1	94	-	3
-	2001	-	2	96	-	9
-	2002	-	3	75	-	3
-	2003	-	4	74	-	14
Krossanes <sup>1</sup>						
28. maí	1998	-	2	25	-	0
3. júní	1999	-	2	18	-	2
23. maí	2000	-	3	20	-	1
28. maí	2001	-	1	7	-	2
22. maí	2002	-	2	9	-	0
31. maí	2003	-	2	12	-	9
Laxamýri						
11. maí	2000	185	2	11	3	4
14. maí	2001	160	2	14	3	4
22. maí	2002	200	2	16	5	2
17. maí	2003	210	2	9	3	4
Birningsstaðir						
24. maí	2000	260	2	17	7	0
22. maí	2001	220	2	12	10	0
26. maí	2002	215	2	9	3	0
21. maí	2003	230	2	8	1	2
Hóll						
16. maí	2000	160	1	20	3	4
23. maí	2001	140	2	20	4	4
25. maí	2002	110	2	14	4	0
16. maí	2003	215	2	13	4	1
Hofstaðaheiði						
12. maí	2000	190	2	9	1	2
14. maí	2001	180	2	4	2	3
21. maí	2002	150	2	2	1	0
17. maí	2003	185	2	4	2	3

**2. viðauki, framhald.**

Dagur <i>Day</i>	Ár <i>Year</i>	Tími <i>Time</i>	Talningamenn <i>Personel</i>	Karrar <i>Cocks</i>	Kvenfuglar <i>Hens</i>	Vanhöld <i>Kills</i>
<b>Búrfellshraun</b>						
12. maí	2000	90	2	3	1	1
13. maí	2001	115	2	1	0	0
19. maí	2002	120	1	4	2	0
20. maí	2003	120	2	5	1	1
<b>Hafursstaðir</b>						
23. maí	2000	300	2	10	3	5
24. maí	2001	245	2	16	4	1
23. maí	2002	240	2	7	0	2
15. maí	2003	310	2	1	0	4
<b>Hrafnabjörg</b>						
-	1991	-	1	13	-	-
-	1992	-	1	9	-	-
-	1993	-	1	10	-	-
-	1994	-	1	14	-	-
-	1995	-	1	20	-	-
-	1996	-	1	23	-	-
-	1997	-	1	37	-	-
-	1998	-	1	48	-	-
-	1999	-	1	44	-	-
-	2000	-	1	41	-	-
-	2001	-	1	40	-	-
-	2002	-	1	28	-	-
-	2003	-	1	17	-	-
<b>Rangá</b>						
22. maí	2000	465	1	32	2	3
23. maí	2001	720	1	30	3	4
24. maí	2002 <sup>2</sup>	135	1	16	-	-
22. maí	2003	-	1	3	0	2
<b>Kvísker</b>						
-	2000	-	1	18	-	-
-	2001	-	1	15	-	-
-	2002	-	1	7	3	-
-	2003	-	1	3	-	-
<b>Skaf tafell</b>						
28. apríl	2000	510	1	18	18	1
28. apríl	2001	360	1	15	1	0
30. apríl	2002	390	1	4	1	0
9. maí	2003	300	2	1	0	0

## 2. viðauki, framhald.

Dagur <i>Day</i>	Ár <i>Year</i>	Tími <i>Time</i>	Talningamenn <i>Personel</i>	Karrar <i>Cocks</i>	Kvenfuglar <i>Hens</i>	Vanhöld <i>Kills</i>
Ölfusvatn						
7. maí	2000	120	5	7	0	1
12. maí	2001	-	-	3	1	0
5. maí	2002	60	5	1	0	0
4. maí	2003	60	5	1	1	0
Heiðmörk-b						
-	1982	-	-	11	-	-
-	1983	-	-	16	-	-
-	1984	-	-	17	-	-
-	1985	-	-	25	-	-
-	1986	-	-	20,5	-	-
-	1987	-	-	26	-	-
-	1988	-	-	23	-	-
-	1990	-	-	17	-	-
-	1991	-	-	9	-	-
-	1992	-	-	8,5	-	-
-	1993	-	-	7	-	-
-	1994	-	-	7	-	-
-	1995	-	-	12,5	-	-
-	1996	-	-	12	-	-
-	1997	-	-	17	-	-
-	1998	-	-	17	-	-
-	1999	-	-	15	-	-
-	2000	-	-	13,5	-	-
-	2001	-	-	8	-	-
-	2002	-	-	11	-	-
-	2003	-	-	9	-	-
Úlfarsfell						
12. maí	2000	-	10	23	15	0
11. maí	2001	-	14	40	18	0
17. maí	2002	150	8	20	12	0
8. maí	2003	165	8	31	20	0
Hrafnagjá						
-	2000	-	-	9	2	1
-	2001	-	-	2	1	0
21. maí	2002	-	-	2	0	1
27. maí	2003	-	-	2	0	0

## 2. viðauki, framhald.

Dagur <i>Day</i>	Ár <i>Year</i>	Tími <i>Time</i>	Talningamenn <i>Personel</i>	Karrar <i>Cocks</i>	Kvenfuglar <i>Hens</i>	Vanhöld <i>Kills</i>
Hermundarstaðir						
15. júní	2000	-	1	4	-	-
-	2001	-	1	0	-	-
19. maí	2002	-	1	1	-	-
-	2003	-	2	2	-	-
Hundastapi						
8. maí	2000	240	2	7	4	0
4. maí	2001	220	2	7	4	0
5. maí	2002	120	3	4	1	0
3. maí	2003	210	2	3	1	2
Litli-Langidalur <sup>1</sup>						
23. maí	1999	-	-	6	1	0
28. maí	2000	100	3	4	2	0
20. maí	2001	150	3	5	1	0
11. maí	2002	-	2	2	0	1
10. maí	2003	-	3	5	2	0
Dunká <sup>1</sup>						
1. júní	2001	130	3	4	1	1
22. maí	2002	120	3	7	2	0
14. maí	2003	120	3	14	6	1
Dagverðarnes						
-	2000	-	-	31	-	0
26. maí	2001	-	2	30	-	2
19. maí	2002	-	5	27	-	1
-	2003	-	-	17	-	0
Reykhólar						
9. maí	2000	300	2	12	4	0
10. maí	2001	195	2	8	3	0
8. maí	2002	170	2	7	5	0
11. maí	2003	210	2	5	2	0
Bjarnarnes <sup>1</sup>						
22. maí	1999	-	7	11	6	1
4. júní	2000	90	7	6	3	0
3. júní	2001	-	8	7	2	2
17. maí	2002	-	5	4	1	0
10. maí	2003	-	6	4	4	2
Utanverðunes						
10. maí	2000	165	2	44	-	1
11. maí	2001	150	2	50	11	4
10. maí	2002	240	1	40	17	0
13. maí	2003	385	2	27	7	9

Ath: Tími er tíminn í mínútum sem tók að telja svæðið. – *Time is the number of minutes that it took to complete the census.*

<sup>1</sup>Efturfarandi talningasvæðum hefur verið breytt á rannsóknatímanum: Krossanes var minnkað úr 1,24 km<sup>2</sup> í 1,15 km<sup>2</sup> 2003, Litli-Langidalur var stækkaður úr 1,0 km<sup>2</sup> í 1,5 km<sup>2</sup> 2000, svæðið Dunká var stækkað úr 3,6 km<sup>2</sup> í 6,3 km<sup>2</sup> 2002, Bjarnarnes var stækkað úr 1,0 km<sup>2</sup> í 1,6 km<sup>2</sup> 2001. – *The census plot Krossanes was reduced from 1,24 km<sup>2</sup> to 1,15 km<sup>2</sup> in 2003, Litli-Langidalur was enlarged from 1,0 km<sup>2</sup> to 1,5 km<sup>2</sup> in 2000, Dunká was enlarged from 3,6 km<sup>2</sup> to 6,3 km<sup>2</sup> in 2002, Bjarnarnes was enlarged from 1,0 km<sup>2</sup> to 1,6 km<sup>2</sup> in 2001.*

<sup>2</sup>Aðeins var talið á hluta Rangárvæðis 2002, heildartalan var fundin með því að margfalda þéttleika á þeim hluta þar sem talið var með heildarstærð svæðisins. – *Only part of the census plot Rangá was counted in 2002, total number was calculated using density on the counted part.*

**3. viðauki.** Sniðtalningar, vegsnið og veiðidagbók, lýsing og saga. – *Line transect sampling, road transects and hunting diary, description and history.*

Sniðtalningar á rjúpum og gögn úr veiðidagbókum á Íslandi á árunum 1944–2003, lýsing svæða og saga talninga. Gögn eru til fyrir fjögur svæði þar sem sniðtalningar voru framkvæmdar á hefðbundinn máta, samtals fjögur talningaár, og þar sem talið var úr bíl (vegsnið), samtals 11 svæði og 42 talningaár. Veiðidagbók er til fyrir eitt svæði í samtals 49 ár. Niðurstöður þessara talninga er að finna í 4. og 5. viðauka bls. 92 og 94 í þessari skýrslu. – *Line transect sampling and road transects for territorial ptarmigan cocks and total counts of ptarmigan during the open season (October–December), Iceland 1944–2003, description of study areas and history of research. Line transect sampling exist for four areas, a total of four census years, road transects exist for 11 areas, a total of 42 census years, and counts from the open season exist for one area and 49 years. Data from this census work are in Appendix 4 and 5 page 92 and 94 in this report.*

---

*Sniðtalning:* Sniðlínur, margar á hverju rannsóknasvæði, eru lagðar eftir handahófsreglu, sniðin gengin og fjarlægð rjúpna hornrétt frá sniðlínu mæld. Þessar talningar gefa óbjagaða þéttleikatölu með öryggismörkum fyrir viðkomandi rannsóknasvæði. – *Line transect sampling.*

#### **Reykjaneskagi (63°59'N, 22°08'V)**

Talið vorið 2003 af Ólafi K. Nielsen, Ólafi Einarssyni, Sveini Kára Valdimarsyni og Þorvaldi Björnssyni. Sniðin, sem eru 11 og spanna samtals 89 km, liggja samsíða í stefnunna norðnorðvestur til suðsuðausturs um hraunflákana á milli Keflavíkurveggar annars vegar og Sandfells, Trölladyngju og Fagradalsfjalls hins vegar. Hraunin heita talið norðan megin frá: Almennungur, Afstapahraun, Strandarheiði og Vogageiði. Niðri við Keflavíkurveg er landið í um 20 m hæð yfir sjó en rís upp að fjöllumunum og er í um 200 m yfir sjó þar sem það er hæst austast á sniðunum. Lengd þessa svæðis er um 23 km og breiddin um 8 km. Hraunin eru misgömul, þau yngstu frá sögulegum tíma en þau elstu frá hlýskeyðum ísaldar. Nyrst og austast er birkikjarr, annars staðar er lynggróður og í yngstu og úfnustu hraununum mosapemba. Ekkert votlendi og ekkert yfirborðsvatn. Óbyggt og nýtt sem bithagi.

#### **Mosfellsheiði (64°08'N, 21°25'V)**

Talið vorið 2003 af Ólafi K. Nielsen, Ólafi Einarssyni, Þorvaldi Björnssyni, Erlendi Jónssyni og Agli Bergmann. Talningasniðin, sem eru 9 og spanna 84 km, liggja samsíða norðan og sunnan megin í Mosfellsheiðinni, fjögur snið sunnan megin og fimm norðan megin. Á lengd er þetta svæði um 20 km og um 10 km á breidd. Mosfellsheiðin er ávöl bunga, eldstöð frá hlýskeyði ísaldar (Borgarhólar) og hraun sem frá henni hafa runnið. Efstu hlutar heiðarinnar eru í um 410 m hæð yfir sjó og þeir neðstu í um 200 m hæð. Gróður er

kyrkingslegur, mosaþemba, lyngmóar og holt, en hvergi kjarrgróður. Votlendi, mýrar, tjarnir og læki, er að finna við jaðar heiðarinnar norðan, vestan og sunnan megin, annars er hún öll frekar þurr. Landið er óbyggt og nýtt sem bithagi.

#### **Mýrar (sniðtalning) (64°38'N, 22°04'V)**

Talið vorið 2003 af Ólafi K. Nielsen, Ólafi Einarssyni og Þorvaldi Björnssyni. Talningasniðin eru 12, samtals 119 km að lengd, og dreifast um Mýrar og umfang þessa svæðis er 30 × 30 km að stærð. Mýrarnar eru láglendar, vestan megin eru víðáttumiklar flatar mýrar en austan megin skiptast á lágir klettaásar, ofast vaxnir birki, og mýrasund á milli ásanna. Landið ris hallfleytt frá sjó og landhæð er í um 100 m uppi við Grímsstaðamúla og í mynni Hítardals, 23 og 15 km frá ströndinni. Fjöldi býla og ræktarlönd frá þeim er á svæðinu, einnig sumarhúsalönd og þá mest með Langá og við Grímsstaðamúla. Útjörð er nýtt til beitar. Talningareitur, Hundastapi, er á svæðinu, sjá 1. viðauka, bls. 78, og einnig liggur vegsnið, Mýrar (vegsnið), um sama svæði, sjá bls. 88.

#### **Slétta (sniðtalning) (66°27'N, 16°27'V)**

Talið vorið 2003 af Ólafi K. Nielsen, Ólafi H. Nielsen, Ólafi Einarssyni og Halldóri Walter Stefánssyni. Sniðin, samtals 20 og heildarlengd 40 km, spanna norðvesturhorn Melrakkaslétu og eru í landi Leirhafnar, Grjótness, Núpskötlu, Oddstaða og Sigurðarstaða. Svæðið er um 10 × 6 km að stærð. Þetta er mishæðalítið land og nær hæst í um 30 m yfir sjó. Einkennisgróður er lyngmóar, stórhýfðir og mjög flétturíkir. Enginn kjarrgróður er á svæðinu en nokkrar tjarnir og smávötn. Nýtt til beitar. Vegsnið, Slétta (vegsnið), liggur um sama svæði, sjá bls. 90.

---

*Vegsnið:* Ein sniðlína, vegur eða vegir, talið úr bíl og stysta fjarlægð hornrétt frá vegi mæld fyrir hverja rjúpu. Þessar talningar gefa þéttleikatölu með öryggismörkum. Þéttleikagildið er ekki óbjagað þar sem sniðlínur eru ekki lagðar af handahófi en það er samanburðarhæft á milli ára. – *Road transect study areas.*

#### **Suðurland (64°01'N, 20°26'V)**

Fyrst talið 2000 og hvert ár síðan af Ólafi K. Nielsen og samstarfsmönnum. Talið er með vegum í Grímsnesi, Biskupstungum, Holtum, Flóa, á Skeiðum, í Hreppum og á Rangárvöllum. Fyrsta árið var lengdin á sniðinu 500 km en um 200 km hin árin. Vegirnir liggja um láglandi, mishæðótt, landið hækkar frá sjó og efstu sniðin í Biskupstungum, 50–60 km frá ströndinni, eru í um 100 m hæð. Einkennisgróður er graslendi, mýrlendi og ræktarlönd. Miklar sumarhúsa-byggðir með tilheyrandi skógrækt. Breiddin á svæðinu frá norðvestri til suðausturs er 38 km og lengdin frá norðaustri til suðvesturs er 65 km.

**Suðvesturland (64°05'N, 21°41'V)**

Fyrst talið árið 2000 og hvert ár síðan af Ólafi K. Nielsen og samstarfsmönnum. Talið með vegum ofan Reykjavíkur, í norðri markast svæðið af Úlfarsfelli og Þormóðsdal, í austri af Miðdalsheiði og Hólmshrauni og í suðri af norðurenda Undirhlíða og Hvalvatni. Svæðið er um 20 km að lengd og liggur norðaustur til suðvesturs, breiddin er um 5 km. Heildarlengd vegsniðs er 86 km. Svæðið er mishæðótt þar sem skiptast á holt og hæðir með lægðum á milli. Holtin eru í 150–200 m hæð yfir sjó og lægðirnar í 40–100 m hæð. Í lægðunum er votlendi; mýrar, vötn og tjarnir. Sunnan megin setja hraunbreiður frá nútíma mestan svip á landið. Holta- og móagróður einkennir svæðið og birkikjarr hefur frá fornu fari verið í hraununum. Beit var aflögð á öllu þessu svæði í nokkrum áföngum á tímabilinu 1950–2000. Gróðurfar er allt mjög mótað af mannum og skógrækt er meðal annars stunduð í stórum stíl í Heiðmörk og á sumarhúsalöðum sem eru fjölmargar. Miklar breiður af lúpínu eru hér og hvar. Tveir talningareitir eru inni á þessu svæði, það er Úlfarsfell og Heiðmörk, sjá 1. viðauka bls. 77.

**Mýrar (vegsnið) (64°38'N, 22°04'V)**

Fyrst talið 1999 og hvert ár síðan af Ólafi K. Nielsen og samstarfsmönnum. Talið er með vegum vítt og breitt um allar Mýrar, austast er farið að bænum Borg, syðst að Álftanesi, vestast að Hítarnesi og nyrst að bænum Hítardal. Svæðið sem vegsniðin spanna er um 25 × 28 km. Heildarlengd sniðanna er 179 km. Svæðið er allt láglent, vesturhlutinn er víðáttumiklar flatar mýrar en austan megin skiptast á lágir klettaásar, oftast vaxnir birkikjarri, og mýrasund á milli ásanna. Landið rís hallfleytt frá sjó og nær hæst í um 100 m hæð við bæina Hítardal og Grenjar, 20 og 23 km frá ströndinni. Á rannsóknasvæðinu er fjöldi býla og ræktarlönd frá þeim, einnig sumarhúsalönd, svo sem með Langá og við Grímsstaðamúla. Útjörð er nýtt til beitar. Talningasnið, Mýrar (sniðtalning), liggja um sama svæði, sjá bls. 87, og talningareitur, Hundastapi, er á svæðinu, sjá 1. viðauka, bls. 78.

**Dalir (65°04'N, 21°47'V)**

Talið 2002 og 2003 af Ólafi K. Nielsen, Ólafi H. Nielsen og Róbert Arnari Stefánssyni. Talið með vegi nr. 56 frá sýslumörkum á Heydal í norður og síðan með vegi nr. 54 um Skógarströnd, Hörðudal, Miðdali og þaðan með vegi nr. 60 í norður um Búðardal og allt að vegamótum við Ásgarð. Einnig með vegi nr. 59 um Laxárdal og Laxárdalsheiði allt í Hrutafjörð. Samtals eru þessir vegir 95 km að lengd. Mesta fjarlægð norðaustri til suðvesturs er 61 km og frá norðri til suðurs 23 km. Hæst liggur sniðið í um 200 m hæð yfir sjó á Laxárdalsheiði og á Heydal í um 160 m hæð yfir sjó. Annars liggja þessir vegir neðan 100 m og nærri sjó. Þetta er mishæðótt land þar sem ávöl holt og ásar setja svip á landslagið. Það er að mestu skóglaut nema að birkikjarr er í ásunum norðan Búðardals. Móa- og votlendisgróður er áberandi þáttur í gróðurfari. Fjöldi býla er með vegum og ræktarlönd út frá þeim. Útjörð er nýtt til beitar. Talningareitur, Dunká, er á svæðinu, sjá 1. viðauka, bls. 79.



**Skaginn (vegsnið) (65°54'N, 20°06'V)**

Fyrst talið árið 2000 og hvert ár síðan af Ólafi K. Nielsen, Ólafi H. Nielsen og Dany Pierret. Talið með vegum fyrir Skaga, byrjað við Þjóðveg 1 í Vatnahverfi og talið með vegi nr. 74, síðan vegi nr. 745 og síðast er vegi nr. 744 fylgt allt að Sauðárkróki, samtals 114 km. Vegurinn liggur alls staðar lágt, neðan 100 m, og nærri sjó nema syðst að austanverðu. Þar sveigir vegurinn inn í land um Laxárdal, Laxárdalsheiði og Gönguskörð. Hæsti punktur leiðarinnar er í Gönguskörðum í 175 m hæð yfir sjó. Náttúrlegur gróður er mýrar og móar. Nyrst á Skaga eru grýtt hrjóstur með mosa. Hvergi er að finna birkikjarr á svæðinu. Nokkur býli eru nærri vegi og ræktarlönd frá þeim. Útjörð er nýtt til beitar. Vegtalning, Skaginn (vegtalning), er gerð á hluta leiðarinnar, sjá 6. viðauka, bls. 96.

**Hegranes (vegsnið) (65°43'N, 19°30'V)**

Fyrst talið árið 2000 og hvert ár síðan af Ólafi K. Nielsen, Ólafi H. Nielsen og Dany Pierret. Talið með vegum í Hegranesi, Þjóðvegur nr. 75 farinn fyrir norðurenda Hegraness og síðan hringvegur nr. 764 um nesið. Einnig talið með vegi frá Ketu að Eyhildarholti. Samtals eru þessir vegarspottar 29 km að lengd. Landslag í Hegranesi er stöllótt, hæstu ásarnir eru í um 100 m hæð yfir sjó. Á milli ásanna eru lyngmóar, mýrasund, tjarnir og vötn. Ásarnir liggja frá norð-norðvestri til suðsudausturs og nesið er á lengdina í þá stefnu. Hringvegurinn austan og vestan í nesinu er í um 20–60 m hæð yfir sjó. Hann krækir fyrir nesið nyrst og fyrir endann á því syðst. Að nesinu að austan og vestan liggja flæðingjar og svo Austari- og Vestari-Héraðsvötn. Með veginum eru nokkur býli og ræktarlönd. Útjörð er nýtt til beitar, fyrir sauðfé og hross, en vestan í nesinu eru beitarfriðaðar spildur þar sem stunduð er skógrækt. Ekkert náttúrlegt birkikjarr er í nesinu. Vegtalning, Hegranes (vegtalning), er gerð á sömu leið, sjá 6. viðauka, bls. 96, og talningareitur, Utanverðunes, er á svæðinu, sjá 1. viðauka, bls. 80.

**Aðaldalur-Tjörnes (66°04'N, 17°21'V)**

Fyrst talið 1999 og hvert ár síðan af Ólafi K. Nielsen, Ólafi H. Nielsen og Dany Pierret. Talið með vegum í Aðaldal, Reykjahverfi og á Tjörnesi. Byrjað við Tjörn í Aðaldal og vegi 85 fylgt um Aðaldalshraun hjá Laxamýri og að Húsavík. Byrjað aftur norðan Húsavíkur og áfram allt að bænum Breiðuvík. Samtals eru þetta 36 km. Syðst, í Aðaldalshrauni, liggur vegurinn lágt, um og undir 20 m yfir sjó, um úfið hraun gróið birkikjarr og lyngi. Við Laxamýri hækkar landið og breytir um svip, hæst nær það í um 100 m hæð yfir sjó nyrst. Þetta eru mest þýfðir lyngmóar en votlendi er á tveimur stöðum norðan Húsavíkur. Býli og ræktarlönd eru nokkur. Útjörð er nýtt til beitar nema Húsavíkurland. Lengd svæðisins frá norðaustri til suðvesturs er 37 km. Tveir talningareitir eru á svæðinu, Laxamýri og Hóll, sjá 1. viðauka, bls. 73.

**Slétta (vegsnið) (66°27'N, 16°27'V)**

Fyrst talið 1999 og hvert ár síðan af Ólafi K. Nielsen og Ólafi H. Nielsen. Talið með vegi nr. 85 á norðvestanverðri Sléttu frá Leirhöfn að Sigurðarstöðum og einnig með heimreiðum að Grjótnesi og Oddstöðum. Leiðin er 23 km að lengd. Svæðið er um  $10 \times 6$  km að stærð. Þetta er mishæðalítið land, nær hæst í um 30 m yfir sjó. Einkennisgróður er lyngmóar, stórþýfðir og mjög flétturíkir. Enginn kjarrgróður er á svæðinu en nokkrar tjarnir og smávötn. Talningasnið, Slétta (sniðtalning), spannar sama svæði, sjá bls. 87.

**Bistilfjörður (66°11'N, 15°33'V)**

Fyrst talið 2001 og hvert ár síðan af Ólafi K. Nielsen og Ólafi H. Nielsen. Talið með vegi nr. 85 í Bistilfirði og frá vegamótum upp á Öxarfjarðarheiði og þaðan austur að brú yfir Hafralónsá, samtals 27 km. Vegurinn liggur hæst nyrst þar sem hann er í 160 m hæð yfir sjó, annars er hann í 10–60 m hæð. Landslag einkennist af ávölum ásum sem liggja norðnorðaustur-suðsuðvestur. Á ásunum eru þýfðir lyngmóar en á milli þeirra mýrasund. Býli og ræktarlönd eru með veginum á nokkrum stöðum. Lengd svæðisins austur-vestur er rétt um 20 km. Útjörð er nýtt til beitar. Ekkert náttúrulegt birki er að finna.

**Bakkafjörður-Vopnafjörður (66°00'N, 14°51'V)**

Talið 2001 og 2003 en talning mistókst 2002. Ólafur K. Nielsen og Ólafur H. Nielsen töldu bæði árin. Talið með vegi nr. 85 úr Gunnólfsvík í suður og austur allt að Skeggjastöðum og þaðan um Sandvíkurheiði að vegamótum út á Vopnafjarðarströnd, samtals 47 km. Vegurinn liggur í 10–40 m hæð yfir sjó og nærri ströndinni í Bakkafirði. Leiðin hækkar og landið breytir um svip á Sandvíkurheiði og þar er vegurinn hæst í um 280 m hæð yfir sjó. Á þessari leið skiptast á lyngmóar og votlendi. Nokkur býli og ræktarlönd eru í Bakkafirði. Útjörð er nýtt til beitar. Lengdin á svæðinu NV-SA er 35 km.

**Úthérað (65°31'N, 14°23'V)**

Fyrst talið árið 2000 og hvert ár síðan af Ólafi K. Nielsen og samstarfsmönnum. Talið með vegi nr. 925 frá Urriðavatni að Kirkjubæ og þaðan að Litlabakka vestan megin í Hróarstungu. Einnig með sama vegi frá Lagarfossi að Móbergi í Hjaltastaðabínghá. Í Hjaltastaðabínghá með vegi nr. 94 frá Egilsstöðum í Unaós. Einnig talið með vegum að Sandbrekku og Hreimsstöðum í Hjaltastaðabínghá. Samtals eru vegsniðin 107 km. Landslag á suðurhluta svæðisins einkennist af bröttum ásum, 100–200 m háum, vöxnum birkikjarri og á milli eru móar og mýrar. Vegurinn á þessu svæði er í 10–60 m hæð yfir sjó og liggur hæst rétt vestan við Kirkjubæ í um 100 m hæð. Norðurhluti svæðisins út við Héraðsflóann er marflatar sendnar sléttur með mýrum, graslendi og mómum. Mörg býli eru með veginum og ræktarlönd frá þeim. Útjörð er nýtt til beitar og umfangsmikil skógrækt er stunduð frá mörgum jörðum. Talningareitur, Rangá, er á svæðinu, sjá 1. viðauka, bls. 75.

---

*Veididagbækur:* Frumgögnin eru fjöldi fugla sem sést í veiðiferð ( $Y$ ), fyrir hvert haust er reiknaður meðalfjöldi ásamt með 95% öryggismörkum. Fyrst er þó gögnum  $\log_{10}(Y+1)$  varpað og það var gert þar sem ferveikin voru háð meðaltalinu í upprunalegu gögnunum. Niðurstöðum útreikninganna er síðan varpað aftur yfir á upprunalegan kvarða. – *Study area where total counts were done during the open season. The data was  $\log_{10}(Y+1)$  transformed before calculations, the results (mean number of ptarmigan observed per day,  $\pm 95\%$  CL) were back-transformed to the original scale.*

### **Tindastóll og nágrenni (65°46'N, 19°49'V)**

Talið í 49 haust á árabílinu 1944–2001. Sigurfinnur hefur haldið veiðidagbók allan sinn veiðimannsferil og þar hefur hann skráð um rjúpnaveiði meðal annars veiðidag, veiðisvæði og hvað sást af rjúpu í hverri ferð (Ólafur K. Nielsen 2002b). Samtals eru til upplýsingar um slíkt fyrir 703 veiðidaga á árabílinu 1944–2001. Rjúpnaveiðar hefur Sigurfinnur mestmegnis stundað í Tindastóli. Einnig hefur hann veitt mikið í nálægum fjöllum, svo sem Kolugafjalli, Sandfelli, Hvammshlíðarfjalli, Miðaftansfjalli, Tröllakirkju, Vatnaöxl, Stakkfelli, Hryggjafjalli, Gyltu, Molduxa og Sauðafelli svo þau helstu séu nefnd. Þetta svæði er um það bil 25 km að lengd frá norðri til suðurs og 15 km að breidd í austur - vestur stefnu. Örfáar ferðir hefur Sigurfinnur farið á aðrar slóðir, svo sem Auðkúluheiði, í Þrándarhlíðarfjall og á Öxnadalsheiði.

#### 4. viðauki. Gögn úr sniðtalningum og vegsniðum. – *Line transect sampling and road transect data.*

Niðurstöður rjúpnatalninga í sniðtalningum og á vegsniðum á Íslandi 1999–2003. Fallið sem lýsir því hvernig athugunum fækkar með aukinni fjarlægð frá sniðlínu var miðað við samanlögð gögn fyrir öll ár á viðkomandi svæði.  $V$  er breytileikastuðull þéttleika. Lýsing svæða og saga talninga er í 3. viðauka, bls. 86. – *Line transect sampling data and road transect data for territorial ptarmigan cocks in Iceland 1999–2003. The program DISTANCE was also used to calculate densities from the road transects. For each area the detection function was found using all data for the given area.  $V$  is the analytic coefficient of variation for density of individuals. Description of study areas and history of research is in Appendix 3, page 86.*

Svæði/ár	Karrar/km <sup>2</sup>	95% vikmörk	$V$	Módel skilgreiningar, breidd á beltum, ytri mörk
<i>Area/year</i>	<i>Cocks/km<sup>2</sup></i>	<i>95% confidence interval</i>		<i>Model definition, belt width, truncation distance</i>
<b>Sniðtalning – Line transect sampling</b>				
<i>Reykjanes</i>				
2003	1,91	1,10–3,31	27,44	Half-normal/cosine, 50 m, 300 m
<i>Mosfellsheiði</i>				
2003	2,05	1,57–2,68	12,75	Uniform/cosine, 50 m, 300 m
<i>Mýrar (göngusnið)</i>				
2003	0,35	0,20–0,61	25,79	Uniform/cosine, 12,5 m, 170 m
<i>Slétta (göngusnið)</i>				
2003	7,16	5,17–9,92	16,42	Uniform/cosine, 50 m, 300 m
<b>Vegsnið – Road transects</b>				
<i>Suðvesturland</i>				
2000	3,38	2,29–4,99	19,7	Uniform/cosine, 25 m, 200 m
2001	1,59	1,03–2,45	21,6	
2002	1,63	1,08–2,46	20,7	
2003	3,01	1,83–4,96	25,1	
<i>Mýrar (vegsnið)</i>				
1999	2,48	1,75–3,50	17,65	Half-normal/cosine, 25 m, 250 m
2000	1,09	0,73–1,63	20,58	
2001	1,08	0,71–1,65	21,70	
2002	0,98	0,65–1,50	21,45	
2003	0,30	0,16–0,57	33,74	
<i>Dalir</i>				
2002	1,31	0,84–2,04	22,21	Half-normal/cosine, 25 m, 250 m
2003	0,91	0,55–1,50	25,46	

## 4. viðauki, framhald.

Svæði/ár	Karrar/km <sup>2</sup>	95% vikmörk	<i>V</i>	Módel skilgreiningar, breidd á beltum, ytri mörk
<i>Area/year</i>	<i>Cocks/ km<sup>2</sup></i>	<i>95% confidence interval</i>		<i>Model definition, belt width, truncation distance</i>
<i>Skaginn (vegsnið)</i>				
2000	2,26	1,72–2,97	13,97	Uniform-cosine, 12,5 m, 300 m
2001	2,06	1,55–2,73	14,36	
2002	1,06	0,73–1,52	18,67	
2003	0,44	0,26–0,74	26,87	
<i>Hegranes (vegsnið)</i>				
2000	6,28	4,23–9,33	20,23	Uniform-cosine, 25 m, 300 m
2001	7,54	5,33–10,67	17,65	
2002	4,49	2,89–6,96	22,50	
2003	3,05	1,85–5,04	25,73	
<i>Tjörnes</i>				
1999	4,23	2,94–6,10	18,70	Half-normal/cosine, 25 m, 200 m
2000	4,46	3,18–6,24	17,16	
2001	4,35	3,09–6,10	17,35	
2002	3,79	2,57–5,58	19,78	
2003	3,34	2,29–4,89	19,44	
<i>Slétta (vegsnið)</i>				
1999	13,29	9,22–19,16	18,74	Uniform-cosine, 25 m, 300 m
2000	8,86	6,66–11,80	14,60	
2001	3,76	2,61–5,40	18,62	
2002	7,13	5,30–9,59	15,14	
2003	5,30	3,84–7,31	16,49	
<i>Distilfjörður</i>				
2001	2,24	1,41–3,58	23,69	Half-normal/hermite, 25 m, 300 m
2002	3,06	2,01–4,67	21,51	
2003	1,94	1,18–3,18	25,16	
<i>Bakkafjörður</i>				
2001	1,07	0,58–1,97	31,02	Uniform/polynomial, 25 m, 300 m
2003	0,73	0,37–1,42	33,65	
<i>Hérað</i>				
2000	4,11	3,24–5,21	12,14	Uniform/cosine, 12,5 m, 300 m
2001	3,14	2,42–4,07	13,22	
2002	1,34	0,93–1,91	18,47	
2003	0,37	0,20–0,67	31,23	
<i>Suðurland</i>				
2000	1,66	1,07–2,55	22,13	Uniform/cosine, 25 m, 200 m
2001	0,89	0,54–1,45	25,07	
2002	0,72	0,44–1,18	25,06	
2003	0,54	0,31–0,95	28,98	

**5. viðauki.** Hausttalinngar rjúpu í Skagafirði. – *Autumn counts of ptarmigan in Skagafjörður.*

Meðalfjöldi rjúpna sem sáust í veiðiferð í Tindastóli og nálægum fjöllum í Skagafirði í október til desember 1944–2001. Byggt á veiðidagbókum Sigurfinns Jónssonar. Meðaltöl og 95% vikiörk eru reiknuð fyrir  $\log_{10}(Y+1)$  vörpuðum gögnum og þeim gildum er síðan varpað aftur yfir á upprunalegan kvarða.  $n$  er fjöldi talninga. Lýsing svæðis og saga talninga er í 3. viðauka, bls. 86. – *Mean number of ptarmigan observed per hunting day in the Tindastóll-area in Skagafjörður, north Iceland during October–December 1944–2001. Based on the hunting journals of Sigurfinnur Jónsson.  $n$  is number of counts. Original values were  $\log_{10}$  transformed before calculations ( $Y+1$ ) and then back-transformed to the original scale. Description of study area and history of research is in Appendix 3, page 86.*

Ár <i>Year</i>	Meðaltal <i>Mean</i>	95% vikiörk <i>95% confidence interval</i>	<i>n</i>
1944	26,4	8,6–81,6	10
1945	151,2	74,4–307,2	10
1946	15,2	4,5–51,5	13
1947	11,8	8,3–16,7	13
1948	5,1	3,3–8,1	11
1949	6,8	4,5–10,3	5
1952	16,5	7,6–35,5	13
1953	64,3	23,8–173,9	2
1955	192,4	61,1–605,6	3
1962	21,0	...	1
1963	17,0	9,6–29,8	7
1964	49,4	36,7–66,6	12
1965	113,9	85,1–152,6	13
1966	78,5	26,5–232,2	2
1967	17,1	10,0–29,2	13
1968	19,5	6,3–60,7	6
1969	14,2	8,5–23,8	18
1970	7,6	4,0–14,4	8
1971	11,9	5,7–24,9	14
1972	13,3	6,3–28,0	14
1973	22,3	5,4–92,4	2
1974	23,9	7,6–75,1	10
1975	41,3	12,6–135,2	10
1976	45,6	12,0–173,0	9
1977	47,4	27,6–81,2	7
1978	13,3	8,5–20,8	17
1979	8,4	4,7–15,3	13
1980	20,1	13,4–30,1	24

**5. viðauki, framhald.**

Ár <i>Year</i>	Meðaltal <i>Mean</i>	95% vikiörk <i>95% confidence interval</i>	<i>n</i>
1981	19,9	13,4–29,6	22
1982	30,7	20,5–45,9	19
1983	17,6	12,125,7	21
1984	15,4	10,9–21,6	16
1985	20,2	12,1–33,8	21
1986	27,2	18,0–41,2	19
1987	28,0	21,2–37,0	30
1988	31,4	20,1–49,1	20
1989	14,0	9,5–20,8	26
1990	13,2	6,6–26,7	15
1991	18,1	11,7–28,1	22
1992	10,9	7,6–15,8	26
1993	6,2	3,5–11,2	15
1994	7,1	4,4–11,4	19
1995	11,3	8,0–16,1	20
1996	27,3	18,3–40,8	22
1997	19,9	12,3–32,1	20
1998	21,8	12,7–37,2	15
1999	16,7	10,1–27,7	16
2000	8,8	5,6–13,9	21
2001	7,8	4,9–12,4	18

**6. viðauki.** Vegtalningar og talningar Héðins Ólafssonar, lýsing og saga. – *Road counts and the counts of Héðinn Ólafsson, description and history.*

Staðir þar sem rjúpur voru taldar með vegum og talningar Héðins Ólafssonar, 1950–2003; landlýsing og saga talninga. Gögn eru til fyrir þrjú svæði, samtals 92 talningaár. Niðurstöður þessara talninga er að finna í 7. viðauka bls. 98. – *Total counts of ptarmigan in Iceland 1950–2003, description of study areas and history of research. Data exist for three areas, a total of 92 study years. The data from these counts are in Appendix 7 page 98.*

---

*Vegtalning:* Allar rjúpur sem sjást eru skráðar, ekki mæld fjarlægð í þær og því ekki hægt að umreikna yfir í þéttleika en gildin eru samanburðarhæf á milli ára. – *Total counts along roads of territorial ptarmigan cocks, two areas, no distance measurements.*

### **Skaginn (vegtalning) (65°55'N, 19°54'V)**

Fyrst talið 1977 og síðan á hverju ári nema 1996, samtals 26 talningar. Sigurfinnur Jónsson hefur talið öll árin (Ólafur K. Nielsen 2002b). Talið er úr bíl frá vegi og bytjað við Hraun á Skaga og þaðan er vegi nr. 745 fylgt og síðan vegi nr. 744 rakteitt á Sauðárkrók, samtals er þessi leið 52 km. Vegurinn er austan megin á Skaga og stefna hans er nokkurn veginn norðnorðvestur-suðsuðaustur, loftlínan er 46 km. Nyrst liggur hann nærri sjó um mishæðótt land, þar sem lág grjótholt og móar og mýrasund eru áberandi. Við Sævarlandsvík breytir leiðin um svip og þar er ekið frá sjó og suður þröngan dal, Laxárdal, og síðan um skarð í fjöllum, Gönguskörð, yfir á Sauðárkrók. Norðurhluti leiðarinnar er í 40–60 m hæð yfir sjó og hæst liggur vegurinn í um 175 m hæð í Göngu-skörðum. Nokkur býli og tún liggja að veginum og útjörð er nýtt til beitar. Enginn skógur er á svæðinu. Vegsnið, Skaginn (vegsnið), spannar allt svæðið, sjá 3. viðauka, bls. 89.

### **Hegranes (vegtalning) (65°43'N, 19°30'V)**

Fyrst talið 1977 og á hverju ári síðan nema 1996, samtals 26 talningar. Sigurfinnur Jónsson hefur talið öll árin (Ólafur K. Nielsen 2002b). Talið er úr bíl frá vegi nr. 75 fyrir norðurenda Hegraness og síðan hringvegur nr. 764 um nesið. Einnig er talið með vegi frá Ketu að Eyhildarholti. Samtals eru þessir vegarspottar 29 km að lengd. Landslag í Hegranesi er stöllótt, hæstu ásarnir eru í um 100 m hæð yfir sjó. Á milli ásanna eru lyngmóar, mýrasund, tjarnir og vötn. Ásarnir liggja frá norðnorðvestri til suðsuðausturs og nesið er á lengdina í þá stefnu. Hringvegurinn austan og vestan í nesinu er í um 20–60 m hæð yfir sjó. Hann krækir yfir nesið nyrst og fyrir endann á því syðst. Að nesinu að austan og vestan liggja flæðiengjar og svo Austari- og Vestari-Héraðsvötn. Með veginum eru nokkur býli og ræktarlönd. Útjörð er nýtt til beitar, fyrir sauðfé og hross, en vestan í nesinu eru spildur þar sem stunduð er skógrækt. Ekkert náttúrulegt birkikjarr er í nesinu. Vegsnið, Hegranes (vegsnið), er á sömu leið,



sjá 3. viðauka, bls. 89, og talningareitur, Utanverðunes, er á svæðinu, sjá 1. viðauka, bls. 80.

---

*Talningar Héðins Ólafssonar: talið úr einum punkti en ekki mæld fjarlægð í fugla, niðurstöðurnar eru fjöldi fugla sem sjást og tölurnar eru samanburðarhæfar á milli ára. – Total counts of territorial ptarmigan cocks from one point, one area. No distance measurements.*

### **Fjöll (66°05'N, 16°57'V)**

Talið öll ár frá 1950–1990 nema 1983, samtals talið í 40 ár. Héðinn Ólafsson, bóndi á Fjöllum, taldi. Héðinn taldi frá bæjarhólnum, hvert vor, morgun eftir morgun uns hann taldi sig hafa séð alla karra sem bjuggu í sjónfæri við bæinn. Héðinn notaði sjónauka við þessar talningar. Bærinn Fjöll er í um 30 m hæð yfir sjó og stendur undir brattri hlíð sem liggur frá norðri til suðurs og snýr mót austri. Hæðirnar næst ofan bæjar ná upp í 100–300 m hæð. Birkikjarr er neðst í hlíðunum. Neðan hlíða taka við um 100–300 m breiðar sléttar grundir á milli fjalls og hraunbreiða sem halda svo áfram austur. Þessar grundir voru áður grasigrónar en eru nú túnsléttur næst bæ. Hraunin eru vaxin lynggróðri og birkikjarr er þar að finna. Ropkarrarnir eru í hrauninu og hlíðinni bak bænum.

**7. viðauki.** Gögn úr vegtalningum og talningum Héðins Ólafssonar. – *Data from road counts and the counts of Héðinn Ólafsson.*

Niðurstöður vegtalninga Sigurfinns Jónssonar á Skaga og í Hegranesi 1977–2003 og rjúpnatalninga Héðins Ólafssonar á Fjöllum í Kelduhverfi 1950–1990. Tölur eru fjöldi karra sem sáust viðkomandi vor. Lýsing svæðis og saga talninga er í 6. viðauka, bls. 97.– *Road counts and point counts for territorial ptarmigan cocks in Iceland 1950–2003. Figures are number of cocks counted at the three study sites. Description of study area and history of research is in Appendix 6, page 97.*

Ár <i>Year</i>	Fjöll	Skaginn (vegtalning)	Hegranes (vegtalning)
1950	23	-	-
1951	26	-	-
1952	28	-	-
1953	34	-	-
1954	39	-	-
1955	46	-	-
1956	43	-	-
1957	39	-	-
1958	37	-	-
1959	29	-	-
1960	26	-	-
1961	20	-	-
1962	17	-	-
1963	17	-	-
1964	18	-	-
1965	19	-	-
1966	21	-	-
1967	12	-	-
1968	9	-	-
1969	9	-	-
1970	6	-	-
1971	7	-	-
1972	6	-	-
1973	8	-	-
1974	5	-	-
1975	0	-	-
1976	2	-	-
1977	4	139	126
1978	5	102	89
1979	4	49	41

## 7. viðauki, framhald.

Ár <i>Year</i>	Fjöll	Skaginn (vegtalning)	Hegranes (vegtalning)
1980	7	96	162
1981	9	182	141
1982	10	157	136
1983	-	122	96
1984	12	57	82
1985	10	96	121
1986	11	171	156
1987	9	167	205
1988	7	112	104
1989	5	41	56
1990	5	77	97
1991	-	42	17
1992	-	37	14
1993	-	27	9
1994	-	26	7
1995	-	24	18
1996	-	-	-
1997	-	56	43
1998	-	78	61
1999	-	41	39
2000	-	46	40
2001	-	25	95
2002	-	20	57
2003	-	13	38

**8. viðauki.** Áhrif mælieininga á  $\hat{s}(t)$  við mismunandi dreifingar. – *The effect of standardizing data on  $\hat{s}(t)$  using different distributions.*

Dæmi um áhrif mismunandi mælieininga á metna ferilinn  $\hat{s}(t)$ , annars vegar miðað við Poisson-dreifingu, má sjá á tveimur efri línuritunum á meðfylgjandi mynd, og hins vegar miðað við log-normaldreifingu, tvö neðri línuritin. Myndirnar hægra megin sýna  $\hat{s}(t)$  með 11 frígráðum fyrir staðlaðar talningaraðir af Norðausturlandi 1963–2003. Raðirnar eru staðlaðar með því að reikna fjölda fugla á flatareiningu. Á myndunum vinstra megin er ein röðin, Hrísey, ekki stöðluð heldur eru þar notuð karratalan óbreytt. Að meðaltali sáust í Hrísey 138 rjúpukarrar á ári og það gefur meðalþéttleikann 18 karrar/km<sup>2</sup> þannig að um áttfaldur munur er á stærð gildanna. Sjá má að þessi breyting á einingum hefur engin áhrif á lögun ferilsins ef log-normaldreifing er notuð en ferillinn breytist nokkuð ef Poisson-dreifingin er notuð.

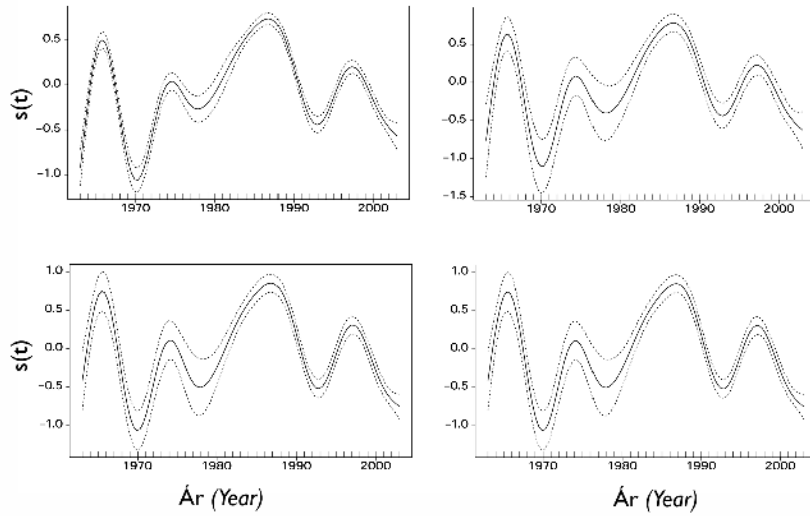
Það er falið í eðli talningagna líkt og þeirra sem hér er fjallað um að tvíkosta-dreifing er þar undirliggjandi. Það má hugsa sér talningagögnin á eftirfarandi hátt: Einu talningasvæði er skipt upp í  $n$  lítil undirsvæði (til dæmis 1 fermetra að stærð hvert). Á hverju undirsvæðanna er annaðhvort einn karri eða enginn og líkurnar,  $p$ , á að finna karra á einu undirsvæði eru mjög litlar. Ef að auki gilir að karrarnir raðast óháð hver öðrum á undirsvæðin, sama hversu nálægt þau eru, þá gildir einfaldlega að talningagögnin lúta tvíkostadreifingu,  $Bin(n,p)$ . Þessi síðasta forsenda er þó kannski ekki fullkomlega samkvæmt raunveruleikanum þar sem karrar vilja væntanlega halda einhverri fjarlægð á milli sín. Þar sem  $n$  er stórt og  $p$  mjög lítið þá gildir að Poisson-dreifingin með stika  $\lambda = np$  er góð nálgun á  $Bin(n,p)$ . Poisson-nálgun er einmitt oft notuð þegar  $n$  er ekki þekkt en hægt er að meta meðaltalið sem er  $np$ . Þar að auki er eðlilegt að lýsa strjálum athugunum með strjállri dreifingu eins og Poisson-dreifingu (eða tvíkosta-dreifingu).

*An example of the effect of different scaled observations on the year effect curve  $\hat{s}(t)$  for Poisson (the two graphs in the top row) and log-normal distributions (the two graphs in the bottom row). The figures on the right show  $\hat{s}(t)$  with 11 degrees of freedom for standardized series, cocks per km<sup>2</sup>, from north-east Iceland 1963–2003. In the graphs to the left one of the series, Hrísey, is not standardized. On average 138 cock were counted on Hrísey or 18 cock/km<sup>2</sup> so there is 8-fold difference in magnitude in the two examples. This change in scale has no effect on the curve when the log-normal distribution is used but the curve changes considerably when the Poisson distribution is used.*

*The underlying distribution of count data is the binomial distribution, based on the following. The count area can be divided in to  $n$  small sub-areas (e.g. one square meter each). In each of these sub-areas there is either none or one cock*

and the probability of a cock being at each sub-area,  $p$ , is very small. If the event of one cock being in one sub-area is independent of another cock being at any other sub-area the count is binomially distributed,  $\text{Bin}(n,p)$ . The last assumption is though not completely correct since territorial cocks tend to keep apart. Since  $n$  is big and  $p$  is very small the Poisson distribution with mean  $\lambda = np$  is a good approximation for  $\text{Bin}(n,p)$ . Indeed, the Poisson approximation is often used when  $n$  is unknown but the mean,  $np$ , can be estimated. In addition, it is natural to use discrete distributions like Poisson (or Binomial) for discrete data.

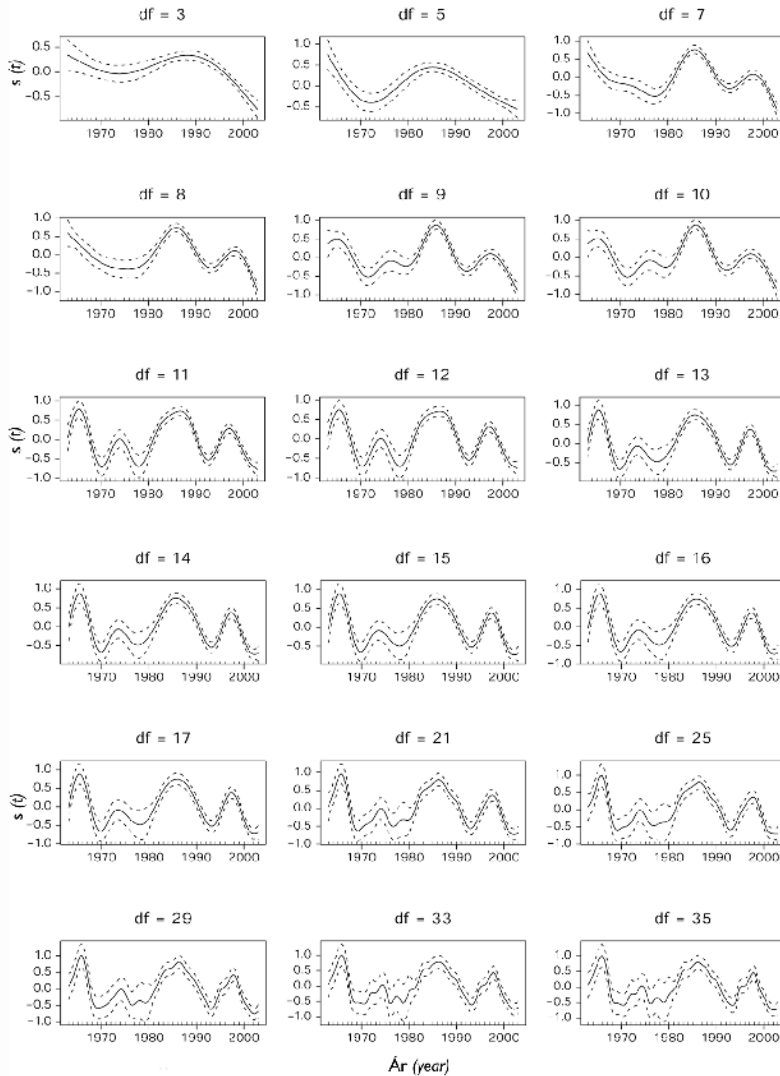
a)



**9. viðauki.** GAM-greining á stofnbreytingum rjúpu og frítölur. – *GAM-analysis of ptarmigan population change and degrees of freedom.*

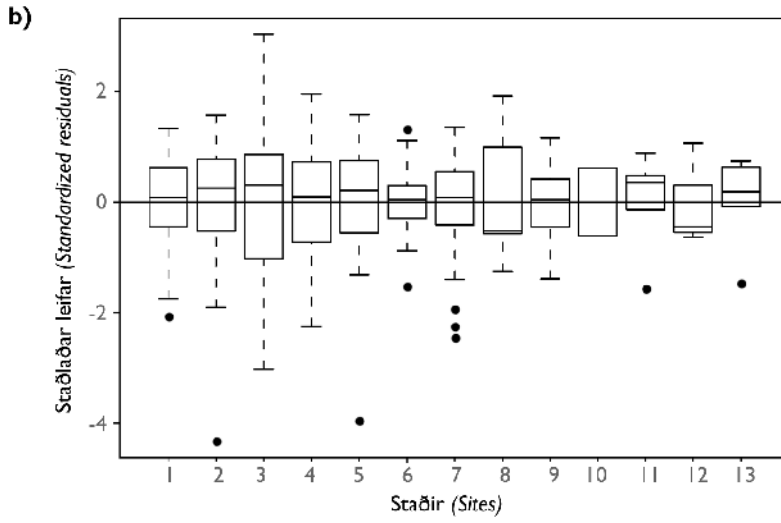
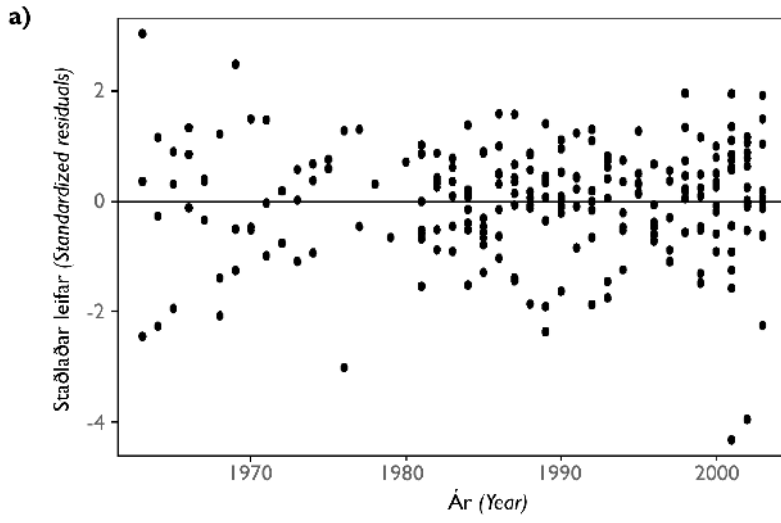
Niðurstöður GAM-greiningar á stofnbreytingum rjúpu á Norðausturlandi 1963–2003. Hér eru sýndar myndir af metnum tímaferlum,  $\hat{s}(t)$ , með þremur upp í 35 frígráðum. Ferillinn virðist breytast lítið eftir að 11 frígráðum er náð. Þegar komið er upp fyrir 20 frítölur verður stöðugt meira áberandi smávægileg óregla á milli ára, hér kallað suð, en engin breyting verður samt sem áður á meginútliti ferilsins. Kíkvaðrat-próf leiddu í ljós að 11 frítölur gáfu marktækt betri mátgæði en 9 frítölur ( $P \ll 0,001$ ) og 13 frítölur betri mátgæði en 11 frítölur ( $P = 0,0068$ ). Hins vegar er ekki marktækt betra að hafa 15 frítölur í stað 13 ( $P = 0,85$ ).

*Results of GAM analysis of ptarmigan count data from north-east Iceland 1963–2003. The year effect curve  $\hat{s}(t)$  is shown for various degrees of freedom. The curve has captured the main changes over time at 11 degrees of freedom. For 20 or more degrees of freedom the curves become more jagged, showing more inter-annual variation rather than a general trend. Analysis of deviance revealed that a curve with 13 degrees of freedom gives better fit than 11 degrees, but 15 degrees do not improve the fit further.*

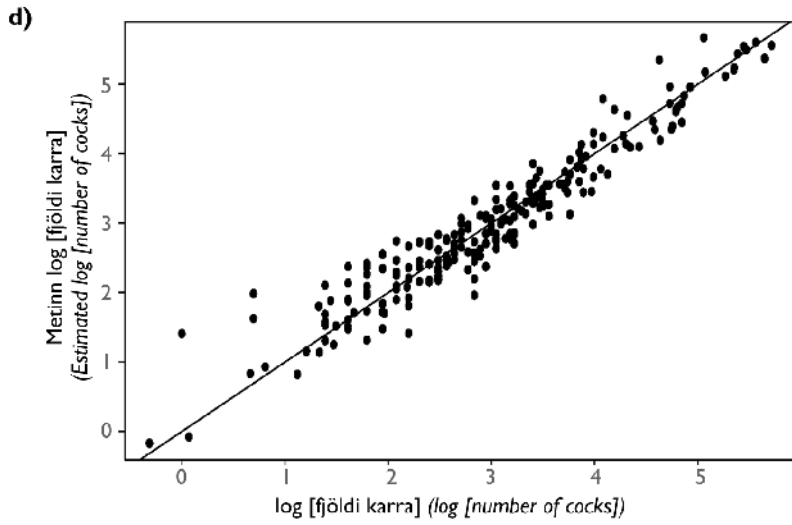
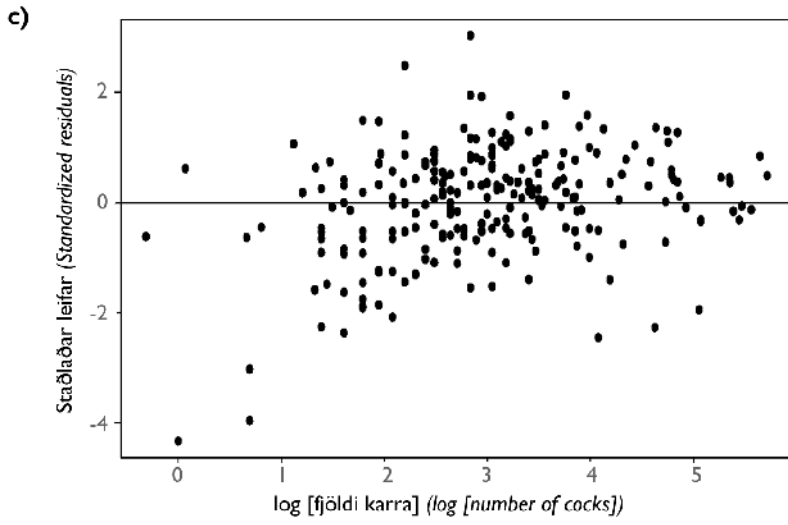


Myndir af stöðluðum leifum GAM-líkans miðað við 13 frítölur sýna engin alvarleg frávik frá líkani og ekkert greinilegt mynstur kemur í ljós þegar þær eru teiknaðar á móti árum (a), stað (b) eða lógaritmískt vörpuðum fjölda karra (c). Metinn fjöldi karra samkvæmt líkani á móti fjölda karra fellur ágætlega að línunni með hallatölu einn og skurðpunkt núll (d).

*Standardized residuals of the selected model with 13 degrees of freedom show no obvious pattern when plotted against covariates, years (a) and site (b) or observations (c). Estimated log-transformed count plotted against the observed log-transformed count show points scattered around the line with slope one and intercept zero (d).*







### 10. viðauki. Mat á leitni dánarstuðla. – *Estimating trends in mortality rates.*

Mat á leitni í dánarstuðli  $Z_2$

Látum  $p_2 = \frac{N_2}{N_1 + N_2}$  vera hlutfall fugla tveggja ára og eldri í stofninum.

Heildardánarstuðull fullorðinna fugla (tveggja ára og eldri) frá vori til vors er metinn með eftirfarandi jöfnum:

$$N_2^t = e^{-Z_2^t} (N_1^{t-1} + N_2^{t-1}) = e^{-Z_2^t} N^{t-1} \quad \text{og} \quad N_2^t = p_2^t N^t \quad \text{sem gefur}$$

$$p_2^t N^t = e^{-Z_2^t} N^{t-1} \Rightarrow Z_2^t = \ln(N^{t-1}) - \ln(p_2^t N^t).$$

#### *Skekkjulíkan*

Skekkja eða óvissa í þessu mati er af tvennum toga: Í fyrsta lagi skekkja í talningum og í öðru lagi skekkja í mati á aldurshlutfalli.

Gerum ráð fyrir að allar rjúpur á talningasvæðum séu taldar. Hins vegar er það hlutfall heildarstofnsins sem er á talningavæðunum breytilegt; táknum þetta hlutfall með  $\xi$  og gerum ráð fyrir að  $\log \xi \sim n(\mu, \sigma^2)$  og að  $\xi^t$  séu óháð, – athugið að þá er meðalhlutfall  $E(\xi) = \exp(\mu + \sigma^2/2)$ . Metið hlutfall fugla tveggja ára og eldri  $\hat{p}_2^t$  er óháð  $\xi$ .

Því er metill fyrir  $Z_2$  gefinn með

$$\hat{Z}_2^t = \ln Y^{t-1} - \ln Y^t - \ln \hat{P}_2^t = \ln N^{t-1} - \ln N^t - \ln p_2^t + v_2^t - \ln \xi^t + \ln \xi^{t-1} = Z_2^t + v_2^t - \ln \xi^t + \ln \xi^{t-1}$$

þar sem  $Y^t = \xi^t N^t$  eru taldar rjúpur árið  $t$  og  $\hat{P}_2^t = e^{-v_2^t} p_2^t$  er metið hlutfall af tveggja ára fuglum og eldri. Athugið að ef einnig er skekkja í talningunni, þ.e.  $Y^t = \zeta^t (\xi^t N^t)$ , þá má einfaldlega taka hana inn í liðinn  $\xi^t$ .

Nú er  $\hat{P}_2^t = \frac{X^t}{n_t}$  þar sem  $X^t \sim \text{binom}(p_2^t, n_t)$  og  $n_t$  er fjöldi aldursgreindra fugla.

Því er  $E[\hat{P}_2^t] = p_2^t$  og  $\text{Var}[\hat{P}_2^t] = \frac{p_2^t(1-p_2^t)}{n_t}$ .  $E[v_2^t]$  og  $\text{Var}[v_2^t]$  eru ekki þekkt, en  $v_2^t = \ln p_2^t - \ln \hat{P}_2^t$ , þar sem  $\hat{P}_2^t$  hefur þekkta dreifingu og

$$E[e^{-v_2^t}] p_2^t = E[\hat{P}_2^t] = p_2^t \Rightarrow E[e^{-v_2^t}] = 1$$

og

$$\text{Var}\left[e^{-v'_2}\right] \left(p'_2\right)^2 = \text{Var}\left[\hat{p}'_2\right] = \frac{(1-p'_2)p'_2}{n'} \Rightarrow \text{Var}\left[e^{-v'_2}\right] = \frac{1-p'_2}{n' p'_2}.$$

Þetta má svo nota ásamt formúlu Taylors til að nálga  $E[v'_2]$  og  $\text{Var}[v'_2]$ :

$$\text{Setjum } \lambda = e^{-v}, \text{ þá er (athugið } E[\lambda] = 1 \text{ og } \text{Var}[\lambda] = \frac{1-p_2}{np_2} \text{)}$$

$$-v = \ln \lambda = (\lambda - 1) - \frac{1}{2}(\lambda - 1)^2 + \dots$$

Þá er

$$-E[v] = E[\ln \lambda] = E[(\lambda - 1)] - \frac{1}{2}E[(\lambda - 1)^2] + \dots = -\frac{1}{2}\text{Var}[\lambda] + O\left(\frac{1}{n^2}\right) \approx -\frac{1}{2} \cdot \frac{1-p_2}{np_2}$$

Það er

$$E[v] \approx \frac{1}{2} \cdot \frac{1-p_2}{np_2}$$

Eins er

$$\text{Var}[v] = \text{Var}[\ln \lambda] = \text{Var}[\lambda] + o\left(\frac{1}{n^2}\right) \approx \frac{1-p_2}{np_2}$$

Nú er

$$E[\hat{Z}'_2] = Z'_2 + E[v'_2] + \mu - \mu \approx Z'_2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{1-p'_2}{np'_2}$$

$$\text{Var}[\hat{Z}'_2] = 2\sigma^2 + \text{Var}[v'_2] \approx 2\sigma^2 + \frac{1-p'_2}{n' p'_2}$$

$$\text{Cov}[\hat{Z}'_2, \hat{Z}'_2^{-1}] = -\sigma^2$$

Matið á  $Z$  er bjagað en bjögunin er mjög lítil;  $p$  er oftast nálægt  $1/2$  og fjöldi sýna er um 100, sem gefur bjögun upp á um það bil  $1/200$ . Mat á  $Z$  er af stærðargráðu 1 þannig að bjögunin er smávægileg.

Setjum nú fram þá tilgátu að  $Z$  hafi vaxið línulega, þ.e.  $Z_2^t = a_0 + bt$  og  $E[v_2^t] = a_1$ ; látum  $a = a_0 + a_1$ . Þá fæst eftirfarandi líkan:

$$\hat{Z}_2^t = a + bt + \varepsilon^t + \eta^t$$

$$(\varepsilon^t = v_2^t - E[v_2^t] = \ln p_2^t - \ln \hat{p}_2^t - E[v_2^t]; \eta^t = \ln \xi^{t-1} - \ln \xi^t)$$

$$E[\varepsilon^t] = 0, \quad \text{Var}[\varepsilon^t] = \text{Var}[v_2^t] \approx \frac{1 - p_2^t}{n^t p_2^t}$$

$$E[\eta^t] = 0, \quad \text{Var}[\eta^t] = 2\sigma_\eta^2, \quad \text{Cov}[\eta^t, \eta^{t-1}] = -\sigma_\eta^2.$$

Í þessu líkani eru tveir skekkjuliðir,  $\varepsilon$  og  $\eta$ . Ef  $\varepsilon$ -liðnum er sleppt er einfalt að meta stuðlana  $a$  og  $b$  (ásamt  $\sigma^2$ ) með aðferð almennra minnstu kvaðrata, GLS (enska *generalized least squares*). Tilvist  $\varepsilon$ -liðarins flækir málið nokkuð því að athuganir benda til að  $\text{Var}[\varepsilon]$  sé of stórt til að fært sé að sleppa því. Samdreifnifylkið (enska *covariance matrix*), sem við skulum tákna með  $\Sigma$ , hefur  $2\sigma_\eta^2 + \text{Var}[\varepsilon^t] = 2\sigma_\eta^2 + \sigma_\varepsilon^2$  í skálínu og  $-\sigma_\eta^2$  sitt hvorum megin við skálínuna, þar sem  $\sigma_\eta^2$  er ekki þekkt. Það er því ekki hægt að rita samdreifnifylkið á forminu  $\Sigma = \sigma^2 C$  þar sem  $C$  er þekkt fylki, en  $\sigma^2$  óþekktur margfaldari, sem metinn er með GLS-aðferðinni.

Skilgreinum því sennileikafall (enska *likelihood function*)

$$L(a, b, \Sigma) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |\Sigma|^{1/2}} e^{-\frac{1}{2}(z-a-bt)\Sigma^{-1}(z-a-bt)^T}$$

þar sem  $n$  er fjöldi mælinga og  $z$  er vigur með 23 stofnmælingum (1981–2003) og  $t$  er vigur árána þegar mælingar eru teknar. Hér er gert ráð fyrir að skekkjan sé normaldreifð, sem stenst ekki alveg því að  $\varepsilon$  er ekki normaldreifð. Lítum engu að síður fram hjá því og gerum ráð fyrir normalskekkju.

Við getum nú skilgreint  $L$  sem fall af  $\sigma_\eta^2$  á eftirfarandi hátt: Fyrir hvert gefið gildi á  $\sigma_\eta^2$  er samdreifnifylkið  $\Sigma$  ákvarðað. Því má beita GLS til að meta stuðlana  $a$  og  $b$  og þar með fæst gildið á sennileikafallinu  $L$  hvert  $\sigma_\eta^2$ . Þá má ákvarða minnsta gildi  $L(\sigma_\eta^2)$ . Gildið á  $\sigma_\eta^2$  sem lágmarkar  $L$  er svo notað til að meta  $a$ ,  $b$  og  $\sigma^2$ , margfaldarann í  $\Sigma = \sigma^2 C$ . Úr því að búið er að meta bæði  $\sigma_\eta^2$  og  $\sigma_\eta^2$  þá ætti margfaldarinn  $\sigma^2$  að vera 1. Lágsgildi  $L$  er í  $\sigma_\eta^2 = 0,0073$  sem

gefur  $\sigma^2 = 0,91$  (sem er nokkuð nálægt 1) og gildi á hallatölunni  $b$  er (95% öryggisbil í sviga):  $b = 0,0184$  (0,0118–0,0251).

Því er óhætt að álykta að aukning á dánarstuðlum sé marktæk.

Önnur leið til að nálgast stuðlana er að gefa sér gildi á  $\sigma_\eta^2$  og beita GLS til að meta  $a$ ,  $b$  og margfaldarann  $\sigma^2$  og finna það  $\sigma_\eta^2$ -gildi sem gefur gildi á margfaldaranum  $\sigma^2=1$ . Það næst með  $\sigma_\eta^2=0,066$ , sem er ekki langt frá því sem metið var með sennileikafallinu; hallatalan verður  $b = 0,0184$  (0,00115–0,00253). Þetta styður enn frekar ályktunina um marktæka aukningu dánarstuðla.

*Mat á dánarstuðlum fullorðinna fugla – svæðaskipt líkan*

Talið er á  $k$  svæðum, fjöldi á svæði  $i$  árið  $t$  er táknaður með  $Y_i^t$ . Gerum áfram ráð fyrir að allar rjúpur á hverju talningasvæði séu taldar, en hlutfall heildarstofnsins þar,  $\xi_i$ , sé breytilegt. Gerum ráð fyrir að  $\log \xi_i \sim n(\mu_i, \sigma_i^2)$  og að  $\{\xi_i^t : i = 1, 2, \dots, k; t = 1, 2, \dots, T\}$  séu óháðar slembistærðir.

Höfum því  $Y_i^t = \xi_i^t N^t$ .

Því má meta  $Z_2$  samkvæmt

$$\begin{aligned}\hat{Z}_2 &= \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (\ln Y_i^{t-1} - \ln Y_i^t) - \ln \hat{P}_2^t \\ &= \ln N^{t-1} - \ln N^t - \ln p_2^t + v_2^t - \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (\ln \xi_i^t - \ln \xi_i^{t-1}) \\ &= Z_2^t + v_2^t + \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (\ln \xi_i^{t-1} - \ln \xi_i^t)\end{aligned}$$

Látum  $\rho^t = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (\ln \xi_i^{t-1} - \ln \xi_i^t)$ , þá er

$$E[\rho^t] = 0$$

$$Var[\rho^t] = \frac{2}{k} \sum_{i=1}^k \sigma_i^2, \quad Cov[\rho^t, \rho^{t-1}] = -\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \sigma_i^2$$

Metillinn fyrir  $Z$  er

$$\begin{aligned}
\hat{Z}_2^t &= \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (\ln Y_i^{t-1} - \ln Y_i^t) - \ln \hat{P}_2^t \\
&= \ln \left( \prod_i Y_i^{t-1} \right)^{1/k} - \ln \left( \prod_i Y_i^t \right)^{1/k} - \ln \hat{P}_2^t \\
&= \ln N^{t-1} - \ln N^t - \ln p_2^t + v_2^t - \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (\ln \xi_i^t - \ln \xi_i^{t-1}) \\
&= Z_2^t + v_2^t + \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (\ln \xi_i^{t-1} - \ln \xi_i^t)
\end{aligned}$$

Það er

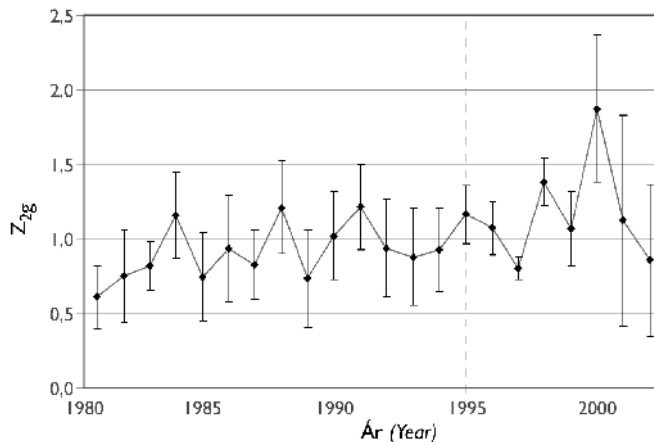
$$\hat{Z}_2^t = \ln \bar{Y}^{t-1} - \ln \bar{Y}^t - \ln \hat{P}_2^t$$

þar sem  $\bar{Y}$  er faldmeðaltal (enska *geometric mean*).

Einnig kemur til greina að nota einn metil fyrir hvert svæði:

$$\begin{aligned}
\hat{Z}_{2,i}^t &= (\ln Y_i^{t-1} - \ln Y_i^t) - \ln \hat{P}_2^t \\
&= Z_2^t + v_2^t + (\ln \xi_i^{t-1} - \ln \xi_i^t)
\end{aligned}$$

Fjöldi talningarsvæða er  $k=6$  og því fást 6 gildi á  $Z_2$  fyrir hvert ár. Því má reikna meðaltal þessara gilda ( $\bar{Z}_2$ ) fyrir hvert ár sem og staðalfrávik ( $s(Z_2)$ ). Meðaltalið er það sama og fæst ef reiknað er með faldmeðaltali svæðanna samanber metilinn hér að ofan ( $\hat{Z}_2$ ) og staðalfrávik meðaltalsins er  $s(\bar{Z}_2) = s(Z_2)/\sqrt{6}$ . Mynd hér að neðan sýnir meðaltal  $Z_2$  fyrir hvert ár  $\pm$  staðalfrávik meðaltalsins.





<http://www.ni.is>

Hlemmi 3 Pósthólf 5320 125 Reykjavík Sími 5900500 Bréfasími 5900595 Netf. ni@ni.is  
Hafnarstræti 97 Pósthólf 180 Akureyri Sími 4600500 Bréfasími 4600501 Netf. nia@ni.is

**Offsetjölritun hf.**