

# ÞJÓRSÁRVER

**FRAMLEIÐSLA GRÓÐURS OG HEIÐARGÆSAR**

Rannsóknir þessar voru  
unnar af Líffræðistofnun  
Háskólags að mestu eftir  
rannsóknarsamningi við  
Orkustofnun 1974

OS-ROD 7624

REYKJAVÍK, júní 1976

## ÞJÓRSÁRVER

### FRAMLEIÐSLA GRÓÐURS OG HEIÐAGÆSAR

1. RANNSÓKNIR Á FRAMLEIÐSLU GRÓÐURS OG BEIT HEIÐAGÆSAR í ÞJÓRSÁRVERUM 1942. ANNAR HLUTI.  
eftir ARNPÓR GARÐARSSON
  
2. RANNSÓKNIR Á FRAMLEIÐSLU MOSA í TJARNAVERI OG ILLAVERI 1974.  
eftir ARNPÓR GARÐARSSON OG STEFÁN H BRYNJÓLFSSON
  
3. STOFNSTÆRD OG FRAMLEIÐSLA HEIÐAGÆSAR (ANSER BRACHYRHYNCHUS)  
í ÞJÓRSÁRVERUM 1971 - 1974.  
eftir ARNPÓR GARÐARSON

RANNSÓKNIR ÞESSAR VORU UNNAR AF  
LÍFFRÉDISTOFTNUN HÁSKÓLANS AÐ MESTU  
EFTIR RANNSÓKNARSAMNINGI VIÐ ORKU-  
STOFNUN 1974.

EFNISYFIRLIT

bls.

1.	Rannsóknir á framleiðslu gróðurs og beit heiðagæsar í Þjórsárverum 1972. Annar hluti: Mælingar á vexti og beit í Nauthaga og endurskoðaðar niður- stöður fyrir Tjarnaver og Illaver .....	1
	Skrá um töflur .....	2
	Summary .....	3
	1.1. Inngangur .....	5
	1.2. Efni og aðferðir .....	5
	1.3. Niðurstöður uppskerumælinga .....	7
	1.4. Saurmælingar .....	8
	1.5. Áætluð beit .....	8
	1.6. Ályktanir .....	9
2.	Rannsóknir á framleiðslu mosa í Tjarnaveri og Illaveri 1974 .....	18
	eftir Arnþór Garðarsson og Stefán H Brynjólfsson	
	Skrá um töflur .....	19
	Summary .....	20
	2.1. Inngangur .....	22
	2.2. Efni og aðferðir .....	22
	2.2.1. Sýnataka .....	22
	2.2.2. Úrvinnsla .....	23
	2.3. Niðurstöður mælinga .....	24
	2.4. Vöxtur mosa .....	25
	2.5. Samanburður við niðurstöður 1972 .....	25
	2.6. Ályktanir .....	27
	Töflur .....	28-31
	Viðbætir 2.1. .....	32

bls.

3. Stofnstærð og framleiðsla heiðagæsar ( <i>Anser brachyrhynchus</i> ) í Þjórsárverum 1971-1974 .....	33
eftir Arnþór Garðarsson	
 Skrá um töflur (List of tables) .....	34
Skrá um myndir (List of figures) .....	36
Summary .....	37
3.1. Inngangur .....	43
3.2. Rannsóknarsvæðið .....	44
3.3. Aðferðir .....	47
3.3.1. Péttleiki .....	48
3.3.2. Eggjafjöldi og klakárangur .....	48
3.3.3. Afkoma unga .....	49
3.3.4. Þyngd og beinar áætlanir á virkni .....	50
3.4. Stærð varpstofns .....	50
3.5. Nýliðun .....	51
3.5.1. Fjöldi eggja .....	51
3.5.2. Afföll í hreiðri .....	51
3.5.3. Afkoma og afföll unga .....	53
3.5.4. Afkoma fullvaxinna fugla .....	54
3.6. Ástæður affalla .....	54
3.6.1. Eggjatap .....	54
3.6.2. Afkoma og afföll unga .....	55
3.6.3. Afkoma og stofnbreytingar .....	56
3.7. Framleiðsla og beit heiðagæsarstofnsins ....	59
3.7.1. Þyngd fullorðinna fugla .....	59
3.7.2. Vöxtur unga .....	60
3.7.3. Framleiðsla .....	61
3.7.4. Saurmælingar og túlkun þeirra .....	62
3.8. Lokaorð .....	63
3.9. Heimildir .....	64

1. Rannsóknir á framleiðslu gróðurs og beit heiðagæsar í Þjórsárverum 1972. Annar hluti: Mælingar á vexti og beit í Nauthaga og endurskoðaðar niðurstöður fyrir Tjarnaver og Illaver

eftir Arnbórm Garðarsson

Efnisyfirlit

Skrá um töflur.....	2
Summary.....	3
1.1. Inngangur.....	5
1.2. Efni og aðferðir.....	5
1.3. Niðurstöður uppskerumælinga.....	7
1.4. Saurmælingar.....	8
1.5. Aætluð beit.....	8
1.6. Alyktanir.....	9

Skrá um töflur (List of tables)

- Tafla 1.1. Samanburður á tegundasamsetningu í lokaðum uppskerureitum í Nauthaga (NX), Tjarnaveri (TX) og Illaveri (IX) í ágústbyrjun 1972.  
(Comparison of botanic composition in three exclosures in Thjorsarver in early August 1972)
- Tafla 1.2. Tegundasamsetning á lokaðum (NX) og opnum (NO) uppskerureit í Nauthaga 24.7. 1972.  
(Composition of standing crop on exclosure (NX) and open plot (NO) in Nauthagi 24 July 1972).
- Tafla 1.3. Uppskeumælingar á lokaðum (NX) og opnum (NO) reit í Nauthaga 1972.  
(Standing crop  $\text{g m}^{-2}$  on exclosure (NX) and open plot in Nauthagi 1972).
- Tafla 1.4. Saurmælingar á 3 ha athugunarsvæði í Nauthaga 1972.  
(Goose droppings on 3 ha study area in Nauthagi 1972).
- Tafla 1.5. Vöxtur háplantna á 11 daga tímabilum í Nauthaga 1972.  
(Growth of vascular plants during 11-day periods in Nauthagi 1972).
- Tafla 1.6. Nauthagi. Beitarútreikningar skv. hlutfallslegum vexti reiknuðum sem fall af þurrvigt ( $\text{g g}^{-1}$ ) á 11 daga fresti.  
(Grazing calculations based on relative growth rates ( $\text{g g}^{-1}$  DW))..
- Tafla 1.6.1. Grávíðir (Salix callicarpaea)
- Tafla 1.6.2. Grös og urtir (Grasses and forbs).
- Tafla 1.7. Lokaniðurstöður beitarmælinga í Þjórsárverum 1972  
(Final estimates of grazing in Thjorsarver 1972)

## SUMMARY

1. Studies on plant production and grazing by pink-footed geese (Anser brachyrhynchus) in Thjorsarver 1972. Part 2: Production and grazing in Nauthagi, and revised results from Tjarnaver and Illaver.

Arnþor Gardarsson

University Institute of Biology, Reykjavik.

1. This paper forms the second report on research aimed at describing the interaction of Anser brachyrhynchus and its food plants in Thjorsarver, central Iceland.  
The work was conducted in part under a contract between the Museum of National History of Iceland (Náttúrufræðistofnun Íslands) and the National Energy Authority (Orkustofnun). It was completed under a contract between the Institute of Biology of the University of Iceland and the National Energy Authority.
2. Field work took place in 1972 on a 3 ha study area in a moss-sedge bog in Nauthagi. Methods are described by Gardarsson (1974). Because of the small size of the dominant vascular plant (Carex rariflora cf. Table 1.1.) it was not possible to separate all samples from the series into species.
3. Results of standing crop measurements are shown in Tables 1.2. and 1.3. Peak standing crop occurred in early August. Total above-ground production of vascular plants was about  $26 \text{ g m}^{-2}$  on an exclosure and about 20 g on an open plot.

4. Grazing was estimated about  $2.9 \text{ g m}^{-2}$  (13% of vascular production, Table 1.7.) in Nauthagi; grazing was probably lowered in this study area due to disturbance by scientists. Grazing was re-estimated in Tjarnaver ( $8.9 \text{ g m}^{-2}$ ) and Illaver ( $6.2 \text{ g m}^{-2}$ ). This was about 37% and 19%, respectively, of production.
5. Droppings on a dry weight/area basis can be used to estimate grazing rates, 1 g DW faeces corresponds to about 1.42 g DW ingested vegetation. Digestibility on an ash-free dry weight bases is estimated at 0.38.

1. Rannsóknir á framleiðslu gróðurs og beit heiðagæsar í Þjórsárverum 1972. Annar hluti:  
Mælingar á vexti og beit í Nauthaga og endurskoðaðar niðurstöður fyrir Tjarnaver og Illaver  
eftir Arnþór Garðarsson

#### 1.1. Inngangur

Rannsóknir þessar eru liður í uppskeru- og beitarmælingum í Þjórsárverum, sem hófust 1971. Tilgangur mælinganna er að meta víxláhrif heiðagæsa (Anser brachyrhynchus) og gróðurs á svæðinu.

Rannsóknirnar voru unnar að nokkru samkvæmt samningi Náttúrufræðistofnunar Íslands og Orkustofnunar um rannsóknir í Þjórsárverum 1972. Þeim var lokið á vegum Líffræðistofnunar Háskólags, skv. samningi við Orkustofnun 1974.

#### 1.2. Efni og aðferðir

Mælingareitur í Nauthaga var í sléttri, hallalítilli mosamýri. Grunnvatnsstaða var víðast hvar efst í sverði, en var breytileg eftir úrkomu. Háplöntugróður var allblandaður og svipaði til gróðurs í Tjarnaveri, þó var hlutfallslega miklu meira í Nauthaga af hengistör (Carex rariflora) og mátti hún heita ríkjandi í gróðurfari (76%, sbr. töflu 1.1.). Mosamiklar, blandaðar myrar eru sennilega útbreiddasta gróðurlendið í votlendi í Þjórsárverum.

Vegna þess hve Nauthagi er nálægt rannsóknarstöðinni við Nautöldu, og þar að auki í leið þegar farið er austur um í Illaver og Múlaver, má gera ráð fyrir að svæðið hafi orðið fyrir það miklum truflunum sumarið 1972 að þess gæti í minnkaðri beit.

Aðferðum við sýnatöku í Nauthaga er lýst í skýrslu Arnþórs Garðarssonar 1974. Í stuttu máli eru þær sem hér segir:

Mælingareitir voru: (1) Einslegt svæði 100 x 300 m, alls 3 ha. (2) A þessu svæði var dreift 5 m<sup>2</sup> hringlaga reitum, merktum með álpinna í miðju, til saurmælinga. Saurmælingareitir voru alls 30, og voru þeir í 6 röðum með um 50 m bili milli raða, en um 20 m bili milli pinna í hverri röð. (3) Reitir til uppskerumælinga voru settir upp með stuttu millibili, alls 3 reitir. Einn þessara reita var klipptur í ágúst 1971 og síðan lokað og klipptur á sama tíma 1972 og 1973, til þess að meta langtíma áhrif friðunar. Hinir tveir voru notaðir til uppskerumælinga sumarið 1972. Var öðrum reitnum (X) lokað með girðingu 90 cm hænsnaneti 7.5 x 7 m, en hvítt nälonsnæri með flöggum strengt yfir. Hinn reiturinn (O) var opinn, og aðeins merktur með álpinnum.

Uppskerumælingar á X og O fóru fram þannig, að 15 1/8 m<sup>2</sup> (25 x 50 cm) reitir voru klipptir í hvert skipti á tilviljana-bundinn hátt samkvæmt munstri sem sýnt er í skýrslu 1974.

Uppskerumælingar fóru fram með 11 daga millibili allt sumarið. Mælingar í Nauthaga fóru fram dagana 21.6., 2.7., 13.7., 24.7., 4.8. og 15.8. Saur var fjarlægður sömu daga og auk þess í upphafi mælingatímabils (29.5.), nýr saur til efnagreininga var tekinn sömu daga. Útilokunarreitum var lokað 29.5. Mælingar önnuðust Gísli Már Gíslason og Sigurður Snorrason að langmestu leyti.

Gróður var klipptur með grasklippum. Öll sýni (uppskera og saur) voru varðveisitt í plastpokum og geymd frystar til úrvinnsla fór fram.

Aðgreining uppskerusýna úr Nauthaga í tegundir reyndist erfiðleikum háð. Ríkjandi tegund, hengistör (Carex rariflora), var mjög smávaxin, og parafleiðandi var sina einnig afar smágerð. Fullkomin sundurgreining sýna til tegunda með aðferðum þeim, er beitt var í Tjarnaveri og Illaveri, tók því óhóflega langan tíma. Eftirtalin sýni voru þó fullunnin: NX 13.7., 24.7. og 4.8., NO 2.7. og 24.7. Önnur sýni, þ.e. NX 21.6., 2.7. og 15.8. og NO 21.6., 13.7., 4.8. og 15.8., hlutu aðra meðferð. Öll 15 sýnin frá hverri klippingu voru sameinuð og þeim blandað saman. Síðan voru tekin 3 hlutasýni sem að-

greind voru í grávíði (Salix callicarpaea) annars vegar og hins vegar graskenndar og jurtkenndar tegundir. A þennan hátt má ætla að um 10 vikna vinna við aðgreiningu hafi sparast.

Öll sýni voru ofnþurrkuð við 80°C í 3 sólarhringa og vegin á rafmagnsvog með 0.01 g nákvæmni. Úrvinnslu önnuðust Jón Gunnar Ottósson, Hrefna Sigurjónsdóttir og Sigurður Snorrason.

### 1.3. Niðurstöður uppskerumælinga

Tegundasamsetning háplantna og hámarksuppskera þeirra á lokuðum reitum í Nauthaga, Tjarnaveri og Illaveri er sýnd í töflu 1.1. Heildaruppskeran var svipuð (mismunur ekki marktækur) í Nauthaga ( $26 \pm 2.5$  g m<sup>-2</sup>) og Tjarnaveri ( $22 \pm 2.6$  g m<sup>-2</sup>). A báðum þessum stöðum voru sömu tegundir - hengistör, hálmgresi, grávíðir, myrastör og fífa - ríkjandi. Í Nauthaga var hengistör þó algerlega yfirgnæfandi (um 76% af þurrvigt) en miklu minni í Tjarnaveri (45%). Hámarksuppskera í Illaveri var um  $40 \pm 3.7$  g m<sup>-2</sup> eða marktækt meiri en á hinum stöðunum, aðaltegundin var myrastör (um 69% af þurrvigt).

Samanburður á uppskeru og tegundasamsetningu á NX og NO 24.7. er sýndur í töflu 1.2. Mismunur á einstökum tegundum á NX og NO var ekki marktækur. Hins vegar var marktækur munur á heildaruppskeru grasa og urta (Sinumagn á NX og NO var svotil hið sama, þannig að framleiðsla þessara reita hefur sennilega verið mjög ápekk.

Endurteknar uppskerumælingar í Nauthaga (tafla 1.3.) sýndu svipað munstur og áður er lýst í Tjarnaveri, nokkur vaxtarseinkun varð á NO, en heildaruppskera þar fór þó aldrei fram úr uppskeru á NX. Samanlögð hámarksuppskera á NX var  $26.20$  g m<sup>-2</sup> en  $19.77$  á NO. Mismunurinn,  $6.43$  g m<sup>-2</sup>, er grófur mælikvarði á beit. Þessi mismunur er nokkru meiri en í Tjarnaveri, en þar var hins vegar verulegur mismunur á framleiðslugetu TX og TO.

#### 1.4. Saurmælingar

Arangur saurmælinga í Nauthaga er sýndur í töflu 1.4. Tilgangur þessara mælinga er nánar ræddur í skýrslu 1974. Saurmagn í Nauthaga dreifðist nokkurn veginn jafnt yfir sumarið, þannig að notkun Nauthaga virðist vera jöfn yfir mælingatímabilið.

Heildarmagn saurs (þurrvigt) var  $2.84 \text{ g m}^{-2}$  eða um 98% af áætlaðri beit.

#### 1.5. Áætluð beit

Áætluð beit á víði og graskenndum tegundum er sýnd í töflum 1.6.1. og 1.6.2.

Í skýrslu 1974 er neikvæð beit ákvörðuð sem engin beit. Þessi meðferð fær ekki staðist, og við endurskoðun í töflu 1.7. er neikvæð beit á ákveðnum tímabilum reiknuð með. Þetta gefur svo til sömu niðurstöðu og mismunur á hámarksuppskeru á lokuðum og opnum reitum í Illaveri og Nauthaga, og sennilega einnig í Tjarnaveri, en þar er enn óunnið úr leiðréttingu fyrir framleiðslugetu TX og TO frá 1974.

Aðferð sú, sem hér er notuð til þess að áætla beit, byggir á því að meta heildarbeit á þeim tíma sem vöxtur á sér stað (fram að 5. klippingu). Þetta má gera annað hvort með því að nota summu af beit á hverju 11 daga klippingartímabili eða með því að nota mismun á hámarksuppskeru (víðir aðskilinn frá öðrum tegundum). Þessi tala er síðan leiðrétt með hlutfallinu

saur alls  
saur í 1.-5. tímslugi

og fæst þá áætlun fyrir beit yfir allt sumarið. Aðferð þessi er notuð til þess að leitast við að fá sem réttasta mynd af beit á þeim tíma (1) í ágúst sem vaxtarýrnun á sér stað og (2) í byrjun vaxtaríma þegar nýttar eru fæðutegundir sem ekki koma fram við uppskerumælingu.

Áætluð beit í Nauthaga skv. þessu var um  $2.91 \text{ g m}^{-2}$  eða aðeins um þriðjungur af beit í Tjarnaveri. Mismunurinn

stafar af truflunum og e.t.v. að nokkru af ólíkri tegunda-samsetningu.

Hlutfallið beit/saur er sýnt í töflu 1.2. Það var að meðaltali 1.42 (1.02 - 1.70) og langlægst í Nauthaga. Frávakin frá meðaltali eru best túlkuð sem mælingaskekja og virðist heppilegt að miða við þetta hlutfall í frekari túlkun saurmælinga í Þjórsárverum.

Ofnbrennsla gaf til kynna mjög jafnt öskuhlutfall (um 0.05) í öllum háplöntum. Hins vegar var askan miklu meiri (um 0.16) í saur, og einnig fremur breytileg. Þetta stafar eflaust af sandmylsnu sem gengur niður af gæsunum. Virðist því betra að miða meltanleikaáætlun við öskulausa þurrvigt eins og gert er í töflu 1.7. Er meltanleiki þannig áætlaður að meðaltali um 38%.

#### 1.6. Alyktanir

Niðurstöður þær, sem hér er gerð grein fyrir, verða að skoðast í því ljósi að enn er eftir að fullvinna mælingar sem kunna að hafa áhrif á túlkun þeirra. Hér er um að ræða (a) frekari efnagreiningar og (b) endurteknar uppskerumælingar 1974.

Samkvæmt þessari skýrslu var beitin 1972 sem hér segir:

Nauthagi	2.9 g m <sup>-2</sup>	eða 13% af vexti háplantna (22.7 g m <sup>-2</sup> )
Tjarnaver	8.9 g m <sup>-2</sup>	eða 37% af vexti háplantna (23.9 g m <sup>-2</sup> )
Illaver	6.2 g m <sup>-2</sup>	eða 19% af vexti háplantna (33.0 g m <sup>-2</sup> )

Nánar ræðir um samband beitar og heiðagæsarstofnsins í 3. hluta.

Tafla 1.1. Samanburður á tegundasamsetningu í lokuðum uppskerureitum í Nauthaga (NX), Tjarnaveri (TX) og Illaveri (IX) í ágústbyrrjun 1972  
 (Comparison of botanical composition in three exclosures in Thjorsarver in early August 1972).  
 n = 15 (25x50 cm).

Reitur dags. 1972	NX	TX		IX					
	4.8.	5.8.	7.8.						
	g m <sup>-2</sup>	±SE	%	g m <sup>-2</sup>	±SE	%	g m <sup>-2</sup>	±SE	%
Carex rariflora	19,66	± 1,74	76	9,80	± 1,26	45	3,02	± 0,41	8
Carex cf. nigra	1,40	± 1,62	5	4,14	± 0,70	19	27,87	± 2,29	69
Calamagrostis neglecta	2,50	± 0,47	10	2,10	± 0,30	10	4,81	± 0,41	12
Eriophorum	0,10	± 0,06	0	1,74	± 0,34	8	0,18	± 0,08	0
Salix callicarpaea	1,51	± 0,70	6	4,02	± 1,66	18	4,10	± 1,74	10
Polygonum viviparum	0,26		1	0,12		1	0,05		0
Cardamine pratensis	-			-			0,09		0
Equisetum	0,28		1	0,07		0	0,09		0
Háplöntur alls (Total vascular plants)	25,73	± 2,45		21,99	± 2,62		40,21	± 3,70	
Mosi (Moss)*	35,20	± 4,24		32,77	± 2,94		16,24	± 1,95	
Sína (Standing dead)	14,95	± 2,06		4,93	± 0,92		10,66	± 1,00	

\* Magn mosa sem slæddist með í klippingu (sbr. skýrslu 2).  
 (incidental quantity of moss, cf. Report 2).

Tafla 1.2. Tegundasamsetning á lokaðum (NX) og opnum (NO)  
uppskerureit í Nauthaga 24.7. 1972.

(Composition of standing crop on exclosure (NX)  
and open plot (NO) in Nauthagi 24 July 1972).  
n = 15 (25x50 cm)

	NX g m <sup>-2</sup>	$\pm$ SE	%	NO g m <sup>-2</sup>	$\pm$ SE	%
Carex rariflora	17,80	$\pm$ 1,27	77	13,37	$\pm$ 1,23	78
Carex cf. nigra	1,56	$\pm$ 0,61	7	1,18	$\pm$ 0,34	9
Calamagrostis neglecta	1,51	$\pm$ 1,22	7	0,57	$\pm$ 0,11	3
Eriophorum	0,22	$\pm$ 0,10	1	0,17	$\pm$ 0,05	1
Polygonum viviparum	0,02		0	0,59		3
Equisetum	0,05		0	0,02		0
Grös og urtir alls	21,17	$\pm$ 1,37	91	15,75	$\pm$ 1,53	92
(Total grasses and forbs)						
Salix callicarpaea	1,98	$\pm$ 1,14	9	1,44	$\pm$ 0,38	8
Háplöntur alls	23,15	$\pm$ 1,50		17,19	$\pm$ 1,67	
(Total vasc. plants)						
Mosi (Moss)	33,40	$\pm$ 3,22		36,30	$\pm$ 3,75	
Sina (Standing dead)	12,07	$\pm$ 0,92		12,38	$\pm$ 1,13	

Tafla 1.3.

Uppskerumælingar á lokudum (NX) og opnum (NO) reit 1  
Nauthaga 1972.

( Standing crop  $\text{g m}^{-2}$  on exclosure (NX) and open plot in  
Nauthagi 1972).

n = 15 (25x50 cm).

	g $\text{m}^{-2}$ $\pm$ SE ( $\pm$ estimated SE)		
Klippling nr.	1	2	6
Dagsetning (1972)	21.6.	2.7.	5
	13.7.	24.7.	4.8.

NX:

Grös og urtir (Grasses and forbs)	3,07 ( $\pm 0,3$ )	8,22 ( $\pm 0,8$ )	19,51 ( $\pm 2,0$ )	21,17 $\pm$ 1,37	24,22 $\pm$ 2,31	22,26 ( $\pm 2,2$ )
Salix callicarpaea	0,24 ( $\pm 0,1$ )	0,62 ( $\pm 0,3$ )	0,82 ( $\pm 0,4$ )	1,98 $\pm$ 1,14	1,51 $\pm$ 0,70	0,49 ( $\pm 0,2$ )

NO:

Grös og urtir (Grasses and forbs)	2,72 ( $\pm 0,3$ )	6,24 $\pm$ 0,64	15,54 ( $\pm 1,6$ )	15,75 $\pm$ 1,53	18,25 ( $\pm 1,8$ )	17,64 ( $\pm 1,8$ )
Salix callicarpaea	0,33 ( $\pm 0,2$ )	0,72 $\pm$ 0,27	1,20 ( $\pm 0,6$ )	1,44 $\pm$ 0,38	1,52 ( $\pm 0,8$ )	1,02 ( $\pm 0,5$ )

Tafla 1.4. Saurmælingar á 3 ha athugunarsvæði í Nauthaga 1972.

(Goose droppings on 3 ha study area in Nauthagi 1972).

n = 30 ( $5\text{m}^2$ )

Nr.	dagur	Dagsetning	$\text{g m}^{-2} \pm \text{SE}$	cum. $\text{g m}^{-2}$	hlutfall
0	÷3	29.5.	2,14 $\pm$ 0,51*		
1	÷3-21	21.6.	0,41 $\pm$ 0,07	0,41	0,14
2	21-32	2.7.	0,49 $\pm$ 0,08	0,90	0,17
3	32-43	13.7.	0,53 $\pm$ 0,08	1,43	0,19
4	43-54	24.7.	0,31 $\pm$ 0,05	1,74	0,11
5	54-65	4.8.	0,68 $\pm$ 0,10	2,42	0,24
6	65-76	15.8.	0,42 $\pm$ 0,10	2,84	0,15

\* nýr og gamall saur

Tafla 1.5. Vöxtur háplantna á 11 daga tímabilum í Nauthaga 1972.  
(Growth of vascular plants during 11-day periods in  
Nauthagi 1972).

Vöxtur (increment)

Tímabil (period)	Grös og urtir alls (Total grasses and forbs)				Gráviðir ( <i>Salix callicarpaea</i> )			
	NX	NO	NX	NO	NX	NO	NX	NO
21.6.- 2.7.	5.15	3.52	1.68	1.29	0.38	0.39	1.58	1.18
2.7.-13.7.	11.29	9.30	1.37	1.49	0.20	0.48	0.32	0.67
13.7.-24.7.	1.66	0.21	0.09	0.01	1.16	0.24	1.41	0.20
24.7.- 4.8.	3.05	2.50	0.14	0.16	-0.47	0.08	-0.24	0.06
4.8.-15.8.	-1.96	-0.61	-0.08	-0.03	-1.02	-0.50	-0.68	-0.33

Tafla 1.6. Nauthagi .

Beitarútreikningar skv. hlutfallslegum vexti reiknuðum sem fall af þurrvigt ( $g g^{-1}$ ) á 11 daga fresti.

(Grazing calculations based on relative growth rates ( $g g^{-1} DW$ )).

Tafla 1.6.1. Grávíðir (Salix callicarpaea)

Klipping nr	Dags. (1972)	$r_{NX}$	NO $U_0$	NO $V_0$	$NO \cdot r_{NX}$ $=V_X$	$V_X - V_0$ Beit
1	21.6.	1.58	0.33	0.33	0.24	-0.09
2	2.7.	0.32	0.72	0.39	0.52	0.13
3	13.7.	1.41	1.20	0.48	0.23	-0.12
4	24.7.		1.44	0.24	1.69	1.45
5	4.8.	-0.24	1.52	0.08	-0.35	-0.43
6	15.8.	-0.68	1.02	-0.50	-1.03	-0.53

U = uppskera (standing crop)

V = vöxtur (increment)

$r_{NX}$  = vaxtarhlutfall ( $g g^{-1}$ ) á óbeittu  
(relative growth on ungrazed plot)

Tafla 1.6.2. Grös og urtir (Grasses and forbs)

Klipping nr.	Dags. (1972)	$r_{NX}$	NO $U_0$	NO $\cdot r_{NX}$ $= V_X$	$V_X - V_0$ Beit
1	21.6.	1.68	2.72	3.07	0.35
2	2.7.	1.37	6.24	4.57	1.05
3	13.7.	0.09	15.54	8.55	-0.75
4	24.7.	0.14	15.75	1.40	1.19
5	4.8.	-0.08	18.25	2.20	-0.30
6	15.8.		17.64	-1.46	-0.85

Tafla 1.7. Lokaniðurstöður beitarmælinga í Þjórsárverum 1972 .  
(Final estimates of grazing in Thjorsarver 1972).

$\text{g m}^{-2}$

	Tjarnaver	Illaver	Nauthagi	Meðaltal
	1)	2)	3)	
a. Beit (1.- 5. klipping)	7.42	5.70	2.48	5.20
b. Saur (1.- 5. tínsla)	4.36	4.17	2.42	3.65
c. Saur (alls)	5.24	4.55	2.84	4.21
d. Beit alls ( $\frac{\text{aC}}{\text{D}}$ )	8.92	6.22	2.91	6.02
e. Beit/saur (a/b)	1.70	1.37	1.02	1.42
f. Beit (öskulaus, 0.95d)	8.47	5.91	2.76	5.71
g. Saur (öskulaus, 0.84c)	4.40	3.82	2.39	3.54
h. Meltanleiki ( $\frac{1-g}{f}$ )	0.48	0.35	0.13	0.38
i. Beit skv. mismun á útr. hámarksuppskeru X-0	(5.53-)8.55	5.70	2.69	5.65
j. Leiðréttning d/i	(1.61-)1.04	1.09	1.01	1.06

1) skv. skýrslu 1974, töflum 2. 11. 1. og 2.

2) skv. skýrslu 1974, töflum 2. 12. 2. og 3.

3) skv. töflum 1. 6. 1. og 1. 6. 2.

(Explanations: (a) grazing measured during period of positive growth; (b) faeces during same period; (c) total faeces; (d) total grazing; (e) grazing/faeces ratio; (f) grazing ash-free; (g) faeces ash-free; (h) digestibility; (i) grazing based on difference in maximum standing crop of exclosure and open plot; (j) correction factor.)



2. Rannsóknir á framleiðslu mosa í Tjarnaveri og  
Illaveri 1974

eftir Arnþór Garðarsson og Stefán H. Brynjólfsson

Efnisyfirlit

Skrá um töflur.....	19
Summary.....	20
2.1. Inngangur.....	22
2.2. Efni og aðferðir.....	22
2.2.1. Sýnataka.....	22
2.2.2. Úrvinnsla.....	23
2.3. Niðurstöður mælinga.....	24
2.4. Vöxtur mosa.....	25
2.5. Samanburður við niðurstöður 1972.....	25
2.6. Ályktanir.....	27
Töflur .....	28-31
Viðbætir 2.1. ....	32

Skrá um töflur (list of tables)

- Tafla 2.1. Framleiðsla mosa (purrvigt) í Tjarnaveri og Illaveri 1974.  
(Dryweight production of mosses in Tjarnaver and Illaver 1974.)
- Tafla 2.2. Samanburður á framleiðslu mosa frá mismunandi tíma í Tjarnaveri og Illaveri.  
(t-tests on data in Table 2.1.)
- Tafla 2.3. Uppskera (purrvigt) brúna mosans í Il averi og Tjarnaveri 1974.  
(Standing crop of mosses (brown part) in Illaver and Tjarnaver 1974.)
- Tafla 2.4. Samanburður á lífþyngd mosa á mism. tímum og svæðum  
(t-tests on data in Table 2.3.)
- Tafla 2.5. Vöxtur mosa í Tjarnaveri og Illaveri 1974  
(Production and mean daily increment of mosses.)
- Tafla 2.6. Uppskera og áætlaður vöxtur í Tjarnaveri 1972.  
(Standing crop and estimated growth of mosses in Tjarnaver 1972.)

## SUMMARY

2. Dry-weight production of mosses in Tjarnaver and Illaver, Thjorsarver, in 1974

Arnþor Gardarsson and Stefan H. Brynjolfsson  
University Institute of Biology, Reykjavik.

1. The aim of this work was to estimate the contribution of mosses to net primary production in the Thjorsarver using standing crop estimates at the beginning and the peak of the growing season.
2. Samples consisted of 15 cores of  $41.9 \text{ cm}^2$  taken randomly (latin square) from plots, each  $3.75 \times 3.75 \text{ m}$  in Tjarnaver (sedge-moss bog) on 5 June, 15 July and 4 August and in Illaver (sedge marsh) on 6 June, 16 July and 5 August. The samples were processed by subsampling and separating into "green" (i.e. annual growth) and "brown" fractions.
3. Beginning of growth was estimated to be about 1 June. Peak standing crop occurred in late July - early August (Table 2.1.) but growth was slow after 15 July (Table 2.5.)
4. Annual production of mosses was about  $60 \text{ g m}^{-2}$  dry weight, i.e. about twice that of vascular plants (1972 figures).
5. Indirect estimates from 1972 are shown to be approximately correct (Table 2.6.2.) for the period 22 June to 15 July but about 20 g should be added to account for the first three weeks of June. Thus estimated, moss production in Tjarnaver 1972 becomes comparable to 1974 (about  $60 \text{ g}^{-2}$ ).

6. Measurements of standing crop of the "green" moss fraction in late July - early August should provide reasonably accurate estimates of annual production of mosses.

2. Mælingar á framleiðslu mosa í Tjarnaveri og Illaveri 1974

eftir Arnpór Garðarsson og Stefán H. Brynjólfsson

2.1. Inngangur

Tilgangur mælinganna var að kanna hvort unnt væri að meta árlegan vöxt mosa í Þjórsárverum með beinum uppskerumælingum og fá þannig sem nákvæmastar upplýsingar um hlutdeild mosa í heildarfrumframleiðslu á svæðinu.

Þessar rannsóknir voru unnar að hluta samkvæmt samningi Líffræðistofnunar Háskólags og Orkustofnunar um rannsóknir í Þjórsárverum 1974 (gagnasöfnun) og að hluta á vegum Líffræðiskorar Verkfræði- og raunvísindadeildar H.I. (úrvinnsla).

2.2. Efni og aðferðir

2.2.1. Sýnataka

Söfnun sýna fór fram af tveimur svæðum:

Illaver: Blaut starmýri með grunnvatni. Talsverð hreyfing á grunnvatninu og eru uppsprettur á mælingasvæðinu. Ríkjandi tegundir myrastör (Carex nigra coll.) (en mjög lítið af öðrum háplöntutegundum) og mosi (langmest Calliergon giganteum, sbr. viðbætir 2.1.).

Tjarnaver: Slétt og flöt mýri. Grunnvatnsstaða yfirleitt efst í jarðvegi, en uppistöðupollar myndast í mikilli úrkому. Blandaður gróður með miklum mosa (margar tegundir, sbr. viðbætir 2.1.).

Ríkjandi háplöntur: hengistör. (Carex rariflora), fífa (Eriophorum spp.) hálmgresi (Calamagrostis neglecta), grávíðir (Salix callicarpaea) og myrastör (Carex nigra coll.)

Reynt var að finna einsleg svæði á hvorum stað með tiliti til gróðurs. Söfnun mosans fór þannig fram að 15 hring-laga  $41.9 \text{ cm}^2$  kjörnum var safnað í hvert skipti á tilviljunar-

bundinn hátt (latin square) úr reit sem var 3.75 x 3.75 m að stærð. Sýni voru tekin í Tjarnaveri dagana 5.6., 15.7., 4.8., en í Illaveri 6.6., 16.7. og 5.8. Sýnatöku önnuðust Gíslí Már Gíslason og Sigurður Snorrason líffræðinamar.

Mosanum var safnað þannig, að hálfðós ( $41.9 \text{ cm}^2$ ) var þrýst niður í svörðinn, niður í brúna hluta mosans, og hverjum kjarna hvolt í plastpoka. Hvert sýni var merkt auðkennisstöfum reitsins og dagsetningu. Síðan var kjarninn frystur og geymdur í djúpfrysti þar til úrvinnsla fór fram. Ekki var reynt að greina mosann til tegunda.

#### 2.2.2. Úrvinnsla

Fáein (5-7) sýni voru tekin úr djúpfrysti skömmu áður en sundurgreining þeirra fór fram og vegin frosin á 16ðavog með 0.1 gr. nákvæmni. Ómeðhöndluð þiðin sýni sem biðu úrvinnslu voru geymd í kæli. Úr hverju sýni var tindur frá sá hluti brúna mosans, sem hafði merkjanlegan grænan eða gulgrænan vaxtarbrodd. Brúni hlutinn, sem þá varð eftir, ásamt öðrum jurtum og jurtaleifum sem í sýninu voru, var lagður til hliðar og ekki meðhöndlaður frekar.

Aftinda hluta mosans (brúnn og grænn) var dreift sem jafnast á bakka og vatni hellt yfir þannig að flaut yfir allan mosann. Botni bakkans var skipt í 20 því sem næst jafnstóra reiti. Mosi úr 4 reitum bakkans (sem valdir voru sem næst af handahófi) var færður upp á tvær petriskálar (mosi tveggja reita á hvora skál). Þá var græni eða gulgræni hlutinn (árvöxturinn) skilinn frá brúna hlutanum úr hvorri skál fyrir sig. Þannig fengust 2 grænir hlutar, 2 brúnir hlutar og einn brúnn og grænn hluti (það sem eftir var úr bakknum) fyrir hvert sýni. Þessum hlutum, hverjum fyrir sig, var vafið inn í smjörpappír og merktir þannig, að glöggt mátti sjá hvaða grænu og brúnu hlutar sýnisins áttu saman. Loks var þessum 5 hlutum sýnisins stungið í pappírs-poka, sem merktur var með auðkennisstöfum reitsins, dagsetningu og innihaldi. Þar sem græni hlutinn var oftast mjög lítil og smágerður var hann plokkaður frá á petriskál með vatni í, og síðan síður frá með pappírssíu, og skafinn af síunni á smjörpappírin. Eftir 3-4 sólarhringa þurrkun við  $80^\circ\text{C}$ , voru

pessir fimm hlutar fyrir hvert sýni vegnir á rafmagnsvog með 0.0001 gr nákvæmni. Hlutfall árvaxtar fyrir hvert sýni var síðan fundinn þannig: Fundið var hlutfallið milli þurrvigtar græna hlutans ( $n=2$ ) og brúna hlutans ( $n=2$ ). Þetta hlutfall var síðan notað þegar heildarmagn græna (vaxtarins) hlutans í sýninu var fundið. Úrvinnslu annaðist Stefán H. Brynjólfsson.

Helstu skekkjuvaldar eru sem hér segir:

- (1) Hætta á að vaxtarhluti sé ýmist of- eða vanmetinn vegna óljósra skila í sumum sýnum milli "græna" og brúna hlutans. Mikilvægt er að sýnin séu ekki látin standa í birtu eftir að þau eru þiðnuð, nema sem allra minnst, þar sem græna hlutanum hætti þá til að gulna, og gerði það aðgreininguna enn örðugri.
- (2) Líttill vöxtur í fyrstu skiptin, og því erfitt að greina hann frá eldri hlutum mosans. Sennilegt er þó, að pessi þáttur jafnist út.

### 2.3. Niðurstöður mælinga.

Tafla 2.1. sýnir meðaltöl mælinga á árvexti mosa (þurrvigt) í Tjarnaveri og Illaveri. Framleiðslan var um 60 g  $m^{-2}$ , þ.e. allt að helmingi meiri en framleiðsla háplantna (1972).

Hámarksframleiðslu virðist ekki vera náð í síðasta skiptið (14.8.) í Tjarnaveri, hins vegar virðist henni þegar náð um miðjan júlí í Illaveri.

Mismunur á framleiðslu mosa milli svæða á tímabilinu 15.7.-5.8. (tvö síðustu skiptin) var þó ekki marktækur (t-prófun, tafla 2.2.). Með hliðsjón af því, að hvergi er marktækur munur á næst síðasta og síðasta skipti úr Tjarnaveri og Illaveri (smbr. B:C og E:F töflu 1.2.) má e.t.v. búast við, að meðaltal beggja svæða gefi rétta mynd af framleiðslu mosans á umræddum svæðum (tafla 2.1.), og samkvæmt því gæti hæg vaxtaraukning átt sér stað allt fram í miðjan ágúst. Mæling á framleiðslu mosans ætti því að fara fram á því tímabili. Marktækur munur var hins vegar á svæðunum í fyrsta skiptið, og kann það að stafa af ó líkum umhvérfisþáttum eða tegundasamsetningu svæðanna.

Þá var og kannað hvort einhver breyting yrði á umræddu tímabili á þeim (brúna) hluta mosans, sem viðloðandi var græna vaxtarbroddinn.

Niðurstöður þeirra mælinga eru sýndar á töflum 2.3. og 2.4. Tafla 2.1. sýnir þurrtigt brúna mosans af báðum svæðum en tölur töflu 2.2. samanburð á einstökum skiptum innan svæðanna. Svo sem niðurstöður gefa til kynna, er munur milli tveggja fyrstu skiptanna í Tjarnaveri, og virðist því brúni hlutinn aukast nokkuð, er líður á sumarið, þ.e.a.s. rotnun mosans er hægari en vaxtaraukning hans.

Ekki er marktækur munur milli skipta í Illaveri.

Þar sem sýnataka virðist einungis hafa miðast við að fá fram vaxtarbreytingar mosans, er e.t.v. vafasamt að nota þennan hluta hans (brúna) hér, sem mælikvarða á þær breytingar sem verða á lífþyngd hans yfir vaxtartímann.

#### .4.

#### Vöxtur mosa

Í töflu 2.5. eru sýndar tölur fyrir vöxt mosa sem gá fermetra á dag.

Vöxtur mosans í Illaveri virðist í fyrstu vera nokkru meiri en í Tjarnaveri. Þessi mismunur milli staða minnkar síðan er á líður og á tímabilinu 5.6. (6.6.) - 15.7. (16.7.) er vöxturinn mjög svipaður á báðum stöðum og í hámarki að því er virðist. Vegna þess hve langt líður milli sýnatöku (40 dagar milli fyrstu og annarrar og 20 dagar milli annarrar og þriðju (síðustu), er erfitt að tímasetja nákvæmar hvenær vöxtur mosans er hvað mestur, eða hvernig vaxtarmynstur hans er (sjá síðar). Á tímabilinu 15.7. (16.7.) - 4.8. (5.8.) hægir verulega á vexti mosans og í Illaveri virðist frumframleiðni mosans ekki halda í við rotnun eða eyðingu hans af öðrum orsökum.

#### 2.5.

#### Samanburður við aðrar niðurstöður 1972

Við klippingu háplantna í Tjarnaveri sumarið 1972 slæddist nokkuð með af mosa.

Tafla 2.6. er byggð á mælingum 1972 og sýnir annars vegar (tafla 2.6.1.) uppskeru (purrvigt) mosa úr Tjarnaveri, þar sem reiknað er út meðaltal TO og TX (lokaður og opinn reitur) fyrir fjögur síðustu söfnunarskiptin, en tvö fyrstu skiptin eru einungis úr TO (opnum reit).

Tafla 2.6.2. sýnir hins vegar daglegan vöxt mosans. Samanburður á töflum 2.6. og 2.1. sýnir, að uppskera mosa úr Tjarnaveri yfir sambærilegt tímabil er ápekk fyrir árið 1972 og 1974 enda þótt ólíkum aðferðum hafi verið beitt. Þannig er uppskeran á tímabilinu 15.7. - 4.8. 1974  $56.15 \text{ g/m}^2$  (meðaltal 15.7. og 4.8.) en 1972 er hún fyrir sama tímabil  $53.85 \text{ g/m}^2$  (meðaltal 14.7., 25.7., 5.8.). Samkvæmt töflu 2.6.2. nær vöxturinn hámarki um og fyrir miðjan júlí 1972. Vaxtarmælingu fyrir það tímabil er ekki að hafa fyrir 1974, vegna þess hve langur tími leið milli söfnunar sýna.

Því virðist, samkvæmt niðurstöðum mælinga frá 1972, að niðurstöður vaxtarmælinga 1974 gefi mjög takmarkaðar upplýsingar um vaxtarmynstur mosans, þar sem miklar sveiflur gætu verið í vexti hans á því tímabili sem upplýsingar um vöxtinn eru hvað fátæklegastar.

Hér er loks vert að geta þess, að mælingar sem byggt er á frá 1972 eru fengnar fyrir mosa, som kom sem slæðingur við söfnun og mælingu annarra jurta, en ekki við markvissa söfnun hans, með mælingu á uppskeru (framleiðslu) í huga.

Þar sem upplýsingar um mælingar á framleiðslu mosa, með þeirri aðferð, sem hér var beitt, eru engar, og mjög af skornum skammti með öðrum aðferðum, er erfitt að meta áreiðanleika þeirra niðurstaðna um framleiðslu mosans í Tjarnaveri og Illaveri 1974, sem birtar eru í töflu 1.3.

Ljóst er þó, að framleiðslan er nokkru meiri en áætlað var í Tjarnaveri 1972 þar sem gert er ráð fyrir, að hún sé um  $40 \text{ g m}^{-2}$ .

Arið 1972 er fyrsta sýnið tekið 22.6. og síðan gert ráð fyrir, að enginn vöxtur eigi sér stað fram að þeim tíma. Svo sem fram kemur í töflu 3.1. er vöxtur á tímabilinu 5.6. - 15.7. 1974  $1.185 \text{ g m}^{-2} \text{ dag}^{-1}$ . Samkvæmt þessu, mætti gera ráð fyrir, að á þeim 17 dögum, sem munar í söfnunartíma milli ára,

þ.e. fyrsta sýni tekið 5.6. 1974 en 22.6. 1972, geti  
mosinn vaxið u.p.b. 20 g m<sup>-2</sup>.

2.6.

### Alyktanir

Þessar mælingar benda til þess að hægt sé að meta ársframleiðslu mosa í Þjórsárverum með tiltölulega einfaldri uppskerumælingu síðari hluta júlí – fyrri hluta ágúst. Magn græns mosa á fermetra væri þá nálægt ársvextinum.

Ljóst er að framleiðsla mosa er allt að helmingi meiri en framlæiðsla háplantna á votlendi í Þjórsárverum. Þetta gæti stafað af langtíma beitaráhrifum af völdum heiðagæsar og væri æskilegt að framkvæma hliðstæðar uppskerumælingar til samanburðar á stöðum í hálendinu þar sem gæsabœit er lítil.

Tafla 2.1. Framleiðsla mosa (purrvigt) í Tjarnaveri og Illaveri 1974.

(Dryweight production of mosses in Tjarnaver and Illaver 1974.)

n=15 (41.9 cm<sup>2</sup>) g m<sup>-2</sup> ± SE

Sýnataka

Nr.	1	*	2	3	
Dags.	5.6., 6.6.	15.7., 16.7. 4.8., 5.8.			
(1974)					

Tjarnaver	A	B	C
	4.11 ± 0.750	51.52 ± 8.402	60.78 ± 5.779

Illaver	D	E	F
	11.27 ± 1.650	59.19 ± 11.099	55.09 ± 11.238

Mæðaltal beggja

staða	7.69	55.32	57.93
-------	------	-------	-------

\* Fyrri dagsetningin á við Tjarnaver og hin síðari við Illaver

Tafla 2.2. Samanburður á framleiðslu mosa frá mismunandi skiptum (tíma) í Tjarnaveri og Illaveri smbr. töflu 2.1.

(t-tests on data in Table 2.1.)

Samanburðarliðir

(sjá töflu 1.1.) t (frítala = 28)

B:C	1.0018 (p > 0.1)
E:F	0.2593 (P > 0.1)
A:D	3.8566 (P < 0.001)
B:E	0.5520 (P > 0.1)
C:F	0.4499 (P > 0.1)

Tafla 2.3. Uppskera (þurrvigt) brúna mosans í Illaveri og Tjarnaveri 1974. (Standing crop of mosses (brown part) in Illaver and Tjarnaver 1974.)

n=15 (41.9 cm<sup>2</sup>) g m<sup>-2</sup> ± SE

Sýnasöfnun

Nr.	1	2	3
Dags.	5.6., 6.6.	15.7., 16.7	4.8., 5.8.
Tjarnaver	A	B	C
	201.85±38.471	382.79±35.875	356.02±34.274
Illaver	D	E	F
	246.75±22.770	287.44±28.524	286.48±33.951

Tafla 2.4. Samanburður á lífþyngd mosa á mism. tímum og svæðum (sjá töflu 2.3.). (t-tests on data in Table 2.3.)

Samanburðarliðir	t (frítal a = 28)
A:B	3.4972 (p < 0.002)
A:C	3.0008 (p < 0.01)
C:B	0.5509 (p > 0.1)
D:E	1.1146 (p > 0.1)
D:F	0.9718 (p > 0.1)
E:F	0.0223 (p > 0.1)

Tafla 2.5. Vöxtur mosa í Tjarnaveri og Illaveri 1974.  
(Production and mean daily increment of mosses.)

Sýnasöfnun Nr	Dags. 1974	Tjarnaver U <sup>1)</sup>	Illaver U	Illaver V
1	5.6., 6.6. <sup>3)</sup>	4.112	1.185	11.273 1.196
2	15.7., 16.7.	51.522	0.205	59.188 -0.102
3	4.8., 5.8.	60.778		55.092

<sup>1)</sup> U=uppskera ( $\text{g m}^{-2}$ )

<sup>2)</sup> V=vöxtur ( $\text{g m}^{-2} \text{ dag}^{-1}$ )

<sup>3)</sup> Fyrri dagsetningin á við Tjarnaver, en síðari við Illaver.

Tafla 2.6. Uppskera og áætlaður vöxtur mosa í Tjarnaveri 1972  
(Standing crop and estimated growth in Tjarnaver 1972.)

Tafla 2.6.1. Uppskera ( $\text{g m}^{-2}$ ). (Standing crop.)

---

Klipping

Nr	1	2	3	4	5	6
dags.						
1972	22.6.	3.7.	14.7.	25.7.	5.8.	16.8.

---

20.24\* 36.48\* 60.09\*\* 50.74\*\* 50.73\*\* 41.08\*\*

\* einungis úr TO

\*\* meðaltal úr TX og TO

---

Tafla 2.6.2. Vöxtur  $\text{g m}^{-2} \text{ dag}^{-2}$   
(Daily increment  $\text{g m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ )

---

Tímabil 24.6-5.7. 5.7-16.7. 16.7-27.7. 27.7-7.8. 7.8-18.8.

---

Vöxtur 1.476 2.146 -0.85 0.00 -0.87

Viðbætir 2.1. Tíðni (%) mosategunda á föstum uppskerureitum í Þjórsárvverum í ágúst 1971. (The per cent frequency of bryophyte species on permanent plots in Thjorsarver, August 1971.)

2.1.1. Illaver (n=20, 25x50 cm)

Röð	Tegund	% f
1.	Calliergon giganteum	100
2.	Drepanocladus tundrae	20
3.	Cinclidium stygium	5

2.1.2. Tjarnaver (n=30, 25x50 cm)

Röð	Tegund	% f
1.	Paludella squarrosa	97
2.	Drepanocladus uncinatus	93
3.	Drepanocladus revolvens	90
4.	Homalothecium nitens	83
5.	Cinclidium stygium	77
6.	Calliergon sarmentosum	70
7.	Calliergon giganteum	67
8.-9.	Calliergon richardsonii	53
	Sphagnum teres	53
10.	Calliergon stramineum	50
11.	Meesia triquetra	40
12.	Sphagnum warnstorffii	30
13.	Bryum pseudotriquetrum	13
14.	Helodium blandowii	7
15.-19.	Campylium polygamum	3
	Drepanocladus tundrae	3
	Onchophorus wahlenbergii	3
	Philonotis tomentella	3
	Philonotis fontana	3

Akvörðun tegunda: Bergþór Jóhannsson.



3. Stofnstærð og frámlleiðsla heiðagæsar (*Anser brachyrhynchus*) í  
Þjórsárverum 1971-1974  
eftir Arnpór Garðarsson

Efnisyfirlit

Skrá um töflur (List of tables) .....	34
Skrá um myndir (List of figures).....	36
Summary .....	37
3.1.    Inngangur.....	43
3.2.    Rannsóknasvæðið.....	44
3.3.    Aðferðir.....	47
3.3.1.    Þéttleiki.....	48
3.3.2.    Eggjafjöldi og klakárangur.....	48
3.3.3.    Afkoma unga .....	49
3.3.4.    Fyngd og beinar áætlanir á virkni.....	50
3.4.    Stærð varpstofns.....	50
3.5.    Nýliðun.....	51
3.5.1.    Fjöldi eggja .....	51
3.5.2.    Afföll í hreiðri.....	51
3.5.3.    Afkoma og afföll unga.....	53
3.5.4.    Afkoma fullvaxinna fugla. ....	54
3.6.    Astæður affalla.....	54
3.6.1.    Eggjatap.....	54
3.6.2.    Afkoma og afföll unga.....	55
3.6.3.    Afkoma og stofnbreytingar.....	56
3.7.    Framleiðsla og beit heiðagæsarstofnsins.....	59
3.7.1.    Fyngd fullorðinna fugla.....	59
3.7.2.    Vöxtur unga.....	60
3.7.3.    Framleiðsla .....	61
3.7.4.    Saurmælingar og túlkun þeirra.....	62
3.8.    Lokaorð.....	63
3.9.    Heimildir.....	64

Skrá um töflur (List of tables)

Tafla 3.1. Fjöldi heiðagæsahreiðra á 0.5 ha reitum í  
Þjórsárverum 1971-1974.

(Number of Anser brachyrhynchus nests on 0.5 ha  
plots in Thjorsarver 1971-1974.)

Tafla 3.2. Eggja- og ungafjöldi heiðagæsar 1971-1974.

Meðaltöl  $\pm$  staðalskekkja (n) miðað við 100 hreiður.

(Number of eggs and young  $\pm$  standard error (n) per  
100 nests of Anser brachyrhynchus.)

Tafla 3.3. Afkoma eggja og unga 1971-1974, miðað við 100♀

(Survival and loss of eggs and young in 1971-1974,  
numbers per 100 females.)

Tafla 3.4. Afkoma eggja og unga 1971-1974 miðað við  $\text{km}^2$ .  
Byggð á töflum 3.1. og 3.3.

(Survival and loss of eggs and young in 1971-1974 on  
 $\text{km}^2$  basis. Based on Tables 3.1. and 3.3.)

Tafla 3.5. Eggja- og ungatap 1971-1974. Fjöldi á  $\text{km}^2$  á dag.

(Losses of eggs and young 1971-1974. Numbers per  $\text{km}^2$   
per day.)

Tafla 3.6. Aætluð hlutdeild afráns og innrænna þátta í eggjatapi.

(Estimated share of predation and endogenous factors  
in egg losses.)

Tafla 3.7. Samanburður í breskum og íslenskum (Þjórsárver)

töldum um stofnstærð og framleiðslu heiðagæsar.

(Comparison of Thjorsarver and British population  
and production data for Anser brachyrhynchus.)

Tafla 3.8. Þyngd og lifrapungar fullorðinna heiðagæsa,  
(meðaltöl  $\pm$  staðalskekkja).

(Body weight and liver weight of adult Anser  
brachyrhynchus.)

Tafla 3.9. Þyngd eggja og unga

(Weight of eggs and young.)

Tafla 3.10. Framleiðsluþættir heiðagæsar í Þjórsárverum  
1971-1974, kg lífþyngd á km<sup>2</sup>.

(Aspects of the production (kg lifeweight km<sup>-2</sup>) of  
Anser brachyrhynchus in Thjorsarver 1971-1974.)

Tafla 3.11. Yfirlit yfir saurmælingar 1971-74, g þv m<sup>-2</sup>.

(Anser brachyrhynchus faeces on transects, g dw m<sup>-2</sup>.)

Tafla 3.12. Beit og framleiðsla heiðagæsar 1971-1974.

(Grazing and production of Anser brachyrhynchus  
1971-1974.)

Tafla 3.13. Lifrarþyngd og áætluð hlutdeild (%) í neyslu.

(Liver weight and estimated part (%) in consumption.)

Skrá um myndir (List of figures)

3.1. Helstu gróðurferlar í Þjórsárverum og þættir sem stjórna þeim

(Major vegetation cycles in Thjorsarver and their causative agents.)

3.2. Þyngd eldisunga. Dagur 0 = klak, dagur 54 = fyrsta flug.

(*Anser brachyrhynchus*: weight of hand-reared young.)

3.3. Þyngd veiddra heiðagæsarunga borin saman við eðlilega vaxtarkúrfu.

(The weights of collected *Anser brachyrhynchus* young compared with the expected real curve.)

3.4. Stofnvaxtarkúrfa heiðagæsarunga ( $\text{kg vv } \text{km}^{-2}$ ) og gróðurs í flóum ( $\text{g pv } \text{m}^{-2}$ ) í Þjórsárverum

(Population growth of *Anser brachyrhynchus* young ( $\text{kg ww } \text{km}^{-2}$ ) and bog vegetation ( $\text{g dw } \text{m}^{-2}$ ) in Thjorsarver.)

## SUMMARY

### 3. Population and production of the pink-footed goose (Anser brachyrhynchus) in Thjorsarver.

Arnþor Gardarson, University Institute of Biology, Reykjavík.

1. The Iceland-Greenland population of Anser brachyrhynchus breeds largely in the Thjorsarver, central Iceland, a complex wetland oasis of some 100 km<sup>2</sup>, situated at the headwaters of the river Thjorsa, alt. 580-600 m.

Prior work (especially Scott, Fisher, Gudmundsson, Boyd, Kerbes, Ogilvie in ref. list) shows that

- (1) Anser brachyrhynchus occurs in two separate populations:
  - (a) the Iceland - East Greenland population, wintering in Britain (mainly Scotland) and now numbering about 70,000 birds in early winter; (b) the Spitzbergen population wintering in Jutland, northwest Germany and the Netherlands with about 12-15,000 birds.
- (2) The Iceland-Greenland population increased (about doubled) from the beginning of census work (about 1950) until about 1965; it has since remained approximately stable (recent figures may indicate a further increase). Available evidence indicates that only small numbers of geese occurred in the Thjorsarver during the 18th and 19th centuries and that numbers were previously much larger. The total population may have shown a similar fluctuation.

(3) The Thjorsarver may account for about 70% of the population of the Iceland-Greenland population. Other breeding colonies, in Iceland and East Greenland, are all far smaller. There is no indication that any other comparable breeding colony has existed in historical times.

This report describes population studies in Thjorsarver during 1971-1974. The aim of the work was to investigate production and losses of the population during its stay in Thjorsarver and to determine if possible what factors were likely to regulate the population.

Estimates were made of the following variables: population density, size of breeding population, number of eggs laid, egg losses, hatching success, survival and losses of young, seasonal variation in population in terms of numbers, biomass and metabolic activity, grazing impact.

2. The main features of the environment, including succession and cycles in major vegetation units (Fig. 1), are briefly outlined. The mean annual temperature was probably about  $0^{\circ}\text{C}$ , varying from about  $8^{\circ}\text{C}$  (July) to about  $-5 - -6^{\circ}\text{C}$ . The annual precipitation was probably about 1000 mm. Anser brachyrhynchus is far the most abundant land vertebrates in the area. The goose is the main grazing animal in the area, especially the wetlands, and affects the vegetation both quantitatively and qualitatively by grazing and nutrient transport.
3. Density estimates were based on 40 0.5 ha study plots and on the repeated removal of goose droppings from  $5 \text{ m}^2$  plots. The relationship between deposited droppings and grazing was estimated by repeated standing crop measurements of vegetation coupled with

estimates of droppings in uniform study plots (Section 1).

Clutch size and losses at the nest stage were estimated mainly by repeated observations at marked nests. Survival of young was observed by estimating brood size in all years in late July and in some years also before and after that. Growth curves were obtained from goslings reared in captivity. Other body weights were obtained from birds collected in the field. Liver weights were used to allocate consumption between young and adults.

4. The survival and losses of eggs and young per 100 females during 1971-1974 are summarized in Table 3.3. Clutch size was probably constant, about 4.60 eggs. Losses in the nest could be divided into constant slow losses during incubation (mainly predation) and a rapid loss of unsuccessful eggs or goslings (mainly endogenous causes) during hatching. About 35% of the egg losses could be attributed to predation and about 65% of endogenous factors. Yet practically all egg losses lead into the predator (scavenger) food chain as do other losses where the proportional contribution of predation as a primary cause has not been estimated.

Hatching success (2.62 young per nest initiated) and losses at the nest stage were not significantly different between years in spite of very different weather.

The number of young alive in late July provides the best estimate to compare fledging success between years. This averaged 1.76 and was significantly lower (1.46) in 1972 than in other years. However, this observed difference may have resulted from a difference in methods, since this figure is based partly on the proportion of pairs with no young, and if they are excluded no significant difference is found.

The survival of young during the first month from hatching can be expressed as  $N_t = N_0 e^{-0.1169t}$  where  $N_t$  = number at time  $t$  in days and  $N_0$  = number at hatching. The total weight of young dying each day was approximately constant.

The growth curve of the young population was remarkably similar to that of the vegetation (Fig. 3.4.). Evidence from food studies indicates (1) that the young require easily digestible and nutrient-rich food, (2) that the need for high-quality food is inversely related to age. (3) that high-quality foods occur in limited quantities in the Thjorsarver, and (4) that predators, like collectors (Fig. 3.3.) are likely to take mainly unhealthy or retarded goslings as they grow up. The above evidence is taken to indicate that food and not predation is the primary agent in limiting gosling survival.

5. Density of nests showed a downward trend during the study period, varying on the main transect from  $115 \pm 34$  nests  $\text{km}^{-2}$  (1971) to  $75 \pm 23$  (1973 and 1974). The density of nests and hence the size of the adult breeding population may be the key factor in determining the production of young  $\text{km}^{-2}$  (Table 3.4.).

On a  $\text{km}^2$  basis about 200 young were produced in 1971 vs. about 120 in the other years. This difference could be attributed to initial breeding density except in 1972 when poor gosling survival may have contributed.

Clearly a much longer series of observations is required. It seems likely that changes in the production of young per pair can only occur slowly in any one area if gosling survival depends primarily on food quality in the habitat.

6. A major difficulty at present is the reconciliation of data on young production recently obtained in Thjorsarver with British observations on brood size and the proportion of young in November (Table 3.7.). If the British data are reliable, variation in the production of young of the total population is implied. This could mean that other breeding areas are of intermittent importance in the production of young and also that migration losses of young are important.
7. The weight changes of adults are summarized in Table 3.8. Males weighed about 3000 g before breeding, lost about 500 g during the territorial stage (up to 20 June) but regained about 200 g in July-August. Females were about 2700 g prior to breeding, lost about 800 g during incubation and put on about 430 g in July-August. Weight losses of adults in Thjorsarver are primarily thought to be loss of depot fat. This fat is regained during the premigratory period (August-September) in highland areas south of Thjorsarver when the birds switch to diet of Polygonum - rhizomes and Carex seedheads.  
The growth of goslings is shown in Table 3.9. and Fig. 3.4. The growth data were obtained from hand-reared goslings because of bias in collecting. Eggs weighed about 115 g, newly hatched goslings about 78 g, three-days old goslings about 74 g. The goslings fledged on the 54th day and weighed then about 2100 g. Laying on of premigratory fat presumably occurs later, after the young leave the Thjorsarver.
8. Production (Table 3.10.) in terms of live-weight was estimated from weight changes and density estimates. Differences in production between 1971 (about 340 kg ww km<sup>-2</sup>) and 1972-74 (about 200 kg) are unlikely to be directly caused by proximate

factors (weather, food supply) in Thjorsarver.

Measurements of deposited faeces (Table 3.11.) agreed reasonably well with direct estimates of density (cf. Table 3.12.)

Consumption (wet weight) was about 60 kg vegetation per 1 kg goose produced, about 42 kg were returned as faeces.

Liver weight is inversely related to body weight and is used here as an index of consumption (Table 3.13.). If approximately correct, the share of young in consumption is only about 23% (30% at most). Goslings are at competitive disadvantage compared with adults because (1) adults utilize vegetation before young are hatched and (2) adults require more food especially when the young are small. Differences in food selection between adults and young may therefore be partly related to competition (i.e. not only direct preferences of growing young cf. Gardarsson 1972). Aggressive behaviour of breeding adults directed against non-breeders must also be important in young survival. Finally, mobility of broods and low density of breeders would be advantageous to consumption of the young.

0. The slow changes in the population variables studied indicate the need for (1) long-term surveys (density, brood size) in the Thjorsarver and (2) the collection of comparative data from other breeding areas.

3. Stofnstærð og framleiðsla heiðagæsar (*Anser brachyrhynchus*)  
í Þjórsárverum 1971-1974  
eftir Arnþór Garðarsson

3.1. Inngangur

Í Þjórsárverum við Hofsjökul, um 100 km<sup>2</sup> gróðurlendi í um 580-600 m h.y.s., eru aðalvarpstöðvar heiðagæsar (*Anser brachyrhynchus*). Varplönd þessi urðu fyrst kunn árið 1951 (sbr. Scott, Fisher og Finnur Guðmundsson 1953, Scott og Fisher 1953), en voru nytjuð fyrr á öldum, eða allt til um 1700 (Gísli Oddsson 1917).

Stofnstærð, dánartala og útbreiðsla heiðagæsar er nú tiltölulega vel þekkt (Boyd og Scott 1956, Boyd 1956, Boyd og Ogilvie 1969), ekki síst vegna þess að umfangsmiklar merkingar fóru fram í Þjórsárverum 1951 og 1953 (Scott o.fl. 1953, Scott, Boyd og Sladen 1955) auk annarra hluta útbreiðslu-svæðisins.

Framangreindar heimildir sýna:

- (1) Stofnar heiðagæsar eru tveir: (a) Íslands - Austur-Grænlandsstofn með vetrarstöðvar á Bretlandseyjum, einkum Skotlandi, stærð nú um 70000 fuglar að hausti, (b) Spitsbergen stofn með vetrarstöðvar í Norður-Þýskalandi, Hollandi og Jótlandi, stærð um 12-15000 fuglar að hausti.
- (2) Íslands-Grænlandsstofninn var í vexti frá því að talningarár hófust (um 1950) og fram yfir 1965. Á þessu tíma bili óx stofninn um 120-150% en hefur síðan staðið nokkurn veginn í stað. Aðrar heimildir benda til stofnlægðar á 18. og 19. öld.
- (3) Þjórsárver eru aðalvarpheimkynni Íslands-Grænlandsstofnsins og má ætla að verin standi undir um 70% af ársframleiðslu stofnsins (sbr. Kerbes, Ogilvie og Boyd 1971). Önnur heiðagæsavörp í miðhálendi Íslands og á Austur-Grænlandi eru öll margfalt minni. Ekki er kunnugt um önnur stórvörp á sögulegum tíma.

Skýrsla þessi fjallar um rannsóknir á 'stofni heiðagæsar í Þjórsárverum á árunum 1971-1974. Rannsóknir þessar beindust að því að kanna viðkomu og afföll stofnins á þeim tíma sem hann er í Þjórsárverum og gera grein fyrir hvaða þættir eru líklegastir til þess að stjórna þessum atriðum. Einnig er hér gerð grein fyrir framleiðslu og beit stofnsins.

Rannsóknir þessar voru að langmestu leyti unnar skv. rannsóknarsamningum við Orkustofnun, fyrst af Náttúrufræðistofnun Íslands og síðan af Líffræðistofnun Háskólags. Athuganir á afkomu stofnsins 1972 og 1973 voru kostaðar að nokkru leyti af Wildfowlers' Association of Great Britain and Ireland.

### 3.2. Rannsóknasvæðið

Rannsóknirnar náðu til Þjórsárvera vestan Þjórsár. Þetta svæði er að mestu leyti gróið land í um 580-600 m h.y.s., aðallega votlendi (flár), á milli vestari upptaka-kvísla Þjórsár úr sunnanverðum Hofsjökli.

Jarðfræði Þjórsárvera hafa lítil skil verið gerð enn sem komið er, ef frá eru taldar athuganir vegna hugsanlegra stíflustæða. Ítarlegust er greinargerð Tómasar Tryggvasonar og Þorleifs Einarssonar (1965). Berggrunnurinn er talinn tilheyra móbergsmýnduninni en er viðast hvar hulinn jökulruðningi og jökulvatnaseti, og á þetta við um svo til allt undirlendi veranna. Aðeins eitt póstglasíalt hraun er í Þjórsárverum, í Jökulkrika, en í sunnanverðum Hofsjökli er líparítsvæði.

Þjórsárver eru að mestu votlendi og á svæðinu eru margar jökulkvíslar, fáeinarr bergvatnsvíslar og lækir og fjölmargar tjarnir og lítil stöðuvötn. Vatn á svæðinu er af fjölbreyttum uppruna.

- (1) Jökulvatn er uppistaðan í flestum kvíslunum einkum er líður á sumarið. Þó er verulegt lindavatn í Þjórsárvíslum austan rannsóknarsvæðisins og nokkuð í Miklukvísl. Jökulkvíslarnar falla flestar í ógrónum, meira eða minna breytilegum farvegum, en leggjast þó stundum yfir gróið land (Illaver, Arnarfellsver á síðari árum, ummerki í jarðvegi í Oddkelsveri).

- (2) Lindavatn ættað úr Hofsjökli (Bragi Arnason 1975) kemur viða upp. Volgar lindir ( $10-67^{\circ}\text{C}$ ) eru við Olafsfell að vestan og austan og í Nauthaga og gróðurgeirum þar suður af, meðfram Miklukvísl. Kaldar lindir (um  $3.5^{\circ}\text{C}$ ) eru viða í tjörnum og flæðiengjum. Stærsta lindin vestan Þjórsár er við Nautöldu.
- (3) Úrkomuvatn og leysingavatn.

Jarðvegur Þjórsárvera er að nokkru myndaður úr jökulseti og að nokkru úr eldfjallaösku. Mikil mómyndun er í eldri hlutum veranna og virðist mórinn að miklu leyti vera myndaður úr mosa. Gróf könnun á mó bendir til þess að tegundasamsetning votlendisgróðurs í Þjórsárverum hafi lítið breyst frá ísaldarlokum. Frjógreining á jarðvegi úr Tjarnaveri og Sóleyjarhöfða (Sigríður P. Friðriksdóttir 1973) sýnir að sennilega hafa allmiklar breytingar orðið á þurrlendisgróðri. Birki (Betula pubescens) virðist samkvæmt frjógreiningum hafa vaxið í þessari hæð á birkiskeiðinu síðara. Nokkrar eftirsóttar beitarplöntur sauðfjár (kornsúra Polygonum viviparum, hvönn Archangelica officinalis og engjarós Potentilla palustris) hverfa eða minnka stórglega við landnám. Jafnframt er ljóst að mikill hluti þurrlendisjarðvegs á svæðinu hefur eyðst á síðari öldum.

Jarðvegi í Þjórsárverum er oft lýst sem sífrera. Samkvæmt athugunum okkar 1971-1975 er þetta ekki rétt. Íslinsur er að vísu stöðugt í rústum, en annars staðar var aðeins um að ræða venjulegan jarðklaka (30-100 cm þykkan, eftir tíðarfari) sem hvarf öll sumur, yfirleitt í júní-júlí.

Gróðurfélög eru margvisleg og hefur þeim verið lýst ítarlega (Bergþór Jóhannsson o.fl. 1974).

A miklum hluta rannsóknasvæðisins er myrlendi ríkjandi. Í myrlendinu má auðveldlega greina á milli nokkurra gerða m.t.t. aldurs. Elstu myrrarnar eru neðst í Þjórsárverum þar sem árkvíslar ná ekki að flæða yfir. Þær eru umkringdar öldum þar sem jarðvegur hefur yfirleitt blásið af eða er að hverfa. Auk þess gætir þar áfoks frá eyrum Þjórsár. Ofar í verunum (Arnarfellsver, Oddkelsver, Jökulkriki) eru viða svæði þar sem gróðurfar er óstöðugt vegna árrofs og má gera ráð fyrir að þar nái myrlendið yfirleitt ekki að

þorna. Dýjagróður og flæðimýri eru sennilega mjög stöðug gróðurlendi.

Purrlendisgróður er ýmist myndaður beint á melum eða við grunnvatnsstöðubreytingar eða áfok í mýrum. Við núverandi aðstæður er samfellaur þurrlendisgróður sennilega ekki stöðugur.

Helstu atriði í gróðurfarsbreytingum Þjórsárvera eru sýnd í mynd 3.1.

Heiðagæs (Anser brachyrhynchus) er ríkjandi dýrategund í Þjórsárverum. Ahrif heiðagæsabeitar eru augljós og koma einkum fram í tegundasamsetningu gróðurs. Auk þess er um að ræða allmikinn tilflutning næringarefni af völdum gæsa. Mörg rándýr og fuglar byggja tilvist sína í Þjórsárverum á heiðagæs, einkum eggjum, ungum og hræjum. Af þessum afætum er kjóinn (Stercorarius parasiticus) sennilega þýðingarmestur og tófa (Alopex lagopus) þar á eftir. Aðrar tegundir hafa sennilega mun minni þýðingu. Alls er vitað um 20 tegundir varpfugla í Þjórsárverum og er mest af lóuþræl (Calidris alpina), óðinshana (Phalaropus lobatus) og hávellu (Clangula hyemalis) í mýrum og við tjarnir, en snjóttittlingi (Plectrophenax nivalis), heiðlóu (Pluvialis apricaria) og sendlingi (Calidris maritima) á purrlendi og í útjöðrunum. Fæðugrundvöllur flestra þessara tegunda eru skordýr, einkum tvívængjur, og lirfur peirra, en óðinhani og hávella nýta auk þess krabbadýr (m.a. skötuorm Lepidurus arcticus) í tjörnum.

Loftslag í Þjórsárverum virðist í aðalatriðum svipað og á Hveravöllum. Mælingar við Nautöldu benda til þess að hitastig á sumrin sé að jafnaði um  $0.5^{\circ}\text{C}$  hærra en á Hveravöllum og meðalúrkoma á dag um 0.33 mm meiri. Samkvæmt þessu var meðalárhiti 1971-1974 um  $-0.1^{\circ}\text{C}$  ( $-0.64$  á Hveravöllum), meðalhiti hlýjasta mánaðar (júlí) var skv. mælingum  $7.8^{\circ}\text{C}$  ( $7.0$  á Hveravöllum) og meðalhiti 3ja köldustu mánaða (desember-febrúar) um  $-5.4^{\circ}\text{C}$  ( $5.9$  á Hveravöllum, desember kaldastur,  $-7.2^{\circ}\text{C}$ ). Aætluð meðalársúrkoma er um 1030 mm (914 mm á Hveravöllum).

Sennilega skiptir veðurfar vors og fyrrihluta sumars mestu máli fyrir gróður og fyrir viðkomu heiðagæsar.

Mælingar á þessu tímabili eru stopular framan af í Nautöldu, en til glöggunar má styðjast við tölur frá Hveravöllum (Veðrátta). Apríl var kaldur ( $-3.0 - -2.4^{\circ}$ ) 1971-73 en mun hlýrra ( $1.1^{\circ}$ ) 1974. Máí var langkaldastur 1973 ( $-0.3^{\circ}$ ), nærri "meðallagi" 1971 ( $1.5^{\circ}$ ) en "hlýr" 1972 ( $2.4^{\circ}$ ) og 1974 ( $3.3^{\circ}$ ). Júní var kaldur 1973 ( $2.8^{\circ}$ ), en mun hlýrri ( $4.3 - 5.7^{\circ}$ ) hin árin og hlýjastur 1974 ( $5.7^{\circ}$ ). Hitastig í júlí vék lítið frá meðallagi en var þó lægst 1972 ( $6.0^{\circ}$ ).

Úrkoma og sólfar við Nautöldu var mjög breytilegt milli mánaða og ára. Arið 1971 var þurrviðrasamt og lygnt og mikið sólskin fram eftir sumri en mest vætutíð í ágúst. Arið 1972 var suðlæg átt ríkjandi og oftast rok og rigning frá miðjum júní. Árin 1973 og 1974 voru þurr og sólrík nema júní.

Þar sem gera má ráð fyrir því að raki takmarki ekki grðður í Þjórsárverum nema á þurrustu stöðunum (víðibörðum og meöldum), ættu að fást fram tengsl milli sólfars á vaxtartíma og uppskeru, og uppskerumælingar þær sem nú liggja fyrir, benda til þess að svo sé. Sólskinsstundir í júní og júlí við Nautöldu voru sem hér segir: 1971: 737 klst., 1972: 484 klst., 1973: 687 klst., 1974: 826 klst.

Arið 1974 var sennilega hagstæðast grððri en 1972 óhagstæðast. Bein áhrif veðurs á gæsarunga eru sennilega svipuð, en miklir vorkuldar 1973 drógu sennilega úr klakárangri.

### 3.3. Aðferðir

Aðferðir voru kannaðar og starfsáætlum gerð sumarið 1971. Uppfrá því var framkvæmd að mestu í höndum ýmissa aðstoðarmanna. Útivinnu önnuðust: Arnþór Garðarsson (1971: umsjón, péttleiki, ungatalningar, saurmælingar, 1972: umsjón), Jón Baldur Sigurðsson (1971: varphættir, klakárangur, 1972: varphættir, afkoma), James R. Wilson (1971: ungatalningar o.fl.), Erling Ólafsson (1973 allar mælingar nema ungatalningar), Ian Inglis og John Lazarus (1973: ungatalningar), Gísli Már Gíslason og Sigurður Snorrason (1974: allar mælingar).

### 3.3.1. Péttleiki

Fjöldi hreiðra var metinn árlega á 40 föstum 0.5 ha hringlaga reitum (radius: 39.6 m) með 200-250 m millibili á sniði niður eftir Oddkelsveri og þvert yfir Jökulkrika (Arnpór Garðarsson og Jón B. Sigurðsson 1972:69). A hverjum reit var leitað að hreiðrum á útungunartíma. Mæld var fjarlægð hvers hreiðurs frá miðpunktí reits og stefna metin með áttavita.

Péttleikatölur allar eru byggðar á tölum frá ofangreindum 40 reitum. Alls fundust 31 hreiðurstæði á þeim og eru 95% öryggismörk ( $S_{\text{r}}^{\text{t}}$ ) meðalþéttleikans reiknuð út frá hlutfallslegri notkun, þ.e. byggð á staðalskekkju hlutfalls  $S_{\text{r}} = \left(\frac{P}{n}\right)^{\frac{1}{2}}$

Auk Oddkelsversniðs var valið snið 10 reita í péttu varpi í Múlaveri (Tafla 3.1.2.) en það er ekki notað við péttleikaútreikninga.

### 3.3.2. Eggjafjöldi og klakárangur

Aðferðir voru þróaðar 1971, og árið 1972 var fylgst mjög náið með varpi og afkomu þess (Jón B. Sigurðsson 1974). Athuganir 1973 og 1974 voru mun lauslegri. Athuganir 1972-74 byggðust á því að fylgjast með eggja(unga-)fjölda í merktum hreiðrum.

Þær staðtölur sem einkum virðast áhugaverðar eru:

- (1) Fjöldi eggja sem orpið er.
- (2) Fjöldi unga sem klekjast (og yfirgefa hreiður).
- (3) Mismunur á (1) og (2) þ.e. afföll eggja (afföll í hreiðri).
- (4) Orsakir affalla.

Í framkvæmd eru miklir örðugleikar á því að fylgjast með afkomu hreiðra, aðallega vegna mikillar viðkvæmni hreiðurfuglanna fyrir truflunum. Hægt var að meta eftirtalda þætti:

- (1) Fjöldi eggja snemma á ásetutíma (þó ekki metinn 1973). Þessi tala er nálgun á fjölda orpinna eggja en innifelur afföll í byrjun varptíma. Gerð var tilraun til þess að áætla þau afföll árið 1973.
- (2) Fjöldi eggja í lok ásetutímans.

- (3) Fjöldi unga sem klöktust.
- (4) Heildarafföll í hreiðri, þ.e. mismunurinn á fjölda klakinna unga (3) og upphaflegum eggjafjölda.
- (5) Fjöldi unga sem yfirlágu hreiður.

Greinanlegar orsakir eggjataps og ungarataps í hreiðrum eru tvenns konar: afrán og dauði eggs eða unga af öðrum orsökum, einkum vegna kælingar. Ekki reyndist unnt að meta hlutdeild þessara orsaka með vissu, vegna þess hve afrán var mikið, og vegna þess að fjarvistir kvenfugls frá hreiðri auka líkur beggja orsakaflokanna.

### 3.3.3. Afkoma unga

Fjöldi unga á par var metinn um 20. júlí öll árin. A þessum árstíma sjást gæsir og ungar tiltölulega vel og halda sig einkum á sléttum flóum. Hægt er að greina á milli þriggja flokka fullvaxinna fugla:

- (1) "Geldgæsir", fuglar í stórum hópum sem eru við vötn neðarlega í verunum. Í hópunum eru ársgamlir ungarfuglar og fullorðnir fuglar á óþekktum aldri. Ungar eru sjaldan í geldgæsahópunum.
- (2) Dreifðir fuglar, venjulega pör, án unga.
- (3) Dreifð pör (eða stakir fuglar) með unga.

Fjöldi unga á öll pör (2) og (3) virðist vera raunhæfasta matið sem hægt er að fá á afkomu unga. Er þá gert ráð fyrir að pör, sem hafa misst öll egg eða alla unga, séu eftir sem áður á dreif, og séu ekki að ráði í geldgæsahópunum.

Fjöldi unga á par á öðrum tímum er vandfundnari. Þó voru gerðar talningar allt sumarið 1973 (Jón B. Sigurðsson 1974).

Ljóst er að talsverð afföll verða á ungum eftir talningu (um 20.7.) og áður en þeir yfirgefa verin (um 10.8.). Afföll á þessu tímabili er ekki hægt að meta með beinum talningum vegna misjafnra hreyfinga fullorðinna fugla og unga; pör án unga virðast yfirgefa verin fyrr en pör með unga, og unghópar án fullorðinna fugla myndast á þessu tímabili. Hins vegar eru þau afföll sennilega allmikil

og eru áætluð hér um 10%, þ.e. svipuð og í júlímánuði.

### 3.3.4. Þyngd og beinar áætlanir á virkni

Fuglum var safnað til rannsókna sumurin 1971 og 1972. Allir fuglar, sem safnað var – alls um 250 einstaklingar, voru vegnir í heilu lagi og auk þess voru ákveðnir líkamshlutar mældir og vegnir við krufningu. Hér verða notaðar tvær tölur: heildarþyngd, vegin við söfnun með mismikilli nákvæmni, og lifrarþyngd, vegin við krufningu með 0.1 g nákvæmni. Þyngd lifrar á vaxtartíma er talin standa í beinu sambandi við orkubúskap (metabolisma) og ætti að vera besti handbæri mælikvarðinn á virkni.

Beit var metin með uppskerumælingum og saurmælingum í sérstökum reitum í Nauthaga, Tjarnaveri og Illaveri. (1. hluti og Skýrsla 1974). Saurmælingar á  $5 \text{ m}^2$  hringlaga reitum fóru einnig fram á sniðum í Múlaveri og Oddkelsveri-Jökulkrika. Verður hér stuðst við saurmælingar á síðarnefnda sniðinu (sbr. Skýrsla 1972).

Fjöldi mælingareita á sniðinu var 1971: 40, 1972: 80, 1973 og 1974: 120.

Niðurstöður beinna beitarmælinga (1. hluti) gefa til kynna að beit megi meta útfrá hlutfallinu saur x 1.42. Hér verður gerð tilraun til þess að nota áætlaða virkni (skv. lifrarþunga) til þess að deila beitinni niður eftir stofnpáttum.

### 3.4. Stærð varpstofns

Kerbes, Ogilvie og Boyd (1971) áætluðu stofnstærð heiðagæsar í Þjórsárverum 1970 með talningum úr þyrlu á sniðum. Niðurstaða þeirra var að heildarfjöldi hreiðra væri 10697 (95% öryggisbil: 9059-12335) og er þá reiknað með 131.11 hreiðrum á  $\text{km}^2$  og 81.59  $\text{km}^2$  lands. Var hér greinilega um mikla aukningu að ræða frá 1951 (áætlað 1700-3700 pör, Scott o.fl. 1953).

Nákvæmar áætlanir á fjölda hreiðra eru vart framkvæmanlegar öðru síði en úr lofti, vegna þess að talningar á viðráðanlegri stærð og fjölda svæða af landi gefa meðaltöl með mjög stóru fráviki. Til þess að þrengja öryggis-

mörkin var miðað við hlutfall nýttra hreiðurstæða á hverju ári (sbr. 3.3.1) og er þá gert ráð fyrir því að fjöldi hreiðurstæða sé takmarkaður.

Fjöldi hreiðra á km<sup>2</sup> var áætlaður 115 árið 1971, 95 1972 og 75 bæði árin 1973 og 1974 (Tafla 3.1.). Munur milli ára var marktækur ef miðað er við 55 hreiðurstæði í Oddkelsveri og Málaveri (Tafla 3.1. og 3.2.  $\chi^2 = 4.14$  3 d.f.,  $p < 0.05$ ) og virðist varpstofninn vera í hægfara fækkun. Virðist æskilegt að kanna fjöldann úr lofti á næstu árum til þess að fá úr því skorið hvort um raunverulega fækkun sé að ræða. Astæður fækkunarinnar í Þjórsárvorum verða nánar ræddar hér á eftir. Talningar á Bretlandseyjum hin síðari ár benda hins vegar ekki til fækkunar í heildarstofnininum

### 3.5. Nýliðun

Tölur um fjölda eggja og unga á 100 kvenfugla eru sýndar í Töflum 3.2. og 3.3. og sömu tölur miðað við km<sup>2</sup> í Töflu 3.4., svo og Töflu 3.5.

#### 3.5.1. Fjöldi eggja

Fjöldi orpinna eggja var ekki mælanlegur vegna þess að eggjarán gerir vart við sig þegar í upphafi varptíma. Jón Baldur Sigurðsson (1974) reyndi að nálgast þessa tölu árið 1972 með því að kanna sérstaklega eggjafjölda á ótrufnudum svæðum. Meðaleggjafjöldi ± staðalskekja á þessum svæðum í byrjun varptíma var  $4.58 \pm 0.07$  ( $n = 154$ ). Þó má gera ráð fyrir að eitthvað af eggjum hafi tapast einnig á þessum svæðum. Ekki var marktækur munur á eggjafjölda í byrjun varptíma á milli ára, hvorki á meðaltali né á tímni í einstökum flokkum (gagnstætt t.d. niðurstöðum McInnes o.fl. 1974).

Samkvæmt þessu er fjöldi orpinna eggja á kvenfugl áætlaður 4.60 fyrir öll árin og er sú tala lögð til grundvallar útreikningum á afföllum eggja og heildarafföllum.

#### 3.5.2. Afföll í hreiðri

Eins og um getur í 3.3.2. eru afföll í hreiðrum grein-anleg eftir orsökum sem hér segir:

- (1) "Fúlegg" (a) ófrjó egg (b) kæling (c) dánarorsök ókunn.
- (2) Rænd egg í hreiðrum (helstu rándýr: kjói, tófa, svartbakur).

Jón B. Sigurðsson (1974) áætlaði að um 30% allra eggja væru "fúlegg", en ekki er vitað hvort líkur á afráni eru jafnar fyrir fúlegg og lifandi egg. Mjög erfitt er að greina örugglega milli ófrjórra eggja og þeirra eggja, þar sem fóstrið deyr mjög snemma. Algengasta orsök fúleggja er sennilega kæling og ætti því hlutfall þeirra að aukast með auknum truflunum og lægra hitastigi.

Afföll í hreiðri eru greinanleg í two flokka eftir tímabilum: (1) afföll á varptíma og ásetutíma og (2) afföll á klaktíma. Afföll (1) eru einfaldlega mælikvarði á eggjahvarf (fyrst og fremst afrán) meðan á varpi og útungun stendur. Sennilegt er að eggjahvarf sé stöðugt og hægfara allan þennan tíma. Afföll (2) er mismunurinn á fjölda eggja í hreiðrum á klaktíma og fjölda unga sem yfirgefa hreiður. Síðarnefndi flokkurinn er því blandaður; fúlegg, rænd egg, ungar sem misfarast við klak, síðklakin og yfirgefin egg eða ungar.

Afföll í hreiðri standa sennilega í beinu sambandi við lengd tíma sem kvenfugl er ekki á hreiðrinu. Þessi tími er mjög háður truflunum (rándýr, menn) og e.t.v. einnig fæðuskilyrðum á útungunartíma. Algert tap hreiðurs stafar af því að hreiðrið er yfirgefið eða að kvenfuglinn er drepinn. Tíðni hreiðra sem misfórust alveg var metin 1972-74 en ekki 1971. Þetta hlutfall hefur afgerandi áhrif á heildarfjölda unga sem klekjast.

Niðurstöður athugana á afkomu í hreiðri eru sýndar í Töflu 3.2. og frekari útreikningar í Töflu 3.3. Ef aðeins er miðað við hreiður sem náðu klaktíma og þar sem klak tókst er sáralítill munur á afkomu. Eggjafjöldinn á klaktíma var að meðaltali 4.05 eða 88% af áætluðum upphaflegum eggjafjölda, og fjöldi unga sem yfirlagf hreiður að meðaltali 3.23 (70% af orpnum eggjum).

Að meðaltali náðu 89% hreiðra klaktíma og klak tókst í 78% miðað við upphaflegan hreiðrafjölda. Sé hlutfall hreiðra, sem misfórust alveg, tekið með í reikninginn lækka fyrrgreindar tölur töluvert, meðaltal verður þá 3.59 egg á klaktíma (78% af orpnum eggjum) og 2.52 ungar yfirgáfu hreiður (aðeins 57% af orpnum eggjum).

Ekki reyndist vera marktækur munur á afkomu hreiðra milli ára, þrátt fyrir mjög breytilegt veðurfar.

### 3.5.3. Afkoma og afföll unga

Niðurstöður ungatalninga er að finna í Töflu 3.3. og frekari útreikningar í Töflu 3.4. Arlegar ungatalningar fóru fram um 20. júlí, en auk þess var fylgst með tölu unga frá klaktíma sumarið 1972. (sbr. Jón B. Sigurðsson 1974) og eru tölur fyrir önnur ár áætlaðar með hliðsjón af því. Ungadaudi er sennilega mestur fyrstu vikuna eftir klak og verða um 50% affallanna á því tímabili.

Ef aðeins er miðað við pör með unga er ekki marktækur munur á afkomu unga milli ára, en fjöldi unga um 20. júlí var að meðaltali 2.23 á par með unga. Sé hins vegar miðað við öll dreifð pör verður meðalfjöldi unga 1.75 og er þá marktækur munur á 1972 (meðaltal 1.46) og öðrum árum. Þó ber að taka þennan mismun með gát, þar sem hann kann að stafa af mismunandi aðferðum, en hlutfall ungalausra para er ótvírætt tormetnasta staðtalan sem reynt var að meta.

Vegna mismunandi brottfarartíma fullorðinna fugla og unga (sbr. Skýrslur 1972 og 1974) reyndist ekki hægt að byggja á beinum ungatalningum til þess að áætla fjölda unga sem yfirlífu varpstöðvarnar. Er því gert ráð fyrir að afföll unga á tímabilinu 20. júlí - ca. 12. ágúst séu um 10% öll árin, þ.e.a.s. línuleg framlenging á fjöldakúrfunni fyrir júlímánuð. Sennilega er hægt að meta þessi afföll beint með því að telja ungahræ í ágúst, en þó má búast við að það kosti mikið átak. Fjöldi ungahræa var lauslega áætlaður um 20 á km<sup>2</sup> bæði árin 1971 og 1972 og svarar það til ofangreindrar tölu.

### 3.5.4. Afkoma fullvaxinna fugla

Engar beinar áætlanir um dánartölu fullvaxinna fugla yfir sumarið liggja fyrir. Gert er ráð fyrir að afföll fullorðinna fugla á þessum tíma séu svo lítil að óþarf sé að reikna með þeim. Sennilega er hér fyrst og fremst um að ræða dauðsföll hreiðurfugla af völdum refa.

Árleg dánartala fullvaxinna heiðagæsa hefur verið reiknuð út eftir merkingum (Boyd 1956). Boyd notaði tvær aðferðir, og voru niðurstöðurnar fyrir fullvaxnar heiðagæsir eldri en eins árs  $26 \pm 2.8\%$  (líkan) eða  $21 \pm 12\%$  (endurheimtur), og fyrir fugla á fyrsta ári  $42 \pm 2.8\%$  eða  $44 \pm 20\%$ . Boyd og Ogilvie (1969) áætluðu árlega dánartölu alls stofnsins samkvæmt árlegum talningum og reyndist hún liggja á bilinu 15–25% með miklum breytileika milli ára. Framangreindar niðurstöður gefa ekki tilefni til að ætla að umtalsverð dauðsföll eigi sér stað á varpstöðvunum.

## 3.6. Astæður affalla

Enda þótt svo til öll afföll heiðagæsar í Þjórsárverum komi rándýrum til góða, er ekki þar með sagt að afrán sé frumástæða affalla. Þetta á bæði við um eggjatap og ungdauða.

### 3.6.1. Eggjatap

Eins og áður getur (3.5.2.) eru orsakir eggjataps mismunandi. Hentugt er að greina á milli (1) hægfara eggjataps á ásetutíma, sem stafar að mestu leyti af eggjaráni, og (2) hraðfara eggjataps (og ungataps) um klaktíma, sem upphaflega stafar að mestu af innbyggðum (endogen) orsökum, þ.e.a.s. frjósemi, heilbrigði fósturs (unga) og umönnun kvenfugls.

Ef hlutfallið ungar sem yfirgefa hreiður/fjöldi eggja á klaktíma er notað, má áætla þátt afráns sem frumorsök fyrir eggjatapi. Þetta er gert í Töflu 3.6. sem sýnir að

báðir pessir þættir voru lítt breytilegir milli ára. Eggjatap af völdum afráns (afrán = frumorsök) var að meðaltali tæplega 15%, en tap af innbyggðum orsökum næstum helmingi meira, eða um 28% að meðaltali. Mismunur milli ára er í báðum tilfellum lítill og ekki marktækur, enda má gera ráð fyrir umtalsverðri athuganaskekkju.

Enda þótt afrán sé ekki frumorsök nema um 35% eggjatapsins, er rétt að minna á að allt eggjatapið kemur rándýrum til góða. Þetta er sérstaklega þýðingarmikið um klaktímann, þar eð öll fúlegg og yfirgefin egg og ungar í hreiðrum standa rándýrum til boða sem fæða, og hverfa á innan við viku frá klaktíma. Þekktir þættir sem eru virkir í pessu eggjahvarfi á klaktíma eru (1) refir fara um og grafa öll egg sem til næst, (2) kjóar verpa og nýta sennilega þessa fæðuuppsprettu til þess, (3) svartbökum fjölgar á stuttum tíma í verunum.

### 3.6.2.Afkoma og afföll unga

Afföll unga reyndust langmest fyrstu vikuna eftir klak, en síðan dröf úr þeim (Töflur 3.2. og 3.3.). Fjölda lifandi unga fyrsta mánuðinn má rita

$$N_t = N_0 t^{-0.1169} \quad \text{þ.e. } \log N_t = \log N_0 - 0.1169 (\log t).$$

$N_t$  er fjöldi á tíma  $t$  í dögum.  $N_0$  er fjöldi við klak. Kúrfan er reiknuð út frá árlegum meðaltölum í töflu 3.3 fyrir tímabilið klak til ungatalning 20. júlí.

Affallakúrfan svarar nokkurn veginn til þess að þyngd unga sem déyja daglega sé óbreytt á vaxtartímanum, um 2 kg á dag á 1000 klakta unga. Vaxtarkúrfa ungastofnsins (sbr. mynd 3.4.) virðist hins vegar vera fall af vexti gróðurs. Samkvæmt þessu er (1) afkoma unga takmörkuð af fæðuframboði og (2) líklegt virðist að sókn rándýra takmarkist af afföllum unga fyrstu dagana (þ.e. fæðuframboði) og hafi ekki áhrif á afkomu unga við venjuleg skilyrði. Rándýrin gætu hins vegar haft veruleg áhrif ef varpstofninn minnkæði snögglega eða klak brygðist.

Sókn rándýra í Þjórsárverum er í hámarki á klaktíma og fyrstu dagana eftir klak (3.6.1.). Þetta vekur spurninguna hvort þessi mikla sókn beinist einnig að verulegu leyti að

litlum ungum og sé e.t.v. frumorsök affalla þeirra í fyrstu. Þó virðist jafnvel sennilegra að sókn rándýra á þessu tímabili sé aðeins fall af fæðuframboði (fúlegg o.s. frv.) og beinist fyrst og fremst að hreiðrunum. Ef svo er, gæti fæðuframboð í hreiðrum jafnvel dregið úr sókn í litla unga og þannig virkað sem jákvæður þáttur í afkomu þeirra.

Önnur og líklegri stjórnarorsök afkomu er fæðuframboð. Líklegt er að vaxandi ungar (1) hafi mikla þörf fyrir auðmelta og næringarríka fæðu og (2) að nauðsynlegur lágmarks-meltanleiki fæðunnar standi í sambandi við aldur unganna, þannig að þeir geti slakað á fæðuvali eftir því sem þeir proskast (Skýrsla 1972).

Tvær ástæður benda einkum til þess að fæðuframboð sé frumorsök og afrán stjórnist af hreysti unganna:

- (1) Framboð ýmissa tvíkímblaða jurta og elftinga, sem eru mun næringarríkari fæðutegundir en grös og starir, var ótvírætt minna í Þjórsárverum en annars staðar í gróðurlendum hálandisins. Jafnframt virðist vera tilsvarandi munur á fæðu lítilla unga og aukningu graskenndrar fæðu með aldri (Skýrsla 1972:47, 49).
- (2) Líklegt er að rándýr nái einkum ungum sem eru óhraustir eða seinir til. Virðist ekki ósennilegt að þau hagi sér í þessu tilliti eins og rannsóknarmenn (3.7.2. og mynd 3.3.)

### 3.6.3. Afkoma og stofnbreytingar

A almennum grundvelli má ætla að annað hvort fæðu-skilyrði eða atferlisþættir eða bæði þessi atriði séu ákvarðandi um afkomu og þar með stofnstærð. Hér verður þó einnig að gera ráð fyrir að veiðar hafi veruleg áhrif á heildarstofninn.

Með hliðsjón af því að fjöldi orpinna eggja á kvenfugl var sennilega konstant og afkoma eggja e.t.v. lítt breytileg á tímabilinu 1971-1974 virðist hugsanlegt að fjöldi varppara ákvarði stofnstærð, m.ö.o. að stofnstærð ráðist ekki af afkomu eggja eða unga. Ef þessi skýring er rétt, virðist

m.a. hugsanlegt að félagsatferli varppara eða fæðuskilyrði kvenfugla fyrir varp séu ráðandi í ákvörðun stofnstærðar, p.e. stofnstærðin ákvarðast þá af fjölda kvenfugla sem geta orpið.

A hinn bóginn er hugsanlegt að afkomustuðullinn sé breytilegur. Ef svo er, gæti afkoma ófleygra unga verið útslitavalddurinn um stofnstærð, þar sem hún gefur hlutfallslega mikla möguleika á breytileika. Afkoma eldri fugla gæti þá haldist óbreytt. Tölur um hlutfall ungfugla og stærð ungahópa í nóvember á Bretlandseyjum (Boyd og Ogilvie 1969:39-40) gefa þennan möguleika til kynna.

Stærð ungahópa á þessum tíma var áætlaður sem hér segir:

1950-54	2.96
1955-59	2.85
1960-64	2.72
1965-66	2.38
1967-68	1.35

en á sama tímabili féll hlutfall unga frá um 0.3 niður undir 0.1. Þessar tölur benda til þess að ungafjöldi í nóvember hafi verið breytilegur milli ára og hafi e.t.v. staðið í öfugu hlutfalli við fjölda varpfugla, en köldu árin eftir 1964 hafa einnig getað dregið verulega úr afkomu unga. Hins vegar gerir líkan Boyds og Ogilvie ráð fyrir furðuháu hlutfalli geldfugla en það virðist stafa af aðferð við að meta fjölda sem fall af stærð ungahóps.

Þar sem stofninn hefur sennilega staðið nokkurn veginn í stað frá 1964 fram á þennan dag virðist ólíklegt að meðalfjöldi varpfugla hafi verið minni en 26.000-30.000 á tímabilinu 1964-68 í stað 10.500-13.800. Verður því að ætla að áætluð stærð ungahópa á þessu árabili sé meir en helmingi of há. Sömuleiðis verður að gera ráð fyrir að stærð ungahópa og þar með fjöldi varpfugla og geldfugla sé rangt metinn. Þessi gagnrýni breytir því þó ekki að hlutfallslegur fjöldi unga að hausti hefur greinilega minnkað á umræddu árabili.

I Töflu 3.7. er gerður samanburður á tölum um stofnstærð og afkomu heiðagæsar í Þjórsárverum og á Bretlandseyjum á árunum 1970-1975. Eins og taflan ber með sér, er erfitt að tengja þessar áætlunar beint. Átla verður að

tölur úr Þjórsárverum séu nákvæmari en bresku tölurnar en þær ná hins vegar til alls Íslands-Grænlands stofnsins. Ljóst er að á umræddu tímabili hefur heildarstofninn staðið nokkurn veginn í stað þrátt fyrir fækken varpstofnsins í Þjórsárverum. Ennfremur virðist ekki vera um að ræða beint samhengi milli fjölda heiðagæsarunga sem yfirgefa Þjórsárver og fjölda unga í Bretlandi í nóvember. Líklegt er að veruleg áætlunarskekkja sé í bresku ungatölunni. Ef hún er tekin gild verður að ætla að breytileikinn stafi annað hvort af (1) mjög misjafnri afkomu unga frá því að þeir fara af varpstöðvunum, eða (2) að varpstöðvar utan Þjórsárvera séu nú ráðandi í ungaframleiðslu og hún sé breytileg þar. Loks kemur svo til greina að (3) báðir þessir þættir séu fyrir hendi.

Af framansögðu er ljóst, að nægilegar upplýsingar liggja ekki fyrir til þess að skera úr um hvernig stofnstærð heiðagæsar takmarkast. Frekari upplýsingar skortir um (1) hugsanlega takmarkapætti á vetrastöðvunum, (2) hvað takmarkar fjölda varppara í Þjórsárverum og utan þeirra. Að svo komnu máli virðist því ólíklegt að hægt sé að gera raunhæft stærðfræðilíkan af heiðagæsastofninum og umhverfispáttum.

Hliðstæðar breytingar á stofnum grágæsar (Anser anser) (Boyd 1972) og heiðagæsar (Boyd og Ogilvie 1969) á undanförnum 25 árum benda fremur til þess að stofnstærðin ráðist af þáttum á vetrarstöðvunum, vegna þess að lífsferlar þessara tegunda eru mjög ólíkir á sumrin, en virðast a.m.k. vera líkari á veturna.

Gróðurfarsbreytingar og fjöldi hreiðra í Þjórsárverum bendir til þess að heiðagæsastofninn þar sé nú kominn yfir hámarkið og honum muni fækka á næstu árum. Jafnframt hlýtur framleiðsla stofnsins að færast yfir á önnur varpsvæði. Óvist er hvort framleiðsla þeirra nægir til lengdar til þess að halda uppi stöðugum stofni. Vegna þess hve breytingar á stofninum eru hægar, er ólíklegt að það komi í ljós fyrr en eftir langan tíma hvort framleiðsla unga nægir til þess að halda stofninum í núverandi stærð.

### 3.7. Framleiðsla og beit heiðagæsarstofnsins

Hér verður gerð grein fyrir framleiðslu heiðagæsar í Þjórsárverum. Aætlanir um framleiðslu styðjast við upplýsingar um stofnvöxt og afföll, sem áður getur, og þyngdartölur. Beit og önnur vistkerfisáhrif eru metin út frá saurmælingum á sniðum með hliðsjón af beitar- og uppskerumælingum.

#### 3.7.1. Þyngd fullorðinna fugla

Þyngd fullorðinna karlfugla (Tafla 3.8.1.) var mest á vorin fyrir varptíma (meðaltal 3047 g). Þeir léttust síðan í byrjun varptíma og urðu léttastir (um 2560 g) í lok varptímans (um 20.6) en þyngdin jókst síðan lítillega er leið á sumarið (mismunur ekki marktækur, meðalþyngd 2706 g í júlí-ágúst).

Fullorðnir kvenfuglar (Tafla 3.8.2.) voru þyngstir fyrir varp (um 2700 g), en léttust mjög á ásetutíma og fór meðalþyngdin niður fyrir 1900 g í lok hans. Þyngd þeirra jókst síðan fljóttlega aftur og hélt í um 2200 g í júlí og ágúst. Þyngsti kvenfuglinn (3090 g) var skotinn 9.9. 1971, í Skaftafellssýslu í byrjun fartíma.

Þyngd geldra kvenfugla breyttist lítið í júní og júlí (2217 g að meðaltali).

Þyngd lifrar í fullorðnum fuglum breyttist á svipaðan hátt og líkamsþyngdin (Tafla 3.8.). Meðallifrarþyngd karlfugla var um 43 g, kvenfugla í júlí-ágúst 45 g en aðeins um 25 g í lok ásetu. Meðallifrarþyngd 6 geldra kvenfugla var um 54 g. Líklegt er að lifrarþyngdin utan fartíma standi í hlutfalli við virkni, en fyrir fartíma þyngist lifrin mjög (um 77 g í einum kvenfugli) sennilega vegna forðamynndunar.

Breytingar líkamsþyngdar hjá báðum kynjum leiddu til nettótapars á tímabilinu maí-ágúst. Karlfuglar misstu um 500 g fram til 20.6., en náðu aftur um 200 g fram til ágúst-loka, þ.e. nettótap um 300 g. Kvenfuglar misstu um 800 g fram til loka ásetutíma (um 20.6.) og höfðu bætt við sig um 430 g aftur í ágústlok, nettótap um 370 g.

Þyngdarmissir í byrjun sumars var sennilega fyrst og fremst fita sem notuð er sem forði meðan beitarskilyrði eru léleg í Þjórsárvverum og á þeim tíma sem kvenfuglar liggja á eggjum en karifuglar eru bundnir hreiðursvæðunum.

Þyngdaraukning síðar um sumarið var líklega mest protein, og má þar sérstaklega benda á endurvöxt flugfjarða. Breytingar í kalórium eru því enn óhagstæðari fyrir fullorðna fugla en þyngdin ein gefur til kynna. Ljóst er að veruleg þyngdaraukning, fyrst og fremst fitun, verður síðan hjá fullorðnum heiðagæsum á haustin (september) í hálandinu utan Þjórsárvera. Þessi fitun er undanfari brottfarar og er nátengd breytingu á fæðuvali í orkuríkar tegundir (kornsúrurætur, stararöxi).

### 3.7.2. Vöxtur unga

Þyngd eggja og unga í hreiðrum er sýnd í Töflu 3.9.1. og vöxtur eldisunga í Töflu 3.9.2. og mynd 3.2. Vegna þess að söfnunaraðferðir okkar (sem fyrst og fremst miðuðu að því að afla fugla til fæðurannsóknna) höfðu í för með sér sterka tilhneygingu til þess að ná seinþroska og vanburða ungum, en jafnframt að bráðþroska, og síðar eðlilegir ungar sluppu, var ekki hægt að áætla vöxt unga útfrá söfnudum villtum ungum (mynd 3.3.). Hins vegar var lifrarþyngd unga (Tafla 3.9.3.) áætluð sem fall af líkamsþyngd ( $y = 3.3959 + 0.023x$ ;  $y = \text{lifrarþyngd (g)}$ ,  $x = \text{líkamsþyngd}$ ).

Meðalþyngd 50 nýorpinna eggja var  $115.5 \pm 1.75$  g (Tafla 3.9.1.), þ.e. heildarþyngd meðalhreiðurs um 531 g, um 20% af þyngd kvenfugls í byrjun varptíma (2684 g), en hvert egg um 4.3% af þyngd kvenfugls. Meðalþyngd nýklakinna unga (Tafla 3.9.1.) var  $78.1 \pm 1.61$  g ( $n = 21$ ), en þeir léttustu um nálega 4 g á fyrstu þremur dögumnum aðallega vegna þess að rauðan hvarf. Frá þriðja degi var vöxtur unga mjög ör (Tafla 3.9.2. og mynd 3.2.) og hafði þyngd þeirra tvöfaldast á 9. degi og enn á 14., 21. og 32. degi. Meðalþyngd eldisunga var um 2100 g (um  $29 \times$  þyngd á þriðja degi) við fyrsta flug, á 54. degi. Fitun unga verður sennilega á sama tíma og fullorðinna fugla, þ.e. í ágúst-september í hálandinu utan Þjórsárvera. Lifur unga var rúmlega 5 g

fyrstu dagana en óx hægar en heildarþyngdin í um 53 g (tíföldun) við fyrsta flug.

### 3.7.3. Framleiðsla

Þyngdartölur og tölur um þéttleika má nota til þess að áætla framleiðslu og er það gert í Töflu 3.10 þar sem miðað er við lífþyngd. Þessar tölur eru þó settar fram með þeim fyrirvara að þær eru aðeins grófur rammi sem síðan þarf að fylla betur inní og túlka með tilliti til efnasamsetningar, einkum proteins, fitu og annars forða, svo og steinefna (sér í lagi kalsíns og fosfórs).

A þessu stigi verður látið sitja við eftirfarandi athugasemdir við Töflu 3.10.

- (1) Endurvöxtur fullorðinna fugla er metinn út frá nettóþyngartapi (sbr. 3.7.1.). Þetta tap verður meira ef miðað er við kaloriúr, en hverfur sennilega ef miðað er við prótein, og e.t.v. steinefni.
- (2) Framleiðsla unga á hverju ári er metin útfrá athugunum á viðkomu og afföllum hvers árs og vexti eldisunga. Gert er ráð fyrir að þyngd unga sem dóu sé að meðaltali 80% af þyngd lifenda á hverjum tíma. Öll egg eru reiknuð sem innflutningur, enda þótt vitað sé að kvenfuglar éta eggskurn ( $\text{CaCO}_3$ ) í gömlum hreiðrum í byrjun varps og er þá um að ræða staðbundinn kalsínferil sem ekki er tekið tillit til.

Samkvæmt Töflu 3.10. er heildarframleiðsla unga ( $\text{kg km}^{-2}$ ) metin um 420 kg 1971 en um 260 kg hin árin. Af vexti unga voru um 85-90% útflutt, en 10-15% fór í fæðukeðjur rándýra á staðnum. Heildarframleiðsla heiðagæsar í verunum er metin um 340 kg  $\text{km}^{-2}$  árið 1971 en rétt innan við 200 kg 1972-74. Þótt uppskerumælingar skorti frá 1971 virðist nokkurn veginn ljóst að þessi mikla rýrnun (um 40% fall) framleiðslu stafar tæplega af mismun á veðurfari eða fæðuframboði í Þjórsárvverum þessi ár.

### 3.7.4. Saurmælingar og túlkun þeirra

Með saurmælingum (Tafla 3.11.) á sniði í Oddkelsveri og Jökulkrika fíkkst mat á þéttleika og gróðurnýtingu heiðagæsa í verunum (sbr. Tafla 3.12.).

Niðurstöðum saurmælinga og beinna athugana á stofn-inum ber í aðalatriðum saman, en öryggismörk saurmælinga eru við, einkum fyrsta árið. Gera má ráð fyrir að saurmælingar séu a.m.k. ekki síðri sem mat á stofnstærð og framleiðslu en tiltækar beinar mælingar.

Með því að margfalda saurmagn með 1.42 (1. hluti) fæst áætluð neysla. Í g þv  $m^{-2}$  er hún áætluð 1971 4.63 g, 1972 2.98 g, 1973 2.36 g og 1974 3.59 g. Helst má finna að þessum tölum, að meðalgildin fyrir 1972-1974 eru all-breytileg, en áætluð framleiðsla sömu ár er hin sama. Þetta stafar örugglega að nokkru leyti af viðum öryggis-mörkum. Þó ber að geta þess að geldfuglar og umferðarfuglar eru ekki reiknaðir inn í beint mat á þéttleika og verður því hlutfallið neysla/framleiðsla nokkru hærra en ella. Mjög erfitt er að meta þátt geldfugla í beitinni. Liklega er magn þeirra í verunum innan við 10% af stærð varpstofnsins, en auk þess er veruleg umferð slíkra fugla í júní. Loks virðist ekki ósennilegt að magn geldfugla sé misjafnt milli ára, en mælingar skortir á því atriði.

Skv. Töflu 3.12. er neyslan (votvigt) um 60 kg gróðurs á hvert framleitt kg heiðagæs en um 42 kg hverfa þó aftur til vistkerfisins sem saur og um 17% af framleiðslunni verður eftir sem fæða rándýra. Auk þess nemur innflutningur (egg og viðhaldstap fullorðinna fugla) um 36% af útfluttri framleiðslu (Tafla 3.10.).

Hlutfall lífrarþyngdar af líkamsþyngd fellur með aldrinum á svipaðan hátt og metabólismi, þ.e. í samræmi við kúrfu Lasiewskis og Dawsons (1967). Samkvæmt því ætti að vera leyfilegt að skipta áætlaðri neyslu fullorðinna fugla og unga eftir lífrarþyngd og fjöldahlutfalli á hverjum tíma (Tafla 3.13.).

Með þeim forsendum sem gefnar eru í Töflu 3.13. er hlutdeild unga í neyslu aðeins um 23%, fullorðinna varp-

fugla um 70%, en geldfuglar eru auk þess áætlaðir um 7%. Hægt er að breyta þessum forsendum nokkuð, t.d. með því að áætla hlutdeild fullorðinna fugla minni vegna ásetu kvenfugls og anna karlfugls við vörn hreiðursvæðis. Þetta myndi þó ekki auka áætlaða neysluhlutdeild unga nema í 25-30%. Ef afkoma unga væri betri hlyti neysla þeirra að aukast, og næði loks neyslu fullorðinna fugla ef engin afföll yrðu frá því eggjum væri orpið, þ.e. að 4.6 ungar á par kæmust upp.

Segja má að samkeppnisaðstaða unga gagnvart fullorðnum fuglum sé óhagstæð vegna þess að (1) fullorðnu fuglarnir geta nýtt grður áður en ungar koma og (2) fullorðnir fuglar eru þurftafrekari einkum meðan ungar eru smáir. Mismunur á fæðuvali unga og fullorðinna fugla (skýrsla 1972) kann því að stafa að einhverju leyti af samkeppni. Ennfremur hlýtur að vera hagstætt fyrir ungauppeldi að halda geldfuglum frá uppeldisstöðvunum og tekst það vegna áreitisatferlis varpfugla. Mikill hreyfanleiki og lítill þéttleiki varpstofnsins hlýtur einnig að vera hagstæður fyrir neyslu unganna.

### 3.8. Lokaorð

Í þessari skýrslu hefur verið gerð grein fyrir helstu þáttum í framleiðslu heiðagæsar í Þjórsárverum 1971-1974. Ljóst er að rannsóknir hafa staðið of skamman tíma til þess að hægt sé að ákvarða hvort þáttir í viðkomu eða vetrarafföll takmarka stofnstærð, enda er líklegt að breytingar í þessum þáttum séu hægfara. Slíkar hægfara breytingar kalla á (1) langtíma könnun (fjöldi hreiðra, framleiðsla unga) í Þjórsárverum og (2) öflun samanburðargagna frá öðrum varpsvæðum.



3.9. Heimildir

Arnbóður Garðarsson. 1974. Rannsóknir á framleiðslu grððurs og beit heiðagæsar í Þjórsárverum 1972: Mælingar á vexti og beit í Tjarnaveri og Illaveri. 47 bls. Fjölrit. Orkustofnun. Reykjavík.

Arnbóður Garðarsson og Jón B. Sigurðsson. 1972. Rannsóknir á heiðagæs (Anser brachyrhynchus) 1971. Aðrar athuganir í Þjórsárverum 1971. xiii + 100 bls. Fjölrit. Orkustofnun. Reykjavík.

Bergþór Jóhannsson, Hörður Kristinsson og Jóhann Pálsson. 1974. Skýrsla um grasafræðirannsóknir í Þjórsárverum 1972. 153 bls. Fjölrit. Orkustofnun. Reykjavík.

Boyd, H. 1956. Statistics of the British population of the pink-footed goose. J. Anim. Ecol. 25:253-273.

Boyd, H. and M.A. Ogilvie. 1969. Changes in the British-wintering population of the pink-footed goose from 1950 to 1975. Wildfowl 20:33-46.

Boyd, H. and M.A. Ogilvie. 1972. Icelandic greylag geese wintering in Britain in 1960-1971. Wildfowl 23:64-82.

Boyd, H. and P. Scott. 1955. The British population of the pink-footed goose, its numbers and annual losses. Ann. Rep. Wildfowl Trust. 7:99-106.

Bragi Árnason. 1975. Groundwater systems in Iceland traced by deuterium. 255 bls. Fjölrit. Raunvísindastofnun háskólags. Reykjavík.

Gísli Oddsson. 1917. De Mirabilibus Islandiae. Islandica 10. Cornell.

Jón Baldur Sigurðsson. 1974. Rannsóknir á varpháttum og afkomu heiðagæsar (Anser brachyrhynchus) í júní og júlí 1972. 39 bls. Fjölrit. Orkustofnun. Reykjavík.

Kerbes, R.H., M.A. Ogilvie and H. Boyd. 1971.

Pinkfooted geese of Iceland and Greenland:  
a population review based on an aerial survey  
of Þjórsárver in June, 1970. Wildfowl 22:5-17.

Lasiewski, R.C. and W. R. Dawson. 1967. A re-examination  
of the relation between standard metabolic rate  
and body weight in birds. Condor 69:13-23.

MacInnes, C.D., R.A. Davis, R. N. Jones, B.C. Lieff and  
A. J. Pakulak. 1974. Reproductive efficiency of  
McConnell River small Canada geese. J. Wildl.  
Manage. 38:686-707.

Scott, P., H. Boyd and W.J. L. Sladen. 1955. The Wildfowl  
Trust's second expedition to central Iceland, 1953.  
Ann. Rep. Wildfowl Trust. 7:63-98.

Scott, P. and J. Fisher. 1953. A thousand geese. 240  
bls. Collins. London.

Scott, P., J. Fisher and Finnur Guðmundsson. 1953. The  
Severn Wildfowl Trust expedition to central Iceland,  
1951. Ann. Rep. Wildfowl Trust. 5:78-115.

Sigríður P. Friðriksdóttir. 1973. Frjógreining á jarðvegi  
úr Tjarnaveri og Sóleyjarhöfða. 24 bls. Fjölrit.  
Háskóli Íslands. Reykjavík.

Tómas Tryggvason og Þorleifur Einarsson. 1965. Greinargerð  
um jarðfræði Þjórsárvera; Norðlingaalda - Sóleyjarhöfði.  
17 + 7 bls. Fjölrit. Atvinnudeild Háskólans. Reykja-  
vík.

Tafla 3.1. Fjöldi heiðagæsahreiðra á 0.5 ha reitum í  
Þjórsárverum 1971-1974.  
(Number of Anser brachyrhynchus nests on 0.5 ha  
plots in Thjorsarver 1971-1974.)

Tafla 3.1.1. Snið Oddkelsver-Jökulkriki, n=40  
(Transect Oddkelsver-Jökulkriki, n=40)  
Eftirtaldir 24 reitir voru alltaf án hreiðra:  
2, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 51-60.  
(The above plots were always without nests.)

Reitur nr. (Plot no.)	Fjöldi hreiðra (no. of nests.)			
	1971	1972	1973	1974
1	1	1	0	1
3	1	2	2	1
5	2	1	1	0
9	0	0	0	1
13	2	0	0	0
14	2	1	0	1
15	1	0	0	2
18	1	1	0	0
23	1	2	2	1
24	0	1	0	0
25	1	0	2	1
26	1	1	1	1
27	2	2	2	1
28	2	2	1	1
29	3	3	2	2
30	3	2	2	2
Alls (20 ha)	23	19	15	15
$\bar{x}/\text{km}^2$	115	95	75	75
95% öryggisbil*	81-149	60-130	52-98	52-98

\* $S_r t$ , n=31.

Tafla 3.1.2. Snið í Múlaveri, n=10 (Transect Múlaver, n=10)

Reitur nr. (plot no.)	Fjöldi hreiðra (no. of nests.)			
	1971	1972	1973	1974
41	4	3	4	4
42	1	1	1	1
43	0	1	1	0
44	4	3	3	1
45	4	3	3	3
46	2	2	1	0
47	3	1	2	1
48	1	1	1	1
49	1	1	0	1
50	2	2	2	2
Alls (5 ha)	22	18	18	14
$\bar{x}/\text{km}^2$	440	360	360	280
95% öryggisbil*	381-499	296-424	296-424	224-336
* $(S_r t, n=24)$				

## Tafla 3.2.

Eggja- og ungfjöldi heiðagæsar 1971-1974.

(n) miðað við 100 hreiður.

(Number of eggs and young ± standard error (n) per 100 nests of  
Anser brachyrhynchus.)

	Meðaldags. (mean date)	1971	1972	1973	1974	Meðaltal meðaltala (mean of means)
1. Upphaflegur eggjafjöldi, áætlun. (Estimated eggs laid.)	21.5.	-	-	-	-	(460)
Egg 1 hreiðrum snemma á varptíma. (Clutches early incubation.)	30.5.	451±12(135)	441±5(344)	-	436±14(45)	443±5
Egg 1 hreiðrum við klak. (Successful clutches at hatching.)	19.6.	413±9(157)	410±6(310)	390±6(109)	409±10(128)	405±4
% hreiðra sem náðu klaktíma. (% successful nests before hatching.)	"	-	92±3(336)	84±3(129)	91±2(141)	89±1
2. Egg við klak, leiðrétt. (Eggs at hatching, corrected)	"	-	378±8(336)	329±14(129)	371±14(141)	359±6
Ungar klaktir 1 hreiðrum þar sem klakt tókst. (Hatched young in successful nests.)	"	323±19(63)	328±8(219)	310±14(88)	333±15(93)	323±6
% hreiðra þar sem klak tókst. (% successful nests.)	"	-	76±3(287)	78±4(113)	79±4(118)	78±2

Tafla 3.2. framh.

	Meðaldags (mean date)	1971	1972	1973	1974	Meðaltal meðaltala (mean of means)
3. Klaktir ungar, leiðrétt. (Hatched young, corrected.)	19.6.	-	250±10(287)	242±16(113)	264±17(118)	252±8
4. Ungar 1 júní. (Young in June.)	25.6.	-	265±13(91)	-	-	(265)
Ungar 1 júní, leiðrétt f. ungalaus pör (x 0.76). (Young in June, corrected for unsucce- ssful pairs.)	"	-	202±14("119")	-	-	(202)
5. Ungar 1 júlí, miðað við pör með unga. (Young/pairs with young, July.)	20.7.	224±11(101)	211±7(262)	234±4(1516)	222±9(212)	223±3
% para með unga. (% Pairs with young.)	"	87±3(116)	69±2(377)	77±1(1959)	81±2(262)	79±1
Ungar 1 júlí, öll pör. (Young in July, all Pairs.)	"	195±12(116)	146±7(377)	181±4(1959)	180±9(262)	175±3
6. Ungar sem yfirgefa varp- stöðvar 1 ágúst, áætlað. (Young leaving in August, estimated.)	10.8.	-	-	-	-	(158)

Tafla 3.3.

Afkoma eggja og unga 1971-1974, miðað við 100 ♀  
 (Survival and loss of eggs and young in 1971-1974,  
 numbers per 100 females.)

	Meðaldags. mean date	1971	1972	1973	1974	$\bar{x}$
1 Egg orpið (Egg laid)	21.5.	460	460	460	460	460
Eggjatap (%) (Eggs loss (%))		82(18)	<u>82(18)</u>	<u>131(28)</u>	<u>89(19)</u>	96(21)
2 Egg við klak (Eggs at hatching)	19.6.	378	<u>378</u>	<u>329</u>	<u>371</u>	364
Tap við klak (%) (Hatching loss (%))		87	<u>128(34)</u>	<u>87(26)</u>	<u>107(29)</u>	102(22)
Tap í hreiðri alls (Total loss in nest)		169(37)	<u>210(46)</u>	<u>218(47)</u>	<u>196(43)</u>	198(43)
3 Klaktir ungar (Hatched young)	19.6.	291	<u>250</u>	<u>242</u>	<u>264</u>	262
Ungadauði snemma (%) (Early loss, young (%))		44(15)	<u>48(19)</u>	28(12)	39(15)	40(15)
4 Ungar lifandi í júní 25.6. (Young alive, June).		247	<u>202</u>	214	225	222
Ungadauði, seint (%) (Late loss, young (%))		52(21)	<u>56(28)</u>	33(15)	45(20)	46(21)
Þekktur ungadauði (%) (Total known loss young (%))		96	<u>104(42)</u>	<u>61(25)</u>	<u>84(32)</u>	86(33)
Þekkt tap alls (%) (Total known loss (%))		265(58)	314(68)	279(61)	280(61)	284(62)
5 Ungar lifandi í júlí 20.7. (Young alive, July)		<u>195</u>	<u>146</u>	<u>181</u>	<u>180</u>	176
Áætl. ungadauði alls (%). (Est. total loss young (%))		116(40)	119(48)	79(33)	102(39)	104(40)
Áætl. tap alls (%) (Est. total loss (%))		285(62)	329(72)	297(65)	298(65)	302(66)
6 Áætl. ungar fóru ágúst. (Est. young leaving area August)	10.8.	175	131	163	162	158

Skýringar:

Mældir þættir eru undirstrikaðir. Aðrir þættir í töflunni eru reiknaðir út frá mældum þáttum. Liður 1 (egg orpið) er áætlaður skv. bestu upplýsingum og talinn óbreyttur milli ára. Liður 6 (ungar sem fóru af varpstöðvum) er áætlaður 90% af lið 5 (ungar lifandi í júlf) og einnig talinn óbreyttur milli ára.

(Notes: Measured variables are underlined. Other variables in the table are calculated from observed variables. Original mean clutch size (1) is estimated according to available data and is taken to be constant from year to year. Mean number of young leaving (6) is estimated as a constant 90% of young alive in late July.

Tafla 3.4. Afkoma eggja og unga 1971-1974 miðað við km<sup>2</sup>.

Byggð, á töflum 3.1. og 3.3.

(Survival and loss of eggs and young in 1971-1974  
on km<sup>2</sup> basis. Based on Tables 3.1. and 3.3.)

	Meðaldags, Mean date	1971	1972	1973	1974	$\bar{x}$
	Þéttleiki, hreiður á km <sup>2</sup> . (Density, nests/km <sup>2</sup> ).	115	95	75	75	90
1	Egg orpið (Egg laid)	21.5.	529	437	345	345
	Eggjatap (Egg loss).		94	78	98	67
2	Egg við klak (Eggs at hatching)	19.6.	435	359	247	278
	Tap við klak (Hatch- ing loss)		100	122	65	80
	Tap í hreiðri alls (Total loss in nest)		194	200	163	147
3	Klaktir ungar (Hatched young)	19.6.	335	237	182	198
	Ungadauði snemma (Early loss young)		51	45	21	29
4	Ungar lifandi í júní (Young alive June)	25.6.	284	192	161	169
	Ungadauði seint (Late loss young)		60	53	25	34
	Þekktur ungadauði alls (Total known loss young)		111	98	46	63
	Þekkt tap alls (Total known loss)		305	298	209	210
5	Ungar lifandi í júlí (Young alive July)	20.7.	224	139	136	135
	Aætl. ungadauði alls (Est. total loss young)		134	113	60	77
	Aætl. tap alls (Est. total loss)		328	313	223	224
6	Aætl. ungar fóru (Est. young leaving)	12.8.	201	124	122	121
						142

## Tafla 3.5.

Eggja- og ungatap 1971-1974. Fjöldi á km<sup>2</sup> á dag.  
 (Losses of eggs and young 1971-1974. Numbers per km<sup>2</sup> per day.)

Timabil (Period)	Dagar (days)	1971	1972	1973	1974	$\bar{x}$
1. Eggjatap fram að klak-tíma. (Egg losses up to hatching).	19.5.-19.6.	30	3.13	2.60	3.27	2.23
2. Allt tap í hreiðrum. (Total losses in nest).	19.5.- ca. 24.6.	ca. 35	4.83	6.00	6.23	5.60
3. Ungatap (Losses of young).	20.-25.6.	6	8.50	7.50	3.50	4.83
4. Ungatap	26.6.-20.7.	25	2.40	2.12	1.00	1.36
5. Ungatap	21.7.-10.8.	20	1.15	0.75	0.70	0.80

Tafla 3.6. Aætluð hlutdeild afráns og innrænna þátta í eggjatapi.  
(Estimated share of predation and endogenous factors  
in egg losses.)

	1971	1972	1973	1974
a. Affallahlutfall á klaktíma.	0.22	0.20	0.21	0.19
(Proportional hatching losses)				
b. Tap alls í hreiðri	169	210	218	196
(Total losses in nest)				
c. Tap vegna innrænna þátta	125	147	142	135
(endogenous losses) = a				
d. Tap vegna afráns	44	63	76	61
(predation losses) = b - c				

Tafla 3.7.

Samanburður í breskum óg íslenskum (Þjórsárvær) tölum um stofnstað og framleiðslu heiðagæsar.

(Comparison of Thjorsárvær and British population and production data for Anser brachyrhynchus.)

	Þjórsárvær		Bretland (November)		Stærð ungahóps
Maf:	Júlf:	Júlf: Ungar á par með unga	Agúst: Framleiðsla unga	Stofn alls	Ungfuglar alls
(May: Breeding population)	(July: Young/ succ. pair)	(July: Young/ all pairs)	(August: Total young produced)	(Total population)	(Total juveniles)
1970	21.000	-	-	72.000	-
1971	23.000	2.24	1.95	65.000	16.700
1972	19.000	2.11	1.46	73.000	8.300
1973	15.000	2.34	1.81	82.000	24.500
1974	15.000	2.22	1.80	89.000	15.700
1975	15.000	-	-	73.000	4.100
					1.43

Tafla 3.8. Þyngd og lifrarþungi fullorðinna heiðagæsa,  
(meðaltöl  $\pm$  staðalskekkja)  
(Body weights and liver weights of adult  
Anser brachyrhynchus)

Tafla 3.8.1. Karlfuglar (males)

Tímabil (Period)	n	Þyngd (g)	Lifur (g)
-20.5.	5	3047 $\pm$ 147	47.2 $\pm$ 8.8
21.5.-31.5.	3	2805	
1.6.-15.6.	10	2585	
16.6.-20.6.	2	2545	
21.5.-20.6.	16	2635 $\pm$ 66	42.6 $\pm$ 2.9
1.7.-31.7.	14	2697 $\pm$ 64	
1.8.-25.8.	4	2740	
1.7.-25.8.	18	2706 $\pm$ 50	44.2 $\pm$ 1.4
Alls	39		43.2 $\pm$ 1.6

Tafla 3.8.2. Kvenfuglar (females)

a. varpfuglar (breeding)

	n	Þyngd (g)	Lifur (g)	Ath.
15.5.	2	2654	40.7	Fyrir varp
16.5.-20.5.	2	2715	29.0	Að verpa
21.5.-31.5.	10	2301 $\pm$ 70	30.8 $\pm$ 1.9	Aseta
1.6.-15.6.	10	2129 $\pm$ 63	29.7 $\pm$ 2.2	Aseta
15.6.-25.6.	8	1884 $\pm$ 59	25.0 $\pm$ 1.1	Klak
1.7.-31.7.	6	2188	45.0	Með unga
1.8.-25.8.	3	2317	45.6	Með unga
1.7.-25.8.	9	2231 $\pm$ 99	45.2 $\pm$ 2.1	Með unga
9.9.	1	3090	76.9	Far

b. geldfuglar (non-breeding)

31.5.-23.7.	6	2217 $\pm$ 62	54.4 $\pm$ 6.8
-------------	---	---------------	----------------

Tafla 3.9. Þyngd eggja og unga.  
(Weight of eggs and young)

Tafla 3.9.1. Egg og ungar í hreiðri  
(Eggs and young in the nest).

	n	$\bar{X} \pm SE$ (g)	bil (range)
Egg	50	115.5 $\pm$ 1.75	88.5 - 138.9
Ungar	21	78.1 $\pm$ 1.61	68.6 - 89.6

Tafla 3.9. 2.

Eldisungar (Hand-reared young)

Aldur (dagar)	n	$\bar{x} \pm SE$	Bil (range)
0 (klak)	1	92	-
1	4	73	67-80
2	2	74	71-77
3	4	75	59-81
4	2	87	79-96
5	5	93	70-106
6	8	112 $\pm$ 8.9	74-155
7	7	139	115-175
8	8	141	101-170
9	9	163	109-212
10	9	187 $\pm$ 7.8	153-219
11	9	207	141-264
12	9	241	168-294
13	7	270	199-341
14	6	298	209-371
15	9	366 $\pm$ 17.1	270-450
16	5	400	298-488
17	4	439	389-484
18	9	476 $\pm$ 22.4	372-532
19	8	504	424-552
20	8	549	477-608
21	9	592 $\pm$ 17.0	502-661
22	6	642	551-711
23	6	678	590-789
24	9	760 $\pm$ 21.8	665-853
25	7	793	660-881
26	9	840 $\pm$ 28.8	789-991
27	6	961	911-1109
28	3	969	822-1074
29	6	974	770-1163
30	6	1032 $\pm$ 44.1	870-1204
31-32	5	1172	1087-1292
33-34	5	1332 $\pm$ 72.6	1112-1520
35-37	5	1469 $\pm$ 76.9	1297-1680
42-43	4	1735 $\pm$ 62.4	1660-1920
47-48	4	2037 $\pm$ 105.5	1900-2350
53-54 (Fyrsta flug)	4	2122 $\pm$ 125.7	1960-2490

Tafla 3.9.3. Aldur, lífpungi og útreiknaður lifrarþungi  
 $(y = 3.3959 + 0.023 x)$  heiðagæsarunga.  
 (Age, life-weight and liver weight of Anser brachyrhynchus young.)

Aldur (dagar)	Lífpungi (g) x	Lifur (g) y
0	92	- (klak)
1	73	5.1
2	74	5.1
3	75	5.2
4	87	5.4
5	93	5.6
6	112	6.0
7	139	6.7
8	141	6.7
9	163	7.2
10	187	7.8
11	207	8.3
12	241	9.1
13	270	9.7
14	298	10.4
15	366	12.0
16	400	12.8
17	439	13.7
18	476	14.6
19	504	15.2
20	549	16.3
21	592	17.3
22	642	18.5
23	678	19.3
24	760	21.3
25	793	22.0
26	840	23.1
27	961	26.0
28	969	26.2
29	974	26.3
30	1032	27.6
31.5	1172	30.9
33.5	1332	34.7
36	1469	37.9
42.5	1735	44.2
47.5	2037	51.3
53.5	2122	53.3 (fyrsta flug)

Tafla 3.10. Framleiðslubættir heiðagæsar í Þjórsárverum 1971-1974  
kg lífþyngd á km<sup>2</sup>

(Aspects of the production (kg lifeweight km<sup>-2</sup>) of  
Anser brachyrhynchus in Thjorsarver 1971-1974)

	1971	1972	1973	1974	$\bar{x}$
1. Fullorðnir fuglar, við-hald, nettótap (Adult maintenance, net loss)	-77	-64	-50	-50	-60
2. Framleiðsla unga (Production of young):					
a. Innflutt (egg) (Import (eggs))	-63	-52	-41	-41	-49
b. Útflutt (Export)	426	263	259	257	301
c. Til rándýra (x0.8) (To predators)	55	46	30	31	40
b + c	481	309	289	288	341
a + b + c	418	257	248	247	292
3. Heildarframleiðsla (1+2) (Total production)	341	193	198	197	232

Tafla 3.11. Yfirlit um saurmælingar 1971-74, g þv m<sup>-2</sup>  
(*Anser brachyrhynchus* faeces on transects, g dw m<sup>-2</sup>)

	Snið Oddkelsver- Jökulkriki (n)	Múlaver (n)
1971	3.26 * ± 0.95 (40)	4.36 ± 0.94 (30)
1972	2.10 ± 0.35 (80)	4.73 ± 0.66 (30)
1973	1.66 ± 0.26 (120)	3.33 ± 0.49 (30)
1974	2.53 ± 0.32 (120)	3.80 ± 0.67 (30)

\* nýr saur áætlaður sbr. skýrslu 1972

Tafla 3.12. Beit og framleiðsla heiðagæsar 1971-1974  
 (Grazing and production of *Anser brachyrhynchus*  
 1971-1974.)

	1971	1972	1973	1974	$\bar{x}$
1. Neysla, g $\text{pv m}^{-2}$ (Intake g $\text{dw m}^{-2}$ )*	4.63	2.98	2.36	3.59	3.39
2. Framleiðsla (production) kg. $\text{km}^{-2}$					
a. Útflutt (exported)	426	263	259	257	301
b. Alls (total)	341	193	198	197	232
3. Neysla (kg vv $\text{km}^{-2}$ )** (Intake kg ww $\text{km}^{-2}$ )***	18520	11920	9440	14360	
4. Neysla/útflutt kg (Intake/exported kg)	43	45	36	56	45
5. Neysla/framleitt kg (Intake/produced kg)	54	62	48	73	59
6. Framleiðsla % af neyslu (Production as % of intake)	1.84	1.62	2.10	1.37	1.73
7. Framleiðsla áætluð skv. saur (Production expected from faeces)	320	206	163	248	

\* Saur  $\text{pv m}^{-2} \times 1.42$  ( $\text{faeces dw m}^{-2} \times 1.42$ ) = neysla (beit)

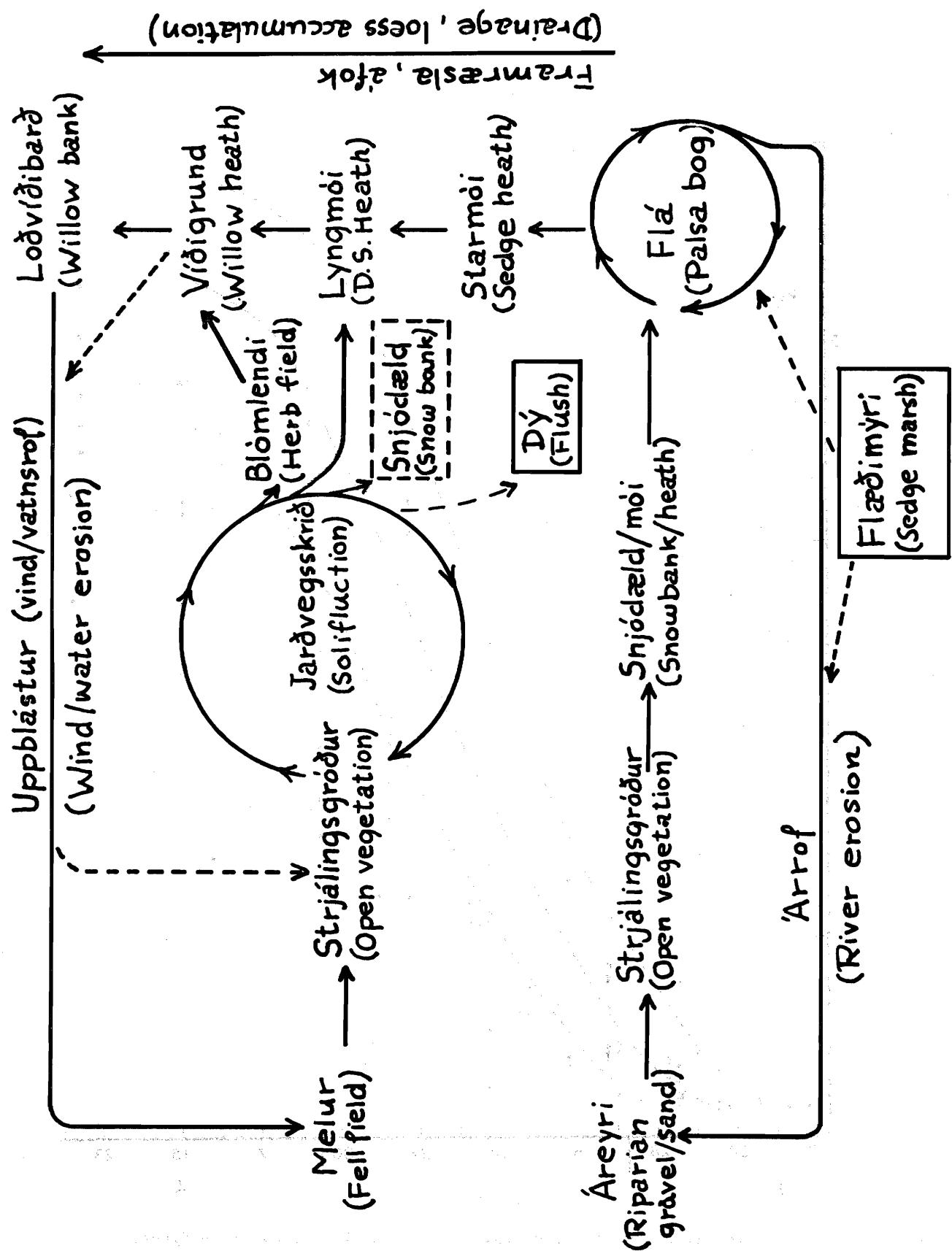
\*\* Þurrvigt áætluð 25% af votvigt (dw est. 25% of ww).

Tafla 3.13. Lifrarþyngd og áætluð hlutdeild (%) í neyslu.

(Liver weight and estimated part (%) in consumption.)

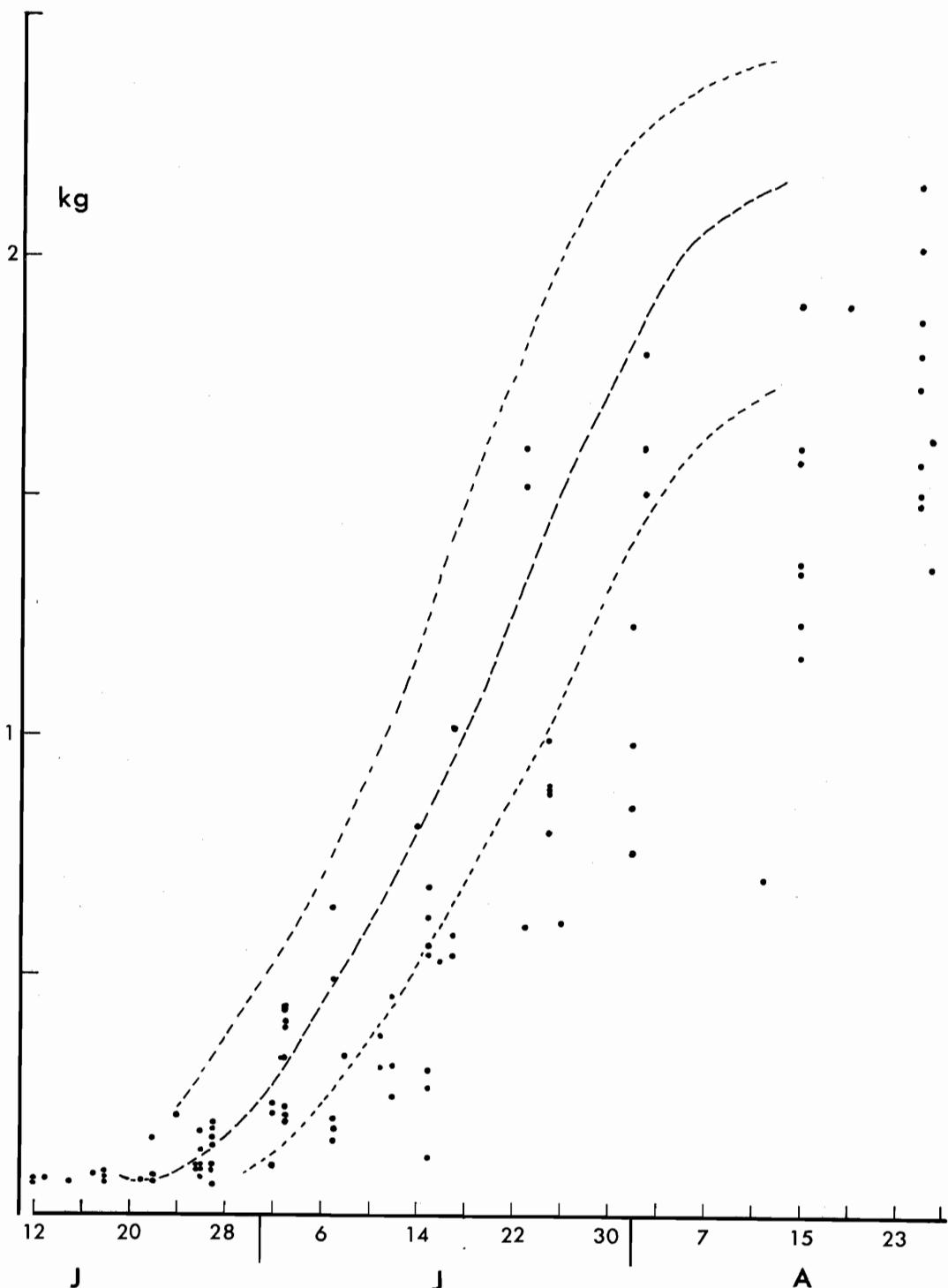
	Lifur alls (Total wt. liver)	%
	g	
Fullorðið par (adult pair)		
11.5. - 12.8.	7756	70
Gelfuglar (non-breeders)*	776	7
2.62 ungar með afföllum (2.62. goslings with mean survival)	2576	23

\* Áætlaðir 10% af fullorðnum (estimated at 10% of ad.)



Mynd 3.1. Helstu grðurferlar í Þjórsárverum og þættir sem stjórna þeim

(Major vegetation cycles in Thjorsarver and their causative agents.)

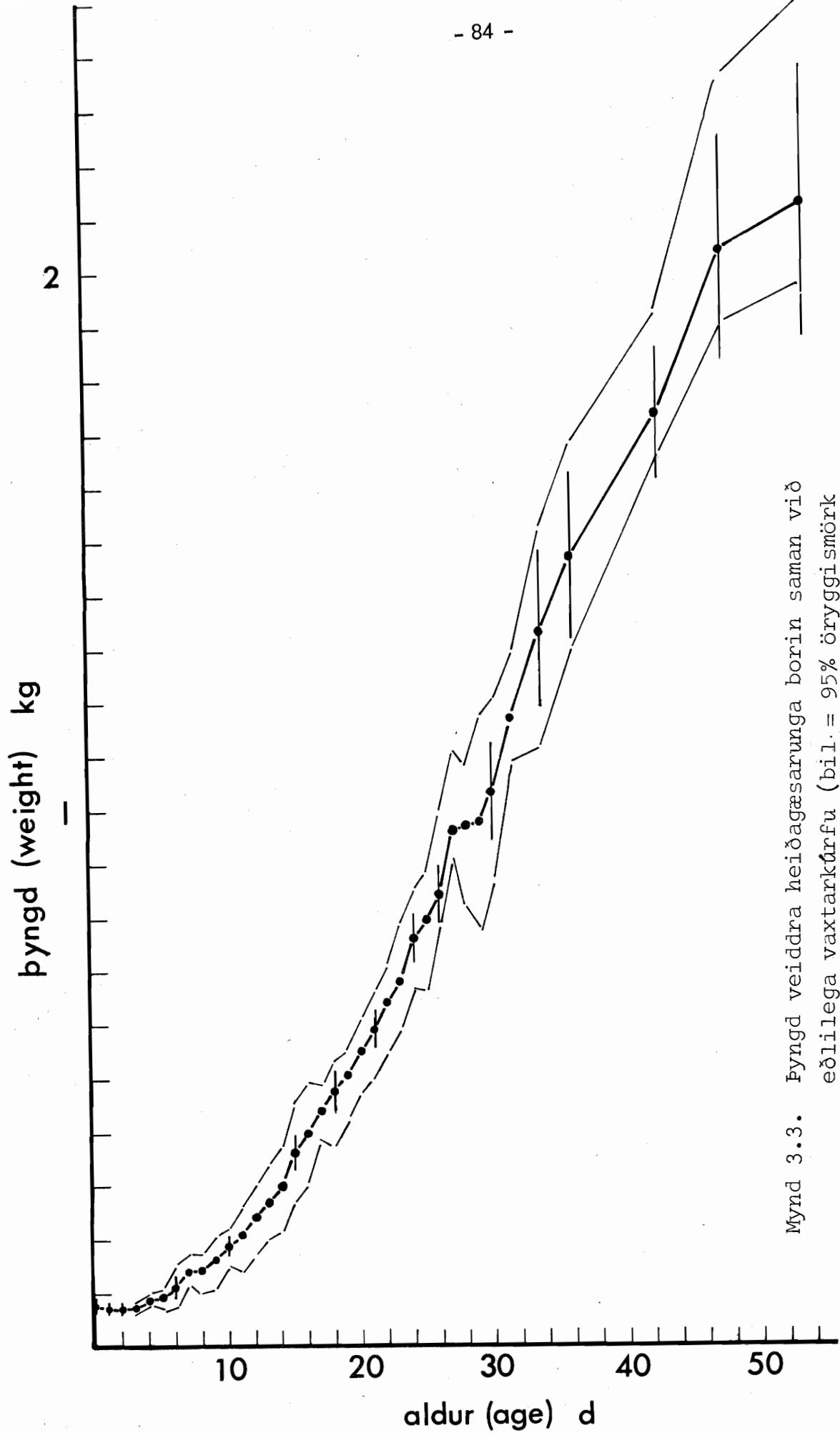


Mynd 3.2. Þyngd eldisunga. Dagur 0 = klak, dagur 54 = fyrsta flug.

(*Anser brachyrhynchus*: weight of hand-reared young.  
Day 0 = hatching, day 54 = first flight.)

Myndatextar á s. 83 og 84 hafa vixlast

The texts of the figures on p. 83 and  
p. 84 are reversed.



Mynd 3.3. Fyrnd veiddra heiðagæsarunga borin saman við eðilega vaxtarkúrfu (bil. = 95% öryggi smörk ± 5 dagar) skv. mynd 3.2.

(The weights of collected *Anser brachyrhynchus* young compared with the expected real curve derived from fig. 3.2. with range based on 95% confidence limits ± 5 days.)

