



**Stærðarmælingar á íslenskum  
skógarpröstum *Turdus iliacus coburni* og  
mat á notkun þeirra við kyngreiningu**

Sunna Björk Ragnarsdóttir

Líf- og náttúruvísindadeild  
Háskóla Íslands  
2012



**Stærðarmælingar á íslenskum  
skógarpröstum *Turdus iliacus coburni* og  
mat á notkun þeirra við kyngreiningu**

Sunna Björk Ragnarsdóttir

12 eininga ritgerð sem er hluti af  
*Baccalaureus Scientiarum* gráðu í líffræði

Leiðbeinendur  
Gunnar Þór Hallgrímsson  
Snæbjörn Pálsson

Líf- og umhverfisvísindadeild  
Verkfræði- og náttúruvísindasvið  
Háskóli Íslands  
Reykjavík, maí 2012

Stærðarmælingar á íslenskum skógarþröstum *Turdus iliacus coburni* og mat á notkun þeirra við kyngreiningu.

12 eininga ritgerð sem er hluti af *Baccalaureus Scientiarum* gráðu í Líffræði

Höfundarréttur © 2012 Sunna Björk Ragnarsdóttir

Öll réttindi áskilin

Líf- og umhverfisvísindadeild

Verkfræði- og náttúruvísindasvið

Háskóli Íslands

Askja, Sturlugata 7

101 Reykjavík

Sími: 525 4600

Skráningarupplýsingar:

Sunna Björk Ragnarsdóttir, 2012, Stærðarmælingar á íslenskum skógarþröstum *Turdus iliacus* og mat á notkun þeirra við kyngreiningu, BS ritgerð, líf- og umhverfisvísindadeild, Háskóli Íslands.

# 1 Útdráttur

Skógarpröstur (*Turdus iliacus*) er algengur spörfugl á Íslandi. Hann er að mestu leyti farfugl hér á landi og ferðast til í V-Evrópu á veturna þó hluti stofnsins haldi til í þéttbýli hér á landi allt árið. Markmið þessarar rannsóknar var að kanna hvort nota mætti útlitsbreytur við kyngreiningu íslenskra skógarþrasta. Skógarþrestir voru veiddir í mistnet í október 2011 í Fossvoginum í Reykjavík. Teknar voru stærðarmælingar, þeir þyngdarmældir og aldursgreindir, teknar af þeim flugfjaðrir til kyngreiningar og þeim sleppt að lokinni hringmerkingu á fæti. Við kyngreiningu voru notuð tvö mismunandi sett þreifara, R3112 og F2987 fyrir W litning en R3112 og F3007 fyrir Z litning. Ef að báðir þreifararnir gáfu bönd var um kvenfugla að ræða (ZW) en ef aðeins fengust bönd með R3112 og F3007 voru það karlfuglar (ZZ). Tölfræði úrvinnsla fór fram í R forritinu og þar var notað alhæft línulegt líkan GLM (e. generalized linear model) til þess að reikna út líkur á kyni út frá mælingum fyrir hvern og einn einstakling. Besta módelið var síðan valið með því að prófa mun á milli líkana með AIC, aðeins þær breytur sem ná að útskýra á marktækan hátt breytileikann í gögnunum (leifarnar) eru teknar með í líkaninu og reyndist besta módelið byggja á vænglengd og þyngd. Mun fleiri ungfuglar veiddust en gamlir líkt og búast má við að hausti. Hlutföll kynja voru borin saman á milli aldurshópa og reyndist ekki marktækur munur vera á milli kynjahlutfalla ungfugla og fullorðinna. Mældar stærðir voru bornar saman með t-prófi, bæði voru kynin borin saman sem og aldurshóparnir. Einungis ein breyta sýndi marktækan mun milli hópa en það var vænglengd milli ungra og fullorðinna. Besta GLM líkanið til kyngreiningar fékkst þegar notaðar voru vængmælingar og þyngd (AIC: 139.9) en þá var möguleiki að spá fyrir um rétt kyn í 60% tilfella. Ekki fannst greinilegur stærðarmunur á milli kynja með tilliti til þeirra stærðarþátta sem hér voru mældir. Þó er ekki hægt að útiloka að munur geti verið meiri en hér kemur fram vegna skekkju við mælingar eða við kyngreiningu í þessari rannsókn. Ljóst er að frekari rannsókn er þörf til að kanna hvar stærðarmunurinn á milli kynja liggur hjá skógarpröstum og einnig væri æskilegt að kanna atferlisfræðilega þætti og fleiri útlitsbreytur í þessu samhengi.

## 1.1 Abstract

The Redwing (*Turdus iliacus*) is a common medium sized passerine breeding in Iceland. The majority of the Icelandic Redwing population is migratory and winters in northwest Europe, particularly UK, France and on the Iberian Peninsula. Part of the population stays in urban areas in Iceland all year around. We tested the reliability of sexing Icelandic Redwings on biometric characteristics. The birds were caught in mistnets in October 2011 in a plantation at Fossvogur, Reykjavik, southwest Iceland. Standard morphological measurements were obtained for each individual as well as mass and age. Feather samples were taken for molecular sexing. Two sets of primers were used, R3112 and F2987 for W chromosome and R3112 and F3002 for Z chromosome, therefore two DNA amplifications using PCR were needed for every bird. Generalized linear models (GLMs) were used to discriminate the sexes from body measurements of the molecularly sexed birds. The results showed that only 60% of the birds could be correctly sexed from the best model that included winglength and mass. These results indicate that the sexual

dimorphism in Icelandic Redwings must lie somewhere else if there is one. More studies are needed to determine if any sexual size dimorphism exists in this species.

# Efnisyfirlit

<b>1 Úrdráttur .....</b>	<b>iii</b>
1.1 Abstract .....	iii
<b>Efnisyfirlit .....</b>	<b>v</b>
<b>Myndir .....</b>	<b>vi</b>
<b>Töflur .....</b>	<b>vii</b>
<b>Þakkir .....</b>	<b>ix</b>
<b>Inngangur .....</b>	<b>11</b>
<b>2 Efni og aðferðir .....</b>	<b>14</b>
2.1 Rannsóknarsvæði.....	14
2.2 Veiðar – söfnun sýna.....	14
2.3 Kyngreining.....	15
2.4 Tölfræðiúrvinnsla.....	17
<b>3 Niðurstöður.....</b>	<b>19</b>
3.1 Kynjahlutföll .....	19
3.2 Stærð kynja.....	19
3.3 Spá fyrir um kyn.....	21
<b>4 Umræður.....</b>	<b>24</b>
4.1 Kynjahlutföll .....	24
4.2 Stærð kynja.....	25
4.3 Spá fyrir um kyn.....	25
<b>Heimildaskrá.....</b>	<b>27</b>

# Myndir

<i>Mynd 1 Vænglengd mæld</i> .....	14
<i>Mynd 2 - Stéllengd mæld</i> .....	14
<i>Mynd 3 – Ristarlengd (Tarsometatarsus) mæld.</i> .....	14
<i>Mynd 5 - boxplot sem sýnir samanburð á þyngd milli kynja</i> .....	20
<i>Mynd 6 - boxplot sem sýnir samanburð á vænglengd milli kynja</i> .....	20
<i>Mynd 7 - boxplot sem sýnir samanburð á þyngd milli kynja</i> .....	21
<i>Mynd 8 – Spá besta GML líkans um líkur fyrir kvk fugla</i> .....	22
<i>Mynd 9- Tíðni fugla af hvoru kyni ákvarðað útfrá sameindaupplýsingum m.t.t. GML skora.</i> .....	23



# Töflur

<i>Tafla 1 - PCR lausn .....</i>	16
<i>Tafla 2 - Forrit fyrir DNA mögnun í PCR tæki .....</i>	16
<i>Tafla 3 – Kynja- og aldurshlutföll í veiðum .....</i>	19
<i>Tafla 4 - Mældar stærðir, meðaltal, spönn og P-gildi. Munur milli kynja sýndur.....</i>	19
<i>Tafla 5 -Meðaltal, spönn og P-gildi mældra stærða. Munur milli aldurshópa sýndur.....</i>	19
<i>Tafla 6 - GML líkön, sýnir frítölur, leifar, frákvik, kíkvaðrart gildi og AIC fyrir hvert líkan .....</i>	21
<i>Tafla 7 - Besta líkan, samantekt .....</i>	22



# **Þakkir**

Ég vil þakka umsjónakennurum mínum, þeim Snæbirni Pálssyni og Gunnari Þór Hallgrímssyni fyrir aðstoðina og sérstaka þolinmæði. Einnig vil ég þakka samnemendum mínum Sunnu Lind Pétursdóttur og Sölva Rúnari Vignissyni fyrir almenn skemmtilegheit og góðan félagsskap.



# Inngangur

Að geta áreiðanlega kyngreint fugla við stutta meðhöndlun er mikilvægt þegar kemur að rannsóknum á hinum ýmsu sviðum líffræðinnar. Jafnframt má spara bæði fjármuni og tíma þegar ekki þarf að nota sameindalíffræðilegar aðferðir við kyngreiningu heldur einungis styðjast við útlitsþætti. Áreiðanlegar kyngreiningar eru sérstaklega mikilvægar þegar kemur að rannsóknum á sviði verndunarlíffræði og vistfræði þar sem upplýsingar um kyn og kynjahlutföll í stofnum geta gefið mikilvægar upplýsingar um ástand stofnsins (Remsen, 1995).

Hversu mikill og áberandi kynjamunur hjá fuglum er getur verið vísbending um hversu ráðandi afl kynval er hjá tegundinni (Badyaev & Hill, 2003). Rannsóknir á kynjamun geta þannig nýst á annan hátt heldur en einungis við kyngreiningar heldur geta þær gefið innsýn í náttúrulega ferla og verið metill á styrk kynvals hjá tegundinni.

Fjaðrahamur er gjarnan notaður bæði til kyngreiningar og til aldursgreiningar hjá fuglum (Rae & Marquiss, 1989) en meðal tegunda þar sem lítill sem engin munur er á fjaðurham kynjanna hefur í gegnum tíðina verið notast við ýmsar aðferðir til þess að spá fyrir um kyn.

Útlit og stærð þarfagangs hefur verið notað sem tæki til kyngreininga en sú aðferð er þó ekki alltaf talin örugg, sérstaklega ef veiðar fara fram utan æxlunartímabils (Boersma & Davies, 1987; Kavanau, 1987; Svensson, 1992). Reynt hefur verið að nota hegðun á æxlunartímabili (Fox, Cooper, & Ryder, 1981) hjá tegundum þar sem útlitsbreytur virðast ekki duga til en þessi aðferð hefur þó þann augljósa galla að einugis er hægt að nota hana á mjög afmörkuðu tímabili og bara á þá einstaklinga sem taka þátt í æxlunarferlinu. Hægt er að framkvæma skurð á kviði fuglsins (e. laparatomy) og skoða kynkirtla til að ákvarða kyn (Risser, 1971). Önnur aðferð sem af sumum hefur verið talin hentugri en holskurður er sjónpípuholskoðun (e. laparoscopy) þar sem smágerð sjónpípa er notuð til að skoða kynkirtla fuglanna (Richner, 1989). Mjög algengt er að stuðst sé við einhverjar ytri útlitsbreytur, s.s. vænglengd og/eða þyngd og beitt aðskilnaðargreiningu (e. discriminant function analysis) á mælingarniðurstöður. Þessi aðferð hefur gefið góða raun við kyngreiningu margra tegunda (Butler & Gosler, 2004; Larsson & Strandvik, 1986). Þó er ljóst að fyrir margar tegundir er erfitt að byggja áreiðanlegar kyngreiningar á einungis vænglengd og/eða þyngd (E. S. Da Prato & Da Prato, 1978). Fleiri breytur hafa þó einnig verið notaðir, svo sem goggglengd, ristarlengd og höfuðlengd (Fox et al., 1981; Hallgrímsson, Palsson, & Summers, 2008).

Áreiðanlegustu niðurstöðurnar við kyngreiningu á lifandi fuglum þar sem kynjamunur er lítill fást við notkun ásameindalíffræðilegum aðferðum þar sem notast er við erfðaefni sem einangramá úr blóði eða fjöðrum (Fridolfsson & Ellegren, 1999;

Griffiths, Double, Orr, & Dawson, 1998). Aðferðin byggir á að greina svæði á kynlitningum Z og W sem eru einkennandi fyrir litningana. Innraðir CHD gena sem eru á þessum litningum eru mis langar og því má magnaþessa búta með PCR (e. Polymerase Chain Reaction) aðferðinni og aðskilja þá eftir lengd raðanna með rafdrætti (e. electrophoresis) á agarósa geli. (Fridolfsson og Ellegren 1999). Þannig geta fengist tvö bönd á geli fyrir kvenfugla ZW en eitt fyrir karlfugla (ZZ). Fyrir suma spörfugla hefur þurft að nota eitt par af þreifurum í PCR hvarfinu fyrir Z-litninga og annað fyrir W-litninga (Fridolfsson og Ellegren 1999). Sameindalíffræðilegar aðferðir eru þó ekki alveg öruggar þar sem erfitt getur reynst að finna erfðavísa eða gen fyrir þau kyntengdu svæði í þeirri tegund sem er til rannsóknar (Lessells & Mateman, 1998).

Því er ljóst að enn er ekki til nein ein algild aðferð við að kyngreina alla fugla án uppskurðar, sem er þó mjög skiljanlegt þar sem þessi flokkur dýra inniheldur um 10,000 núlifandi tegundir sem sýna mikinn breytileika.

Skógarpröstur (*Turdus iliacus*) hefur oft verið talinn einn af einkennisfuglum Íslands þar sem hann er algengur á láglandi um allt land. Skógarprösturinn er meðalstór spörfugl (19-23 cm), hann hefur fremur langt stél og er þéttvaxinn með fremur stórt höfuð miðað við búk. Hann hefur áberandi ljósa rák fyrir ofan augu (brúnarák) sem og ljósa skeggrák. Undirvængþökur og síður eru ryðrauðar en kviður og bringa eru ljósbrúnleit með dökkum rákum (Svensson, 1992). Hann er bæði dýra og jurtaæta en fæðan er aðallega hryggleysingar svo sem ánar (Oligochaeta), áttfætlu (Arachnida) og skordýr (Insecta) á sumrin en einnig étur hann mikið af berjum, sérstaklega ilmreyniberjum (*Sorbus aucuparia*) þegar hausta tekur (Guitian, Munilla, Guitian, & Lopez, 1994; Petersen & Hlíðberg, 1998). Skógarprösturinn er hér yfir sumartímamann en leitar til V-Evrópu á vetrarstöðvar sem eru aðallega á Bretlandseyjum og Írlandi en einnig í Frakklandi og á Pýreneaskaga (Boyd, 2003; S. R. D. da Prato, da Prato, & Chittenden, 1980). Þó er slæðingur skógarprasta sem dvelur hér allt árið í þéttbýli (Petersen & Hlíðberg, 1998). Skógarprösturinn er útbreiddur norðlægur varpfugl og nær útbreiðslusvæðið samfellt frá Íslandi í vestri, um norðanverða Evrópu og Rússland til austanverðrar Síberíu. Skógarpröstum er oft skipt í tvær undirtegundir, *Turdus iliacus iliacus* og *T. i. coburni*. Sú fyrrnefnda finnst í allri norðanverðri Evrasíu nema á Íslandi en sú síðarnefnda finnst hér á landi og í Færeyjum. Munurinn á undirtegundunum tveimur felst helst í því að *coburni* er dekkri að ofan og grunnlitur á höfði, hálsi, bringu og á undirstélþökum er gulbrúnn í stað þess að vera nær hvítur á undirtegundinni *iliacus*. Þá eru *coburni* skógarpræstir umtalsvert stærri en þeir austrænu (Svensson, 1992). Því miður hefur ekki mikið af rannsóknum átt sér stað á undirtegundinni *coburni*. Því er ekki vitað hvort erfðafræðilegur munur sé á milli undirtegundanna. Varpstofn tegundarinnar í Evrópu er talinn vera á milli 16 og 21 milljónir para. Evrópa er talin geyma 50-74% af heimsstofninum og því er heildarfjöldi skógarprasta talinn vera um 65-130 milljónir einstaklinga (birdlife.org). Þó er talið að stofninn fari minnkandi á heimsvísu þrátt fyrir að hann komist ekki inn á válista IUCN. Ljóst er að frekari rannsókna er þörf til þess að betri heildarmynd náist af breytingum í stofninum (iucnredlist.org).

Svensson (1992) (vantar í heimildaskrá!) segir í bók sinni um greiningu á evrópskum spörfuglum að engin munur sé á milli kynja hvað varðar fjaðraham eða stærð. Hvorugur þátturinn virðist þó hafa verið sannreyndur með vísindalegum aðferðum. Slíkt bendir til þess að lítið náttúrulegt val sé á kynbundið útlit. Hjá fuglategundum sem stunda einkvæni getur þetta tengst varpbyggðum (e. colony) eða þegar tegundir hópa sig saman í ætisleit. Ef útlitsmunur væri á milli kynja gæti það leitt til kynjaðrar samkeppni sem gæti leitt til mismunandi hæfni kynja við mismunandi aðstæður. Þó gildir þetta ekki um skógarþresti þar sem þeir verpa ekki í varpbyggðum né reiða sig mikið á hópinn í ætisleit þó þeir leiti oft á sömu staðina. Kynin hjá skógarþröstum eru þó ekki eins að öllu leyti, þó nokkur munur sé á atferli þeirra og hegðun. Auðvelt er að þekkja kynin í sundur á og fyrir varptíma því þá syngur karlfuglinn en það gera kvenfuglar ekki. (Lampe & Espmark, 1987). Ólíkt kynjamuninum er auðvelt að greina flesta skógarþresti í ungfugla og fullorðna allt að ári eftir klak. Hjá fullorðnum evrópskum spörfuglum skarast fjaðrafellir (e. moult) ekki að miklu leyti við æxlun, far eða vetursetu á köldum eða tempruðum svæðum (Jenni & Winkler, 1994). Þegar ungfuglar yfirgefa hreiðrið eru þeir í sérstökum fjaðurham sem er ólíkur fullorðins fjaðurhamnum að tvennu leyti; ungfuglarnir hafa færri fjaðrir og litamunur getur einnig verið talsverður á milli ungfugla og fullorðinna (Jenni & Winkler, 1994).

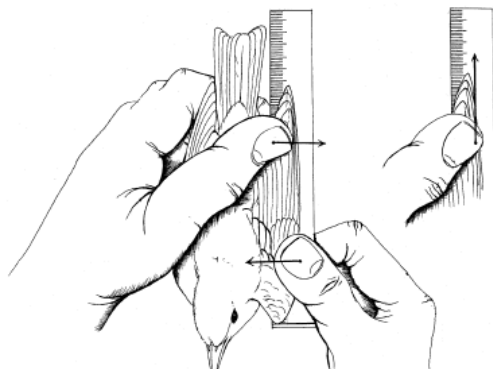
Á haustin er besta leiðin til aldursgreiningar að notast við lögum stélfjaðra og litamynstur á alnarfjöðrum (e. tertials). Stélfjaðrir fullorðinna fugla eru oftast rúnnaðar meðan endar stélfjaðra ungfugla enda oftast í hvössum odda þar sem þær hafa ekki enn fengið tíma til að rúnnast, (ath að þessi munur kemur líka fram óháð veðrun) (Svensson, 1992). Hjá ungfuglum eru stórbökur (e. greater coverts) venjulega styttri heldur en hjá eldri fuglum og eru endar þeirra ljósir hjá aðlægstu fjöðrunum en þetta mynstur dofna eða hverfur alveg á ytri stórbökum. Einnig er gott að notast við mynstur yst á alnarfjöðrum (sem raðast númer 8 og 9 sé talið eftir armflugfjöðrum) hjá ungfuglum en þar er hvítur þríhyrningur samanborið við ávalan ljósan enda eða markalausán enda hjá fullorðnum fuglum (Svensson, 1992). Þó getur verið breytileiki í litamynstri á þessum fjöðrum og því ber að varast að styðjast einungis við þær til aldursgreiningar (Jenni & Winkler, 1994). Þess ber að geta að við aldursgreiningar snemma hausts má notast við samvöxt (e. ossification) höfuðkúpunar, en það tekur tíma fyrir höfuðbeinan að vaxa saman (Svensson, 1992). Skinn þrastanna er svo þunnt að með því að blása fiðrinu í sundur má skoða þetta atriði til stuðnings við aldurgreininguna.

Markmið þessarar rannsóknar var að kanna hvort nota mætti útlitsbreytur við kyngreiningu íslenskra skógarþrasta. Rannsóknarspurningar voru: a) er stærðarmunur á kynjum?, b) ef svo er, í hvaða málum kemur hann fram? og c) hversu vel er hægt að spá fyrir um kyn með útlitsmælingum.

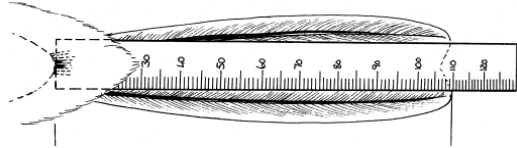
## 2 Efni og aðferðir

### 2.1 Rannsóknarsvæði

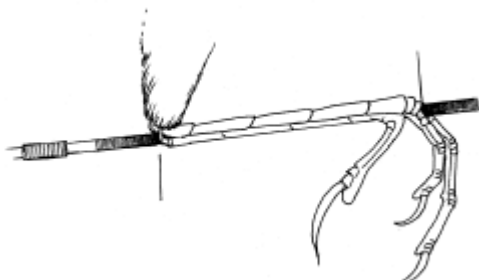
Sýnataka fór fram í október 2011 í Skógræktinni í Fossvogi. Svæðið er umkringgt hávöxnum trjám, bæði lauf- og barrtrjám. Inn á svæðinu er síðan lægri gróður, bæði runnar og tré í ræktun, einnig eru svæði þar sem annarskonar rætkun á sér stað og eru þau svæði því trjálaus. Svæðið stendur við íbúðabyggð í Kópavoginum og einnig liggur stór umferðargata mjög nálægt. Mikið fuglalíf er á svæðinu og er þá helst að nefna skógarpröst en einnig er þar talsvert af öðrum tegundum, svo sem svartþröstum, músarindlum og hröfnum en einnig saúst þar krossnefur og smyrill á meðan veiðar fóru fram.



Mynd 1 Vænglengd mæld (Svensson, 1992)



Mynd 2 - Stéllengd mæld



Mynd 3 – Ristarlengd (*Tarsometatarsus*) mæld.

### 2.2 Veiðar – söfnun sýna

Veitt var þrivar í viku í 3 mistnet sem ávallt voru sett upp á sama stað Lengd veiðtíma í hvert sinn fór eftir veðri en stóð að öllu jöfnu ekki skemur en í 180 mín. Veiðitími var þó skráður í öllum tilvikum. Möskvastærð netanna var 20x20mm og voru netin á bilinu 6-10 metrar að lengd. Aðrar fuglategundir en skógarprestir veiddust og má þar nefna svartþresti, músarindil og glókoll.

Úr hverjum fugli voru teknar tvær armflugfjaðrir, ein úr hvorum væng til kyingreiningar. Sex staðlaðar mælingar voru framkvæmdar; vænglengd, stéllengd, gogglangd, höfuðlengd, þyngd og lengd ristarleggs. Nánari útlistun á mælingunum er eins og eftirfarandi. Vænglengd: vængur lagður á reglustiku, vænghnúinn lagður fremst á reglustikuna og slétt úr lengstu flugfjöðrum, mælt frá

vænghnúa og aftur fyrir lengstu handflugfjöður, vængmæling er sýnd á mynd 1. Mælt var að næsta millimetra. Stéllengd: reglustika sett á milli stélfjaðra og undirstélpökur þangað til hún stoppar við rætur stélfjaðranna, stélið rétt upp á við og



slétt úr því, mælt fram yfir lengstu stélfjöður, mynd 2 sýnir slíka mælingu. Mælt að næsta millimetra. Neflengd: mælt með skífumáli lengdin frá nefbroddi að fremri brún nasar. Mælt að næsta 0.1 mm. Lengd höfuðkúpu: mælt með skífumáli frá nefbroddi aftur fyrir höfuðkúpu yfir supraoccipital höfuðbeinaplötuna (mynd 4). Lengd ristar var mæld með skífumáli að næsta 0.1 millimetra, ristarleggurinn mældur frá liðamótum ristar og sköflungs (e. intertarsal joint) fram yfir beygðan fót að þriðju hreisturfellingu (mynd 3). Þyngd: 100g pesola notuð fyrir þá fugla sem voru undir 100g til að fá mestu nákvæmni, 300g pesola notuð fyrir þá fugla sem fóru yfir 100g. Fuglunum var komið fyrir í hálfri plastflösku til þess að reyna að hindra hreyfingar þeirra sem mest svo mæliskekkja yrði sem minnst.

Að auki var hver fugl aldursgreindur (ungi frá sumrinu eða eldri) og var sú aldursgreining byggð á lögun stélfjæðra og mynstri á alnarfjöðrum og stórþökum (Jenni & Winkler, 1994). Myndir voru teknar af undirstélþökum, væng og bringu. Hver mæling var alltaf tekin af sama aðilanum til þess reyna að koma í veg fyrir skekkju. Við allar mælingar, nema nefmælingar, var farið eftir þeim aðferðum sem Lars Svensson (1970) mælir með. Við nefmælingar var valin önnur aðferð til þess að sem nákvæmasta mæling myndi nást í hvert sinn. Allir fuglar voru merktir með álmerki með númeri áður en þeim var sleppt aftur.

Í heildina voru mælingarnar gerðar á 131 fuglum en þarf af voru 106 fuglar kyngreindir og því voru gögn þeirra kyngreindu notuð við tölfræðigreiningar.

## 2.3 Kyngreining

Proximal hluti fjöðurstafar sem er án fana var klipptur í tvennt og settur í 1.5 ml eppendorf glas (merkt með einkennisstaf og hringnúmeri fugls). Í hvert glas voru síðan settir 250  $\mu$  l af 6% Chelex lausn og 2.5  $\mu$  l af 1% Próteínasa K. Þá fara sýnin í hitabað, við 60°C á 500 hringjum á mínútu (rpm) í u.þ.b. sólarhring sem veldur því að vefurinn brotnar niður og gerir erfðaeefnið aðgengilegt. Eftir veru sína þar eru sýnin hituð í Thermomixer compact í 10 mínútur við 95°C og 35 rpm. Þetta er til þess að próteinasinn hætti að verka. Þá eru sýnin spinnuð í borðskilvindu í 2 mínútur við 12000 rpm. Sýnin eru síðan geymd í ísskáp fram að mögnun.

Tafla 1 - PCR lausn

1 einstaklingur		Venjul.
dd H <sub>2</sub> O	4,48	μl
d NTP	0,75	μl
Tween 20 (1%)	1	μl
Taq Buffer	1	μl
BSA (10mg/ml)	1	μl
Primer F	0,34	μl
Primer R	0,34	μl
Taq Polymerase	0,09	μl
Σ	9	μl
DNA	1	μl
Heildar rúmmál	10	μl

Lausn með öllum nauðsynlegum efnum (Mastermix) búið til í eppendorf glasi. 13,5 μl af mastermixi og 1,5 μl af template DNA sett í PCR bakka.

Fyrir kyngreiningu þarf að nota mismunandi sett þreifara fyrir kynlitningana W og Z, það er, R3112 og F2987 fyrir W en R3112 og F3007 fyrir Z (Fridolfson og Ellegren, 1999). Því er DNA úr hverjum einstaklingi keyrt í gegnum tvö PCR, eitt fyrir hvort svæði og þá með ólíkum þreifurum.

Bakkanum er vel lokað með plastfilmu og sýnin sett í PCR vélina á forritið:

Tafla 2 - Forrit fyrir DNA mögnun í PCR tæki

Skref	Hitastig	Tími
1	94°C	2 min
2	94°C	30 sek
3	60°C	30 sek
4	72°C	40 sek
5	Skref 2-4 endurtekin 10 sinnum	
6	94°C	30 sek
7	50°C	30 sek
8	72°C	
9	Skref 6-8 endurtekin 35 sinnum	
10	72°C	7 min
11	12°C	þangað til sýni eru tekin úr tækinu.

Eftir PCR eru sýni geymd í kæli fram að rafdrætti.

#### Rafdráttur

Búið til 1.5% agarósagel með TAE buffer og ethidium brómíð; ethidium brómíð binst við DNA-ið og lýsist upp við útfjólublátt ljós. 2 μl af bromophenol blue lit var blandað saman við fyrir hverja 10 μl af sýni og því hlaðið í brunn á gelinu. Rafdregið við u.þ.b.100V í 15 mín.

Mynd var síðan tekin af gelinu undir útfjólubláu ljósi og hún skoðuð í PhotoShop. Kyn fuglanna var síðan ákvarðað af þeim böndum sem sáust, ef báðir þreifararnir gáfu bönd var um kvenfugla að ræða (ZW) en ef aðeins

fengust bönd með R3112 og F3007 voru það karlfuglar (ZZ).

## 2.4 Tölfræðiúrvinnsla

Núlltilgáta var sett fram um að enginn munur sé á milli kynja hvað varðar þá þætti sem við mældum, þ.e. gogg, væng, þyngd, stél og höfuðkúpu. Eins var skoðað kynjahlutfall milli ungra og fullorðinna skógarþrasta.

Tölfræði úrvinnsla fór fram í R forritinu. Þar var notað alhæft línulegt líkan (e. Generalized Linear Model (GLM)) til þess að reikna út líkur á kyni út frá mælingum fyrir hvern og einn einstakling. Í þessari aðferð eru tiltækar tölfræði upplýsingar notaðar til að meta parametra  $\beta_i$ , línulega stuðla í jöfnunni sem notuð er til þess að spá fyrir um kvenfugla og kyn haft sem tveggja möguleika (e. binary response) breyta. Til að meta líkurnar á kvenfugli út frá breytunum notum við okkur að logarithmi af hlutfalli af líkunum á kvenfugli ( $p$ ) á móti líkunum á karlfuglum ( $1-p$ ) (svokallað logit fall) má meta með línulegu aðhvarfi á breytunum ( $x_i$ ) eða GLM-skorið:

$$g(p) = \ln(p/(1-p)) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 \dots$$

og líkurnar á kvenfugli er þá:

$$P(\text{kvenkyn}) = 1 / (1 + \exp(-\beta_0 - \beta_1 x_1 - \beta_2 x_2 \dots))$$

Gæði líkansins voru metin með AIC (Akaike Information Criterion) sem metur gæði þess út frá sýnastærð og fjölda parametra. Besta módelið var síðan valið með því að prófa mun á milli líkana, aðeins þær breytur sem ná að útskýra á marktækan hátt breytileikann í gögnunum (leifarnar) eru teknar með í líkaninu og reyndist besta módelið byggja á vænglengd og þyngd.



## 3 Niðurstöður

### 3.1 Kynjahlutföll

Tafla 3 – Kynja- og aldurshlutföll í veiðum

	Ungir	Gamlir
Kvk	35	15
Kk	34	21

Mun fleiri ungir skógarþrestir veiddust heldur en fullorðnir, þetta gildi um bæði kynin. Kannað var hvort kynjahlutföllin væru frábrugðin eftir aldri fuglanna. Gert var Fischer's exact próf og í ljós kom að hlutföllin breyttust ekki marktækt eftir aldri ( $P=0.4157$ ).

### 3.2 Stærð kynja

Tafla 4 - Mældar stærðir, meðaltal, spönn og P-gildi. Munur milli kynja sýndur. (Ath – það eru tilviljanir bæði í meðaltali og spönn í þessum töflum. Er þetta rétt?)

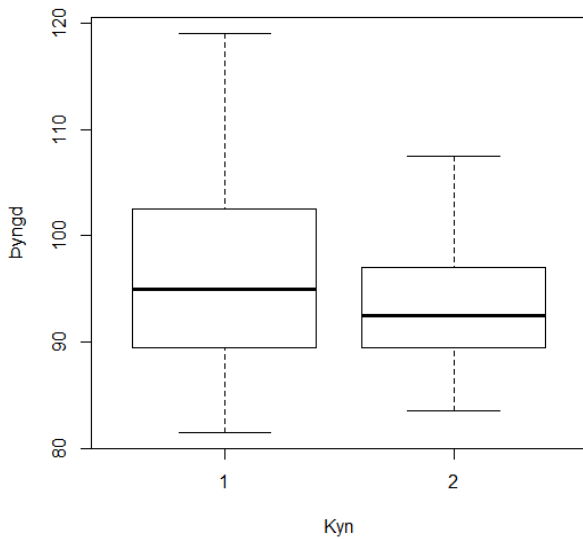
		Vænglengd	Stéllengd	Ristarlengd	Höfuðlengd	Gogglengd
kk (n = 52)	Meðaltal	124.8	85.8	31.3	45.93	12.0
	Spönn	118.0-132.0	75-97	29.1-33.9	41.9-51.7	11-13.4
kvk (n = 50)	Meðaltal	123.7	84.5	31.2	45,74	12.2
	Spönn	117.0-130.0	75-91	28.5-33.2	41.2-48.7	10.9-13.9
	t-próf P-gildi	0.08185	0.08466	0.5595	0.4599	0.1349

Tafla 5 -Meðaltal, spönn og P-gildi mældra stærða. Munur milli aldurshópa sýndur.

		Vænglengd	Stéllengd	Ristarlengd	Höfuðlengd	Gogglengd
Ungir (n = 68)	Meðaltal	123.8	85.2	31.27	45.89	12.1
	Spönn	117-131	75-94	28.5-33.2	41.2-47.9	10.9-13.5
Fullorðnir (n = 34)	Meðaltal	125.1	85.2	31.3	45,7	12.3
	Spönn	121-132	75-97	28.8-33.9	41.3-51.7	11-13.9
	t-próf P-gildi	0.04293	0.9559	1	0.5902	0.1293

Í töflu 3 og 4 er einungis notaðar mælingar frá þeim fuglum þar sem allar breytur voru mældar og af sömu aðilum, því eru þetta færri einstaklingar heldur en í töflu 2. Í ljós kom

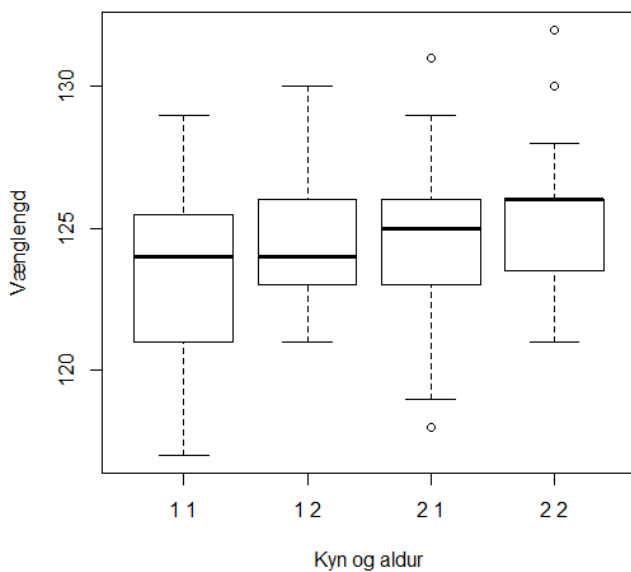
að einungis er marktækur munur á vænglengd milli aldurshópa, engin önnur breyta sýndi marktækan mun.



Kvenfuglarnir voru ekki marktækt þyngri en karlfuglarnir (t-próf:  $t=1.9094$ ,  $df=81.17$ ,  $P<0.0597$ ), meðalþyngd kvk: 96.54 og meðalþyngd kk: 93.64423.

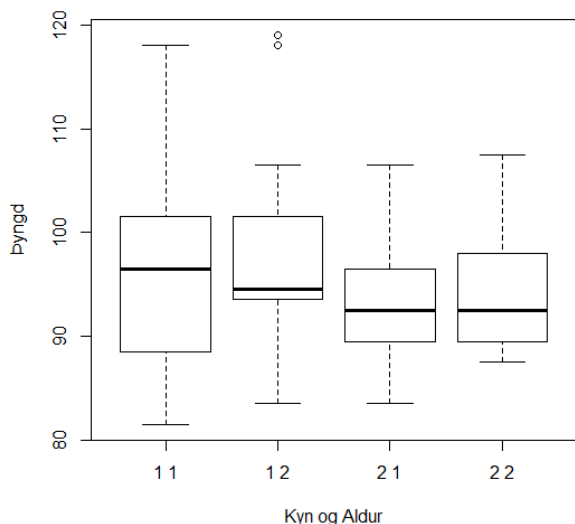
Þar sem marktækur munur reyndist vera á vænglengd þá var notast við þær mælingar til að reikna þyngdarstuðul (þyngd/vænglengd) til þess að gefa réttari mynd af þyngd miðað við stærð. Þegar þessi þyngdastuðull var skoðaður m.t.t. kynja kom í ljós marktækur munur (t-próf:  $t=2.4855$ ,  $df=85.265$ ,  $P<0.01489$ ).

Mynd 4 - boxplot sem sýnir samanburð á þyngd milli kynja (1-kvk, 2-kk)



Tvíþátta ferkvikagreining (two way anova) leiddi í ljós að ekki er marktækur munur á vænglengd þegar kemur að aldri og kyni ( $P>0.1$ ).

Mynd 5 - boxplot sem sýnir samanburð á vænglengd milli kynja (1-kvk, 2-kk) og aldurshópa (1-ungur, 2-fullorðinn)



Tvívíð ferkvikagreining (two way anova without replication) sýndi að ekki er marktækur munur á þyngd milli kynja og aldurshópa ( $P > 0,49$ ).

Mynd 6 - boxplot sem sýnir samanburð á þyngd milli kynja (1-kvk, 2-kk) og aldurshópa (1-ungur, 2-fullorðinn)

### 3.3 Spá um kyn

Allar mældar breytur voru settar inn í alhæft línulegt líkan (GLM) og besta líkanið fundið með því að finna mun á milli líkana.

Tafla 6 - GML líkön, sýnir frítölur, leifar, frávik, kíkvaðrart gildi og AIC fyrir hvert líkan

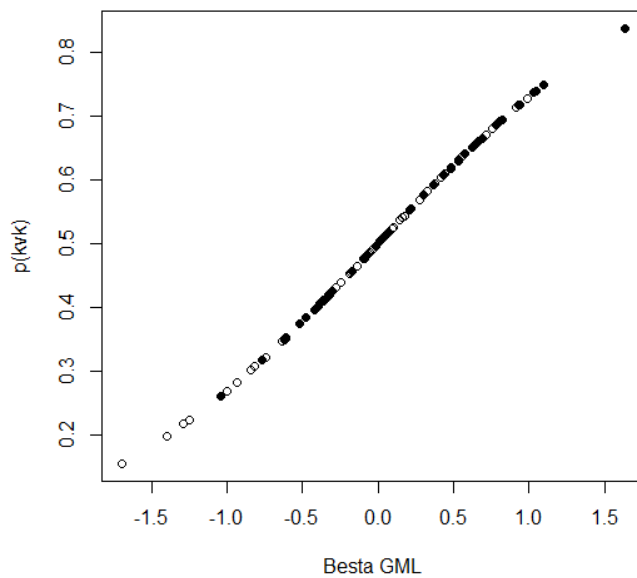
	Frítölur	Leifar	Frávik	Kíkvaðrat gildi	AIC
Model 1: Kyn ~ Aldur + Goggur + Vænglengd + Þyngd + Skull + Stél	95	126.96			140.9615
Model 2: Kyn ~ Aldur + Goggur + Vænglengd + Þyngd + Skull	96	127.44	0.4809	0.48804	139.4423
Model 3: Kyn ~ Goggur + Vænglengd + Þyngd + Skull	97	128.38	0.9423	0.33169	138.3846
Model 4: Kyn ~ Goggur + Vænglengd + Þyngd	98	130.94	2.5553	0.10992	138.9399
Model 5: Kyn ~ Vænglengd + Þyngd	99	132.56	1.6157	0.20369	138.5556
Model 6: Kyn ~ Þyngd	101	137.63	5.0764	0.02425	141.6320
Model 7: Kyn ~ 1	101	141.36	3.7308	0.05342	143.3628

Marktækni kom fram þegar vænglengd var bætt inn í módelið, því var það valið. Sömuleiðis var AIC gildið lægst fyrir módel 5 sem byggði á vænglengd og þyngd fuglanna.

**Tafla 7 - Besta líkan, samantekt**

	Estimate	Std. Error	z gildi	Pr(> z )
(Intercept)	13.26184	-8.72735	-1.520	0.1286
Vænglengd	0.15824	0.07279	2.174	0.0297 *
Þyngd	-0.06692	0.02938	-2.278	0.0227 *

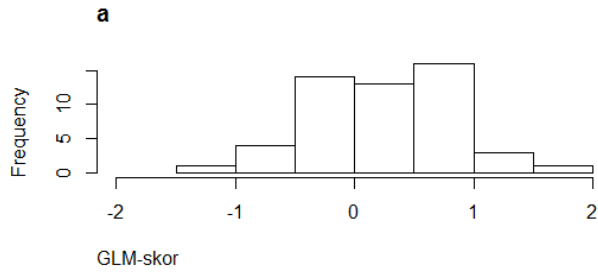
$$P(kvk) = 1 / (1 + \exp(13.26184 - 0.15824 * \text{vænglengd} + 0.06692 * \text{þyngd}))$$



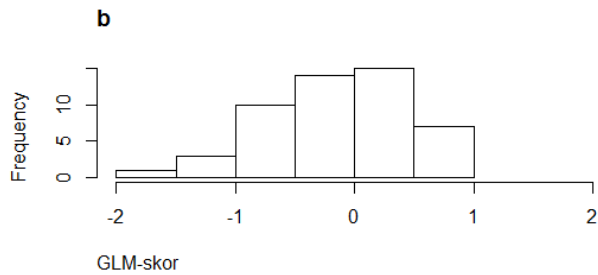
Með notkun besta líkansins eru líkur á réttri kyngreiningu 0.5980392, eða um 60%.

*Mynd 7 – Spá besta GML líkans um líkur fyrir kvk fugla*





Stöplarit sem sýnir líkur á réttri kyngreiningu. Efra stöplaritið (a) er fyrir kvenfugla en það neðra (b) er fyrir karlfugla.



**Mynd 8-** Tíðni fugla af hvoru kyni ákvarðað útfrá sameindaupplýsingum m.t.t. GML skora a) kvenfuglar, b) karlfuglar. Fuglar með GML skor lægra en 0 eru metnir sem karlfuglar.

## 4 Umræður

### 4.1 Kynjahlutföll

Þrátt fyrir að munurinn á kynjahlutföllum á milli aldurshópa hjá þeim skógarþröstum sem veiddir voru sé ekki nógu mikill til að vera marktækur þá getur það stafað af því hve fáir fullorðnir einstaklingar voru veiddir. Þar sem úrtakið er lítið er erfitt að meta hvort um skekkju er að ræða eður ei. Vel má vera að kvenfuglar séu færri en karlfuglar á meðal fullorðinna skógarþrasta og einhver þáttur komi þarna inn sem valdi því að kvenfuglar hafi lægri líflíkur þegar fullorðinsaldri er náð. Skekkt kynjahlutföll eftir klak eru þekkt meðal margra fuglategunda (Donald, 2007). Hvaða ástæður liggja að baki geta þó verið mismunandi á milli tegunda. Ernst Mayr skilgreindi árið 1939 kynjahlutföll í þrjá flokka eftir því hvenær á lífsferli fuglsins væri að ræða. Fyrsta stigs kynjahlutfall væri strax við frjóvgun, annars stigs eftir klak og fram að fyrsta æxlunartímabili en þriðja stigs væri við fyrsta æxlunartímabil og út ævina. Ef tekið er mið af þessum niðurstöðum er þó ljóst að annars stigs kynjahlutfall er jafnt hjá skógarþrestinum, veiðar fóru fram í október og þá var kynjahlutfall enn jafnt hjá ungfuglum. Þetta eitt og sér er áhugavert þar sem bent hefur verið á að margar ættir spörfugla hafa skekkt kynjahlutfall við klak þar sem karlfuglarnir eru fleiri (Gowaty, 1993). Því er sá möguleiki til staðar að karlfuglarnir séu fleiri við klak en fari síðan óðum fækkandi eftir það. Eins og áður hefur verið minnst á fóru veiðar fram að hausti og því er ekki hægt að vita fyrir víst hvort halla fer á kvenfuglahlutfallið á annarsstigs ferlinu eða þriðja stigs (Mayr, 1939). Þó er skilgreiningin á þriðjastigs kynjahlutfalli ekki alltaf sú sama meðal fræðimanna þar sem sumir telja þriðja stiginu náð þegar ungfugl hættir að vera háður foreldrum um fæði (Gowaty, 1993). Sé stuðst við þá skilgreiningu væri auðvelt að segja að kynjahlutfall þeirra skógarþrasta sem hér voru rannsakaðir væri orðið skekkt á þriðja stigi. Þar sem stutt var í að fuglarnir færu sunnar á vetrarstöðvar verður að teljast líklegt að úrslitavaldurinn í fækkun kvenfugla eigi sér annað hvort stað á vetrarstöðvum eða við varp. Báðir þættirnir hafa sýnt sig hjá öðrum tegundum að þeir hafi áhrif á kynjahlutfall og lifun. Auðvelt er að gera sér í hugarlund að aföll verði á kvenfuglum við varp, það er bæði orkufrekt og eins eru fuglarnir viðkvæmir fyrir afráni á meðan þeir liggja á (Post & Götmark, 2006). Þó er erfitt að vera með getgátur um hvað veldur skekkju í kynjahlutfalli skógarþrasta og til þess að varpa ljósi á þetta mál er því nauðsynlegt að framkvæma frekari rannsóknir á afföllum kvenfugla á öllum tímum ársins.

## 4.2 Stærð kynja

Eins og sést í töflu 3 virðist enginn af mældum útlitsþáttum sýna marktækan mun á milli kynja. Þær stærðarbreytur sem komast næst því eru vænglengd (P-gildi: 0.082) og stéllengd (P-gildi: 0.084). Örlítið meiri breytileiki virðist vera til staðar þegar skoðaður er munur á milli ungfugla og fullorðinna. Þar er ein stærðarmæling sem sýnir marktækan mun á milli hópa en það er vænglengd (P-gildi: 0.043). Þetta verða að teljast forvitnilegar niðurstöður þar sem engin önnur stærðarbreyta sýndi marktækan mun. Styttri vængir ungfugla þekkjast hjá fleiri tegundum í *Turdus* ættkvíslinni, svo sem svartþröstum og gráþröstum (Leverton, 1989; Norman, 1995)

Eins og kom í ljós með t-prófum á stærðum var hvergi marktækur munur á stærð karl- og kvenfugla en þrátt fyrir það voru karlfuglarnir örlítið stærri en kvenkynsfuglarnir í flestum mældum þáttum. Þessu var síðan öfugt farið þar sem kvenfuglarnir voru aðeins þyngri en karlfuglarnir þó það hafi ekki verið nógu mikið til að teljast marktækt. Því virðist sem svo að þrátt fyrir að karlfuglarnir séu örlítið stærri sé ekki jákvætt samband á milli stærðar og þyngdar hjá skógarþröstum. Mánaþrösturinn (*Turdus torquatus*) sýnir svipaða tilhneigingu þar sem fullorðnir karlfuglar hafa lengri vængi en kvenfuglarnir en enginn munur er á þyngd milli kynja (Sim & Rebecca, 2003).

## 4.3 Spá um kyn

Í ljós kemur í töflu 4 að marktækur munur er á milli aldurshópa þegar kemur að vænglengd en ekki milli kynja. Þetta gefur til kynna að vængurinn er að breytast lengur heldur en aðrir stærðarþættir, þetta gæti mögulega verið vegna þess að flugfjaðrir eru ekki búnar að ná fullri lengd í ungfugla hamnum (Svensson 1992).

Þessar niðurstöður benda til þess að betra gæti verið að framkvæma GML fyrir hvorn aldurshóp fyrir sig til að freista þess að ná að kyngreina hærra hlutfall einstaklinga útfrá stærðarmælingum.

Munurinn á milli aldurshópa er einnig merkilegur í ljósi þess að það sama gildir ekki fyrir allar tegundir spörfugla, sem dæmi má nefna að snjótittlingar (*Plectrophenax nivalis*) sýna stærðarmun í vænglengd á milli kynja en ekki á milli ungfugla og fullorðinna (Rae & Marquiss, 1989). Vænglengd er þó hægt að nota við kynákvörðun þrátt fyrir að munur sér á stærð milli ungfugla og fullorðinna ef einnig er að eiga sér stærðarmunur á milli kynja eins og er hjá laufmeisunni (*Poecile palustris*) þar sem vængstærð getur gefið áreiðanlega aldursgreiningu (93.5% líkur á réttri kyngreiningu) þrátt fyrir stærðarmun milli aldurshópa (Broughton, Hinsley, Bellamy, Carpenter, & Rothery, 2008).

Ástæður þess að besta GML líkanið er ekki betra en raunin varð má mögulega rekja til skekkju í annað hvort mælingum á stærð og þyngd eða við mögnun og rafdrátt við kyngreiningu. Eins og komið hefur fram var reynt að takmarka mæliskekkjur með því að láta sama aðila gera sömu mælingar á öllum fuglunum. Þó er aldrei hægt að koma fullkomlega í veg fyrir skekkju við mælingar af þessu tagi. Eins getur kyngreining með mögnun og rafdrætti skilað röngum niðurstöðum, þar sem mögnun þarf að eiga sér tvisvar stað fyrir hvern fugl, fyrir sitthvorn þreifarann. Ef mögnun heppnaðist ekki nógu vel gátu bönd orðið of ljós og þannig hægt að gera mistök við kyngreiningu þrátt fyrir að samanburðarsýni væri til staðar við hvern rafdrátt.

Innan spörfuglaættbálksins hafa verið gerðar margar rannsóknir sem byggja á því að geta kyngreint spörfugla í hendi út frá mælanlegum þáttum eins og hér hefur verið reynt. Að finna þætti sem gefa nægjanlega nákvæmt módel hefur gengið mjög misvel milli tegunda og er greinilegt að ekki alltaf auðvelt að gera áreiðanlegt módel fyrir spörfuglategundir.

Vænglengd hefur nýst vel sem kyngreiningarþáttur fyrir suma spörfugla svo sem strandtittlinga (*Anthus spinoletta littoralis*) þar sem vænglengd milli kynja skarast lítið sem ekkert (Larsson & Strandvik, 1986). Fyrir sumar tegundur svo sem blámeisu (*Cyanistes caeruleus*) hefur vænglengd ekki reynst breytileg á milli kynja og aðrir þættir sýnt ónógan breytileika til þess að hægt sé að byggja á því áreiðanlegt kyngreiningarmódel (Scott, 1993).

Hægt hefur verið að byggja góð kyngreiningarmódel á vænglengd og þyngd, svo sem fyrir seftittlinginn (*Emberiza schoeniclus*) þar sem jákvætt samband er á milli vænglengdar og þyngdar og hægt er að kyngreina flesta einstaklinga á þessum þáttum (Walton & Walton, 1999).

Þessi rannsókn bendir sterklega til þess að þær stærðarbreytur sem hér voru mældar, goggur, höfuðlengd, ristarleggur, vænglengd og stéllengd nýtist ekki við kyngreiningu skógarþrasta. Þó verður að taka með í reikninginn að ýmsar skekkjur geta komið fram sem hafa áhrif eins og áður hefur komið fram. Munurinn milli kynja hlýtur þó að liggja einhversstaðar og meðal spörfugla er söngur oft nægjanlegur til að karlfuglar geti sýnt getu sýna í samanburði við keppinauta. Í því liggur m.a. ástæðan fyrir því að almennt er minni útlitslegur kynjamunur á milli spörfugla samanborið við fuglategundir þar sem líkamleg átök og atferlissýningar karlfuglanna eru metnir sem hæfni.

# Heimildaskrá

- Badyaev, A. V., & Hill, G. E. (2003). Avian Sexual Dichromatism in Relation to Phylogeny and Ecology. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34(ArticleType: research-article / Full publication date: 2003 / Copyright © 2003 Annual Reviews), 27-49.
- BirdLife International (2012) Species factsheet: *Turdus iliacus*: <http://www.birdlife.org>. Skoðað 10. apríl 2012.
- BirdLife International 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Skoðað 10. apríl 2012
- Boersma, P. D., & Davies, E. M. (1987). Sexing Monomorphic Birds by Vent Measurements. *The Auk*, 104(4), 779-783.
- Boyd, H. (2003). Spring arrival of passerine migrants in Iceland. *Ringing & Migration*, 21(3), 193-201. doi: 10.1080/03078698.2003.9674291
- Broughton, R. K., Hinsley, S. A., Bellamy, P. E., Carpenter, J. E., & Rothery, P. (2008). Ageing and sexing Marsh Tits *Poecile palustris* using wing length and moult. *Ringing & Migration*, 24(2), 88-94. doi: 10.1080/03078698.2008.9674380
- Butler, C. J., & Gosler, A. (2004). Sexing and ageing Rose-ringed Parakeets *Psittacula krameri* in Britain. *Ringing & Migration*, 22(1), 7-12. doi: 10.1080/03078698.2004.9674305
- Da Prato, E. S., & Da Prato, S. R. D. (1978). Criteria for sexing lesser Redpolls. *Ringing & Migration*, 2(1), 48-49. doi: 10.1080/03078698.1978.9673736
- da Prato, S. R. D., da Prato, E. S., & Chittenden, D. J. (1980). Redwing migration through the British Isles. *Ringing & Migration*, 3(1), 9-20. doi: 10.1080/03078698.1980.9673755
- Donald, P. F. (2007). Adult sex ratios in wild bird populations. *Ibis*, 149(4), 671-692. doi: 10.1111/j.1474-919X.2007.00724.x
- Fox, G. A., Cooper, C. R., & Ryder, J. P. (1981). Predicting the Sex of Herring Gulls by Using External Measurements. *Journal of Field Ornithology*, 52(1), 1-9.
- Fridolfsson, A.-K., & Ellegren, H. (1999). A Simple and Universal Method for Molecular Sexing of Non-Ratite Birds. *Journal of Avian Biology*, 30(1), 116-121.
- Gowaty, P. A. (1993). Differential Dispersal, Local Resource Competition, and Sex Ratio Variation in Birds. *The American Naturalist*, 141(2), 263-280.
- Griffiths, R., Double, M. C., Orr, K., & Dawson, R. J. (1998). A DNA test to sex most birds. *Molecular ecology*, 7(8), 1071-1075.
- Guitian, J., Munilla, I., Guitian, P., & Lopez, B. (1994). Frugivory and seed dispersal by redwings *Turdus iliacus* in southwest Iceland. *Ecography*, 17(4), 314-320. doi: 10.1111/j.1600-0587.1994.tb00108.x
- Hallgrimsson, G. T., Pálsson, S., & Summers, R. W. (2008). Bill length: a reliable method for sexing Purple Sandpipers. [Article]. *Journal of Field Ornithology*, 79(1), 87-92. doi: 10.1111/j.1557-9263.2008.00148.x
- Jenni, L., & Winkler, R. (1994). *Moult and Ageing of European Passerines*. LONDON: ACADEMIC PRESS LIMITED.

- Kavanau, J. L. (1987). *Behavior and evolution: lovebirds, cockatiels, budgerigars*. Los Angeles, California: Science Software Systems.
- Lampe, H. M., & Espmark, Y. O. (1987). Singing Activity and Song Pattern of the Redwing *Turdus iliacus* during the Breeding Season. *Ornis Scandinavica*, 18(3), 179-185.
- Larsson, L., & Strandvik, P. (1986). Wing length as a character for sexing Rock pipits *Anthus spinoletta littoralis*. *Ringing & Migration*, 7(2), 71-74. doi: 10.1080/03078698.1986.9673883
- Lessells, C. M., & Mateman, A. C. (1998). Sexing birds using random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. *Molecular ecology*, 7(2), 187-195. doi: 10.1046/j.1365-294x.1998.00331.x
- Leverton, R. (1989). Wing length changes in individually-marked Blackbirds *Turdus merula* following moult. *Ringing & Migration*, 10(1), 17-25. doi: 10.1080/03078698.1989.9676002
- Mayr, E. (1939). The Sex Ratio in Wild Birds. *The American Naturalist*, 73(745), 156-179.
- Norman, D. (1995). Flock composition and biometrics of fieldfares *Turdus pilaris* wintering in a Cheshire orchard. *Ringing & Migration*, 16(1), 1-13. doi: 10.1080/03078698.1995.9674091
- Petersen, Æ., (1998). *Íslenskir fuglar*. Reykjavík: Vaka-Helgafell.
- Post, P., & Götmark, F. (2006). Foraging Behavior and Predation Risk in Male and Female Eurasian Blackbirds (*Turdus merula*) during the Breeding Season (Le Comportement de Quête Alimentaire et les Risques de Prédation chez *Turdus merula* au Cours de la Saison de Reproduction). *The Auk*, 123(1), 162-170.
- Rae, R., & Marquiss, M. (1989). Ageing and sexing of snow buntings wintering on the Aberdeenshire coast, their biometrics and sex ratio. *Ringing & Migration*, 10(3), 133-140. doi: 10.1080/03078698.1989.9673952
- Remsen, J.V. (1995). The importance of continued collecting of bird specimens to ornithology and bird conservation. *Bird Conservation International*, 5 , pp 146-180 doi:10.1017/S095927090000099X
- Richner, H. (1989). Avian Laparoscopy as a Field Technique for Sexing Birds and an Assessment of Its Effects on Wild Birds (Laparoscopía en el Campo como Técnica para Determinar el Sexo de Aves). *Journal of Field Ornithology*, 60(2), 137-142.
- Risser, A. C., Jr. (1971). A Technique for Performing Laparotomy on Small Birds. *The Condor*, 73(3), 376-379.
- Scott, G. W. (1993). Sexing members of a Scottish Blue Tit *Parus caeruleus* population in the hand during the winter months. *Ringing & Migration*, 14(2), 124-128. doi: 10.1080/03078698.1993.9674054
- Sim, I. M. W., & Rebecca, G. W. (2003). Catching methods and biometrics of breeding Ring Ouzels *Turdus torquatus torquatus* in northeast Scotland. *Ringing & Migration*, 21(3), 163-168. doi: 10.1080/03078698.2003.9674286
- Svensson, L. (1992). *Identification guide to European passerines*. Stockholm, Sweden: Naturhistoriska Riksmuseet.
- Walton, C., & Walton, P. (1999). Sexing first year reed buntings *emberiza schoeniclus* using biometrics. *Ringing & Migration*, 19(4), 327-331. doi: 10.1080/03078698.1999.9674202

