

# Stofnmat fyrir íslenska rjúpnastofninn

Erla Sturludóttir



Landbúnaðarháskóli Íslands, 2021.

Rit Lbhí nr. 141

ISSN 1670-5785

ISBN 978-9935-512-15-4

Verkefnið var unnið fyrir Náttúrufræðistofnun Íslands

Höfundur: Erla Sturludóttir

Ljósmynd á forsíðu: Rjúpa, ungur karri, Tjörnes, 3. maí 2019, Ólafur K. Nielsen

# Efnisyfirlit

Samantekt.....	1
1 Inngangur .....	2
2 Aðferðir.....	2
2.1 Gögnin.....	2
2.2 Stofnlíkanið.....	3
2.3 Líkanagerð fyrir allt Ísland .....	4
2.4 Mat á óvissu .....	5
3 Niðurstöður .....	6
3.1 Greining gagna eftir landshlutum .....	6
3.2 Notkun gagna í stofnlíkaninu fyrir landshlutana.....	9
3.3 Landshlutar .....	10
3.3.1 Suðurland .....	10
3.3.2 Vesturland .....	12
3.3.3 Vestfirðir .....	15
3.3.4 Norðvesturland.....	18
3.3.5 Norðausturland.....	22
3.3.6 Austurland.....	25
3.3.7 Samlagningar aðferðin og samanburður landshluta.....	28
3.4 Sameining landshluta - Heildaraðferðin .....	30
3.4.1 Allt landið .....	30
3.4.2 Suðurland, Vesturland, Vestfirðir og Norðvesturland .....	33
3.4.3 Vesturland, Vestfirðir og Norðvesturland.....	36
4 Umræður .....	38
4.1 Samanburður á milli samlagningar- og heildaraðferðar.....	38
4.2 Mat á stuðlum líkansins og óvissa .....	39
4.3 Samanburður við einfalt stofnlíkan.....	40
4.4 Lokaorð.....	41
Þakkarorð.....	42
5 Viðaukar.....	43
5.1 Viðauki 1 – Samband stofnstærðar við stofnvísitölu .....	43
5.2 Viðauki 2 – Endurvalstilraunir.....	47
5.3 Viðauki 3 - Leifarit fyrir landshlutana .....	49
5.4 Viðauki 4 - Leifarit fyrir sameinaða landshluta .....	52
Heimildir.....	55

## Samantekt

Vöktun veiðistofna er mikilvæg til að tryggja sjálfbæra nýtingu þeirra. Mikilvægt er að þeir sem bera ábyrgð á nýtingu dýrastofna hafi upplýsingar um stofnstærð og afföll. Rjúpa er ein vinsælasta veiðibrað á Íslandi en rjúpnastofninum hefur hnignað frá því sem var á fyrri hluta 20. aldar. Því er mikilvægt að vel sé fylgst með stofnþróun rjúpu. Í þessu verkefni var skoðuð aðferð til að meta stofnstærð rjúpunnar fyrir allt landið með stofnlíkani sem byggir á veiðitölum og aldursgreiningum úr afla (e. *population reconstruction model*). Með slíkri aðferð er hægt að meta samtímis stofnstærð og afföll fyrir mismunandi aldurshópa.

Niðurstöðurnar leiddu í ljós að betra er að meta stofnstærð fyrir hvern landshluta heldur en að meta stofnstærð fyrir allt landið með sameinuðum gögnum. Það er því mælt með að stofnstærðin sé metin fyrir hvern landshluta fyrir sig og þær niðurstöður svo lagðar saman til að fá mat fyrir allt landið. Niðurstöðurnar voru bornar saman við einfaldara stofnlíkan sem notað hefur verið til að meta stofnstærð rjúpunnar. Stofnstærðarmatið var háð mun minni óvissu með þeirri aðferðafræði sem lýst er í þessari skýrslu en með eldri aðferðinni en stofnsveiflur voru mjög sambærilegar.

Niðurstöðurnar frá hverjum landshluta frá tímabilinu 2005-2018 voru lagðar saman til að fá heildarstofnstærðarmat fyrir allt landið í upphafi veiðitíma og var það hæst um 391.000 (95% ÖB: 251.000-792.000) fuglar árið 2005 en lægst 216.000 (95% ÖB: 138.000-437.000) fuglar árið 2012. Það samsvarar því að meðalveiðiafföll hafi verið um 0,19 (95% ÖB: 0,09-0,29) á þessu tímabili.

Sýnt hefur verið fram á með hermitilraunum að þessi aðferðafræði sem byggir eingöngu á veiðitölum og aldursgreiningum úr afla geti verið ónákvæm þegar veiðiafföll eru undir 0,2. Það er því möguleiki að slíkt eigi við þegar kemur að stofnstærðarmati fyrir rjúpu. Þó hefur aldurgreiningum úr varpstofni verið bætt við upphaflega stofnlíkanið sem virðist leiða til betra mats á stofnþáttum. Möguleiki er á að bæta stofnmatið, þ.e. að minnka bjaga og óvissu í matinu á lýðfræðilegum þáttum rjúpunnar með því að bæta við gögnum frá radíómerktum fuglum. Það hefur verið sýnt fram á það með hermitilraunum og væri skynsamlegt að skoða það fyrir stofnmat rjúpu.

# 1 Inngangur

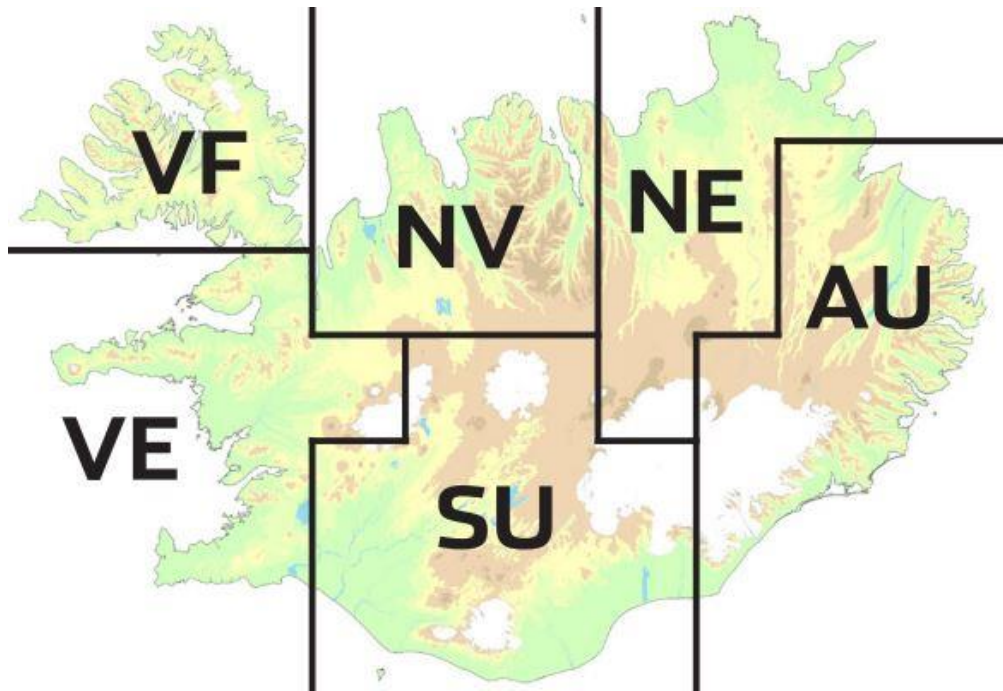
Vöktun veiðistofna er mikilvæg til að tryggja sjálfbæra nýtingu þeirra. Mikilvægt er að þeir sem bera ábyrgð á nýtingu dýrastofna hafi upplýsingar um stofnstærð og afföll. Rjúpa er ein vinsælasta veiðibrað á Íslandi en rjúpnastofninum hefur hnignað frá því sem var á fyrri hluta 20. aldar (Jenný Brynjarsdóttir o.fl., 2003; Ólafur K. Nielsen o.fl. 2004). Því er mikilvægt að vel sé fylgst með stofnþróun rjúpu. Einn liður í vöktun veiðistofna er að meta stofnstærð og afföll með tölfræðilegum aðferðum. Þannig er hægt að fylgjast með breytingum sem verða á stofnstærð og einnig að kanna hvort að breytingar á veiðistjórn hafi haft áhrif á stofnstærð og veiðiafföll.

Stofnstærð og afföll rjúpu á Íslandi hafa verið reiknuð með aðferð sem Kjartan G. Magnússon o.fl. (2004) mótuðu. Árið 2013 var Erla Sturludóttir fengin til að halda áfram þróun stofnlíkans fyrir rjúpu. Fallið var frá þeirri hugmynd að vinna áfram með aðferð Kjartans þar sem ný aðferðafræði var komin fram á sjónarsviðið (Gove o.fl., 2002; Skalski o.fl., 2007; Broms o.fl., 2010). Í þessari nýju nálgun er hægt að meta ólíka stofnþætti rjúpunnar samtímis í einu líkani, en með aðferð Kjartans o.fl. (2004) voru þessir þættir metnir í nokkrum óháðum skrefum. Með því að meta þættina samtímis á að fást nákvæmara mat á stofnstærð og afföll. Þessi nýja aðferðafræði var notuð til að þróa líkan sem passaði íslenska rjúpnastofninum (Erla Sturludóttir, 2015; Erla Sturludóttir o.fl., 2018). Landbúnaðarháskóli Íslands (LbhÍ) tók að sér að uppfæra stofnlíkan fyrir rjúpu fyrir Náttúrufræðistofnun Íslands. Uppfæra átti líkanið þannig að það lýsti rjúpnastofni alls landsins en fyrra líkan tók einungis fyrir Norðausturland þar sem mestar rannsóknir á stofninum hafa farið fram í þeim landshluta. Erla Sturludóttir lektor við LbhÍ vann verkefnið fyrir hönd LbhÍ og verður þeirri vinnu lýst í þessari skýrslu.

## 2 Aðferðir

### 2.1 Gögnin

Gögn sem notuð voru til að meta stofnstærð og afföll voru fjöldi veiðimanna og veiddra rjúpna, og aldursgreiningar úr veiði (nóvember) og varpstofni (maí). Rjúpur eru aldursgreindar á lit handflugfjaðra (Weeden og Watson, 1967) og er greint á milli tveggja aldurshópa, fugla á fyrsta ári (ungfugla) og eldri fugla (fullorðinna fugla). Náttúrufræðistofnun Íslands safnar gögnum um aldurshlutföll í rjúpnastofninum. Aldurgreiningar úr veiði byggja á sýnum sem veiðimenn senda inn (afklipptir vængir). Aldurgreiningar úr varpstofni byggja á fuglum sem finnast dauðir, eru fangaðir til merkinga eða fuglum sem eru ljósmyndaðir á flugi. Umhverfisstofnun safnar gögnum um veiði, þ.e. fjölda veiddra rjúpna og fjölda veiðimanna. Veiðitölur byggja á skýrslum sem veiðimenn senda inn og þar er tilgreint í hvaða landshluta veitt var og hversu margar rjúpur náðust. Íslandi er skipt í sex svæði í veiðiskýrslum (1. mynd): Suðurland, Vesturland, Vestfirði, Norðvesturland, Norðausturland og Austurland. Tímabilið sem gagnaraðirnar spanna er mismunandi (1. tafla). Skipting rjúpnaaflla eftir landshlutum hófst 1998 og aldurgreiningar úr varpstofni hófust 1981 á Norðausturlandi en ekki fyrr en 2006 á Suðvesturlandi. Rjúpur hafa verið aldursgreindar að vori í öðrum landshlutum en ekki nægjanlega margar til að nota fyrir stofnmatið. Aldurgreiningarnar úr varpstofni eru færðar aftur um eitt ár í útreikningum, þannig að aldursgreiningar frá 2006 eru notaðar með öðrum gögnum frá 2005 þar sem upphaf árs samkvæmt líkaninu er á haustin í upphafi veiðitíma. Þá var metin stofnstærð borin saman við stofnvísitölu frá hverju svæði en þær byggja á karratalningum sem fram fara á vorin og eru á ábyrgð Náttúrufræðistofnunar Íslands (Ólafur K. Nielsen, 1999; Ólafur K. Nielsen o.fl., 2004).



1. mynd: Skipting Íslands í veiðisvæði samkvæmt Umhverfisstofnun.

1. tafla: Gagnaraðir sem notaðar voru við gerð stofnlíkans fyrir rjúpu 2020.

Landshluti	Aldurgreiningar úr veiði	Aldurgreiningar úr varpstofni	Fjöldi veiddra rjúpna	Fjöldi veiðimanna
Suðurland	1995-1998,2000,2005-2018	2006-2018 <sup>‡</sup>	1998-2018	1998-2018
Vesturland	1995-2002,2005-2018	2006-2018 <sup>‡</sup>	1998-2018	1998-2018
Vestfirðir	1995-2002,2005-2018		1998-2018	1998-2018
Norðvesturland	1995-2002,2005-2018		1998-2018	1998-2018
Norðausturland	1995-2002,2005-2018	1981-2018	1998-2018	1998-2018
Austurland	1995-2002,2005-2018		1998-2018	1998-2018

<sup>‡</sup>Þessum gögnum var safnað á Suðvesturlandi en eru hér notuð fyrir bæði Suðurland og Vesturland.

## 2.2 Stofnlíkanið

Notuð var sama aðferðafræði og lýst var í doktorsritgerð Erlu Sturludóttur (2015). Notað var líkan sem reiknar stofnstærð á grunni veiði og aldurshlutfalla í aflu (e. *population reconstruction model*). Í ljós kom að með því að nota einnig aldurgreiningar úr varpstofni var auðveldara að fá mat á alla stuðla líkansins (nýliðun hvers árs, fjölda fullorðinna fugla fyrsta árið, veiðiafföll og náttúruleg afföll), einnig var hægt með þessari viðbót að meta náttúruleg afföll fyrir ungfugla annars vegar og fullorðna fugla hins vegar.

Aðferðafræðin byggir á sennileikaföllum sem eru háværkuð til að finna mat á stuðla líkansins (punktmat). Það má lýsa því þannig að það mat sem finnst er það sem er líklegast miðað við fyrirbyggjandi gögn og líkanið sjálft. Sett eru upphafsgildi á stuðla líkansins sem er þá upphafsgildi fyrir háværkunaraðferðina. Þessi upphafsgildi geta skipt máli. Þá getur verið að það finnst ekkert mat á

stuðlana fyrir ákveðin gildi. Einnig getur það gerst að aðferðin endar í staðbundnu hámarki. Ekki verður farið út í nákvæma lýsingu á líkaninu hér en hægt að lesa um það í doktorsritgerð Erlu Sturludóttur (2015) og í grein í Journal of Wildlife Management (Erla Sturludóttir o.fl., 2018). Hér verður þó lýst hvernig líkanið líkir eftir stofni rjúpunnar með eftirfarandi jöfnum:

$$N_{2,t} = S(1 - H_t)(N_{1,t-1} + N_{2,t-1} * S_x) \quad (1)$$

$$H_t = 1 - e^{-c * f_t} \quad (2)$$

Fjöldi ungfugla ( $N_{1,t}$ ) er metin fyrir hvert ár  $t$  í líkaninu en fjöldi fullorðinna fugla ( $N_{2,t}$ ) eingöngu fyrir fyrsta árið en er síðan reiknaður út frá 1. jöfnu fyrir hin árin. Náttúruleg lifun  $S$  er metin og með þeim skorðum að hún sé sú sama öll árin. Þá er  $S_x$  stuðull sem segir hversu miklu hærri (eða lægri) lifun fullorðinna fugla er miðað við ungfugla. veiðiafföllin  $H_t$  eru fall af veiðisókn sem er hér fjöldi veiðimanna ( $f$ ) og þar sem fjöldi veiðimanna er ekki sá sami hvert ár þá breytast veiðiafföllin í takt við það. Hægt er að reikna heildarafföll út frá náttúrulegri lifun og veiðiafföllum. Heildarafföll ungfugla eru því  $Z_1 = 1 - S(1 - H)$  og fullorðinna fugla  $Z_2 = 1 - (S * S_x)(1 - H)$ . Stuðullinn  $c$  í 2. jöfnu, sem lýsir veiðiafföllum, er metinn og hann lýsir veiðanleika rjúpunnar. Því hærri sem sá stuðull er því meiri veiðiafföllum veldur hver veiðimaður. Þá er hægt að gera ráð fyrir svokölluðum breytipunkti í fallinu fyrir veiðiafföll. Ef hver veiðimaður veiðir að meðaltali hlutfallslega fleiri rjúpur á ákveðnum árabili (t.d. fyrir friðunina 2003) þá getur líkanið tekið tillit til þess og bætist þá við einn stuðull í líkanið þannig að stuðullinn  $c$  í 2. jöfnu er ekki sá sami eftir ákveðinn tímapunkt. Líkan að þessari gerð á að geta metið mismunandi lifun og veiðiafföll fyrir aldurshópana. Það hefur hins vegar ekki reynst auðvelt með gögnum frá vöktunarverkefnum (Broms, 2008). Raunin var sú sama með vöktunargögn fyrir íslenska rjúpnastofninn (Erla Sturludóttir o.fl., 2018) og því var gert ráð fyrir að veiðiafföll væru þau sömu fyrir báða aldurshópa. Aldushlutföll síðsumars og úr veiði styðja það þar sem þau eru mjög svipuð.

Hægt er að skoða hversu vel líkanið nær að spá fyrir um aldurssamsetningu og mæla Skalski o.fl. (2012) með því að nota svokallaðar Anscombe leifar fyrir tvíkösta dreifingu (Skalski o.fl., 2012). Þessar leifar ( $Z_{ij}$ ) eru fundnar á eftirfarandi hátt:

$$Z_{ij} = \sqrt{R_i} \frac{\text{Beta}\left(\frac{A_{ij}}{R_i}, \frac{2}{3}, \frac{2}{3}\right) - \text{Beta}\left(\hat{p}_{ij}, \frac{2}{3}, \frac{2}{3}\right)}{[\hat{p}_{ij}(1 - \hat{p}_{ij})]^{1/6}} \quad (3)$$

$$\text{Beta}(x, a, b) = \int_0^x t^{a-1}(1-t)^{b-1} dt \quad 0 \leq x \leq 1 \quad (4)$$

Þar sem  $R_i$  er fjöldi aldursgreininga á ári  $i$ ,  $A_{ij}$  er fjöldi aldursgreininga fyrir aldurshóp  $j$  á ári  $i$ , og  $\hat{p}_{ij}$  eru metnar líkur á því að veidd rjúpa tilheyri aldurshópi  $j$  á ári  $i$ . Notuð er beta-dreifing með stuðlunum  $a = 2/3$  og  $b = 2/3$  (4. jafna). Þessar leifar fylgja normaldreifingu ( $N(0,1)$ ) og því ættu 95% af leifunum ( $Z_{ij}$ ) að vera innan tveggja staðalfrávikna, þ.e. að vera innan  $\pm 2$ . Hægt er að nota þessar leifar til að sjá hversu góð líkönin eru við að meta aldurssamsetninguna.

### 2.3 Líkanagerð fyrir allt Ísland

Prófaðar voru nokkrar útfærslur af líkaninu (2. tafla). Gert var ráð fyrir að lifun gæti verið ólík eftir aldurshópum eða jöfn. Einnig var gert ráð fyrir að fallið sem lýsir veiðiafföllum væri ekki það sama allan tímann þannig að stuðullinn  $c$  þurfti ekki að vera sá sami fyrir og eftir friðun sem var árin 2003 og 2004.

Líkan	Lýsing
Líkan 1	Sama lifun fyrir ungfugla og fullorðna fugla ( $S_x=1$ ).
Líkan 2	Sama lifun fyrir ungfugla og fullorðna fugla ( $S_x=1$ ) en ekki sama fall sem lýsir veiðiafföllum (breytipunktur, $c_{t \leq 2004} \neq c_{t \geq 2005}$ ).
Líkan 3	Ekki sama lifun fyrir ungfugla og fullorðna fugla ( $S_x \neq 1$ ).
Líkan 4	Ekki sama lifun fyrir ungfugla og fullorðna fugla ( $S_x \neq 1$ ) og ekki sama fall sem lýsir veiðiafföllum (breytipunktur, $c_{t \leq 2004} \neq c_{t \geq 2005}$ ).

Þessi líkön voru prófuð fyrir hvern landshluta. Með því að hafa aldursgreiningar úr varpstofni með í líkaninu er hægt að meta lifun eftir aldurshópum. Þessi aldurshlutföll auðvelda að auki að meta stuðla líkansins. Landshluta líkönin voru gerð annars vegar fyrir 1998-2018, og hins vegar fyrir árin eftir friðun eða 2005-2018. Þetta var gert til að athuga hvaða áhrif engin veiði líkt og var árin 2003 og 2004 hefði á stofnmatið. Einnig var prófað að gera líkön þar sem aldursgreiningar að vori voru ekki hafðar með.

Til að fá mat á heildarstofnstærð rjúpu á Íslandi voru tvær aðferðir prófaðar: (1) gera líkan fyrir hvern landshluta og leggja síðan saman niðurstöðurnar (samlagningaraðferðin); og (2) meta stofnþætti í einu líkani með sameinuðum gögnum (heildaraðferðin).

Líkönin voru sett upp í tölfræðiforritinu R (R Core Team, 2020) og var fallið *nminb* notað til að finna mat á stuðla líkansins. Hægt er að nálgast R-kóðann fyrir líkönin á github (<https://github.com/erlasturl/PRM>). Þá var *Akaike information criterion* (AIC) notað til að bera líkön saman. AIC byggir á sennileikaföllunum og virkar þannig að því lægra sem AIC-gildið er því betur passar líkanið að gögnunum. Athugið þó að eingöngu er hægt að bera saman líkön sem byggja á sömu gögnum. Því er ekki hægt að nota AIC-gildi til að bera saman líkön fyrir ólíka landshluta eða mismunandi tímabil eða líkön með og án aldursgreininga úr varpstofni.

## 2.4 Mat á óvissu

Mat á óvissu stofnmats er mikilvægur þáttur í niðurstöðum líkanagerðar af þessum toga. Matið á óvissunni segir okkur með hve mikilli vissu við getum sagt að stofnstærðin liggi á einhverju ákveðnu bili. Hægt er að fá mat á óvissu hvers stuðuls í líkaninu með nokkuð auðveldum hætti en flóknara er að fá mat á t.d. stofnstærð sem byggir á mörgum stuðlum (sjá 2. jöfnu). Við nánari skoðun kom í ljós að fyrri aðferð sem notuð var við að meta óvissuna í stofnstærðarmatinu (Erla Sturludóttir o.fl., 2018) reyndist sýna of þröngt bil. Við gerð óvissumatsins var notuð aðferð sem byggir á sniði sennileikafallanna (e. *profile likelihood method*; Venzon og Moolgavkar, 1988) til að meta 95% öryggisbil fyrir stuðla líkansins eins og fyrri aðferð gerði einnig. Í stað þess að fá óvissu á heildarstofninn, þ.e. fjöldi ungfugla og fullorðinna fugla, þá var fengin óvissa á veiðiafföllin eða á stuðulinn  $c$  í fallinu fyrir veiðiafföll og þau svo notuð til að umreikna aflann yfir í heildarfjölda ( $N^*$ ) með eftirfarandi jöfnu:

$$N_t^* = \frac{h_t}{\widehat{H}_t} \quad (5)$$



þar sem  $h_t$  er fjöldi veiddra rjúpa ár  $t$  og  $\hat{H}_t$  er metin veiðiafföll ár  $t$ . Neðri mörk öryggisbilsins fyrir  $N^*$  er hægt að fá fram með því að nota  $\hat{H}_t$  fyrir efri mörk öryggisbilsins fyrir stuðulinn  $c$ . Á sama hátt má fá fram efri mörk fyrir  $N^*$ .

Aðferðin virkar þannig að prófuð eru gildi á  $c$  á ákveðnu bili og aðrir stuðlar líkansins metnir með tilliti til nýja gildisins á  $c$ . Við það fæst nýtt gildi út úr sennileikafallinu (líkaninu). Þetta gildi segir okkur hversu vel gögnin passa við líkanið. Líkanið passar alltaf verr og verr við gögnin eftir því sem við fjarlægjumst punktmatið á  $c$ . Þegar það er orðið ákveðið miklu verra en punktmatið þá erum við komin að endamörkum öryggisbilsins. Hægt er að lýsa þessu með eftirfarandi jöfnu:

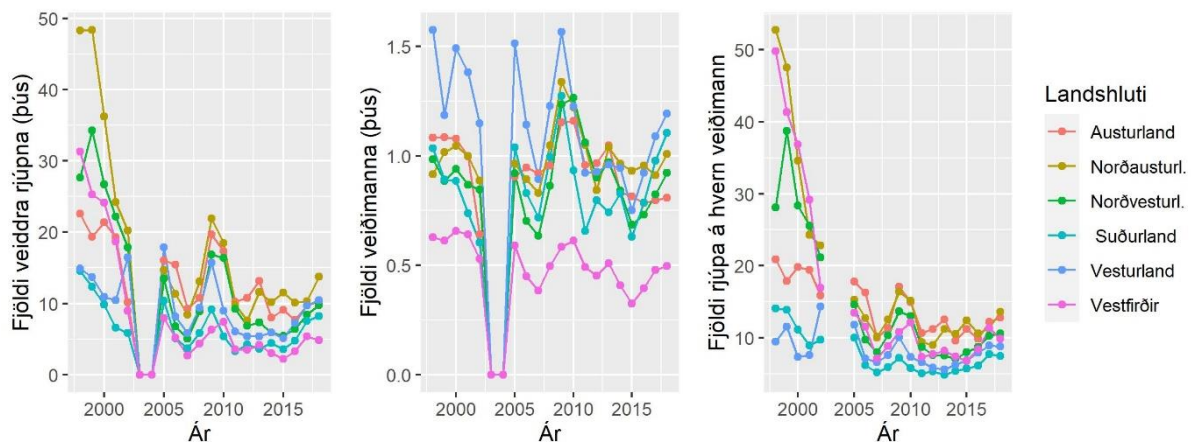
$$\{\beta | 2 \cdot [l(\hat{\theta}) - \hat{l}_c(\beta)]\} \leq q_{(1,1-\alpha)} \quad (6)$$

þar sem  $\beta$  er eitthvað gildi á  $c$  og  $l(\hat{\theta})$  er hæsta sennileikagildið en  $\hat{l}_c(\beta)$  er sennileikagildið þegar  $c$  er fest sem gildið  $\beta$ . Öryggisbilið inniheldur þá þau gildi á  $c$  þar sem tvisvar sinnum mismunurinn á þessum sennileikagildum er minni en  $q_{(1,1-\alpha)}$ , sem er gildi kí-kvaðrat dreifingar með einni frígráðu.

## 3 Niðurstöður

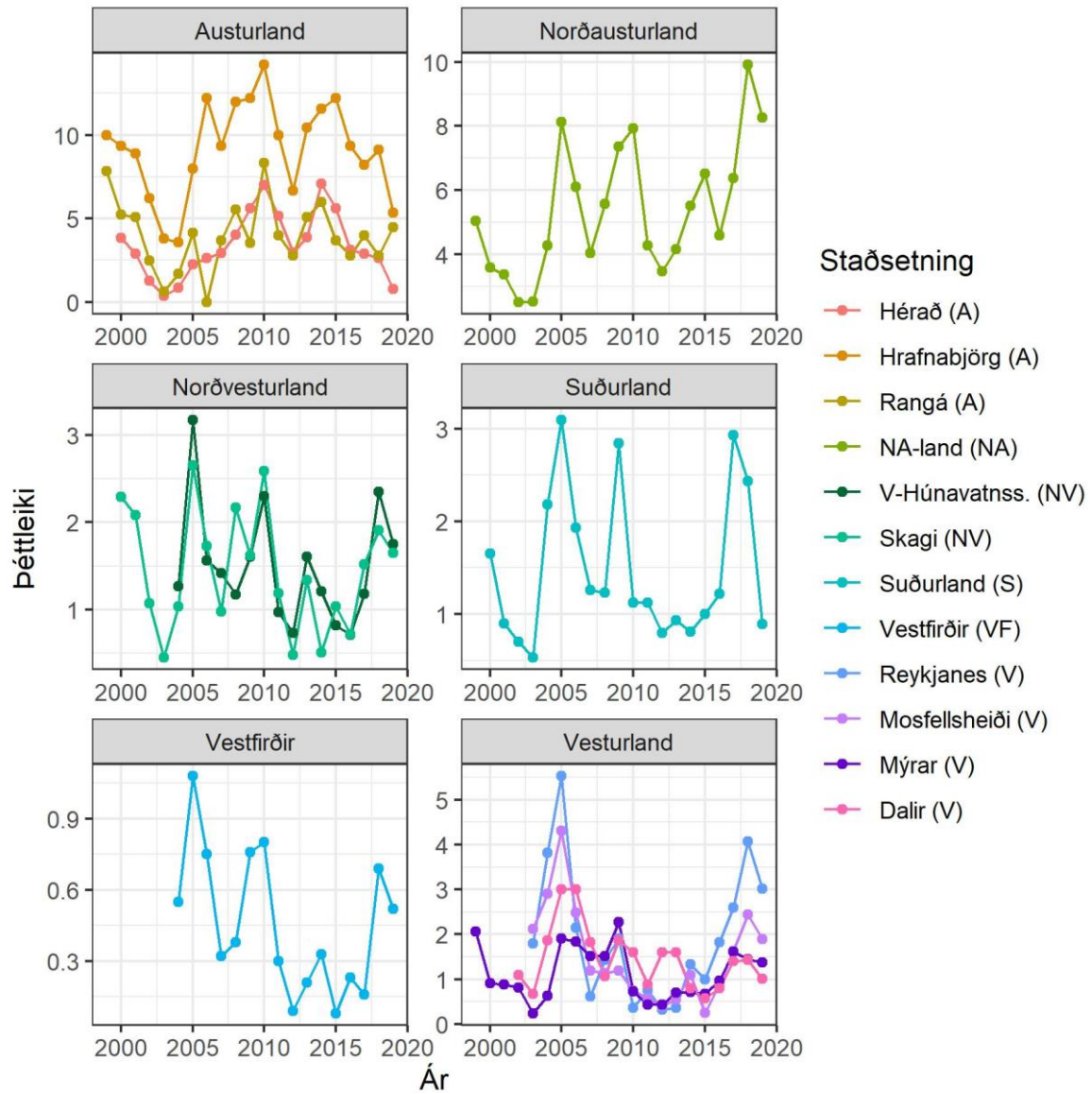
### 3.1 Greining gagna eftir landshlutum

Mesta rjúpnaveiði hefur verið á Norður- og Austurlandi og fyrir friðunina 2003-2004 einnig á Vestfjörðum, en minna hefur veiðst á Suður- og Vesturlandi (2. mynd). Hins vegar sækja flestir til rjúpa á Vesturlandi, í öðrum landshlutum er sóknin nokkuð jöfn nema á Vestfjörðum þar sem fæstir sækja að jafnaði. Ef skoðuð er veiði á hvern veiðimann þá var hún mest á Norðurlandi og á Vestfjörðum fyrir friðun 2003-2004 en hefur minnkað mikið í þessum landshlutum eftir friðun. Síðustu ár hefur ekki verið eins mikill munur á milli landshluta líkt og var fyrir friðun en Norðausturland og Austurland virðast að jafnaði gefa flesta fugla á hvern veiðimann en Suðurland fæsta. Fjöldi veiðimanna var notaður í stofnmatinu sem veiðisókn en réttara væri að nota fjölda veiðidaga, sérstaklega ef breyting verður á lengd veiðitímabilsins. Hins vegar byrjaði skráning á veiðidögum ekki fyrr en 2005 og því er ekki hægt að nota þau gögn fyrir stofnmat sem nær frá 1998.



2. mynd: Fjöldi veiddra rjúpa, fjöldi veiðimanna og fjöldi veiddra rjúpa á hvern veiðimann á Íslandi skipt eftir landshlutum frá 1998 til 2018.

Rjúpur hafa verið taldar á sömu svæðum vor hvert og þau gögn eru notuð til að reikna stofnvísitölu (3. mynd). Vísitöluna er hægt að nota til að sjá breytingar í stofnstærð en hún segir ekki hversu stór stofninn er. Í sumum landshlutum er talið á fleiri en einu svæði. Hægt er að skoða samræmi í stofnbreytingum á milli svæða með fylgniútreikningum (3. tafla). Þá sést að það er jákvæð fylgni á milli allra talningasvæða (ekki alltaf marktæk) nema við svæðin á Austurlandi. Svæðin á Austurlandi hafa jákvæða fylgni sín á milli en neikvæða eða enga fylgni við svæði í öðrum landshlutum. Þetta gefur til kynna að stofnbreytingar séu aðrar á Austurlandi en í öðrum landshlutum eða úr fasa.



3. mynd: Mældur þéttleiki (stofnvisitala) rjúpna á Íslandi skipt eftir landshlutum frá 1999 til 2019.

3. tafla: Fylgni á milli stofnvísitalna rjúpu á 12 mismunandi svæðum á Íslandi 1999 til 2019. Feitletrað táknað marktækni ( $p < 0,05$ ).

Landshl.	Staður <sup>‡</sup>	S	Reyk	Mosf	Mýrar	Dalir	VF	Vhun	Skagi	NA	Hérað	Hrafn	Rangá
Suðurland	S		<b>0,70</b>	<b>0,62</b>	<b>0,73</b>	<b>0,62</b>	<b>0,57</b>	<b>0,51</b>	<b>0,46</b>	<b>0,56</b>	-0,05	0,07	-0,13
	Reyk	<b>0,70</b>		<b>0,91</b>	0,46	0,42	<b>0,62</b>	<b>0,60</b>	0,40	<b>0,52</b>	<b>-0,53</b>	-0,43	-0,30
Vesturland	Mosf	<b>0,62</b>	<b>0,91</b>		0,43	<b>0,62</b>	<b>0,74</b>	<b>0,69</b>	0,40	0,34	<b>-0,59</b>	-0,44	-0,38
	Myrar	<b>0,73</b>	0,46	0,43		<b>0,59</b>	<b>0,57</b>	0,47	<b>0,50</b>	<b>0,53</b>	-0,02	0,30	0,12
	Dalir	<b>0,62</b>	0,42	<b>0,62</b>	<b>0,59</b>		<b>0,69</b>	<b>0,60</b>	<b>0,52</b>	0,28	-0,16	0,10	-0,19
Vestfirðir	VF	<b>0,57</b>	<b>0,62</b>	<b>0,74</b>	<b>0,57</b>	<b>0,69</b>		<b>0,86</b>	<b>0,75</b>	<b>0,65</b>	-0,11	0,09	0,00
NV-land	Vhun	<b>0,51</b>	<b>0,60</b>	<b>0,69</b>	0,47	<b>0,60</b>	<b>0,86</b>		<b>0,80</b>	<b>0,71</b>	-0,13	0,04	0,23
	Skagi	<b>0,46</b>	0,40	0,40	<b>0,50</b>	<b>0,52</b>	<b>0,75</b>	<b>0,80</b>		<b>0,52</b>	0,13	0,37	<b>0,47</b>
NA-land	NA	<b>0,56</b>	<b>0,52</b>	0,34	<b>0,53</b>	0,28	<b>0,65</b>	<b>0,71</b>	<b>0,52</b>		0,24	0,36	0,20
	Hérað	-0,05	<b>-0,53</b>	<b>-0,59</b>	-0,02	-0,16	-0,11	-0,13	0,13	0,24		<b>0,86</b>	<b>0,66</b>
Austurland	Hrafn	0,07	-0,43	-0,44	0,30	0,10	0,09	0,04	0,37	0,36	<b>0,86</b>		<b>0,49</b>
	Rangá	-0,13	-0,30	-0,38	0,12	-0,19	0,00	0,23	0,47	0,20	<b>0,66</b>	<b>0,49</b>	

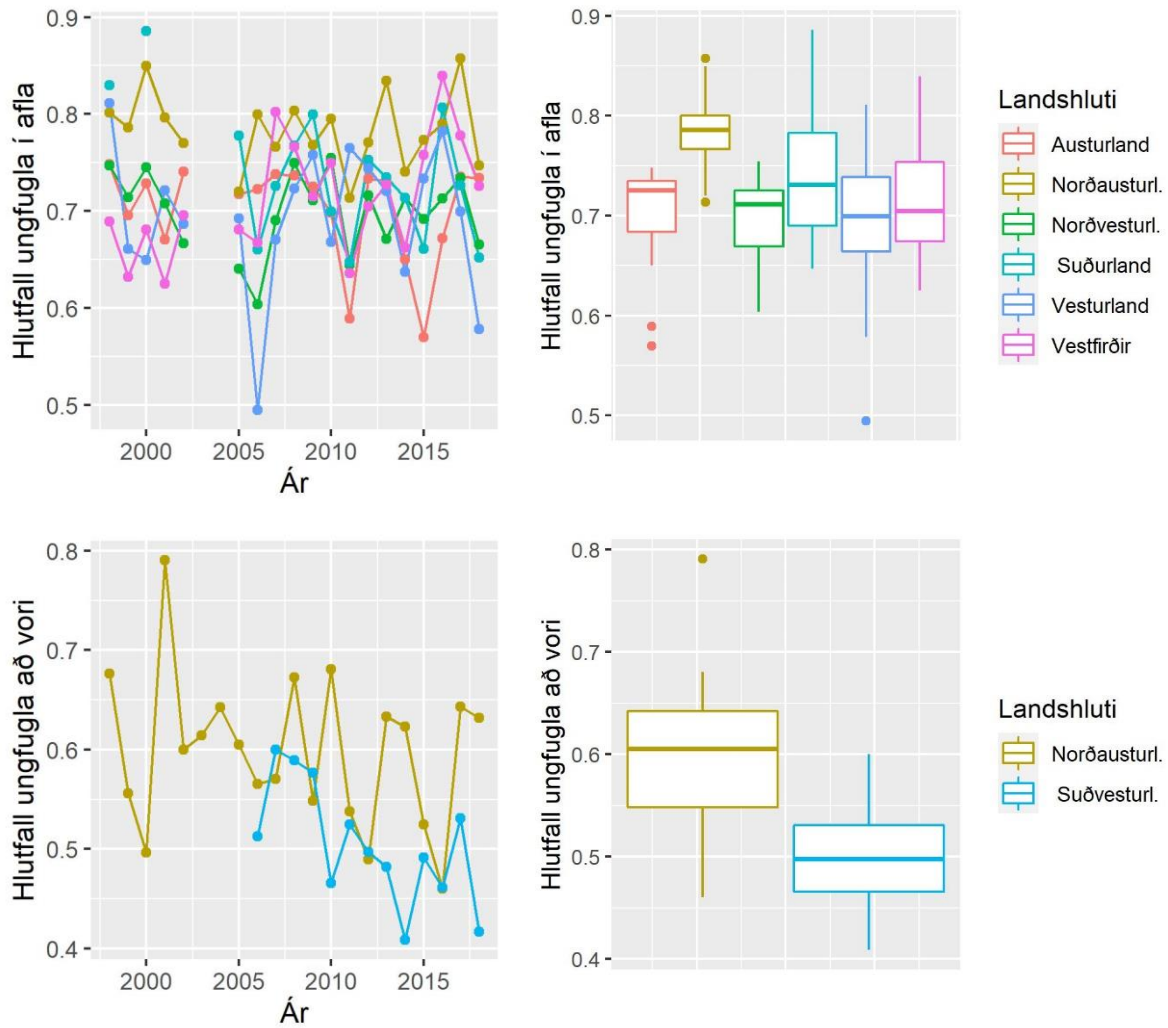
<sup>‡</sup>S = Suðurland, Reyk = Reykjanes, Mosf = Mosfellsheiði, VF = Vestfirðir, Vhun = Vestur-Húnavatnssýsla, NA = Norðausturland, Hrafn = Hrafnabjörg.

Hlutfall ungfugla úr afla sveiflaðist frá um 0,6 og upp í 0,8 (4. mynd). Fylgniútreikningar sýndu að veik jákvæð fylgni var á hlutfalli ungfugls í afla á milli flestra landshluta en þó yfirleitt ekki marktæk (4. tafla). Norðvesturland var eini landshlutinn sem var með marktæka fylgni við aðra landshluta, þ.e. Norðausturland, Suðurland og Vesturland. Engin fylgni var á hlutfalli ungfugla í varpstofni á milli Norðausturlands og Suðvesturlands ( $r = -0,04$ ,  $p = 0,907$ ).

4. tafla: Fylgni á hlutfalli ungfugls í rjúpnuafla á milli landshluta frá 1998 til 2018. Feitletrað táknað marktækni ( $p < 0,05$ ).

	AU	NA	NV	SU	VE	VF
AU		0,40	0,16	0,47	-0,20	0,16
NA	0,40		<b>0,48</b>	0,41	-0,02	0,26
NV	0,16	<b>0,48</b>		<b>0,55</b>	<b>0,44</b>	0,28
SU	0,47	0,41	<b>0,55</b>		0,41	0,10
VE	-0,20	-0,02	<b>0,44</b>	0,41		0,20
VF	0,16	0,26	0,28	0,10	0,20	

Áhugavert er að skoða hvort munur sé á hlutfalli ungfugla í afla eftir landsvæðum. Meðalhlutfallið var um 0,78 á Norðausturlandi sem er talsvert hærra en í öðrum landshlutum. Meðalhlutfallið var næsthæst á Suðurlandi um 0,74 og lægst á Vesturlandi þar sem það var um 0,69 (4. mynd). Það var reyndar mjög svipað á Vesturlandi, Vestfjörðum, Norðvesturlandi og Austurlandi (0,69-0,71). Meðalhlutfall ungfugla í varpstofni reyndist vera 0,58 á Norðausturlandi en 0,50 á Suðvesturlandi frá 2006 til 2018 (4. mynd). Því virðist sem Norðausturland skeri sig úr þegar horft er á hlutfall ungfugla hvort sem það er í afla eða varpstofni.



4. mynd: Hlutfall ungfugla rjúpu í aflu og varpstofni 1998 til 2018 skipt eftir landshlutum. Kassaritin sýna fjórðungagildin (efra og neðra borð kassans) og miðgildi (strikið inn í kassanum), strikin upp og niður úr kassanum sýna lægsta og hæsta gildi fyrir utan útlaga sem eru sýndir sem punktar.

### 3.2 Notkun gagna í stofnlíkaninu fyrir landshlutana

Aldursgreiningar úr varpstofni voru eingöngu til fyrir Norðausturland og Suðvesturland. Notkun á þessum gögnum í útreikningum, líkt og segir í kaflanum um aðferðir, auðveldar mat á stuðlum líkansins og þá sérstaklega þegar líkanið gerir ráð fyrir ólíkri náttúrulegri lífun ungfugla og fullorðinna fugla. Einn möguleiki við útreikninga væri að nota aldersgreiningarnar úr varpstofni á Suðvesturlandi eða Norðausturlandi fyrir aðra landshluta. Aldurshlutföll rjúpa á Norðausturlandi, bæði í veiðistofni og varpstofni, skera sig hins vegar talsvert frá því sem er í öðrum landshlutum, þau eru yfirleitt mun hærri. Þannig að ef við notuðum aldurshlutföll á varptíma fyrir Norðausturland við útreikninga fyrir aðra landshluta þá gæti það leitt til þess að líkanið myndi meta lífun ungfugla og fullorðinna fugla jafnari en hún er í raun. Þá var jákvæð fylgni á aldurshlutföllum í aflu á milli allra landshluta nema á milli Vesturlands og Norðausturlands og Austurlands (4. tafla). Sem gefur til kynna að sveiflur í aldurshlutföllum að vori gætu einnig verið svipaðar milli landshluta.

Inn í þetta stofnlíkan fara í raun þrjú gagnasett, 1) aflu, 2) aldersgreiningar úr aflu og 3) aldersgreiningar úr varpstofni. Þessi þrjú gagnasett fara hver inn í sitt sennileikafallið og því hafa þau mismunandi vægi þegar kemur að því að meta stuðla líkansins. Hægt er að setja vigtar á sennileikaföllin en erfitt getur verið að meta hvaða gildi skuli nota. Ef engar vigtar eru notaðar þá vege mest gögn um aflu, síðan

aldursgreiningar úr afla og minnst aldursgreiningar úr varpstofni. Því skiptir það mögulega ekki höfuðmáli við útreikning hvort gögn um aldurshlutföll að vori sé safnað í öðrum landshluta en þeim sem útreikningarnir eru gerðir fyrir. Aldursgreiningar frá Suðvesturlandi voru því notaðar fyrir alla aðra landshluta að Norðausturlandi undanskildu þar sem aldursgreiningar frá þeim landshluta voru notaðar. Það orkar þó tvímælis að nota aldursgreiningar frá Suðvesturlandi fyrir Austurland þar sem neikvæð fylgni var á milli aldurshlutfalla úr afla á milli Vesturlands og Austurlands. Einnig voru stofnbreytingar á Austurlandið úr fasa við aðra landshluta. Hins vegar þar sem aldursgreiningar að vori hafa minnst vægi í líkaninu þá er það ekki talið skipta sköpum að sveiflur séu ekki fullkomlega réttar.

### 3.3 Landshlutar

#### 3.3.1 Suðurland

Aldursgreiningar úr veiði voru stopular fyrir friðun 2003-2004 og því var líkanið eingöngu gert fyrir tímabilið eftir friðun (2005-2018). Þar af leiðandi voru ekki prófuð líkön með breytipunkti, þ.e. líkön 2 og 4. Aldursgreiningar úr varpstofni frá Suðvesturlandi voru notaðar fyrir Suðurland.

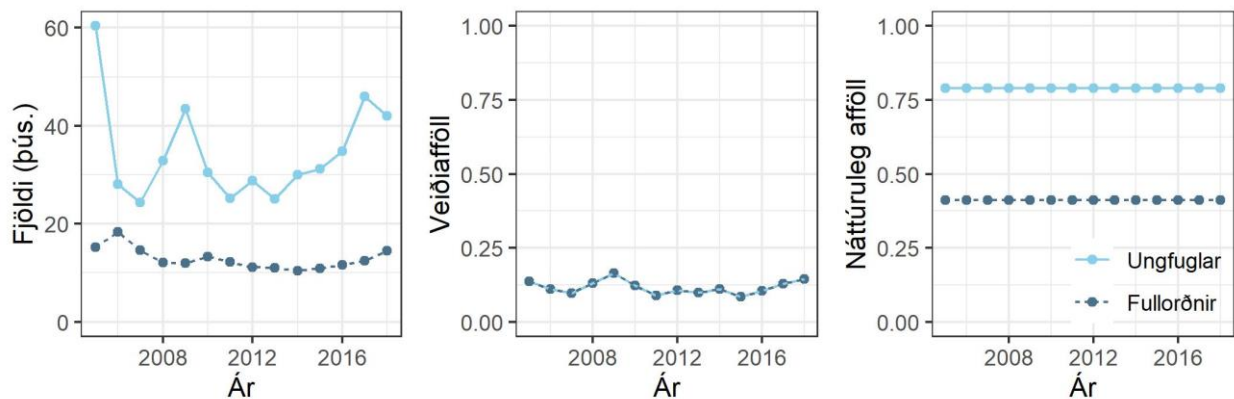
5. tafla: Gögn sem notuð voru til að meta stofnstærð rjúpu á Suðurlandi: fjöldi ungfugla (a1h) og fullorðinna (a2h) sem var aldursgreindur úr afla, veiddar rjúpur (h) og veiðimenn (f) og fjöldi ungfugla (a1v) og fullorðinna fugla (a2v) aldursgreindur úr varpstofni.

Ár	a1h	a2h	h	f	a1v	a2v
2005	475	136	10.395	1.038	61	58
2006	276	142	5.112	829	48	32
2007	106	40	3.714	718	79	55
2008	231	70	5.880	994	75	55
2009	239	60	9.153	1.273	34	39
2010	193	83	5.398	932	53	48
2011	66	36	3.302	657	92	93
2012	140	46	4.249	798	95	102
2013	61	22	3.601	743	76	110
2014	137	55	4.449	828	85	88
2015	117	60	3.598	629	101	118
2016	163	39	4.805	786	112	99
2017	327	123	7.537	978	70	98
2018	208	111	8.236	1.104	75	145

Það var mikill munur á stofnstærðarmati á milli líkana (6. tafla). Lægst var matið með líkani 3 án aldursgreininga úr varpstofni (AV) og með líkani 1 með AV en hæst var það með líkani 3 með AV. Lífun ungra og fullorðinna rjúpa er ekki sú sama, þetta sést á breytingum á aldurshlutföllum frá hausti fram á vor. Því gefur líkan 1 ekki raunhæfa mynd á lífun aldurshópanna þar sem lífunin (S) er þá meðaltalslífur fyrir hópana tvo. Það er hins vegar áhugavert að skoða hvaða áhrif það hefur á stofnstærðarmatið. Líkan 3 án AV náði ekki að meta umframlífur fullorðinna ( $S_x$ ) þar sem matið endaði í 0 sem var sett sem endamörkin fyrir þennan stuðul. Líkan 3 með AV náði hins vegar að meta alla stuðla líkanisins og var það líkan sem passaði best við gögnin (AIC lægst). Samkvæmt því líkani þá var stofnstærðin metin vera á bilinu 36.000 til 76.000 fuglar á tímabilinu og má sjá stofnstærðarmatið fyrir aldurshópana tvo á 5. mynd.

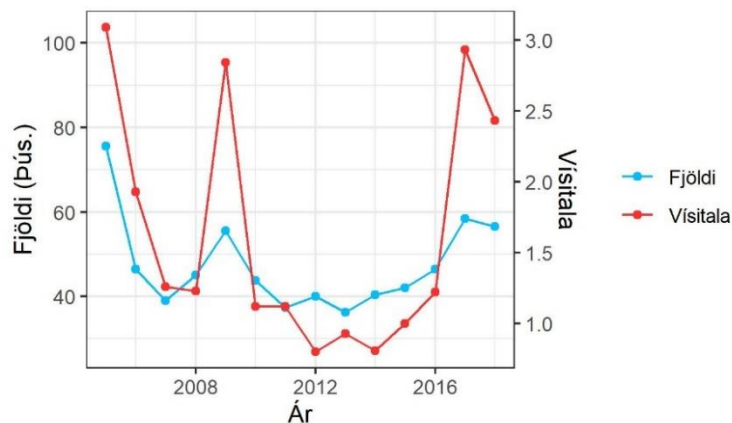
6. tafla: Niðurstöður stofnmats fyrir Suðurland með og án aldursgreininga úr varpstofni (AV). Metinn meðalfjöldi ( $N_{\text{meðal}}$ ), hámarksfjöldi ( $N_{\text{hæst}}$ ) og lágmarksfjöldi ( $N_{\text{lægst}}$ ) rjúpna yfir tímabilið 2005 til 2018. Metin meðalveiðiafföll eftir friðun ( $H_{\text{ef}}$ ), lifun ungfugla ( $S$ ) og umframlifun fullorðinna fugla ( $S_x$ ), lifun fullorðinna er  $S \cdot S_x$ . Akaike information criterion (AIC) byggir á sennileikaföllunum og er notað til að bera saman líkön, því lægra gildi því betur passar líkanið við gögnin. Athugið að líkön án AV er ekki hægt að bera saman með AIC við líkönin með AV.

Líkan	AV	$N_{\text{meðal}}$	$N_{\text{hæst}}$	$N_{\text{lægst}}$	$H_{\text{ef}}$	$S$	$S_x$	AIC
Líkan 1	nei	16.273	26.645	12.156	0,34	0,41	1	302,7
Líkan 3	nei	10.085	16.905	7.289	0,55	0,82	0,0	299,5
Líkan 1	já	10.281	17.116	7.439	0,54	0,77	1	834,9
Líkan 3	já	47.316	75.521	36.202	0,12	0,21	2,8	495,3



5. mynd: Metinn fjöldi, veiðiafföll og náttúruleg afföll ungra og fullorðinna rjúpna á Suðurlandi 2005-2018 byggt á líkani 3 þar sem notuð voru aldurshlutföll úr varpstofni (AV).

Ekki var hægt að reikna öryggisbil fyrir stofnmat þar sem sennileikafallið var mjög flatt og rann  $c$  stuðulinn í fallinu fyrir veiðiafföll út í endamörk bilsins sem þýðar að það er mikil óvissa í matinu. Metinn heildarfjöldi rjúpna fylgdi vel sveiflum í stofnvísitölunni. Stofnvísitalan sýnir hins vegar mun ýktari sveiflur en líkanið (6. mynd). Anscombe leifar fyrir aldursgreininguna voru allar innan  $\pm 2$  staðalfrávika sem segir að líkanið nær vel aldurshlutföllunum (sjá Viðauka 3). Hins vegar sýnir mynd af leifunum að á fyrri hluta tímabilsins var hlutfall ungfugla vanmetið ( $Z$  jákvætt) og þar af leiðandi hlutfall fullorðinna fugla ofmetið ( $Z$  neikvætt). Þessu var síðan öfugt farið á síðari hluta tímabilsins.



6. mynd: Metinn heildarfjöldi rjúpna á Suðurlandi borinn saman við stofnvísitölu frá sama svæði 2005-2018.

### 3.3.2 Vesturland

Gögn fyrir Vesturland um rjúpnaveiði og aldursamsetningu í afla voru frá 1998 og aldursgreiningar úr varpstofni frá Suðvesturlandi frá 2006 (7. tafla) og var því hægt að gera stofnlíkan fyrir 1998-2018.

7. tafla: Gögn sem notuð voru til að meta stofnstærð rjúpu fyrir Vesturland, fjöldi ungfugla (a1h) og fullorðinna (a2h) sem var aldursgreindur úr afla, fjöldi veiddra rjúpna (h) og fjöldi veiðimanna (f) og fjöldi ungfugla (a1v) og fullorðinna fugla (a2v) aldursgreindur úr varpstofni.

Ár	a1h	a2h	h	f	a1v	a2v
1998	193	45	14.879	1.574		
1999	253	130	13.692	1.185		
2000	296	160	10.890	1.490		
2001	124	48	10.470	1.382		
2002	151	69	16.467	1.148		
2003			0	0		
2004			0	0		
2005	802	356	17.876	1.512	61	58
2006	177	181	8.143	1.142	48	32
2007	293	144	5.862	0.893	79	55
2008	467	179	9.343	1.228	75	55
2009	750	240	15.734	1.565	34	39
2010	231	115	8.945	1.225	53	48
2011	341	105	6.037	922	92	93
2012	148	51	5.421	927	95	102
2013	304	118	5.371	959	76	110
2014	295	168	5.908	943	85	88
2015	228	83	5.148	751	101	118
2016	459	128	7.294	922	112	99
2017	463	199	9.695	1.088	70	98
2018	288	210	10.477	1.193	75	145

Keyrðar voru allar gerðir líkana, þ.e. með og án AV. Ekki tókst að fá mat á stuðlana fyrir líkön 3 og 4 án AV. Líkön 1 og 2 sýna ekki raunhæfa mynd á lifun fullorðinna fugla og ungfugla þar sem gert er ráð fyrir að hún sé jöfn. Því var horft til líkana þar sem AV var haft með. Þar var líkan 4 best (AIC gildið lægst), þ.e. það líkan sem passaði best við gögnin. Samkvæmt þessu var betra að hafa breytipunkt inn í líkaninu og var stuðullinn  $c$  metinn hærrí eftir friðun. Hins vegar leiddi lægri fjöldi veiðimanna eftir friðun til þess að veiðiafföll haldast nánast óbreytt (8. tafla). Þetta þýðir að hver veiðimaður veldur meiri veiðiafföllum eftir friðun en hann gerði fyrir friðun. Það getur verið vegna þess að eitthvað í umhverfinu veldur því að veiðanleiki rjúpunnar hafi aukist eða vegna þess að það hafa orðið breytingar á veiðihæðun, t.d. að hver veiðimaður verji fleiri dögum til veiða en áður. Heildarfjöldi rjúpna var metinn að meðaltali um 32.000 fuglar yfir tímabilið 1998-2018 og má sjá stofnsveiflur samkvæmt líkani 4 á 7. mynd.

Einnig var prófað að meta stofninn með því að sleppa friðunarárnum og árunum fyrir friðun. Þetta var gert til að athuga hvort það hefði einhver áhrif á stofnmatið að aldursgreiningar úr afla voru ekki til fyrir friðunarárin. Niðurstöður voru mjög sambærilegar og þegar gögn frá 1998 voru notuð (9. tafla og 8. mynd).

8. tafla: Niðurstöður stofnmats rjúpu fyrir Vesturland með og án aldursgreininga úr varpstofni (AV). Metinn meðalfjöldi ( $N_{meðal}$ ), hámarksfjöldi ( $N_{hæst}$ ) og lágmarksfjöldi ( $N_{lægst}$ ) rjúpna yfir tímabilið 1998 til 2018. Metin meðalveiðiafföll eftir friðun ( $H_{ef}$ ), lifun ungfugla ( $S$ ) og umframlifun fullorðinna fugla ( $S_x$ ), lifun fullorðinna er  $S \cdot S_x$ . Akaike information criterion (AIC) byggir á sennileikaföllunum og er notað til að bera saman líkön, því lægra gildi því betur passar líkanið við gögnin. Athugið að líkön án AV er ekki hægt að bera saman með AIC við líkönin með AV.

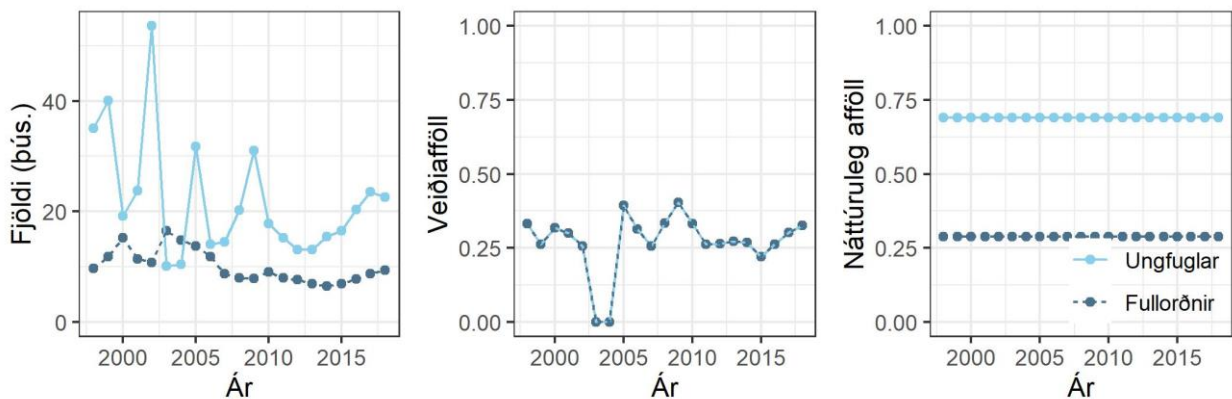
Líkan	AV	$N_{meðal}$	$N_{hæst}$	$N_{lægst}$	$H_{ff}$	$H_{ef}$	$S$	$S_x$	AIC
Líkan 1	nei	106.019	183.726	58.408	0,10	0,09	0,33	1	547,1
Líkan 2	nei	126.184	192.707	67.244	0,10	0,07	0,33	1	548,9
Líkan 3 <sup>‡</sup>	nei								
Líkan 4 <sup>‡</sup>	nei								
Líkan 1	já	21.693	38.000	14.362	0,49	0,41	0,60	1	1.011,7
Líkan 2	já	23.204	38.130	15.754	0,48	0,38	0,57	1	1.011,4
Líkan 3	já	39.616	68.104	26.319	0,28	0,23	0,29	2,2	746,0
Líkan 4	já	31.957	64.364	19.991	0,29	0,30	0,31	2,3	742,9

<sup>‡</sup>Ekki fékkst mat á stuðla líkansins (engin samleitni).

9. tafla: Niðurstöður stofnmats rjúpu fyrir Vesturland með og án aldursgreininga úr varpstofni (AV). Metinn meðalfjöldi ( $N_{meðal}$ ), hámarksfjöldi ( $N_{hæst}$ ) og lágmarksfjöldi ( $N_{lægst}$ ) rjúpna yfir tímabilið 2005 til 2018. Metin meðalveiðiafföll eftir friðun ( $H_{ef}$ ), lifun ungfugla ( $S$ ) og umframlifun fullorðinna fugla ( $S_x$ ), lifun fullorðinna er  $S \cdot S_x$ . Akaike information criterion (AIC) byggir á sennileikaföllunum og er notað til að bera saman líkön, því lægra gildi því betur passar líkanið við gögnin. Athugið að líkön án AV er ekki hægt að bera saman með AIC við líkönin með AV.

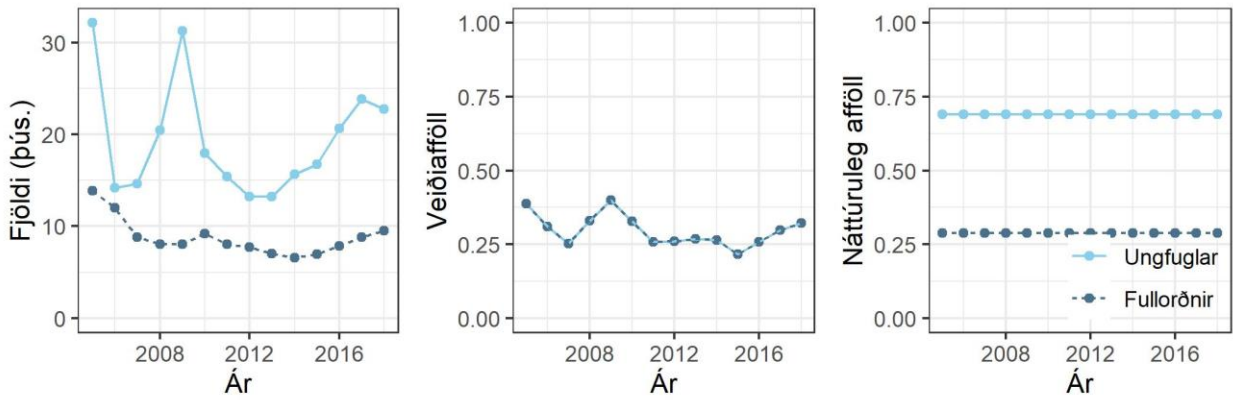
Líkan	av	$N_{meðal}$	$N_{hæst}$	$N_{lægst}$	$H_{ef}$	$S$	$S_x$	AIC
Líkan 1	nei	164.583	256.415	121.458	0,05	0,32	1,0	372,5
Líkan 3	nei	75.993	119.657	55.832	0,11	0,43	0,3	367,5
Líkan 1	já	21.450	35.752	15.251	0,39	0,58	1,0	834,4
Líkan 3	já	28.214	46.033	20.253	0,30	0,31	2,3	569,4

Sjá má metinn fjölda ungfugla og fullorðinna fugla á 7. mynd. Þar sést að fjöldi ungfugla er örlítið lægri en fjöldi fullorðinna fugla árið 2003 og 2004. Metinn fjöldi árið 2003 og 2004 er vafasamur þar sem ekki eru til aldursgreiningar fyrir þennan tíma og því er ekkert sem heldur aftur að líkaninu og það getur því leyft sér að meta fjöldann þannig að aldurshlutföll verði ekki raunhæf þessi tvö ár. Veiðiafföll eru metin þau sömu fyrir fullorðna fugla og ungfugla, samkvæmt forsendum líkansins, og sveiflast þau í takt við fjölda veiðimanna enda gert ráð fyrir að þau séu fall að fjölda veiðimanna (2. jafna). Þá eru náttúruleg afföll metin mun lægri fyrir fullorðna fugla en ungfugla (7. mynd).



7. mynd: Fjöldi, veiðiafföll og náttúruleg afföll fullorðinna og ungra rjúpna á Vesturlandi 1998 til 2018 metinn með líkani 4

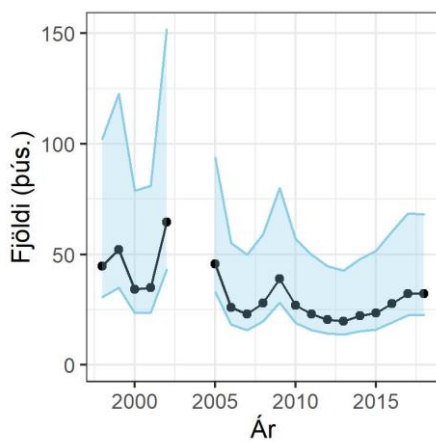




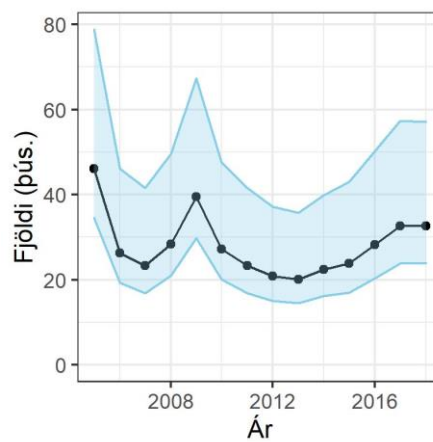
8. mynd: Metinn fjöldi, veðiafföll og náttúruleg afföll fullorðinna og ungra rjúpna á Vesturlandi 2005 til 2018 miðað við líkan 3.

Mikil óvissa er í stofnstærðarmatinu og eru efri mörk öryggisbilsins ríflega tvisvar sinnum stærri en punktmatíð (9. mynd). Óvissan er hins vegar minni þegar eingöngu eru notuð gögn frá 2005 en þá er efra bilið um 1,7 sinnum hærra en punktmatíð (10. mynd).

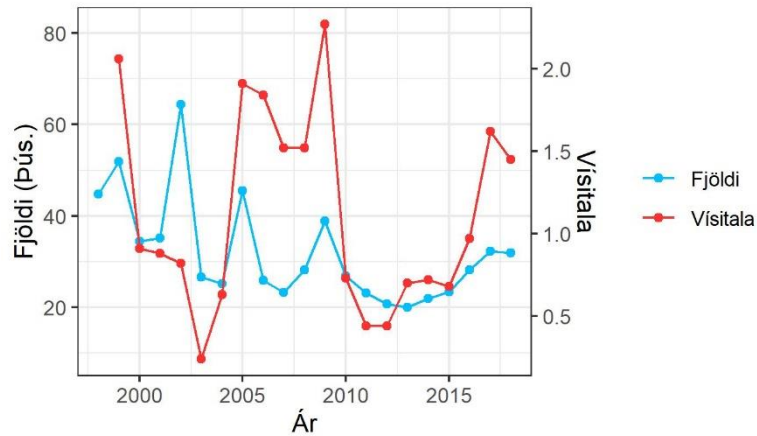
Heildarfjöldinn eins og hann er metinn virðist fylgja sveiflum stofnvísitölunnar, nema friðunarárin (11. mynd). Eins og greint var frá hér að ofan að þá vantar gögn fyrir friðunarárin og því er stofnstærðarmatið vafasamt þau ár. Þegar Anscombe leifarnar voru skoðaðir þá reyndust 81% og 86% þeirra vera innan við  $\pm 2$  staðalfrávika, annars vegar þegar allt tímabilið var undir og hins vegar þegar gögn frá 2005-2018 voru notuð (sjá Viðauka 3). Það segir að líkanið nái ekki að lýsa aldursamsetningunni mjög vel þar sem 95% eiga að vera innan  $\pm 2$  staðalfrávika.



9. mynd: Metinn heildarfjöldi rjúpna á Vesturlandi 1998-2018 miðað við líkan 4 ásamt 95% öryggisbili.



10. mynd: Metinn heildarfjöldi rjúpna á Vesturlandi 2005 til 2018 miðað við líkan 3 ásamt 95% öryggisbili.



11. mynd: Metinn heildarfjöldi rjúpna á Vesturlandi samanborið stofnvisitölu frá sama svæði 1998-2018.

### 3.3.3 Vestfirðir

Ekki tókst að meta stofnstærð fyrir Vestfirðina nema með því að festa lifun ungfugla og nota aldursgreiningar að vori frá Suðvesturlandi. Prófað var að festa lifun í 0,2 og í 0,3 en lifun ungfugla var metin á því bili fyrir Suður- og Vesturland. Þegar lifun er fest fyrir ungfuglana þá er ekki forsenda til að skoða líkön þar sem gert er ráð fyrir jafnri lifun fullorðinna fugla og ungfugla. Því voru líkön 3 og 4 eingöngu skoðuð. Þá var stofnstærð einnig metin eingöngu með gögnum frá 2005 og þar sem lifun var fest var líkan 3 notað.

10. tafla: Gögn sem notuð voru til að meta stofnstærð rjúpu fyrir Vestfirði, fjöldi ungfugla (a1h) og fullorðinna (a2h) sem var aldursgreindur, fjöldi veiddra rjúpna (h), fjöldi veiðimanna (f) og fjöldi ungfugla (a1v) og fullorðinna fugla (a2v) aldursgreindur úr varpstofni á Suðvesturlandi.

Ár	a1h	a2h	h	f	a1v	a2v
1998	142	64	31293	628		
1999	292	170	25288	612		
2000	81	38	24156	656		
2001	35	21	18705	641		
2002	153	67	8963	529		
2003			0	0		
2004			0	0		
2005	207	97	7945	591	61	58
2006	261	130	5184	451	48	32
2007	284	70	2712	383	79	55
2008	403	123	4408	497	75	55
2009	404	161	6303	583	34	39
2010	596	199	7400	612	53	48
2011	164	94	3585	491	92	93
2012	231	97	3476	452	95	102
2013	277	104	4169	509	76	110
2014	153	78	3015	409	85	88
2015	122	39	2211	325	101	118
2016	251	48	3312	394	112	99
2017	333	95	5419	478	70	98
2018	294	111	4875	495	75	145

Það reyndist passa gögnum betur að festa náttúrulega lifun í 0,2 frekar en í 0,3 þar sem AIC var lægra og reyndist líkan 4 vera betra en líkan 3 (11. tafla). Líkanið mat að hæst hafði fjöldinn farið í um 140.000 fugla árið 1998 en lægst í um 27.000 fugla árið 2007. Stofnstærð var allt að tvisvar sinnum stærri þegar gert var ráð fyrir að lifunin væri 0,2 frekar en 0,3 (11. tafla). Niðurstöðurnar benda til þess að veiðiafföll hafi minnkað um helming frá því sem það var fyrir friðun en jafnframt að stofninn hafi einnig minnkað og sé nú um þriðjungur af því sem hann var 1998 (12. mynd). Niðurstöður líkansins þegar eingöngu eru notuð gögn frá og með 2005 gefa svipaðar niðurstöður (12. mynd og 13. mynd).

11. tafla: Niðurstöður stofnmats rjúpu fyrir Vestfirði með og án aldursgreininga úr varpstofni (AV). Metinn meðalfjöldi ( $N_{meðal}$ ), hámarksfjöldi ( $N_{hæst}$ ) og lágmarksfjöldi ( $N_{lægst}$ ) rjúpna yfir tímabilið 1998-2018. Metin meðalveiðiafföll eftir friðun ( $H_{ef}$ ), lifun ungfugla ( $S$ ) og umframlifun fullorðinna fugla ( $S_x$ ), lifun fullorðinna er  $S \cdot S_x$ . Akaike information criterion (AIC) byggir á sennileikaföllum og er notað til að bera saman líkön, því lægra gildi því betur passar líkanið við gögnin. Athugið að líkön án AV er ekki hægt að bera saman með AIC við líkönin með AV.

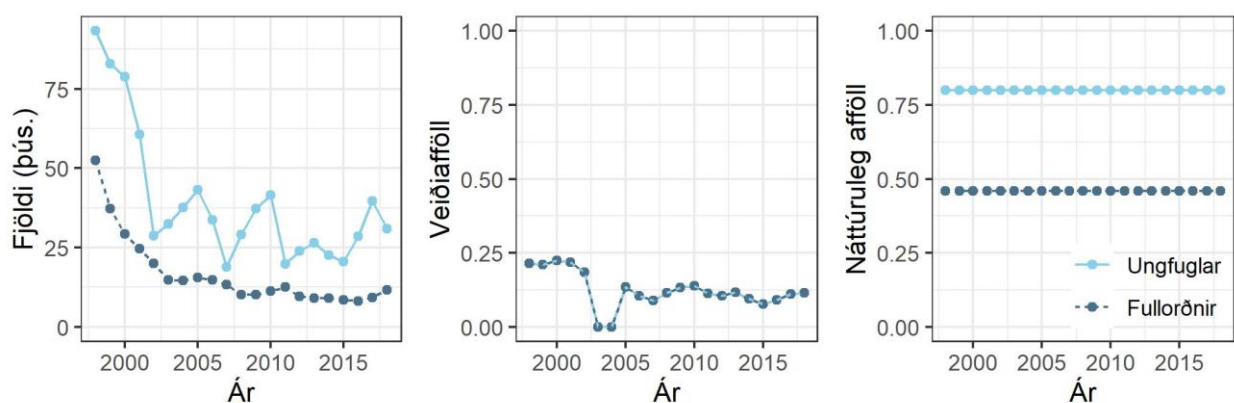
Líkan	AV	$N_{meðal}$	$N_{hæst}$	$N_{lægst}$	$H_{ff}$	$H_{ef}$	$S^\ddagger$	$S_x$	AIC
Líkan 3	já	55.128	178.323	23.369	0,17	0,14	0,2	2,8	721,4
Líkan 4	já	55.543	145.664	29.110	0,21	0,11	0,2	2,7	719,3
Líkan 3	já	19.763	67.153	7.681	0,46	0,38	0,3	2,6	745,7
Líkan 4	já	19.916	68.109	7.654	0,45	0,38	0,3	2,6	747,6

$\ddagger$ Stuðull settur sem ákveðið gildi.

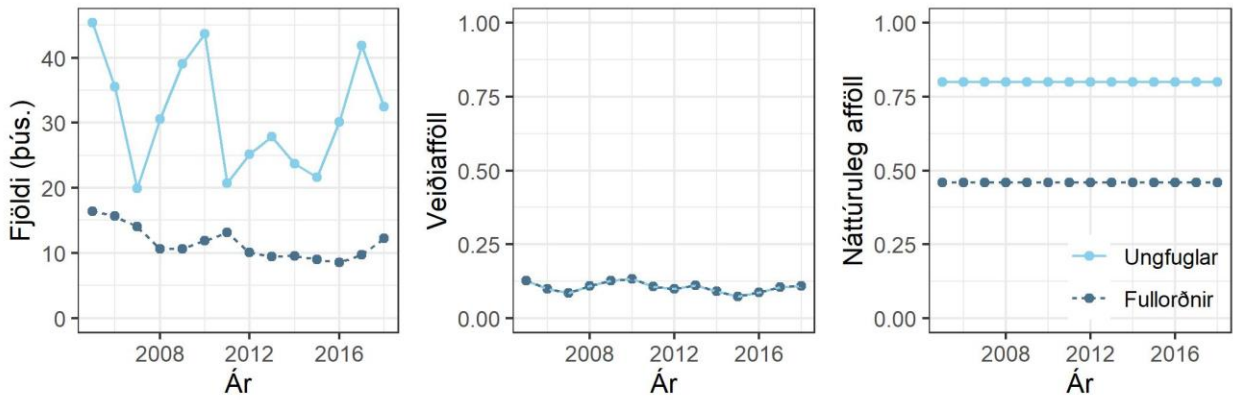
12. tafla: Niðurstöður stofnmats rjúpu fyrir Vestfirði með og án aldursgreininga úr varpstofni (AV). Metinn meðalfjöldi ( $N_{meðal}$ ), hámarksfjöldi ( $N_{hæst}$ ) og lágmarksfjöldi ( $N_{lægst}$ ) rjúpna yfir tímabilið 2005 til 2018. Metin meðalveiðiafföll eftir friðun ( $H_{ef}$ ), lifun ungfugla ( $S$ ) og umframlifun fullorðinna fugla ( $S_x$ ), lifun fullorðinna er  $S \cdot S_x$ . Akaike information criterion (AIC) byggir á sennileikaföllum og er notað til að bera saman líkön, því lægra gildi því betur passar líkanið við gögnin. Athugið að líkön án AV er ekki hægt að bera saman með AIC við líkönin með AV.

Líkan	AV	$N_{meðal}$	$N_{hæst}$	$N_{lægst}$	$H_{ef}$	$S^\ddagger$	$S_x$	AIC
Líkan 3	já	42.751	61.707	30.681	0,10	0,2	2,7	594,8
Líkan 3	já	11.841	17.741	8.005	0,38	0,3	2,6	623,1

$\ddagger$ Stuðull settur sem ákveðið gildi.



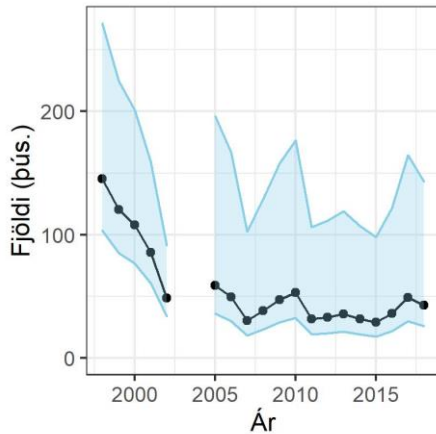
12. mynd: Metinn fjöldi, veiðiafföll og náttúruleg afföll fullorðinna og ungra rjúpna á Vestfjörðum 1998-2018 miðað við líkan 4.



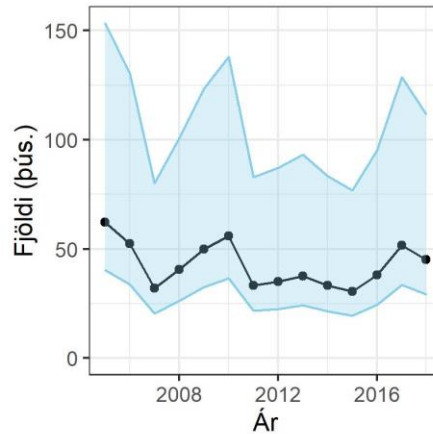
13. mynd: Metinn fjöldi, veðiafföll og náttúruleg afföll fullorðinna og ungra rjúpna á Vestfjörðum 2005-2018 miðað við líkan 3.

Mjög mikil óvissa var í stofnmatinu fyrir Vestfirði sem þýðir að sennileikafallið er mjög flatt enda var ekki hægt að fá mat á stuðla líkansins nema festa einhverja þeirra. Þegar gögn frá öllu tímabilinu voru notuð voru efri mörk öryggisbilsins um 1,7 sinnum hærra en punktmatíð fyrir friðun en um 3,1 sinnum hærra eftir friðunina. Minni óvissa var til staðar þegar eingöngu voru notuð gögn frá 2005 en þá voru efri mörkin um 2,5 sinnum hærra en punktmatíð. Ekki var eins mikill munur á neðri mörkum bilsins og punktmatinu (14. og 15. mynd).

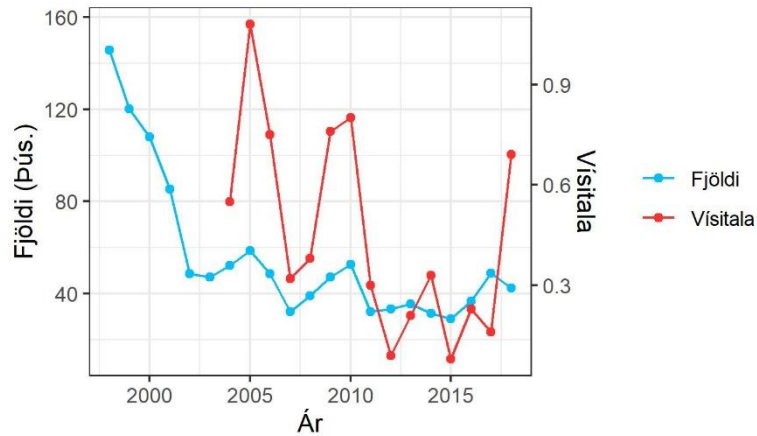
Ekki eru til mælingar á þéttleika fyrir upphaf tímabilsins en þegar metin stofnstærð er borin saman við stofnvísitöluna sést að hún nær toppunum 2005 og 2010 þó vísitalan sýni meiri breytingar en matið (16. mynd). Líkanið náði vel að meta aldurssamsetninguna þar sem um 95% leifanna voru innan  $\pm 2$  staðalfrávik (sjá Viðauka 3). Það var bara árið 2007 sem skar sig úr en þá var unghlutfallið vanmetið.



14. mynd: Metinn heildarfjöldi rjúpna á Vestfjörðum ásamt 95% öryggisbili fyrir 1998-2018 með líkani 4 og miðað við að náttúruleg afföll (S) væru 0,2.



15. mynd: Metinn heildarfjöldi rjúpna á Vestfjörðum ásamt 95% öryggisbili fyrir 2005-2018 með líkani 3 og miðað við að náttúruleg afföll (S) væru 0,2.



16. mynd: Metinn heildarfjöldi rjúpna á Vestfjörðum borinn saman við stofnvisitölu frá sama svæði.

### 3.3.4 Norðvesturland

Til eru gögn um fjölda veiddra rjúpna og aldurgreiningar úr aflanum frá 1998 fyrir Norðvesturland (13. tafla). Hins vegar liggja ekki fyrir aldurgreiningar úr varpstofni og því voru aldursgögn frá Suðvesturlandinu notuð við stofnmatið.

13. tafla: Gögn sem notuð voru til að meta stofnstærð rjúpu fyrir Norðvesturland, fjöldi ungfugla (a1h) og fullorðinna (a2h) sem var aldursgreindur úr afla, fjöldi veiddra rjúpna (h) og fjöldi veiðimanna (f) og fjöldi ungfugla (a1v) og fullorðinna fugla (a2v) aldursgreindur úr varpstofni á Suðvesturlandi.

Ár	a1h	a2h	h	f	a1v	a2v
1998	339	115	27623	984		
1999	402	161	34246	885		
2000	620	212	26688	940		
2001	324	134	22166	867		
2002	534	267	17883	845		
2003			0	0		
2004			0	0		
2005	473	266	13460	921	61	58
2006	239	157	6809	702	48	32
2007	167	75	5063	635	79	55
2008	545	182	8880	863	75	55
2009	842	342	16870	1235	34	39
2010	888	289	16387	1264	53	48
2011	349	193	9220	1060	92	93
2012	164	65	6839	900	95	102
2013	192	94	7318	970	76	110
2014	224	90	5928	840	85	88
2015	222	99	5446	684	101	118
2016	241	97	6370	730	112	99
2017	340	123	8430	823	70	98
2018	332	167	9768	922	75	145

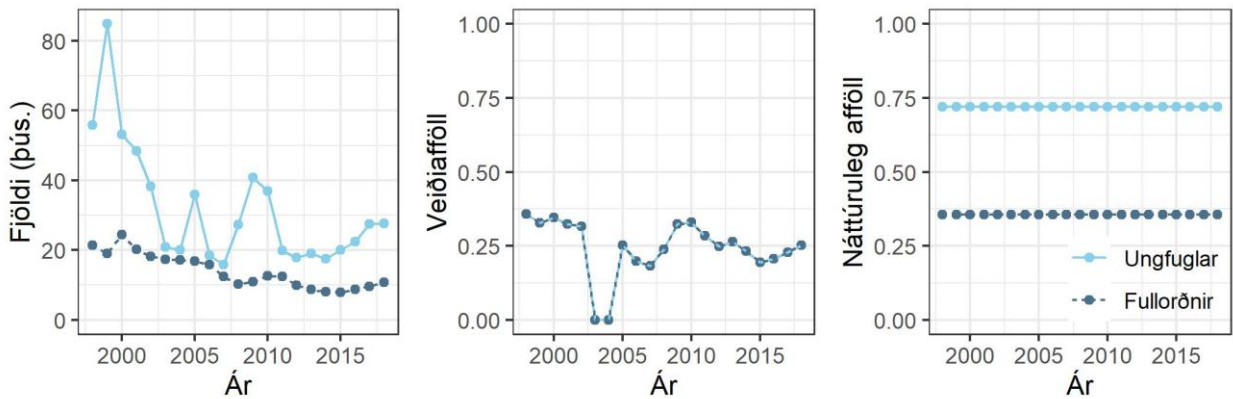
Líkön án aldursgreininga úr varpstofninum náðu ekki að meta raunhæf gildi á umframlifun fullorðinna ( $S_x$ ) og matið á þessum stuðli endaði í endamörkum bilsins hjá líkani 4 (14. tafla). Líkan 4 með AV, þar sem gert er ráð fyrir að stuðullinn í fallinu fyrir veiðiafföll sé ekki sá sami fyrir og eftir friðun og lifunin ekki sú saman fyrir aldursþópna tvo, reyndist lýsa gögnum betur en hin líkönin (14. tafla). Samkvæmt því líkani höfðu veiðiafföll minnkað og voru metin að meðaltali um 0,33 fyrir friðun og 0,25 eftir friðun. Einnig var stofnstærðin metin eingöngu með gögnum frá 2005 og niðurstöður með líkani 3 fyrir það skeið voru mjög sambærilegar við niðurstöðurnar með líkani 4 fyrir gögn frá 1998 (17. mynd og 18. mynd).

14. tafla: Niðurstöður stofnmats rjúpu fyrir Norðvesturland með og án aldursgreininga úr varpstofni (AV). Metinn meðalfjöldi ( $N_{meðal}$ ), hámarksfjöldi ( $N_{hæst}$ ) og lágmarksfjöldi ( $N_{lægst}$ ) rjúpna yfir tímabilið 1998 til 2018. Metin meðalveiðiafföll eftir friðun ( $H_{ef}$ ), lifun ungfugla ( $S$ ) og umframlifun fullorðinna fugla ( $S_x$ ), lifun fullorðinna er  $S \cdot S_x$ . Akaike information criterion (AIC) byggir á sennileikaföllunum og er notað til að bera saman líkön, því lægra gildi því betur passar líkanið við gögnin. Athugið að líkön án AV er ekki hægt að bera saman með AIC við líkönin með AV.

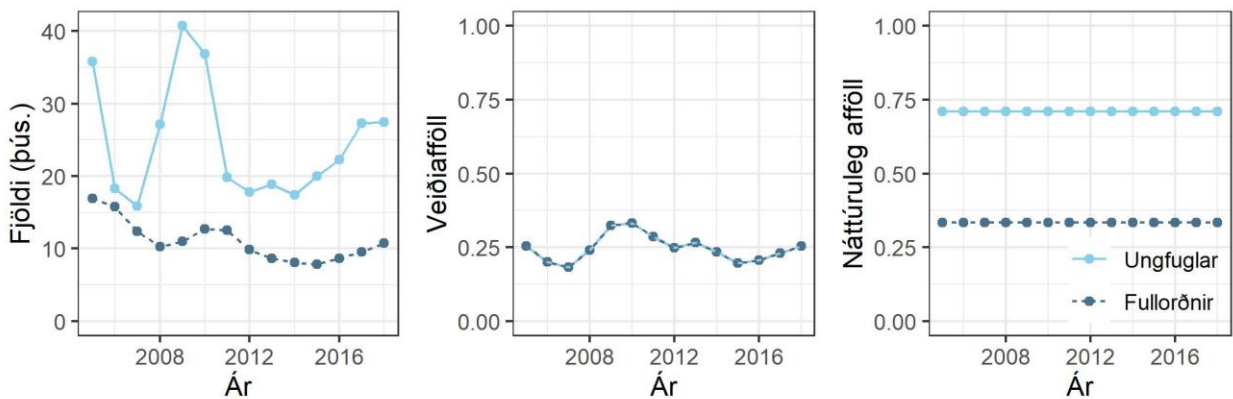
Líkan	AV	$N_{meðal}$	$N_{hæst}$	$N_{lægst}$	$H_{ff}$	$H_{ef}$	$S$	$S_x$	AIC
Líkan 1	nei	40.968	110.128	19.512	0,31	0,31	0,41	1	536,2
Líkan 2	nei	32.541	76.631	17.592	0,45	0,35	0,46	1	516,2
Líkan 3	nei	39.160	102.170	18.596	0,34	0,33	0,46	0,8	537,9
Líkan 4	nei	32.387	109.779	13.177	0,59	0,47	0,81	0,0	512
Líkan 1	já	32.115	86.480	15.754	0,4	0,39	0,53	1	1105,3
Líkan 2	já	26.035	59.428	13.906	0,58	0,42	0,6	1	1007,4
Líkan 3	já	57.904	154.978	28.353	0,22	0,22	0,26	2,5	744,6
Líkan 4	já	45.536	103.904	25.533	0,33	0,25	0,28	2,3	726,8

15. tafla: Niðurstöður stofnmats rjúpu fyrir Norðvesturland með og án aldursgreininga úr varpstofni (AV). Metinn meðalfjöldi ( $N_{meðal}$ ), hámarksfjöldi ( $N_{hæst}$ ) og lágmarksfjöldi ( $N_{lægst}$ ) rjúpna yfir tímabilið 2005 til 2018. Metin meðalveiðiafföll eftir friðun ( $H_{ef}$ ), lifun ungfugla ( $S$ ) og umframlifun fullorðinna fugla ( $S_x$ ), lifun fullorðinna er  $S \cdot S_x$ . Akaike information criterion (AIC) byggir á sennileikaföllunum og er notað til að bera saman líkön, því lægra gildi því betur passar líkanið við gögnin. Athugið að líkön án AV er ekki hægt að bera saman með AIC við líkönin með AV.

Líkan	AV	$N_{meðal}$	$N_{hæst}$	$N_{lægst}$	$H_{ef}$	$S$	$S_x$	AIC
Líkan 1	nei	25.289	37.469	17.859	0,35	0,46	1,0	340,8
Líkan 1	nei	17.097	26.406	11.933	0,52	0,91	0,0	310,7
Líkan 1	já	20.837	31.395	14.674	0,42	0,60	1,0	831,8
Líkan 3	já	35.736	52.688	25.452	0,25	0,29	2,3	567,7



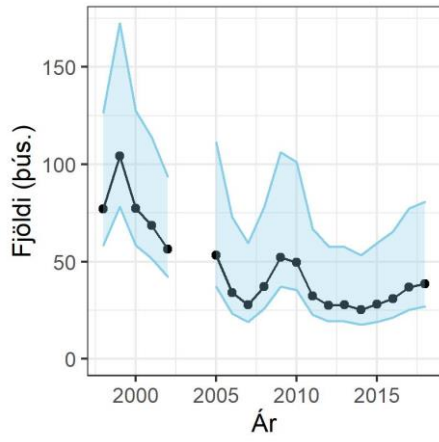
17. mynd: Metinn fjöldi, veiðiafföll og náttúruleg afföll fullorðinna og ungra rjúpna á Norðvesturlandi 1998-2018 með líkani 4.



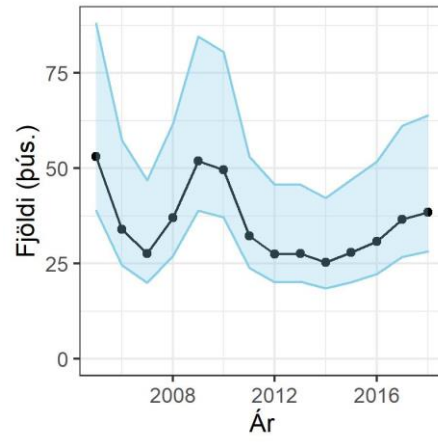
18. mynd: Metinn fjöldi, veiðiafföll og náttúruleg afföll fullorðinna og ungra rjúpna á Norðvesturlandi 2005-2018 með 3.

Óvissan í stofnstærðarmatinu var nokkuð mikil fyrir Norðvesturland. Hún var þó minni fyrir friðun en eftir; fyrir friðun voru efri mörk öryggisbilsins um 1,6 sinnum hærra en punktmatid en um 2,1 sinnum hærra eftir friðunina (19. mynd). Óvissan var minni ef aðeins voru notuð gögn frá því eftir friðun við útreikninga, þá voru efri mörkin um 1,6 sinnum hærra en punktmatid (20. mynd).

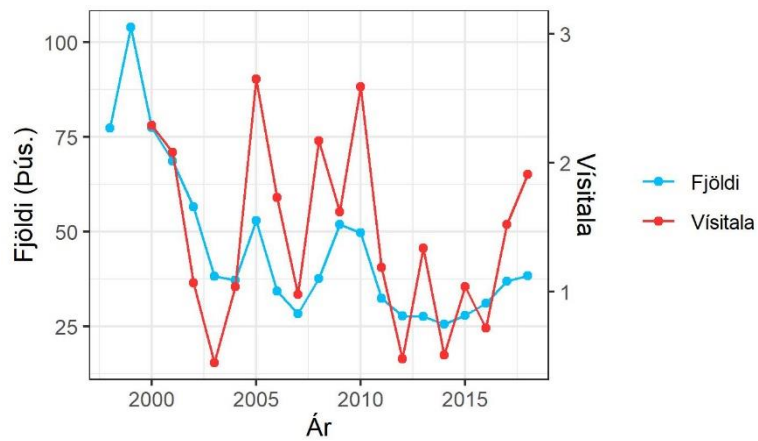
Metinn heildarfjöldi rjúpna samkvæmt líkani 4 var borinn saman við stofnvísitölu frá Skaga á Norðvesturlandi og fylgdi stofnstærðarmatið helstu sveiflum sem koma fram í vísitölunni (21. mynd). Líkanið fyrir Norðvesturland náði ekki að meta aldursamsetninguna eins vel og líkanið fyrir Vestfirði þar sem einungis um 86% leifanna voru innan  $\pm 2$  staðalfrávika (sjá Viðauka 3).



19. mynd: Metinn heildarfjöldi rjúpna á Norðvesturlandi með líkani 4 fyrir 1998 til 2018 ásamt 95% öryggisbili.



20. mynd: Metinn heildarfjöldi rjúpna á Norðvesturlandi með líkani 3 fyrir 2005 til 2018 ásamt 95% öryggisbili.



21. mynd: Metinn heildarfjöldi rjúpna samanborið við stofnvísitölu frá Norðvesturlandi (Skagi).



### 3.3.5 Norðausturland

Til eru aldurgreiningar bæði úr afla og varpstofni frá 1998 fyrir Norðausturland (16. tafla).

16. tafla: Gögn sem notuð voru til að meta stofnstærð rjúpu fyrir Norðausturland, fjöldi ungfugla (a1h) og fullorðinna (a2h) sem var aldursgreindur úr afla, fjöldi veiddra rjúpna (h) og fjöldi veiðimanna (f) og fjöldi ungfugla (a1v) og fullorðinna fugla (a2v) aldursgreindur úr varpstofni.

Ár	a1h	a2h	h	f	a1v	a2v
1998	859	213	48269	915	109	87
1999	400	109	48343	1016	68	69
2000	345	61	36203	1046	34	9
2001	320	82	24236	999	21	14
2002	332	99	20194	886	59	37
2003			0	0	97	54
2004			0	0	121	79
2005	859	334	14680	963	65	50
2006	598	150	11342	893	93	70
2007	625	191	8407	829	109	53
2008	817	200	13080	1047	85	70
2009	1534	464	21894	1337	179	84
2010	1643	423	18482	1221	148	127
2011	516	207	9858	1049	143	149
2012	473	141	7581	843	159	92
2013	1082	215	11595	1039	200	121
2014	1006	353	10146	963	161	146
2015	795	233	11530	931	133	156
2016	778	207	10134	955	166	92
2017	865	144	10289	911	208	121
2018	801	271	13724	1008	197	241

Prófuð voru líkön með og án aldursgreininga að vori en ekki fékkst mat á stuðla líkananna fyrir allar útfærslur. Eingöngu fékkst mat á stuðla líkans 3 án AV. Það var hins vegar ekki raunhæft þar sem matið á umframlifun fullorðinna endaði í endamörkum bilsins ( $S_x = 0$ ). Þá var heldur ekki hægt að fá mat á stuðla líkansins með líkani 3 með AV (17. tafla).

Talsverður munur var á mati líkananna, líkan 1 mat hæstu stofnstærðina en líkan 2 lægstu og var munurinn um tvöfaldur (17. tafla). Það líkan sem passaði best við gögnin (lægsta AIC) var líkan 4 sem gerði ráð fyrir að breyting hefði orðið á veiðialagi. Það mat að meðalveiðiafföllin hefðu verið um 0,35 fyrir friðun en minnkað niður í 0,15 eftir friðun og að meðalstofnstærð hafi verið um 88.000 fuglar yfir tímabilið 1998-2018. Þegar eingöngu voru notuð gögn eftir friðun þá var bara hægt að nota líkan 1 með AV þar sem ekki fékkst mat á stuðla líkansins með líkani 3. Þá varð matið á veiðiafföllum lægra og stofnstærðin hærri en þegar öll gögnin voru notuð (18. tafla).

17. tafla: Niðurstöður stofnmats rjúpu fyrir Norðausturland með og án aldursgreininga úr varpstofni (AV). Metinn meðalfjöldi ( $N_{meðal}$ ), hámarksfjöldi ( $N_{hæst}$ ) og lágmarksfjöldi ( $N_{lægst}$ ) rjúpna yfir tímabilið 1998 til 2018. Metin meðalveiðiafföll eftir friðun ( $H_{ef}$ ), lifun ungfugla ( $S$ ) og umframlifun fullorðinna fugla ( $S_x$ ), lifun fullorðinna er  $S \cdot S_x$ . Akaike information criterion (AIC) byggir á sennileikaföllum og er notað til að bera saman líkön, því lægra gildi því betur passar líkanið við gögnin. Athugið að líkön án AV er ekki hægt að bera saman með AIC við líkönin með AV.

Líkan	AV	$N_{meðal}$	$N_{hæst}$	$N_{lægst}$	$H_{ff}$	$H_{ef}$	S	$S_x$	AIC
Líkan 1 <sup>‡</sup>	nei								
Líkan 2 <sup>‡</sup>	nei								
Líkan 3	nei	518.301	1.538.777	142.609	0,03	0,03	0,28	0,0	614,7
Líkan 4 <sup>‡</sup>	nei								
Líkan 1	já	87.413	250.503	42.379	0,2	0,21	0,32	1	1718,0
Líkan 2	já	44.975	99.688	26.847	0,5	0,32	0,39	1	1651,4
Líkan 3 <sup>‡</sup>	já								
Líkan 4	já	88.359	146.673	60.699	0,35	0,15	0,19	2,7	935,4

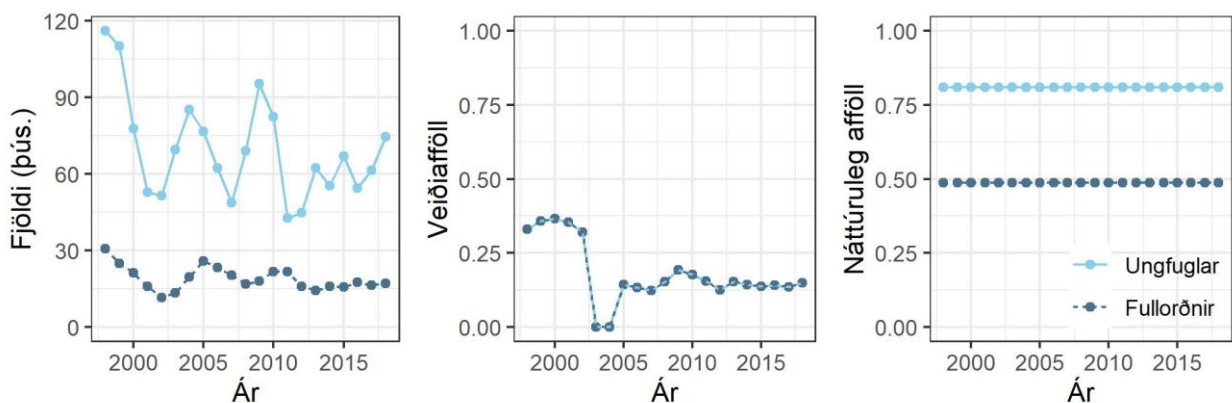
<sup>‡</sup>Ekki tóks að fá mat á stuðla líkansins (engin samleitni).

18. tafla: Niðurstöður stofnmats rjúpu fyrir Norðausturland með og án aldursgreininga úr varpstofni (AV). Metinn meðalfjöldi ( $N_{meðal}$ ), hámarksfjöldi ( $N_{hæst}$ ) og lágmarksfjöldi ( $N_{lægst}$ ) rjúpna yfir tímabilið 2005 til 2018. Metin meðalveiðiafföll eftir friðun ( $H_{ef}$ ), lifun ungfugla ( $S$ ) og umframlifun fullorðinna fugla ( $S_x$ ), lifun fullorðinna er  $S \cdot S_x$ . Akaike information criterion (AIC) byggir á sennileikaföllum og er notað til að bera saman líkön, því lægra gildi því betur passar líkanið við gögnin. Athugið að líkön án AV er ekki hægt að bera saman með AIC við líkönin með AV.

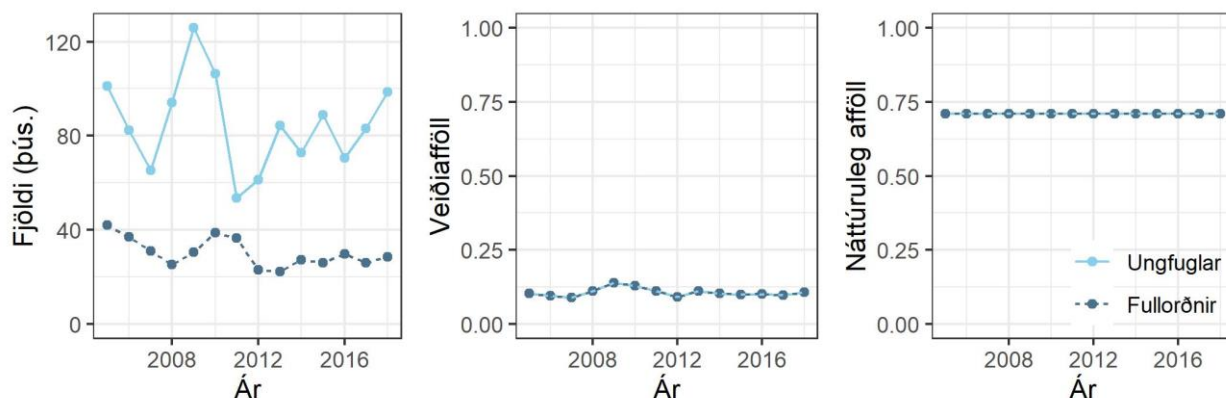
Líkan	AV	$N_{meðal}$	$N_{hæst}$	$N_{lægst}$	$H_{ef}$	S	$S_x$	AIC
Líkan 1 <sup>‡</sup>	nei							
Líkan 3	nei	641.757	858.719	470.883	0,02	0,28	0,0	453,4
Líkan 1	já	115.135	156.401	84.414	0,11	0,29	1	1345,9
Líkan 3 <sup>‡</sup>	já							

<sup>‡</sup>Ekki tóks að fá mat á stuðla líkansins (engin samleitni).

Notað var líkan 4 til að meta stofnstærð en það líkan reyndist passa best við gögnin. Öryggisbilið fyrir matið á stofnstærðinni var tiltölulega þröngt þar sem efri mörkin á bilinu voru um 1,4 sinnum hærra en punktmatið (24. mynd). Ekki var hægt að meta óvissu fyrir líkan 1 með gögnum frá 2005 þar sem sennileikafallið var mjög flatt og stuðulinn  $c$  í fallinu fyrir veiðiafföllin fór út í endamörk bilsins.

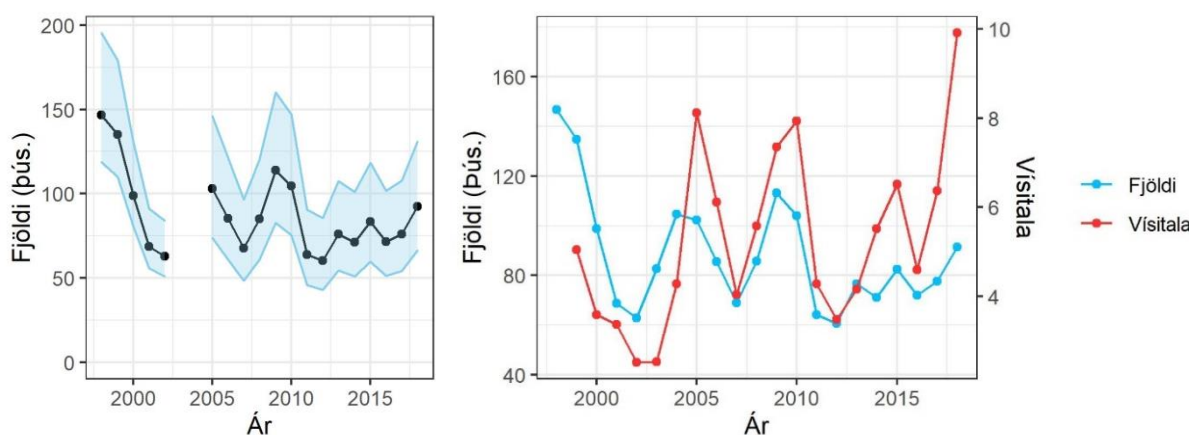


22. mynd: Fjöldi, veiðiafföll og náttúruleg afföll fullorðinna og ungra rjúpna á Norðausturlandi 1998-2018 metinn með líkani 4.



23. mynd: Fjöldi, veðiafföll og náttúruleg afföll fullorðinna og ungra rjúpna á Norðausturlandi 2005-2018 metinn með líkani 1.

Matið á heildarfjölda fugla fylgir sveiflum í stofnvísitölu en er hófstílltara (25. mynd). Frekar fáar leifar voru innan  $\pm 2$  staðalfrávika eða um 81% þegar allt tímabilið var með. Það merkir að mörg ár var líkanið talsvert frá þeirri aldursamsetningu sem gögnin sýndu (sjá Viðauka 3). Þegar aðeins voru notuð gögn frá 2005 voru einungis um 57% leifanna innan  $\pm 2$  staðalfrávika. Þar tókst ekki að fá mat á stuðla líkansins miðað við mismunandi afföllum eftir aldri og því var það líkan óásættanlegt.



24. mynd: Metinn heildarfjöldi rjúpna á Norðausturlandi með líkani 4 ásamt 95% öryggisbili fyrir 1998-2018.

25. mynd: Metinn heildarfjöldi rjúpna á Norðausturlandi samanborið við stofnvísitölu.

### 3.3.6 Austurland

Ekki voru til aldurgreiningar úr varpstofni frá Austurlandi en prófað var þess í stað að nota aldurgreiningar frá Suðvesturlandinu (19. tafla). Ekki er þó víst að þær endurspegli aldursdreifinguna á Austurlandi þar sem þessi landshluti var um margt sérstakur m.t.t. stofnbreytinga rjúpu.

19. tafla: Gögn sem notuð voru til að meta stofnstærð rjúpu fyrir Austurland, fjöldi ungfugla (a1h) og fullorðinna (a2h) sem var aldursgreindur úr afla, fjöldi veiddra rjúpna (h) og fjöldi veiðimanna (f) og fjöldi ungfugla (a1v) og fullorðinna fugla (a2v) aldursgreindur úr varpstofni á Suðvesturlandi.

Ár	a1h	a2h	h	f	a1v	a2v
1998	285	96	22.580	1.083		
1999	712	312	19.356	1.084		
2000	244	91	21.387	1.078		
2001	163	80	19.300	996		
2002	339	119	10.197	642		
2003			0	0		
2004			0	0		
2005	497	196	16.076	904	61	58
2006	571	219	15.422	947	48	32
2007	239	85	9.211	920	79	55
2008	310	111	10.805	955	75	55
2009	414	157	19.658	1.152	34	39
2010	499	216	17.296	1.160	53	48
2011	440	307	10.213	957	92	93
2012	355	129	10.787	965	95	102
2013	646	238	13.129	1.048	76	110
2014	260	140	8.021	835	85	88
2015	323	244	9.100	814	101	118
2016	256	125	7.698	783	112	99
2017	397	143	9.688	796	70	98
2018	428	155	10.309	807	75	145

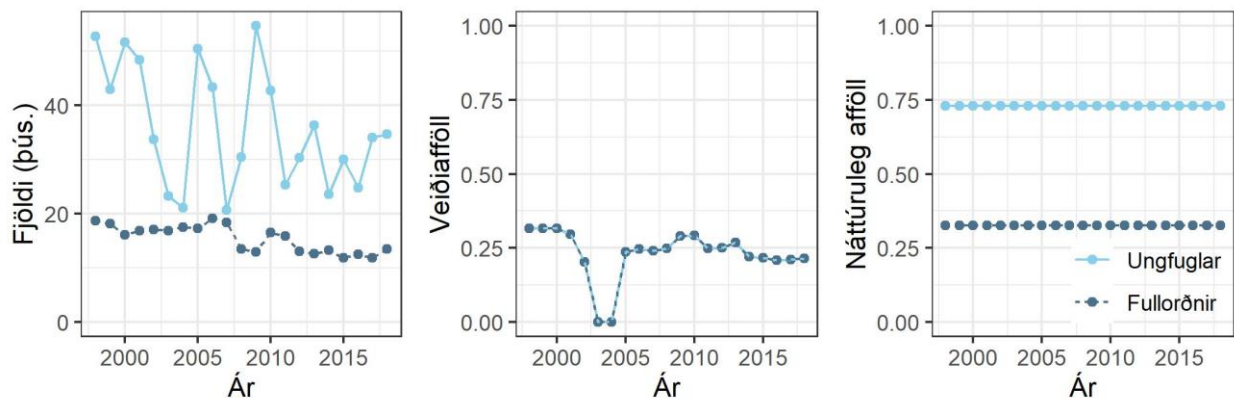
Ekki fékkst raunhæft mat á umframlifun fullorðinna rjúpna með líkönum án AV en matið endaði í endamörkum bilsins fyrir stuðulinn ( $S_x = 5$ ). Athyglisvert er að fyrir hina landshlutana endaði matið í hinum enda bilsins ( $S_x = 0$ ) þegar AV var ekki notað. Líkan 4 með AV, þar sem gert var ráð fyrir breytipunkti í veiðiafföllum reyndist passa betur við gögnin en líkön 1-3 með AV (20. tafla). Líkan 4 mat að stofninn hefði farið hæst í um 71.000 fugla árið 2005 en lægst í um 37.000 fugla og að veiðiafföllin hefðu lækkað úr 0,29 í 0,24 eftir friðun (20. tafla). Þegar eingöngu eru notuð gögn frá 2005 þá verður matið á veiðiafföllum hærra og stofnstærð lægra (21. tafla). Upphafsgildi fyrir hámarksferðina skiptu máli þegar kom að því að meta fjölda fugla friðunarárinn. Líklega er það vegna þess að það vantar veiðigögn þau ár. Þau höfðu þó engin áhrif á stofnmat önnur ár.

20. tafla: Niðurstöður stofnmats rjúpu fyrir Austurland með og án aldursgreininga úr varpstofni (AV). Metinn meðalfjöldi ( $N_{meðal}$ ), hámarksfjöldi ( $N_{hæst}$ ) og lágmarksfjöldi ( $N_{lægst}$ ) rjúpna yfir tímabilið 1998 til 2018. Metin meðalveiðiafföll eftir friðun ( $H_{ef}$ ), lifun ungfugla ( $S$ ) og umframlifun fullorðinna fugla ( $S_x$ ), lifun fullorðinna er  $S \cdot S_x$ . Akaike information criterion (AIC) byggir á sennileikaföllunum og er notað til að bera saman líkön, því lægra gildi því betur passar líkanið við gögnin. Athugið að líkön án AV er ekki hægt að bera saman með AIC við líkönin með AV.

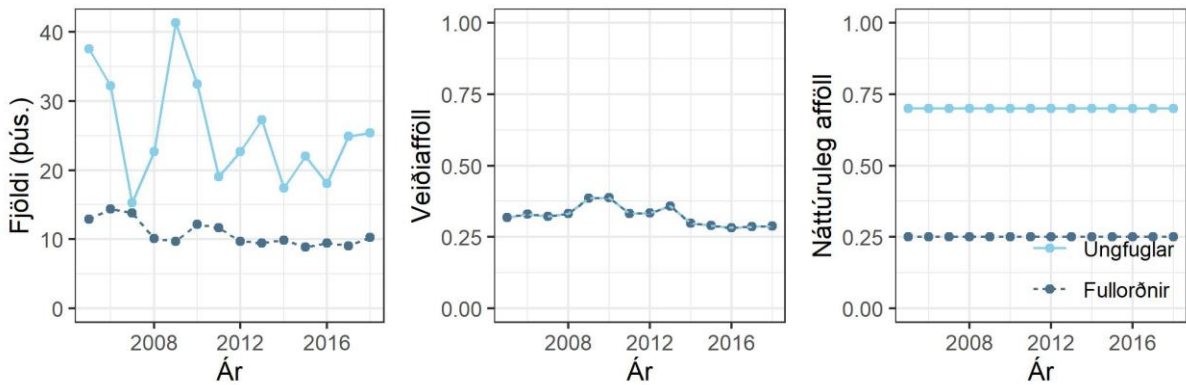
Líkan	AV	$N_{meðal}$	$N_{hæst}$	$N_{lægst}$	$H_{ff}$	$H_{ef}$	S	$S_x$	AIC
Líkan 1	nei	48.037	74.024	19.792	0,28	0,27	0,39	1	580,9
Líkan 2	nei	56.461	77.439	22.526	0,28	0,21	0,37	1	578,3
Líkan 3	nei	159.326	240.153	103.152	0,09	0,08	0,15	5	559,5
Líkan 4	nei	188.756	327.671	72.267	0,12	0,06	0,14	5	556,8
Líkan 1	já	23.165	37.166	11.114	0,56	0,55	0,73	1	1146,9
Líkan 2	já	25.364	36.643	10.836	0,57	0,48	0,64	1	1122,8
Líkan 3	já	49.314	75.630	30.692	0,27	0,26	0,27	2,5	779,0
Líkan 4	já	51.231	71.377	36.736	0,29	0,24	0,27	2,5	778,3

21 tafla: Niðurstöður stofnmats rjúpu fyrir Austurland með og án aldursgreininga úr varpstofni (AV). Metinn meðalfjöldi ( $N_{meðal}$ ), hámarksfjöldi ( $N_{hæst}$ ) og lágmarksfjöldi ( $N_{lægst}$ ) rjúpna yfir tímabilið 2005 til 2018. Metin meðalveiðiafföll eftir friðun ( $H_{ef}$ ), lifun ungfugla ( $S$ ) og umframlifun fullorðinna fugla ( $S_x$ ), lifun fullorðinna er  $S \cdot S_x$ . Akaike information criterion (AIC) byggir á sennileikaföllunum og er notað til að bera saman líkön, því lægra gildi því betur passar líkanið við gögnin. Athugið að líkön án AV er ekki hægt að bera saman með AIC við líkönin með AV.

Líkan	AV	$N_{meðal}$	$N_{hæst}$	$N_{lægst}$	$H_{ef}$	S	$S_x$	AIC
Líkan 1	nei	31.014	43.790	23.171	0,38	0,48	1	450,4
Líkan 3	nei	99.782	139.096	75.591	0,12	0,15	5,0	436
Líkan 1	já	20.352	29.703	14.857	0,58	0,81	1	981,1
Líkan 3	já	36.387	50.966	27.249	0,32	0,3	2,5	651,8

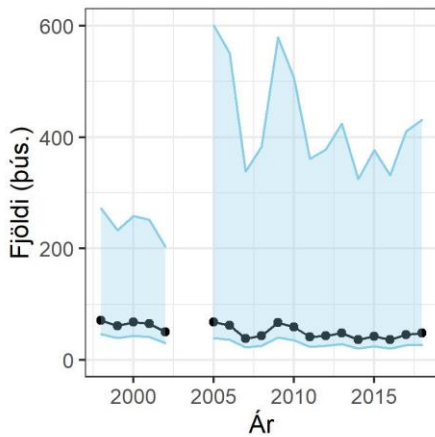


26. mynd: Fjöldi, veiðiafföll og náttúruleg afföll fullorðinna og ungra rjúpna á Austurlandi 1998-2018 metinn með líkani 2.

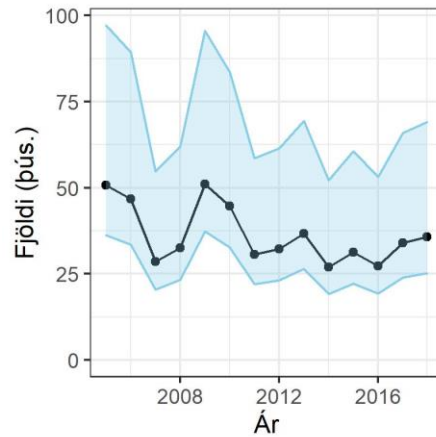


27. mynd: Fjöldi, veiðiáfföll og náttúruleg afföll fullorðinna og ungra rjúpna á Austurlandi 2005-2018 metinn með líkani 1.

Mjög mikil óvissa var í stofnstærðarmatinu þegar öll gögnin voru notuð og þá sérstaklega eftir friðun (28. mynd). Óvissan varð hins vegar mun minni þegar eingöngu voru notuð gögn frá og með 2005 en þá voru efri mörk öryggisbilsins um 1,9 sinnum hærra en punktmatid (29. mynd).

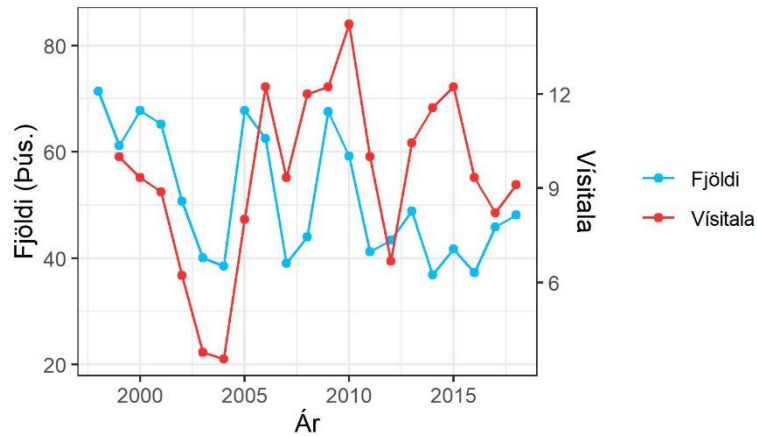


28. mynd: Metinn heildarfjöldi rjúpna á Austurlandi 1998-2018 ásamt 95% öryggisbili.



29. mynd: Metinn heildarfjöldi rjúpna á Austurlandi 2005-2018 ásamt 95% öryggisbili.

Metinn heildarfjöldi samkvæmt líkani 4 var borinn saman við stofnvísitölu frá Hrafnabjörgum á Austurlandi. Metin stofnstærð fylgir vísitölunni nokkuð vel nema fyrir toppinn 2015 (30. mynd). Líkanið náði aldursamsetningu í aflu nokkuð vel nema fyrir þrjú ár (2007, 2009 og 2015) en þá var leifin utan  $\pm 2$  staðalfrávik (sjá Viðauka 3).

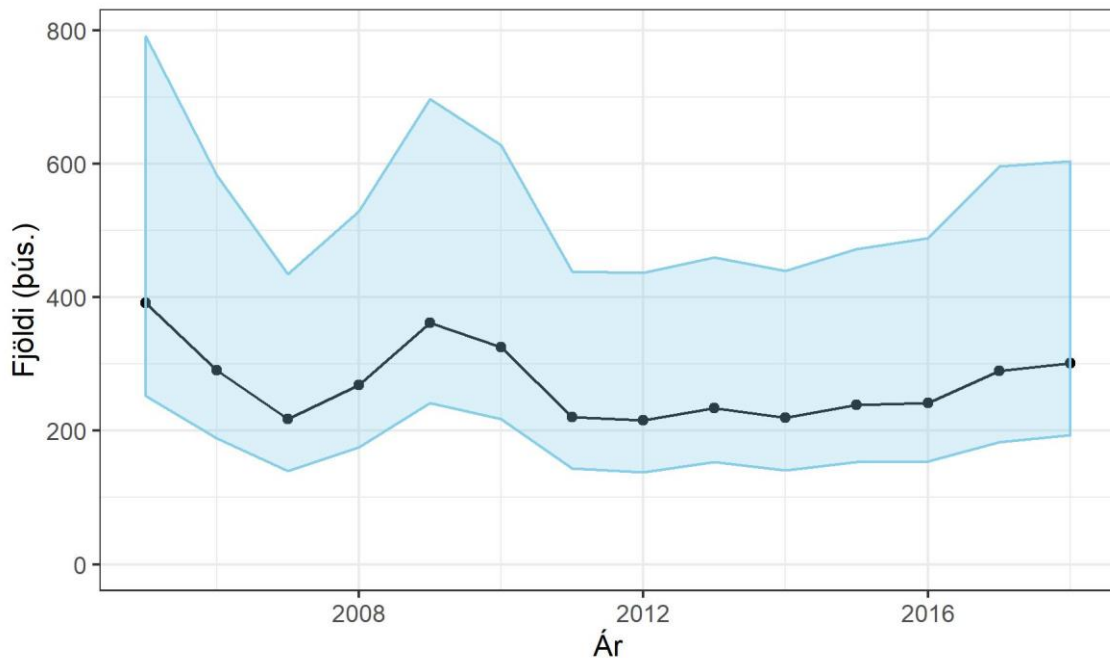


30. mynd: Metinn heildarfjöldi rjúpna á Austurlandi samanborið við stofnvísitölu (Hrafnabjörg).

### 3.3.7 Samlagningaraðferðin og samanburður landshluta

Stofnmat fyrir landshlutana sex var lagt saman til að fá heildarstofnstærð. Eingöngu voru notaðar niðurstöður fyrir útreikninga frá og með 2005. Það helgaðist af því að ekki var til stofnmat fyrir þann tíma á Suðurlandi. Þó var notast við niðurstöður frá Norðausturlandi sem fundnar voru með öllum gögnum 1998-2018 þar sem ekki tókst að fá mat á stuðla líkansins þegar eingöngu voru notuð gögn frá 2005. Fyrir Suðurland var aðeins hægt að meta neðri mörk óvissubilsins og fyrir efri mörkin var miðað við að þau væru þrisvar sinnum punktmatið.

Heildarfjöldinn fyrir allt landið var metinn vera hæstur um 391.000 fuglar árið 2005 (95% ÖB: 251.000-792.000), og lægstur um 216.000 fuglar árið 2012 (95% ÖB: 138.000-437.000) (31. mynd). Efri mörk öryggisbilsins voru um tvisvar sinnum hærri en punktmatið.



31. mynd: Metinn heildarfjöldi rjúpna á Íslandi 2005-2018 ásamt 95% öryggisbili. Byggt á niðurstöðum fyrir hvern landshluta.

Það er einnig áhugavert að bera saman niðurstöður frá líkönunum (veiðiafföll, náttúruleg lifun og stofnstærð) fyrir hvern landshluta en líkan 4 reyndist vera besta líkanið í öllum landshlutum þegar gögn frá 1998-2018 voru notuð (22. tafla). Þær niðurstöður sýna að veiðiafföll lækkuðu í kjölfar friðunar í öllum landshlutum nema á Vesturlandi (ekki var hægt að prófa þetta líkan fyrir Suðurland). Á Vesturlandi var  $c$  stuðullinn í fallinu fyrir veiðiafföllin metinn hærra eftir friðunina sem var öfugt við hina landshlutana sem bendir til þess að hver veiðimaður valdi meiri álagi en áður. Niðurstaðan varð hins vegar að veiðiafföllin sjálf hafa haldist nánast óbreytt á Vesturlandi. Veiðiafföllin voru metin lægst á Suðurlandi, Vestfjörðum og Norðausturlandi eftir friðun eða á bilinu 0,10-0,15 en hærra í öðrum landshlutum eða um 0,24-0,32.

Þá var náttúruleg lifun ungfugla metin á bilinu 0,19-0,31 og umframlifun fullorðinna á bilinu 2,3-2,7. Þegar skoðað er sambandið á milli lifunar og veiðiaffalla kemur í ljós að það virðist vera sterk fylgni á milli þessara tveggja stuðla. Því lægri sem lifunin er metin því lægri eru veiðiafföllin einnig metin. Þessi fylgni getur gert það að verkum að erfitt sé að fá mat á stuðla líkansins og að óvissa í matinu verði mikil.

Meðalfjöldi rjúpna var metinn hæstur á Norðausturlandi yfir tímabilið 1998-2018 en lægstur á Vesturlandi. Ekki var hægt að meta stofnstærðina fyrir þetta tímabil fyrir Suðurland en Suðurland var með hæsta meðalfjölda rjúpna fyrir tímabilið 2005-2018 að Norðausturlandinu undanskildu.

22. tafla: Samanteknar niðurstöður á lýðfræðilegum þáttum íslenska rjúpnastofnsins skipt eftir landshlutum 1998-2018.

Landshluti	Lokalfíkan	S	$S_x$	$H_{ff}$	$H_{ef}$	$N_{meðal}$
Suðurland	-					
Vesturland	Líkan 4	0,31	2,3	0,29	0,30	31.957
Vestfirðir	Líkan 4	0,2*	2,7	0,21	0,11	55.543
Norðvesturland	Líkan 4	0,28	2,3	0,33	0,25	45.536
Norðausturland	Líkan 4	0,19	2,7	0,35	0,15	88.359
Austurland	Líkan 4	0,27	2,5	0,29	0,24	51.231

23. tafla: Samanteknar niðurstöður á lýðfræðilegum þáttum íslenska rjúpnastofnsins skipt eftir landshlutum 2005-2018.

Landshluti	Lokalfíkan	S	$S_x$	$H_{ef}$	$N_{meðal}$
Suðurland	Líkan 3	0,21	2,8	0,12	47.346
Vesturland	Líkan 3	0,31	2,3	0,30	28.214
Vestfirðir	Líkan 3	0,2*	2,7	0,10	42.751
Norðvesturland	Líkan 3	0,29	2,3	0,25	35.736
Norðausturland	-				
Austurland	Líkan 3	0,30	2,5	0,32	36.387



### 3.4 Sameining landshluta - Heildaraðferðin

#### 3.4.1 Allt landið

Fjöldi veiddra rjúpna, og fjöldi aldursgreindra fugla í afla var lagður saman fyrir allt landið (Suðurland, Vesturland, Vestfirði, Norðvesturland, Norðausturland og Austurland). Þá var einnig lagður saman fjöldi aldursgreindra fugla úr varpstofni fyrir Suðvesturland og Norðausturland. Þá voru notaðar tölur um heildarfjölda veiðimanna (24. tafla).

24. tafla: Gögn sem notuð voru til að meta stofnstærð rjúpu fyrir allt landið: fjöldi ungfugla (a1h) og fullorðinna (a2h) sem var aldursgreindur úr afla, fjöldi veiddra rjúpna (h) og fjöldi veiðimanna (f) og samanlagður fjöldi ungfugla (a1v) og fullorðinna fugla (a2v) aldursgreindur úr varpstofni á Suðvesturlandi og Norðausturlandi.

Ár	h	f	a1h	a2h	a1v	a2v
1998	159.188	5.286	1.969	564	109	87
1999	153.263	5.200	2.061	886	79	72
2000	129.168	5.196	1.617	566	34	9
2001	101.466	4.899	966	365	21	14
2002	79.588	4.004	1.521	623	74	43
2003	0	0			98	55
2004	0	0			127	82
2005	80.432	5.105	3.313	1.385	137	112
2006	52.012	4.366	2.122	979	149	103
2007	34.969	3.904	1.714	605	193	110
2008	52.396	4.824	2.773	865	160	125
2009	89.612	6.048	4.183	1.424	215	124
2010	73.908	5.445	4.050	1.325	210	177
2011	42.215	4.608	1.876	942	253	255
2012	38.353	4.353	1.511	529	260	199
2013	45.183	4.660	2.562	791	282	233
2014	37.467	4.221	2.075	884	246	234
2015	37.033	3.582	1.807	758	234	275
2016	39.613	4.010	2.148	644	278	191
2017	51.058	4.397	2.725	827	278	219
2018	57.389	4.721	2.351	1.025	272	386

Ekki fékkst mat á stuðla líkans 3 og því var líkan 4 notað sem besta líkanið (25. tafla). Mat á veiðiafföllum var 0,08 fyrir friðun og 0,04 eftir friðun, mun lægra en fyrir hvern landshluta. Því er stofnstærðarmatið mun herra en þegar allir landshlutarnir voru lagðir saman.

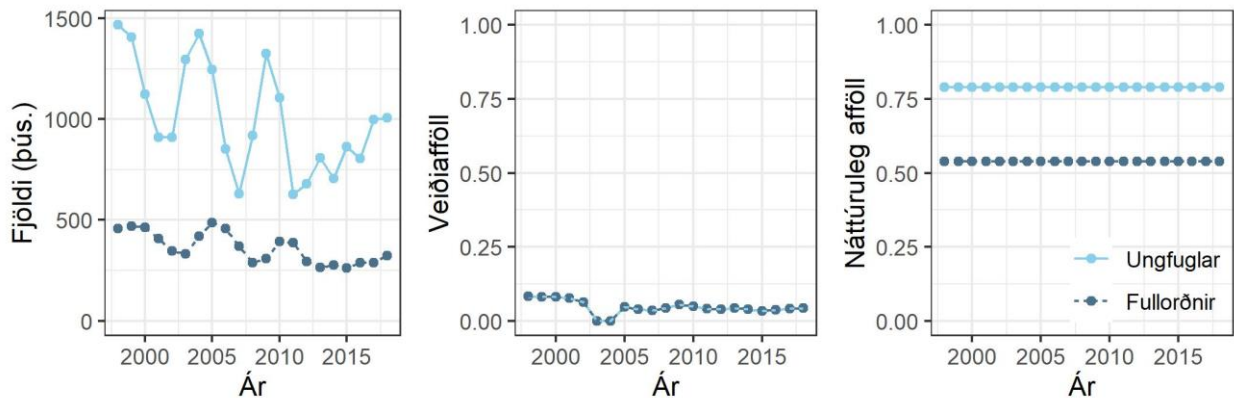
25. tafla: Niðurstöður stofnmats rjúpu fyrir allt landið með og án aldursgreininga úr varpstofni (AV). Metinn meðalfjöldi ( $N_{meðal}$ ), hámarksfjöldi ( $N_{hæst}$ ) og lágmarksfjöldi ( $N_{lægst}$ ) rjúpna yfir tímabilið 1998 til 2018. Metin meðalveiðiafföll eftir friðun ( $H_{ef}$ ), lifun ungfugla ( $S$ ) og umframlifun fullorðinna fugla ( $S_x$ ), lifun fullorðinna er  $S \cdot S_x$ . Akaike information criterion (AIC) byggir á sennileikaföllunum og er notað til að bera saman líkön, því lægra gildi því betur passar líkanið við gögnin. Athugið að líkön án AV er ekki hægt að bera saman með AIC við líkönin með AV.

Líkan	AV	$N_{meðal}$	$N_{hæst}$	$N_{lægst}$	$H_{ff}$	$H_{ef}$	$S$	$S_x$	AIC
Líkan 1	nei	995.754	1.994.210	579.183	0,07	0,07	0,28	1	943,8
Líkan 2	nei	1.075.411	2.001.114	651.414	0,07	0,06	0,28	1	945,6
Líkan 3	nei	419.787	843.810	228.648	0,19	0,18	0,43	0,0	875,6
Líkan 4	nei	1.045.029	10.133.262	215.746	0,19	0,19	0,44	0,0	876,7
Líkan 1	já	300.914	622.838	177.824	0,24	0,23	0,36	1	2.244,4
Líkan 2	já	281.716	535.631	177.044	0,28	0,23	0,37	1	2.236,6
Líkan 3 <sup>‡</sup>	já								
Líkan 4	já	1.371.185	1.929.974	97.8026	0,08	0,04	0,21	2,2	1.395,0

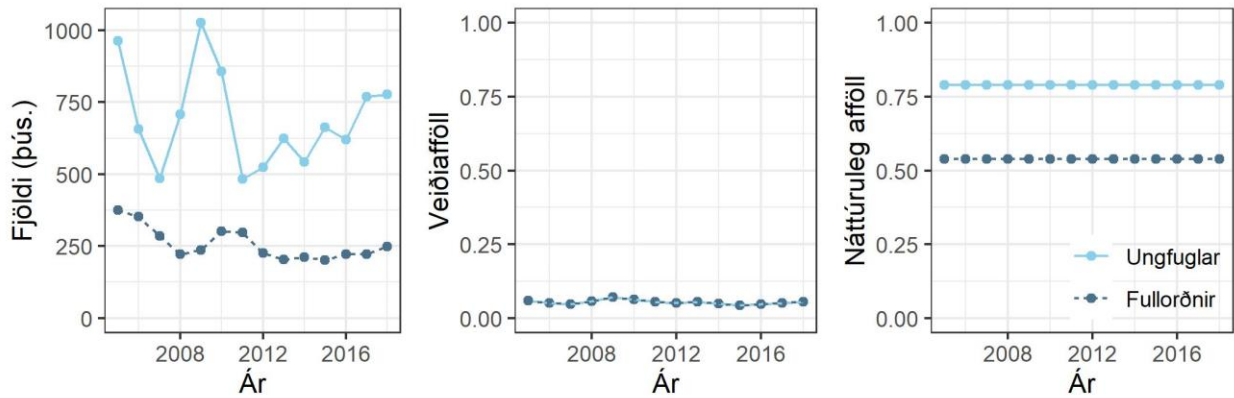
<sup>‡</sup>Ekki tókst að fá mat á stuðla líkansins (engin samleitni).

26. tafla: Niðurstöður stofnmats rjúpu fyrir allt landið með og án aldursgreininga úr varpstofni (AV). Metinn meðalfjöldi ( $N_{meðal}$ ), hámarksfjöldi ( $N_{hæst}$ ) og lágmarksfjöldi ( $N_{lægst}$ ) rjúpna yfir tímabilið 2005 til 2018. Metin meðalveiðiafföll eftir friðun ( $H_{ef}$ ), lifun ungfugla ( $S$ ) og umframlifun fullorðinna fugla ( $S_x$ ), lifun fullorðinna er  $S \cdot S_x$ . Akaike information criterion (AIC) byggir á sennileikaföllunum og er notað til að bera saman líkön, því lægra gildi því betur passar líkanið við gögnin. Athugið að líkön án AV er ekki hægt að bera saman með AIC við líkönin með AV.

Líkan	av	$N_{meðal}$	$N_{hæst}$	$N_{lægst}$	$H_{ef}$	$S$	$S_x$	AIC
Líkan 1	nei	1.525.917	2.151.318	1.202.645	0,03	0,27	1	768
Líkan 3	nei	391.386	555.570	306.517	0,13	0,41	0,0	721
Líkan 1	já	252.588	358.841	197.820	0,2	0,36	1	1.944,2
Líkan 3	já	954.549	1.343.576	754.234	0,05	0,21	2,2	1.151,1

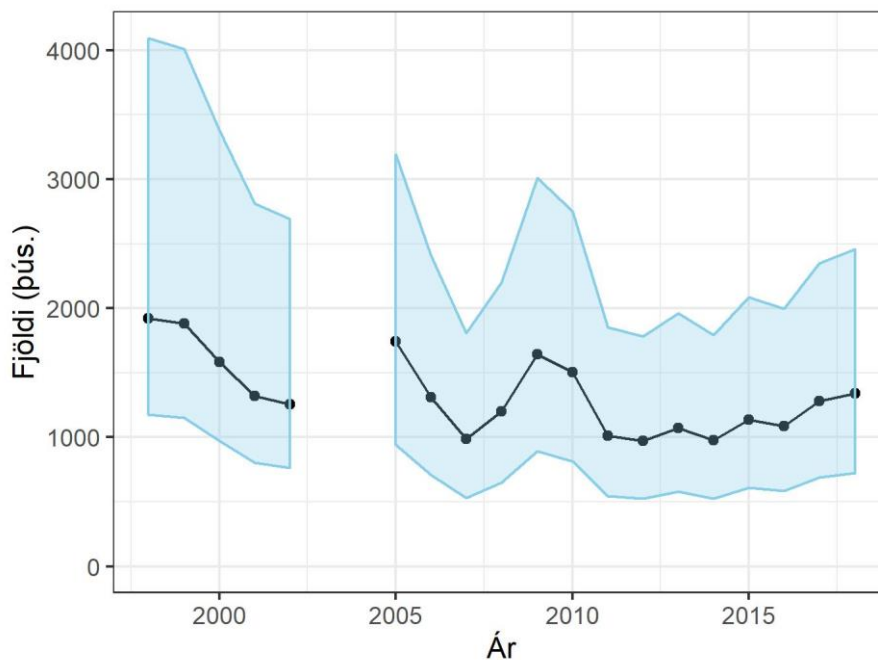


32. mynd: Fjöldi, veiðiafföll og náttúruleg afföll fullorðinna og ungra rjúpna fyrir allt landið 1998-2018 metið með líkani 4.



33. mynd: Fjöldi, veðiafföll og náttúruleg afföll fullorðinna og ungra rjúpna fyrir allt landið 2005-2018 metið með líkani 3.

Hægt var að fá mat á óvissu þegar gögn frá 1998-2018 voru notuð og þar voru efri mörk öryggisbilsins um tvöfalt punktmatið (34. mynd). Það tókst hins vegar ekki að fá óvissumat þegar eingöngu voru notuð gögn frá 2005-2018. Þegar litið var á leifarnar kom í ljós að einungis 67% þeirra voru innan  $\pm 2$  staðalfrávika fyrir 1999-2018 og 58% fyrir 2005-2018. Miðað er við að 95% leifanna eigi að vera innan  $\pm 2$  staðalfrávika (sjá viðauka 4). Það er því ljóst að líkanið er mjög langt frá því að ná aldursamsetningunni í aflu og því eru niðurstöður líkansins fyrir sameinuð gögn ekki áreiðanlegar.



34. mynd: Metinn heildarfjöldi rjúpna fyrir allt landið 1998-2018 ásamt 95% öryggisbili.

Aldursgreiningar úr aflu eru ekki valdar af handahófi yfir allt landið og því geta niðurstöðurnar orðið bjagaðar þegar gögn eru lögð saman ef aldurshlutföll eru mismunandi eftir landshlutum. Endurvalstílaunir sýna að svo sé í þessu tilfelli (sjá nánar í viðauka 2). Ef aldursgreiningar úr aflu eru valdnar í hlutfallslegu samhengi við stofnstærð fæst önnur mynd sem líkist mun meira niðurstöðunni frá samlagningaraðferðinni (3.3.7 kafli). Það er því ekki ráðlagt að nota þessa aðferð nema hlutföll á milli landshluta séu sambærileg en Norðausturland reyndist vera með herra hlutfall ungfugla en aðrir landshlutar.

### 3.4.2 Suðurland, Vesturland, Vestfirðir og Norðvesturland

Fjöldi veiddra rjúpna, fjöldi veiðimanna og fjöldi aldursgreindra fugla í afla var lagður saman fyrir Suðurland, Vesturland, Vestfirði og Norðvesturland (27.tafla). Þessir fjórir landshlutar voru sameinaðir þar sem stofnsveiflan og unghlutfall í afla var svipað. Hér geta veiðimenn verið tvítaldir því sumir veiðimenn veiða í fleiri en einum landshluta. Einungis eru til aldursgögn fyrir Suðvesturland og var prófað að meta stofnstærð með og án þeirra gagna. Ekki voru til aldursgreiningar úr afla fyrir öll árin fyrir friðun frá Suðurlandinu.

27. tafla: Gögn sem notuð voru til að meta stofnstærð rjúpu fyrir sameinað Suðurland, Vesturland, Vestfirði og Norðvesturland: fjöldi ungfugla (a1h) og fullorðinna (a2h) sem var aldursgreindur úr afla, fjöldi veiddra rjúpna (h) og fjöldi veiðimanna (f) og fjöldi ungfugla (a1v) og fullorðinna fugla (a2v) aldursgreindur úr varpstofni á Suðvesturlandi.

Ár	h	f	a1h	a2h	a1v	a2v
1998	88339	4221	825	255		
1999	85564	3573	949	465		
2000	71578	3970	1028	414		
2001	57930	3627	483	203		
2002	49197	3126	850	405		
2003	0	0				
2004	0	0				
2005	49676	4062	1957	855	61	58
2006	25248	3124	953	610	48	32
2007	17351	2629	850	329	79	55
2008	28511	3582	1646	554	75	55
2009	48060	4656	2235	803	34	39
2010	38130	4033	1908	686	53	48
2011	22144	3130	920	428	92	93
2012	19985	3077	683	259	95	102
2013	20459	3181	834	338	76	110
2014	19300	3020	809	391	85	88
2015	16403	2389	689	281	101	118
2016	21781	2832	1114	312	112	99
2017	31081	3367	1463	540	70	98
2018	33356	3714	1122	599	75	145

Gerðar voru fjórar útfærslur af stofnlíkaninu með og án AV (28. tafla). Það tókst að meta alla stuðla nema  $S_x$  án AV þar sem matið endaði í endamörkum bilsins fyrir stuðullinn sem var 0. Þegar aldursgreiningarnar eru hafðar með var matið hins vegar 2,4 sem segir að lifun fullorðinna sé 2,4 sinnum hærra en lifun ungfugla. Líkön án aldursgreininga gefa ekki raunhæfa mynd af stofninum, líkön 1 og 2 gera ráð fyrir að lifun fullorðinna fugla og ungfugla sé sú sama en vitað er að svo er ekki út frá mælingum á aldurshlutföllum síðsumars, úr afla og úr varpstofni. Þá var mat á  $S_x$  ekki raunhæft fyrir líkön 3 og 4 án AV. Líkanið sem passaði best við gögnin var líkan 3 með AV, en líkan 4 með breytipunkti fyrir veiðiafföll reyndist ekki útskýra gögnin betur. Veiðiafföllin voru metin frekar lág eða 0,07 fyrir friðun og 0,06 eftir friðun. Þá var stofnstærðin metin vera frá um 400 þúsund fuglum upp í 1,3 milljón fugla yfir tímabilið 1998-2018 (35. mynd).

Ekki varð mikil breyting á stofnmatinu við að nota eingöngu gögn frá 2005-2018 (29. tafla). Á því tímabili var heildarfjöldi fugla metinn um 800 þúsund og veiðiafföllin um 0,05. Veiðiafföllin voru metin talsvert lægri fyrir sameinuðu gögnin en hvern landshluta fyrir sig. Af þessum fjórum landshlutum voru veiðiafföllin metin lægst á Suðurlandi eða um 0,12 en í hinum landshlutunum voru þau frá 0,25.

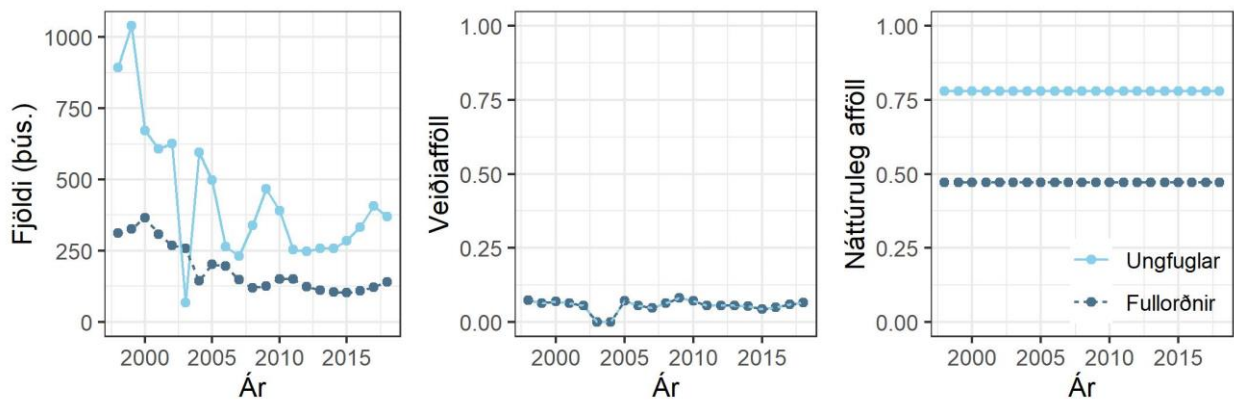
Skýringin gæti verið sú að hlutfallsleg skipting gagna milli landshluta sé ekki raunhæf og niðurstöðurnar gefi því bjagaða mynd eins og sýnt er að geti gerst í viðauka 2.

28. tafla: Niðurstöður stofnmats rjúpu fyrir sameinað Suðurland, Vesturland, Vestfirði og Norðvesturland með og án aldursgreininga úr varpstofni (AV). Metinn meðalfjöldi ( $N_{meðal}$ ), hámarksfjöldi ( $N_{hæst}$ ) og lágmarksfjöldi ( $N_{lægst}$ ) rjúpa yfir tímabilið 1998 til 2018. Metin meðalveiðiafföll eftir friðun ( $H_{ef}$ ), lifun ungfugla ( $S$ ) og umframlifun fullorðinna fugla ( $S_x$ ), lifun fullorðinna er  $S^*S_x$ . Akaike information criterion (AIC) byggir á sennileikaföllunum og er notað til að bera saman líkön, því lægra gildi því betur passar líkanið við gögnin. Athugið að líkön án AV er ekki hægt að bera saman með AIC við líkönin með AV.

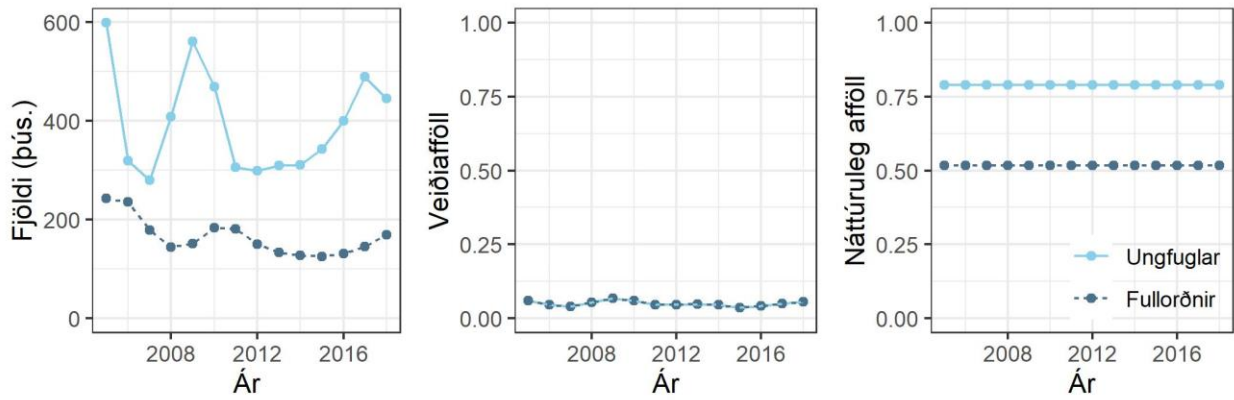
Líkan	AV	$N_{meðal}$	$N_{hæst}$	$N_{lægst}$	$H_{ff}$	$H_{ef}$	S	$S_x$	AIC
Líkan 1	nei	769.049	1.644.423	437.955	0,05	0,05	0,3	1	706
Líkan 2	nei	727.971	1.654.007	402.544	0,05	0,05	0,3	1	707,9
Líkan 3	nei	257.143	552.958	146.379	0,16	0,14	0,46	0,0	634,6
Líkan 4	nei	933.493	9.950.047	132.685	0,14	0,16	0,47	0,0	634,3
Líkan 1	já	145.292	326.423	67.422	0,27	0,25	0,4	1	1324,8
Líkan 2	já	155.904	321.335	94.961	0,27	0,22	0,39	1	1323,9
Líkan 3	já	610.754	1.341.295	356.802	0,07	0,06	0,22	2,4	962,8
Líkan 4	já	657.822	1.349.711	392.868	0,07	0,05	0,21	2,4	964,7

29. tafla: Niðurstöður stofnmats rjúpu fyrir sameinað Suðurland, Vesturland, Vestfirði og Norðvesturland með og án aldursgreininga úr varpstofni (AV). Metinn meðalfjöldi ( $N_{meðal}$ ), hámarksfjöldi ( $N_{hæst}$ ) og lágmarksfjöldi ( $N_{lægst}$ ) rjúpa yfir tímabilið 2005 til 2018. Metin meðalveiðiafföll eftir friðun ( $H_{ef}$ ), lifun ungfugla ( $S$ ) og umframlifun fullorðinna fugla ( $S_x$ ), lifun fullorðinna er  $S^*S_x$ . Akaike information criterion (AIC) byggir á sennileikaföllunum og er notað til að bera saman líkön, því lægra gildi því betur passar líkanið við gögnin. Athugið að líkön án AV er ekki hægt að bera saman með AIC við líkönin með AV.

Líkan	AV	$N_{meðal}$	$N_{hæst}$	$N_{lægst}$	$H_{ef}$	S	$S_x$	AIC
Líkan 1	nei	694.038	1.045.724	543.082	0,04	0,29	1	486,2
Líkan 3	nei	156.229	238.919	121.446	0,19	0,48	0,0	430,6
Líkan 1	já	120.371	184.699	93.079	0,24	0,39	1	1.102,5
Líkan 3	já	554.558	834.190	433.774	0,05	0,21	2,3	748,2



35. mynd: Fjöldi, veiðiafföll og náttúruleg afföll fullorðinna og ungra rjúpa fyrir sameinað Suðurland, Vesturland, Vestfirði og Norðvesturland 1998 til 2018 metinn með líkani 3.



36. mynd: Fjöldi, veiðiafföll og náttúruleg afföll fullorðinna og ungra rjúpna fyrir sameinað Suðurland, Vesturland, Vestfirði og Norðvesturland 2005 til 2018 metinn með líkani 3.

Ekki var hægt að fá mat á óvissuna í stofnmatinu þar sem stuðullinn  $c$  í fallinu fyrir veiðiafföllin fór út í endamörk bilsins. Það er hins vegar hægt að skoða hversu vel líkanið nær að spá fyrir um aldurssamsetninguna í aflanum með því að skoða leifaritin (sjá viðauka 4). Einungis um 71% leifanna voru innan  $\pm 2$  staðalfrávika fyrir 1999-2018 og 64% fyrir 2005-2018. Líkanið nær því ekki aldurssamsetningunni vel og talsvert verra en til tókst fyrir hvern landshluta.

### 3.4.3 Vesturland, Vestfirðir og Norðvesturland

Gögn fyrir Vesturland, Vestfirði og Norðvesturland voru sameinuð en gögnum frá Suðurlandinu sleppt. Suðurlandið skar sig aðeins úr, aldurshlutföll úr afla hafa til að mynda verið aðeins hærra þar en á Vestur- og Norðurlandi.

30. tafla: Gögn sem notuð voru til að meta stofnstærð rjúpu fyrir sameinað Vesturland, Vestfirði og Norvesturland: fjöldi ungfugla (a1h) og fullorðinna (a2h) sem var aldursgreindur úr afla, fjöldi veiddra rjúpna (h) og fjöldi veiðimanna (f) og fjöldi ungfugla (a1v) og fullorðinna fugla (a2v) aldursgreindur úr varpstofni á Suðvesturlandi.

Ár	h	f	a1h	a2h	a1v	a2v
1998	73.795	3.186	674	224		
1999	73.226	2.682	947	461		
2000	61.734	3.086	997	410		
2001	51.341	2.890	483	203		
2002	43.313	2.522	838	403		
2003	0	0				
2004	0	0				
2005	39.281	3.024	1.482	719	61	58
2006	20.136	2.295	677	468	48	32
2007	13.637	1.911	744	289	79	55
2008	22.631	2.588	1.415	484	75	55
2009	38.907	3.383	1.996	743	34	39
2010	32.732	3.101	1.715	603	53	48
2011	18.842	2.473	854	392	92	93
2012	15.736	2.279	543	213	95	102
2013	16.858	2.438	773	316	76	110
2014	14.851	2.192	672	336	85	88
2015	12.805	1.760	572	221	101	118
2016	16.976	2.046	951	273	112	99
2017	23.544	2.389	1.136	417	70	98
2018	25.120	2.61,	914	488	75	145

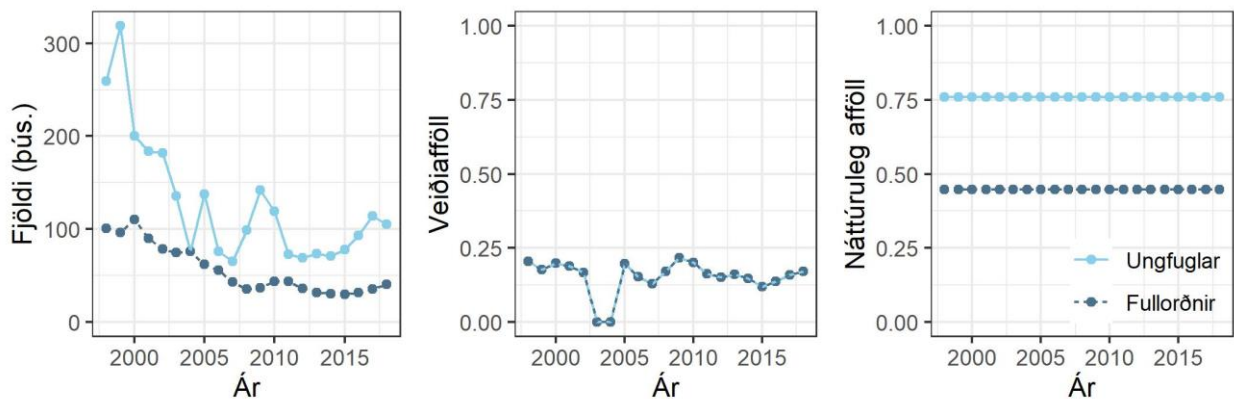
Stofnmatið breyttist mikið við það að fjarlægja mælingar frá Suðurlandi. Veiðiafföll hækkuðu úr 0,05 í 0,18 þegar gögn frá 2005-2018 voru notuð og þar af leiðandi lækkaði metin stofnstærð frá að meðaltali um 500 þúsund fuglum í um 130 þúsund fugla (29. og 32. tafla). Samsvarandi breytingar urðu þegar gögn frá öllu tímabilinu voru notuð. Þrátt fyrir þessa hækkun á veiðiafföllum þá eru þau enn talsvert lægri en þegar líkan var gert fyrir hvern landshluta fyrir sig.

31. tafla: Niðurstöður stofnmats rjúpu fyrir sameinað Vesturland, Vestfirði og Norðvesturland með og án aldursgreininga úr varpstofni (AV). Metinn meðalfjöldi ( $N_{meðal}$ ), hámarksfjöldi ( $N_{hæst}$ ) og lágmarksfjöldi ( $N_{lægst}$ ) rjúpna yfir tímabilið 1998 til 2018. Metin meðalveiðiafföll eftir friðun ( $H_{ef}$ ), lifun ungfugla ( $S$ ) og umframlifun fullorðinna fugla ( $S_x$ ), lifun fullorðinna er  $S \cdot S_x$ . Akaike information criterion (AIC) byggir á sennileikaföllumum og er notað til að bera saman líkön, því lægra gildi því betur passar líkanið við gögnin. Athugið að líkön án AV er ekki hægt að bera saman með AIC við líkönin með AV.

Líkan	AV	$N_{meðal}$	$N_{hæst}$	$N_{lægst}$	$H_{ff}$	$H_{ef}$	S	$S_x$	AIC
Líkan 1	nei	221.799	492.734	120.695	0,16	0,14	0,33	1	702,7
Líkan 2	nei	211.424	485.025	112.214	0,16	0,15	0,33	1	704,5
Líkan 3	nei	195.375	669.387	87.769	0,22	0,19	0,5	0,0	646,0
Líkan 4	nei	864.669	10.057.944	80.567	0,21	0,2	0,51	0,0	646,5
Líkan 1	já	87.919	205.963	41.542	0,37	0,33	0,46	1	1.287,1
Líkan 2	já	94.056	208.347	53.085	0,37	0,31	0,45	1	1.287,5
Líkan 3	já	181.668	415.268	101.399	0,19	0,16	0,24	2,3	939,6
Líkan 4	já	177.246	408.064	96.529	0,19	0,17	0,25	2,3	941,5

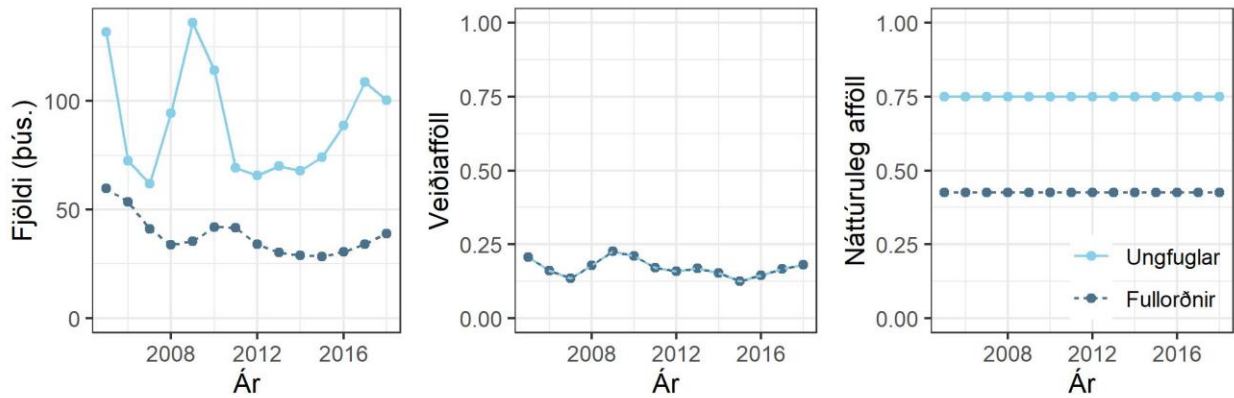
32. tafla: Niðurstöður stofnmats rjúpu fyrir sameinað Vesturland, Vestfirði og Norðvesturland með og án aldursgreininga úr varpstofni (AV). Metinn meðalfjöldi ( $N_{meðal}$ ), hámarksfjöldi ( $N_{hæst}$ ) og lágmarksfjöldi ( $N_{lægst}$ ) rjúpna yfir tímabilið 2005 til 2018. Metin meðalveiðiafföll eftir friðun ( $H_{ef}$ ), lifun ungfugla ( $S$ ) og umframlifun fullorðinna fugla ( $S_x$ ), lifun fullorðinna er  $S \cdot S_x$ . Akaike information criterion (AIC) byggir á sennileikaföllumum og er notað til að bera saman líkön, því lægra gildi því betur passar líkanið við gögnin. Athugið að líkön án AV er ekki hægt að bera saman með AIC við líkönin með AV.

Líkan	AV	$N_{meðal}$	$N_{hæst}$	$N_{lægst}$	$H_{ef}$	S	$S_x$	AIC
Líkan 1	nei	150.985	226.450	114.846	0,15	0,33	1	473,9
Líkan 3	nei	92.622	140.522	70.112	0,25	0,53	0	424,6
Líkan 1	já	68.622	104.893	51.510	0,33	0,45	1	1056,2
Líkan 3	já	127.649	191.447	96.932	0,18	0,25	2,3	722,5



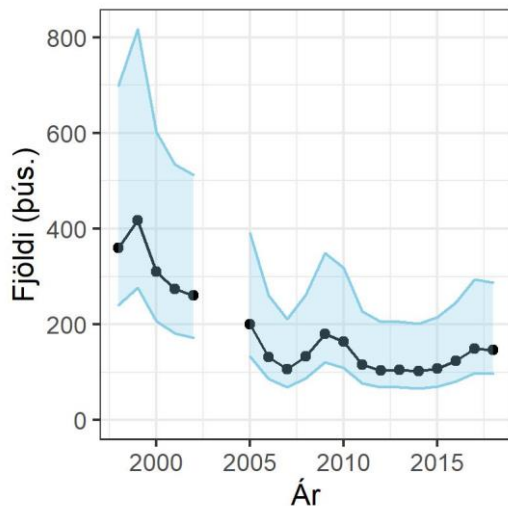
37. mynd: Fjöldi, veiðiafföll og náttúruleg afföll fullorðinna og ungra rjúpna fyrir sameinað Vesturland, Vestfirði og Norðvesturland 1998-2018 metinn með líkani 3.



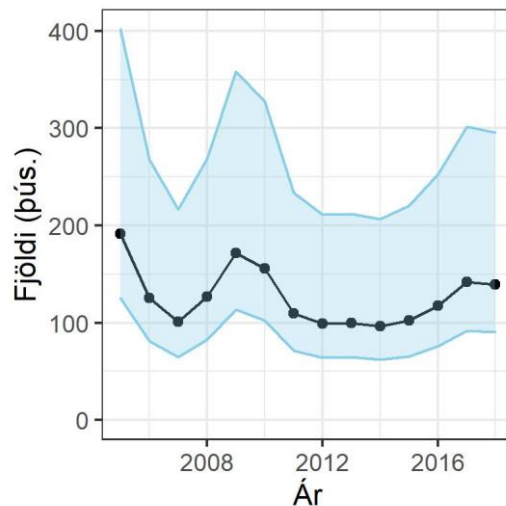


38. mynd: Fjöldi, veiðiafföll og náttúruleg afföll fullorðinna og ungra rjúpna fyrir sameinað Vesturland, Vestfirði og Norðvesturland 2005-2018 metinn með líkani 3.

Öryggisbilið var svipað og hjá einstökum landshlutum, efri mörkin voru um tvisvar sinnum hærri en punktmatíð (39. og 40. mynd). Hins vegar náði líkanið ekki að líkja eins vel eftir aldussamsetningunni þar sem eingöngu 71% leifa voru innan  $\pm 2$  staðalfrávika (sjá viðauka 4).



39. mynd: Heildarfjöldi rjúpna fyrir sameinað Vesturland, Vestfirði og Norðvesturland 1998-2018 ásamt 95% öryggisbili metinn með líkani 3.



40. mynd: Heildarfjöldi rjúpna fyrir sameinað Vesturland, Vestfirði og Norðvesturland 2005-2018 ásamt 95% öryggisbili metinn með líkani 3.

## 4 Umræður

### 4.1 Samanburður á milli samlagningar- og heildaraðferðar

Notaðar voru tvær aðferðir til að meta stofnstærð fyrir allt landið, annars vegar að leggja saman niðurstöður stofnlíkana fyrir hvern landsluta (samlagningaraðferðin) og hins vegar að nota sameinaða gagnasafnið og gera síðan stofnlíkan (heildaraðferðin). Þetta reyndist gefa gerólíkar niðurstöður. Meðalfjöldinn frá 2005-2018 var 3,5 sinnum hærri með heildaraðferðinni samanborið við samlagningaraðferðina. Niðurstöður fyrir sameinað Suðurland, Vesturland, Vestfirði og Norðvesturland voru sambærileg við heildaraðferðina fyrir allt landið. Þar voru veiðiafföllin metin lægri og stofnstærð hærri en niðurstöður fyrir hvern landsluta gáfu til kynna. Þegar Suðurlandið var tekið út þá hækkuðu veiðiafföllin en voru samt sem áður lægri en matið fyrir landslutana. Hafa ber í huga að aldursgögnum úr veiði er ekki safnað af handahófi fyrir allt landið heldur ræðst þessi gagnasöfnun af áhuga veiðimanna í að taka þátt og senda inn sýni og sá áhugi er mismikill eftir landslutum. Þetta getur

leitt af sér bjagaða niðurstöðu eins og sýnt er fram á í Viðauka 2. Þar kemur fram að mikilvægt er að safnað sé hlutfallslega úr landshlutunum miðað við raunverulega stofnstærð þegar aldurhlutföll eru ólík á milli svæða. Hins vegar er ógerningur að framkvæma það þar sem raunveruleg stofnstærð er ekki vituð aðeins metin eftir á.

Líkönin fyrir landshlutana sýndu sambærilegar niðurstöður á lifun og líkönin fyrir sameinuð gögn og var hún á bilinu 0,19 - 0,31 fyrir ungfugla og 0,51-0,75 fyrir fullorðna fugla fyrir landshluta líkönin. Lifun fullorðinna fugla var aðeins lægri fyrir sameinað Suðurland, Vesturland, Vestfirði og Norðvesturland og allt landið þar sem hún var 0,48 og 0,46. veiðiafföllin voru metin lág á Suðurlandi og Vestfjörðum ( $H=0,12$  og  $H=0,11$ ) en hæst á Austurlandi ( $H=0,32$ ) og Vesturlandi ( $H=0,30$ ). Þetta er í engu samræmi við það sem líkönin fyrir sameinuð gögn sýndu þar sem veiðiafföllin voru metin vera  $H=0,05$ . Þó var matið á veiðiafföllum og stofnstærð frá líkaninu fyrir sameinað Vesturland, Vestfirði og Norðvesturland ekki langt frá því sem matið var fyrir landshlutana.

Það er áhugavert að skoða leifaritin í þessum samanburði en líkönin náðu mun betur að meta aldurssamsetninguna í aflanum þegar hver landshluti var tekin sér heldur en þegar gögnin voru sameinuð fyrirfram. Það bendir til þess að líkönin fyrir hvern landshluta séu raunhæfari en líkönin fyrir sameinuð gögn. Það er því ekki hægt að mæla með því að sameina gögnin fyrir allt landið og gera svo eitt stofnlíkan sem metur afföll og stofnstærð.

## 4.2 Mat á stuðlum líkansins og óvissa

Eins og fram kemur í þessari skýrslu þá fékkst ekki alltaf mat á stuðla líkansins. Það getur gerst þegar sennileikafallið er mjög flatt eða þegar fylgni er á milli stuðla líkansins þá getur í sumum tilfellum ekki fengist neitt mat á stuðlana (verður ekki samleitni) eða matið verður bjagað og/eða háð mikilli óvissu. Upphafsgildi stuðlana í matsferlinu (hámarksáferðinni) geta einnig haft áhrif á það hvort eða hvaða niðurstaða fæst og í sumum tilfellum geta fjögur ólík upphafsgildi gefið mismunandi niðurstöður: 1) matið endar í endamörkum fyrir stuðla líkansins, 2) ekki fæst samleitni, 3) matið endar í staðbundnu hámarki og því endurspeglar það ekki gögnin eins og það ætti að gera, 4) matið endar í hámarkinu og matið á stuðlunum endurspeglar gögnin. Því er gott að prófa nokkur upphafsgildi og ef þau gefa öll sömu niðurstöðu þá er líklegt að hámarkið sé fundið.

Mikill breytileiki í gögnunum getur líka leitt til þess að líkanið verður óstöðugt. Broms (2008) fékk mat á stuðla hliðstæðs líkans fyrir annars vegar tregadúfu (*Zenaida macroura*) og hins vegar fasanorra (*Centrocercus urophasianus*) með því að bæta við gögnum úr radíómerkingum þar sem fram kom fjöldi merka fugla og fjöldi af merktum fuglum sem voru veiddir. Nýju sennileikafalli er bætt við líkanið þegar radíómerkingar eru notaðar og þá er búið að bæta við óháðum gögnum sem hægt er að nota til að meta stuðulinn í veiðiafföllum. Á sama máta þá hefur vinna við þessa skýrslu sýnt að það fæst frekar mat á stuðla líkansins ef aldursgreiningar að vori eru hafðar með. Reyndar fékkst aldrei raunhæft mat á umframlifun fullorðinna ( $S_x$ ) ef einungis voru notuð gögn úr veiðinni.

Þá var mikill munur á stofnstærðarmatinu á milli líkana fyrir sömu gögn og gat líkan þar sem gert var ráð fyrir jafnri lifun ungfugla og fullorðinna fugla gefið allt að sex sinnum hærra stofnstærðarmat. Ekki voru leifarit skoðuð fyrir öll líkönin en líkan 1 fyrir Norðausturland þar sem gert var ráð fyrir jafnri lifun sýndi að líkanið var langt frá því að ná aldurssamsetningu stofnsins. Broms (2008) prófaði mismunandi líkön fyrir tregadúfu og var talsverður munur á metinni stofnstærð eftir líkönum og var mismunurinn allt að þrefaldur.

Nokkuð mikil óvissa var í stofnstærðarmatinu þar sem efri mörk 95% öryggisbilsins voru um 2-3 sinnum hærri en punktmatið. Hermun sem Broms (2008) framkvæmdi sýndi að líkan af þessari gerð, án radíómerkinga, gefur einungis áreiðanlegt stofnstærðarmat ef veiðiafföll eru á bilinu 0,2-0,5 en veiðiafföllin voru metin vera á bilinu 0,10-0,35 fyrir landshlutana sex og því er það á mörkunum að þessi aðferð sé ákjósanleg til að meta stofnstærð rjúpunnar nema að bæta við gögnum frá radíómerkingum.

Hermitilraunir hafa sýnt að með því að nota gögn úr radiómerkingum þá er hægt að fá nákvæmara mat á stofnstærð (Broms, 2008; Berg o.fl., 2017). Þá sýndi Broms (2008) að stofnstærðarmatið var óbjagað ef gögn með radiómerkingum voru höfð með, óháð veiðiafföllunum. Berg o.fl. (2017) mæla með því að nota radiómerkingar, þau segja reyndar að niðurstöðurnar séu óbjagaðar án radiómerkinga en að þær geti verið mjög ónákvæmar og því beri að nota þær með varúð. Þetta er ekki í samræmi við niðurstöður Broms (2008) sem sýndi að mat á stofnstærð án radiómerkinga gat verið bjagað. Broms (2008) og Berg o.fl. (2017) voru að rannsaka ólíkar tegundir, Broms (2008) tiltölulega skammlífar fuglategundir þar sem greint var á milli tveggja aldurshópa á meðan Berg o.fl. (2017) skoðuðu marðartegund *Martes americana* tiltölulega langlíf dýr og þar sem hægt er að greina dýrin til raunverulegs aldurs, þessi atriði gætu skýrt mun á niðurstöðum þeirra. Berg o.fl. (2017) hvetja til þess að notuð sé gögn úr radiómerkingarannsóknum þar sem bæði er hægt að meta náttúruleg afföll og veiðiafföll. Niðurstöður þeirra sýna að stofnmat verður öruggara með því að hafa tvö ár af gögnum úr radiómerkingum. Það er þó háð stofnum hversu mikil þessi bæting verður en Berg o.fl. (2017) byggði niðurstöður sínar á gögnum fyrir *Martes americana* en lýðfræði þessarar marðartegundar er mjög ólík lýðfræði rjúpunnar. Því getur verið nauðsynlegt að framkvæma hermitilraun fyrir hvern stofn þar sem tekið er tillit til stofnþátta og veiðisóknar.

### 4.3 Samanburður við einfalt stofnlíkan

Notuð hefur verið tiltölulega einföld aðferð til að meta stofnstærð íslensku rjúpunnar (sjá Kjartan G. Magnússon o.fl 2004, og Ólaf K. Nielsen, 2006). Einfalda stofnlíkanið byggir á eftirfarandi jöfnu

$$p_{2,v}^{t+1} N^{t+1} = e^{-\frac{M_2}{2}} \left( e^{-\frac{M_2}{2}} N^t - C_2^{t+1} \right) \quad (7)$$

þar sem  $p_{2,v}^{t+1}$  er hlutfall fullorðinna fugla að vori á ári  $t + 1$ ,  $N^{t+1}$  er heildarfjöldi fugla,  $M_2$  er náttúruleg afföll fullorðinna fugla og  $C_2^{t+1}$  er fjöldi veiddra fullorðinna fugla. Þar er gert ráð fyrir að stofnstærð fullorðinna fugla að vori  $N_2$  sé fall af  $I$  þar sem  $I$  er stofnvísitalan fyrir Norðausturland.

$$N_{2,t} = I_t * \frac{1}{q} \quad (8)$$

8. jöfnu er síðan stungið inn í 7. jöfnu og stuðlarnir  $q$  og  $M_2$  metnir.

Notuð voru gögn frá 2005 til að meta stofnstærð með þessari aðferð. Þá var stofnvísitalan fyrir Norðausturland sköluð með 20 til að meta  $q$  og náttúruleg afföll fullorðinna  $M_2$ . Eftirfarandi niðurstöður fengust:

$$\frac{1}{q} = 474 \text{ (95\% ÖB: 14; 16033)}$$

$$M_2 = 0,47 \text{ (95\% ÖB: 0,02; 10,6)}.$$

8. jafna gefur stofnstærð fullorðinni að vori. Hægt er að reikna heildarstofnstærð  $N_t$  að hausti í upphafi veiðitíma með eftirfarandi jöfnu:

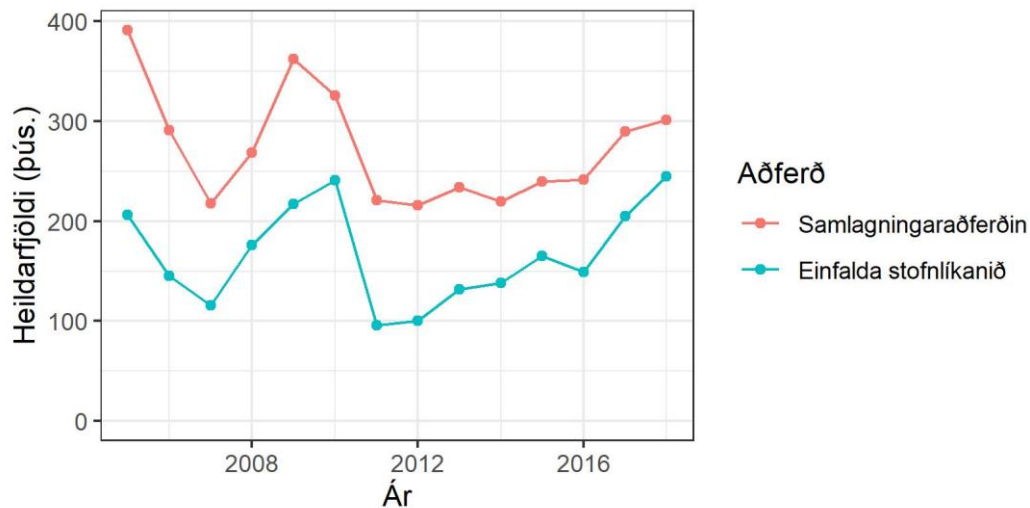
$$N_t = \frac{N_{2,t} * e^{-M_2/2}}{p_{2,h}} \quad (9)$$

þar sem  $p_{2,h}$  er hlutfall fullorðinni í afla á haustin.

Einfalda stofnlíkanið metur heildarfjölda rjúpna 96 til 245 þúsund fugla á tímabilinu 2005-2018 (41. mynd). Það er lægra en þegar niðurstöður frá öllum landshlutum voru lagðar saman en þá var fjöldinn

metinn vera á bilinu 216 til 391 þúsund fuglar. Hins vegar má sjá á 41. mynd að stofnsveiflurnar eru mjög sambærilegar.

Það er mjög mikill munur á óvissunni sem fylgir þessum tveimur aðferðum. Öryggisbilið fyrir stuðulinn  $q$  er mjög breitt sem leiðir til þess að öryggisbil fyrir stofnstærðarmatið verður mjög vítt og efri mörk þess eru um 6,9 milljónir fugla. Aðferðin þar sem landshlutarnir voru lagðir saman gefur mun þrengra öryggisbil og var efra markið um 800 þúsund fuglar. Þess ber þó að geta að líkanið gaf ekki alltaf efri mörk á stofnstærð, það átti t.d. við um Suðurland. Við mat á heildarstofnstærð (samlagningaraðferðin) voru efri mörk stofnmats fyrir Suðurland sett sem 3 sinnum punktmatið, en fyrir hina landshlutana voru metin efri mörkin notuð sem voru 2-2,5 sinnum punktmatið.



41. mynd: Samanburður á metnum heildarfjölda rjúpna á Íslandi með einfalda stofnlíkaninu og með því að leggja saman niðurstöður úr öllum landshlutum (samlagningaraðferðin).

Hægt er að spá fyrir um hver heildarfjöldi rjúpna verður í upphafi veiðitímabilsins með einfalda stofnlíkaninu sem byggir á stofnvísitölu að vori og aldursamsetningu síðsumars. Aðferðafræðin sem stuðst var við í þessu verkefni gefur einnig færi á slíku en þá þarf að bæta við sennileikafalli sem tekur inn stofnvísitöluna og þannig er hægt að fá mat á sambandið á milli stofnvísitölu og heildarstofnstærðar. Þá er hægt að spá fyrir um stofnstærð að hausti með stofnvísitölnunni sem fæst að vori, líkt og gert hefur verið, en búast má við að óvissan verði minni en með einfalda stofnlíkaninu. Sjá má niðurstöður þar sem þessum þætti hefur verið bætt við líkanið í viðauka 1. Vinna við gerð líkana af þessari gerð hafa sýnt að það hefur ekki áhrif á stofnmatið hvort sennileikafall með stofnvísitölnunni er með eða ekki (Erla Sturludóttir o.fl., 2018; Broms o.fl., 2010). Hins vegar gerir það samanburð við stofnvísitöluna trúverðugari að sleppa því að nota vísitöluna við matið á stofnstærðinni.

#### 4.4 Lokaorð

Að meta stofnstærð fyrir allt landið með samanlögðum gögnum frá hverjum landshluta (heildaraðferðin) gaf ekki raunhæfa niðurstöðu og var hún gerólík matinu sem byggði á hverjum landshluta (samlagningaraðferðin). Það er því mælt með að stofnstærðin sé metin fyrir hvern landshluta fyrir sig og þær niðurstöður svo lagðar saman til að fá mat fyrir allt landið. Ljóst er að það líkan sem notað var í þessari skýrslu til að meta stofnstærð rjúpu gefur nákvæmara mat en það einfalda stofnlíkan sem áður var notað. Hins vegar er nýja stofnlíkanið ekki gallalaust, það getur verið erfitt að fá mat á stuðla líkansins og efri mörk öryggisbils geta verið óraunhæf þegar veiðiafföll eru lág. Þá er það mun flóknara í framkvæmd og notkun en einfalda líkanið. Möguleiki er á að bæta stofnmatið, þ.e. að minnka bjaga og óvissu í matinu á lýðfræðilegum þáttum rjúpunnar. Það hefur verið bent á að gögn frá radiómerktum fuglum geti verið gagnleg til að meta stofnstærð, bæði til að minnka bjögun og óvissu og væri skynsamlegt að skoða það fyrir stofnmat rjúpu. Slík gögn eru til og hugsanlega eru þau nothæf til að meta stofnstærð í einhverjum landshlutum. Þá mætti skoða með hermitilraunum hvort það ætti að

fara út í söfnun á frekari radíómerkingagögnum. Einnig væri vert að kanna með hermitilraunum hvaða áhrif aldursgreiningar úr varpstofni hafa á stofnmat og hvort þær minnki þjaga og óvissu líkt og gögn frá radíómerkingum gera.

## Þakkarorð

Bjarka Þór Elvarssyni tölfræðingi hjá Hafró er þakkað fyrir góð ráð og Ólafi K. Nielsen fyrir yfirlesturinn og samstarfið.

## 5 Viðaukar

### 5.1 Viðauki 1 – Samband stofnstærðar við stofnvísitölu

Hægt er að bæta einu sennileikafalli við stofnlíkanið sem tekur inn stofnvísitölu. Það hefur ekki haft mikil áhrif á stofnmatið hvort það sé með eða ekki. Þegar það er ekki með þá er hægt að taka meira mark á samburði við stofnvísitöluna. Að bæta við þessum sennileikafalli gerir líkaninu kleift að meta sambandið á milli stofnvísitölu og stofnstærðar. Þá er hægt að nota það mat til að spá fyrir um hver stofnstærðin verði að hausti út frá stofnvísitölunni. Sennileikafallið ( $L_{index}$ ) byggir á normaldreifingunni og lítur út á eftirfarandi hátt:

$$L_{index} = \prod_{\text{ár}=i=1}^Y \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp\left[-\frac{(I_i - \alpha N_i)^2}{2\sigma^2}\right] \quad (10)$$

þar sem  $I_i$  er stofnvísitalan árið  $i$  og  $N$  er heildarfjöldi fugla að hausti. Stikinn  $\alpha$  lýsir sambandinu á milli stofnvísitölu og stofnstærðar. Til að meta stofnstærðina á komandi hausti út frá stofnvísitölu að vori eru eftirfarandi útreikningar framkvæmdir

$$N_i^{\dagger} = \frac{I_i}{\hat{\alpha}} \quad (11)$$

þar sem  $N^{\dagger}$  er þá reiknaður heildarfjöldi árið  $i$  og  $\hat{\alpha}$  er matið á  $\alpha$  sem fæst með að hámarka sennileikaföllin.

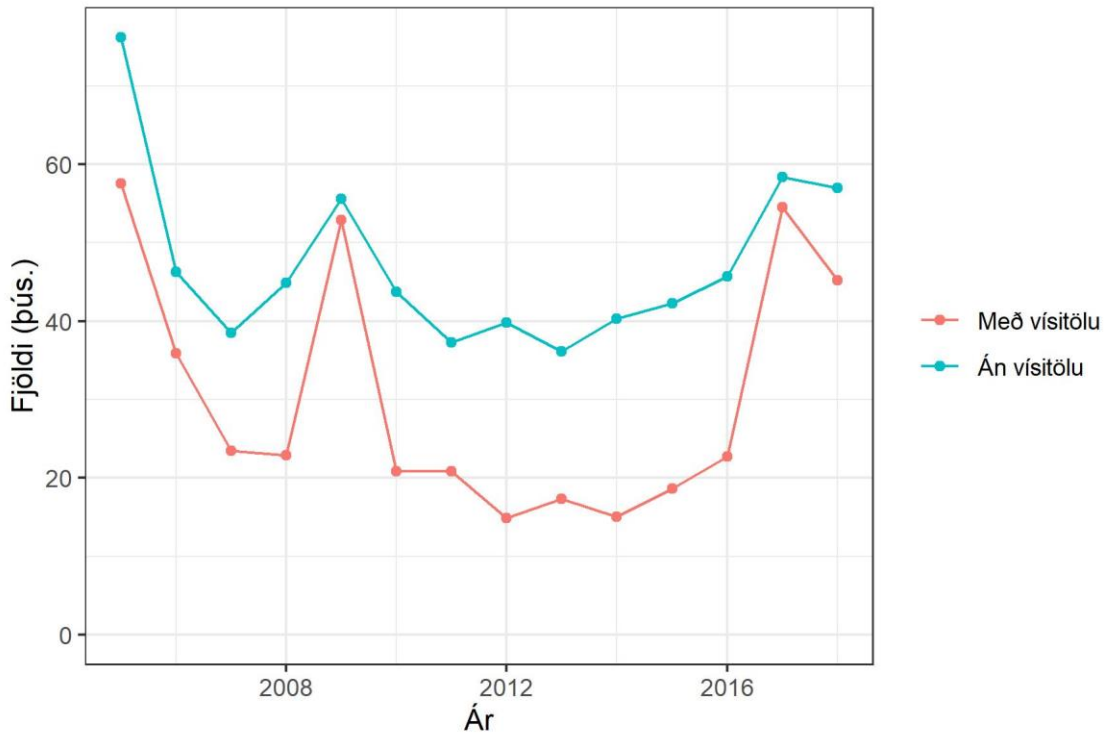
Stuðlar líkansins voru metnir eins og lýst var í 2.2. kafla í þessari skýrslu fyrir landshlutana sex fyrir tímabilið 2005 til 2018 nema fyrir Norðausturland þar sem notað var tímabilið 1998-2018. Stofnvísitalan var margfölduð með 100 til að hafa samræmi í skala stuðlanna. Þá er fundið 95% öryggibil fyrir  $\alpha$  með aðferð sem byggir á sniði sennileikafallanna eins og lýst var í 2.4 kafla. Ekki fékkst mat á öryggisbil fyrir Suðurland (33. tafla).

Að bæta við þessu sennileikafalli hafði ekki mikil áhrif á stofnmatið og það þurfti einnig að nota gögn frá 1998 fyrir Norðausturland til að fá mat á stuðla líkansins. Einnig þurfti að festa lifun fyrir Vestfirði eins og gert var í 3.3.3 kafla hér að ofan.

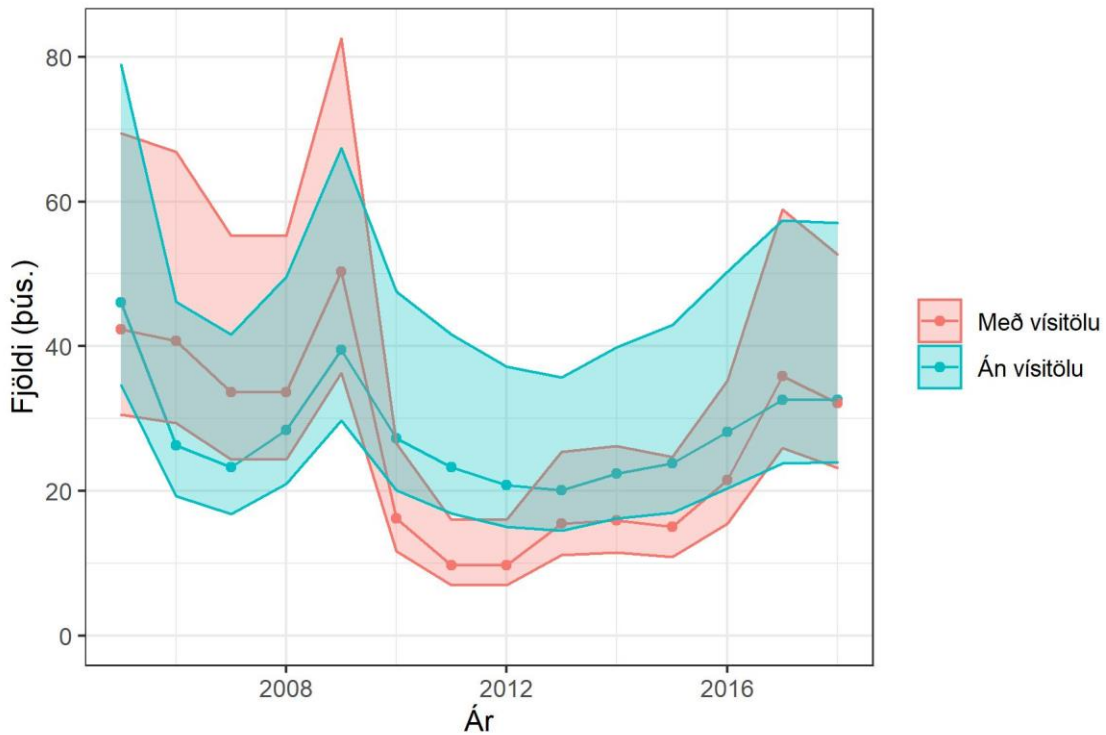
33. tafla: Mat á stuðlinum  $\alpha$  sem lýsir sambandinu á milli stofnvísitölu og stofnstærðar.

Landshluti	Stofnvísitala	$\hat{\alpha}$ (95% öryggisbil)
Suðurland	Suðurland	0,0054
Vesturland	Mýrar	0,0040 (0,0028-0,0063)
Vestfirðir	Vestfirðir	0,0011 (0,0005-0,0019)
Norðvesturland	Skagi	0,0042 (0,0025-0,0059)
Norðausturland	Norðausturland	0,0054 (0,0040-0,0071)
Austurland	Hrafnabjörg	0,0273 (0,0137-0,0393)

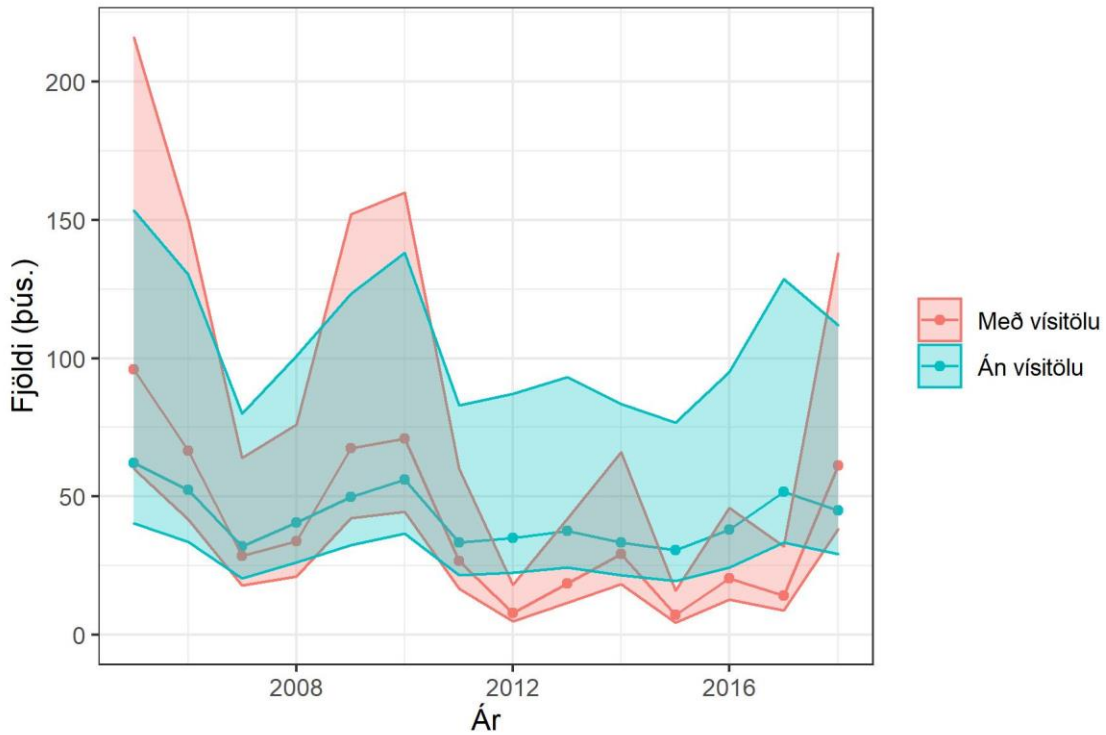
Sveiflur í stofnvísitölunni voru meiri en í metinni stofnstærð, skiptir þá ekki máli hvort stofnvísitalan sé með eða ekki. Þegar 11. jafna er notuð til að reikna stofnstærð þá sveiflast hún alveg eins og stofnvísitalan, því er stofnstærðin stundum hærri eða lægri þegar stofnstærð er reiknuð út frá stofnvísitölu heldur en þegar hún er metin (42-47. mynd). Á Suðurlandi er stofnstærðin alltaf lægri en metna stofnstærðin en á Norðausturlandi reyndist hún alltaf vera hærri (42. og 46. mynd). Annarsstaðar var hún ýmist fyrir ofan eða neðan metnu stofnstærðarinnar. Þegar tekið er tillit til öryggimarka þá reyndist ekki vera mikill munur á aðferðunum tveimur. Ekki var hægt að fá mat á öryggismörkin fyrir Suðurland eins og raunin var einnig án sennileikafalls fyrir stofnvísitöluna.



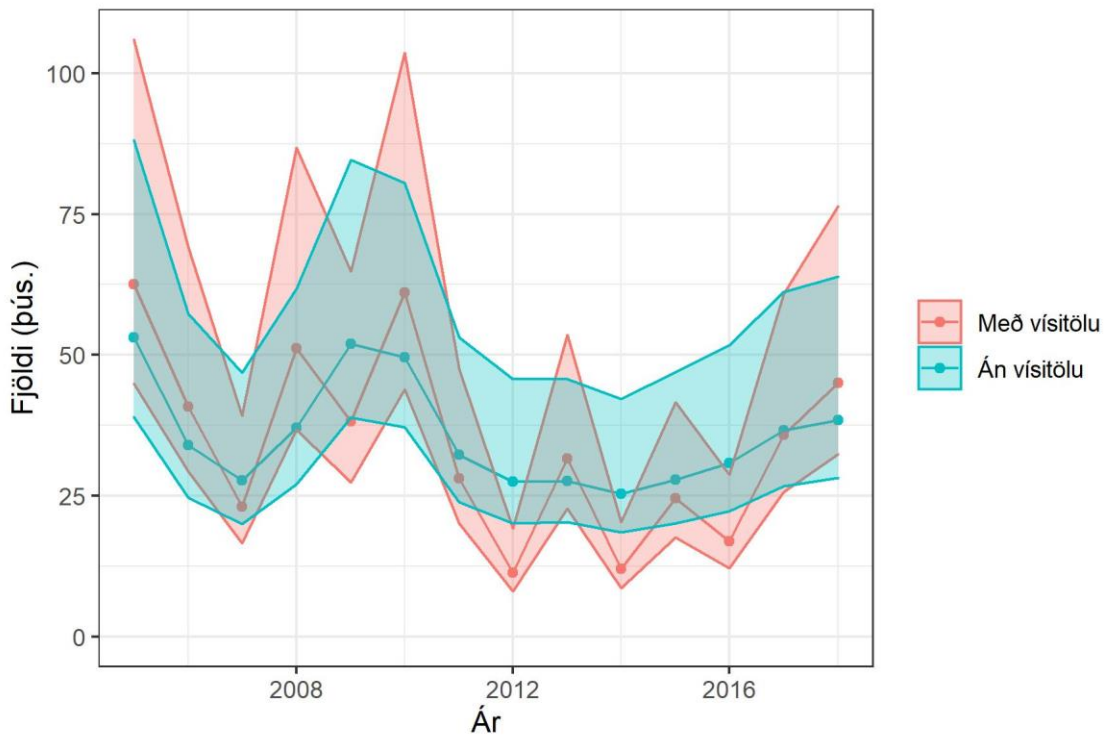
42. mynd: Stofnstærð metin með líkani án stofnvísitölu og reiknuð stofnstærð út frá líkani með stofnvísitölu fyrir Suðurland.



43. mynd: Stofnstærð metin með líkani án stofnvísitölu og reiknuð stofnstærð út frá líkani með stofnvísitölu fyrir Vesturland ásamt 95% öryggisbili.

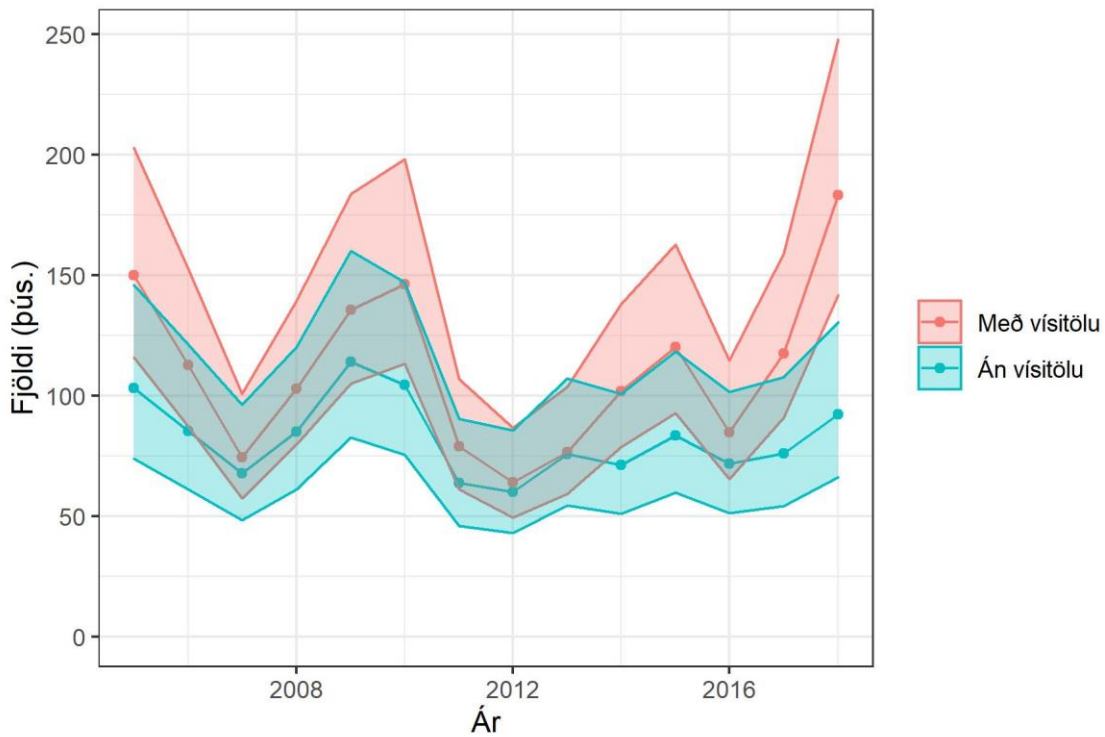


44. mynd: Stofnstærð metin með líkani án stofnvísitölu og reiknuð stofnstærð út frá líkani með stofnvísitölu fyrir Vestfirði ásamt 95% öryggisbili.

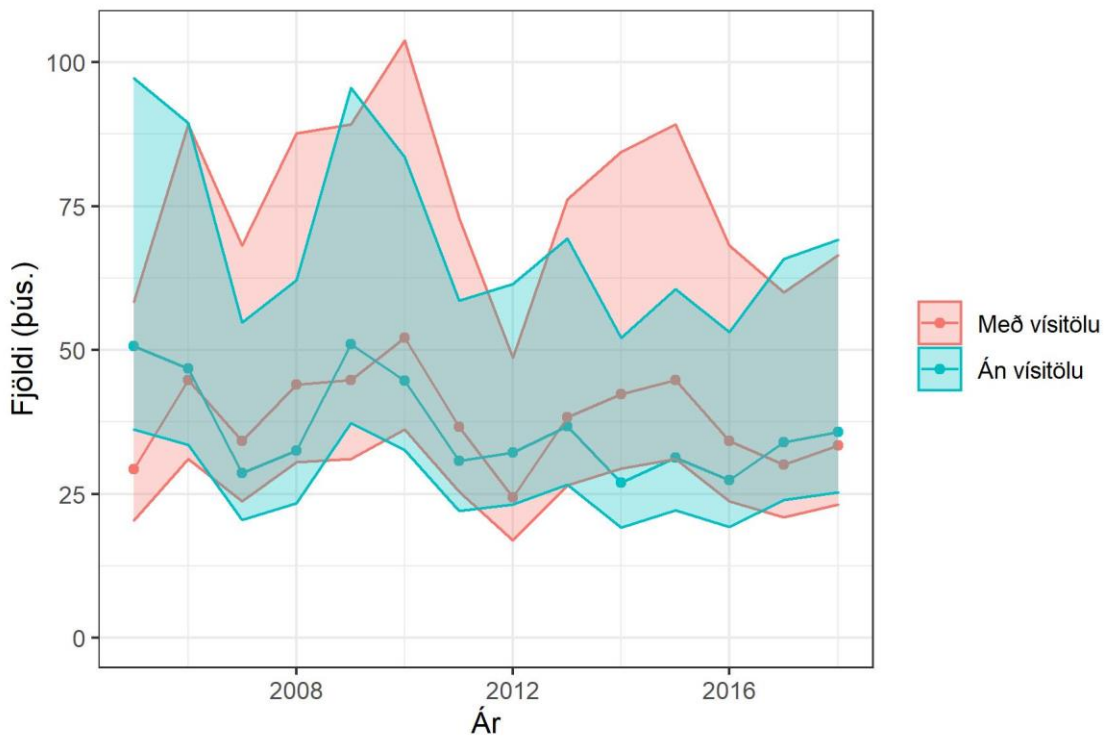


45. mynd: Stofnstærð metin með líkani án stofnvísitölu og reiknuð stofnstærð út frá líkani með stofnvísitölu fyrir Norðvesturland ásamt 95% öryggisbili.





46. mynd: Stofnstærð metin með líkani án stofnvísitölu og reiknuð stofnstærð út frá líkani með stofnvísitölu fyrir Norðausturland ásamt 95% öryggisbili.



47. mynd: Stofnstærð metin með líkani án stofnvísitölu og reiknuð stofnstærð út frá líkani með stofnvísitölu fyrir Austurland ásamt 95% öryggisbili.

## 5.2 Viðauki 2 – Endurvalstilraunir

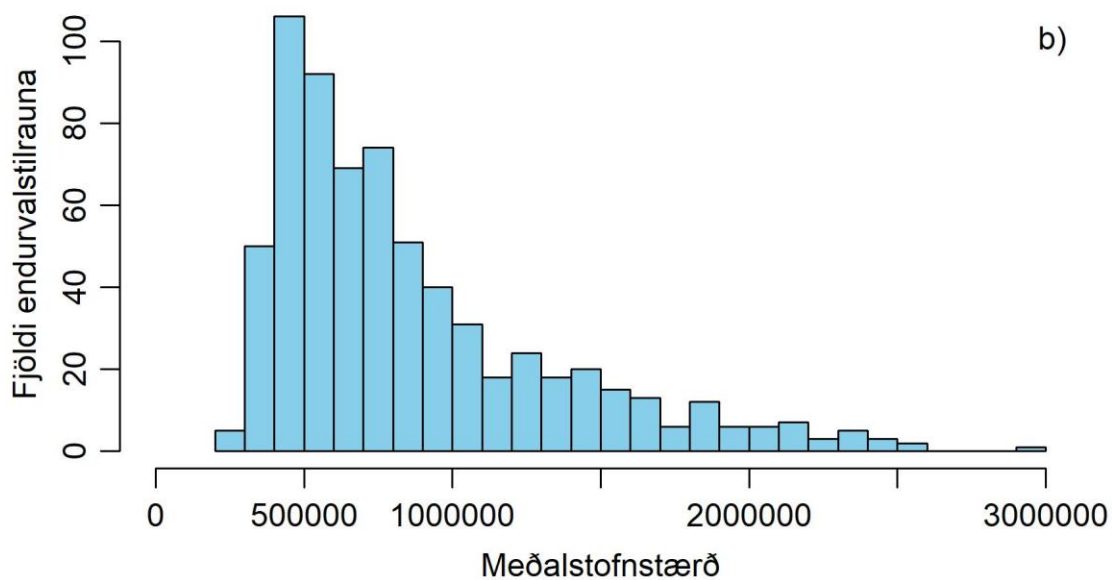
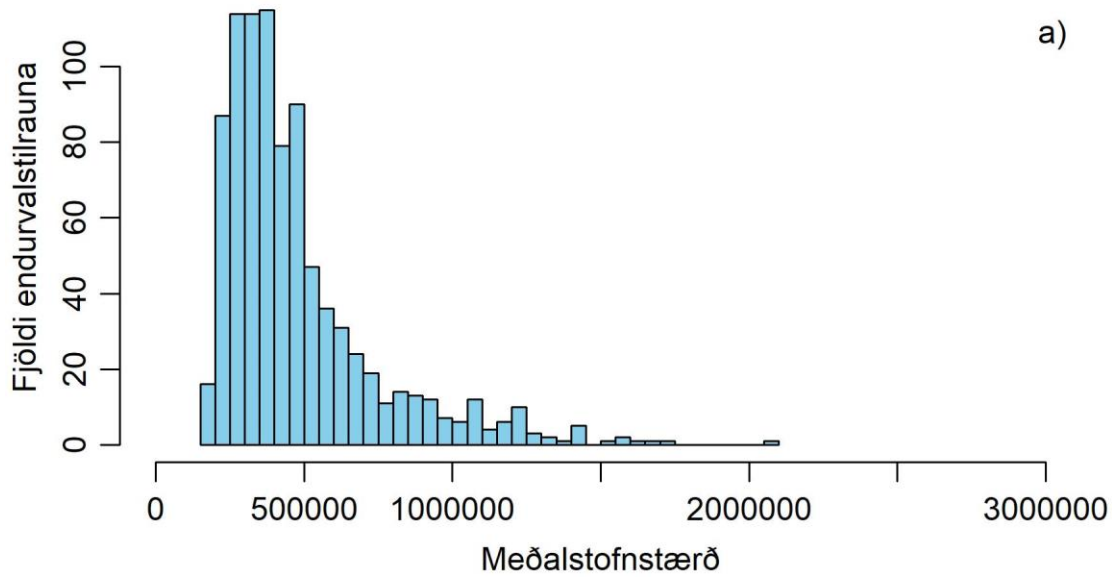
Til að meta stofnstærð fyrir allt landið var prófuð sú aðferð að leggja saman gögn frá öllum landshlutum og meta síðan stofnstærð fyrir allt landið með einu líkani. Niðurstöðurnar sýndu mun hærra stofnstærðarmat en með því að meta stofnstærð fyrir hvern landshluta (sjá 3.3.7 og 3.4.1 kafla). Aldurgreiningar að hausti (úr afla) er ekki safnað af handahófi og getur það því gefið bjagaða niðurstöðu ef aldurshlutföll eru ólík eftir landshlutum. Þá getur það orðið til þess að hlutfallslega fleiri greiningar komi frá einum landshluta en öðrum, þ.e. fjöldi aldursgreininga frá landshlutunum eru ekki í samræmi við raunverulega stofnstærð í hverjum landshluta.

Til að kanna þetta var gerð endurvalstilraun þar sem aldurgreiningar úr afla voru endurvaldnar frá hverjum landshluta hlutfallslega miðað við metna stofnstærð (34. tafla). Til samanburðar voru aldurgreiningar líka endurvaldnar miðað við hlutfall aldursgreininga. Gerðar voru 1000 endurvalstilraunir og stofnstærð metinn fyrir hverja tilraun.

34. tafla: Meðalhlutfall aldursgreininga úr afla og hlutfall metinnar stofnstærðar frá hverjum landshluta.

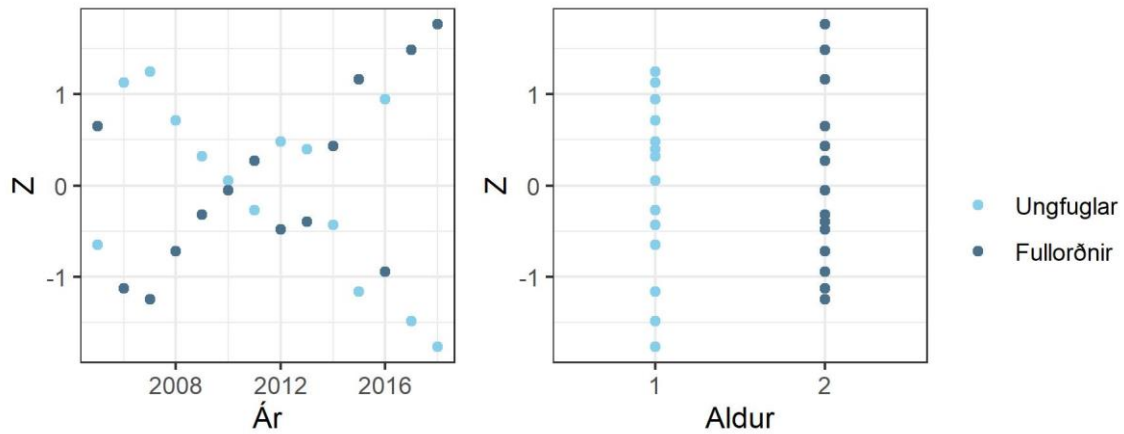
Landshluti	Hlutfall aldursgreininga	Hlutfall stofnstærðar
Suðurland	0,06	0,17
Vesturland	0,17	0,10
Vestfirðir	0,10	0,16
Norðvesturland	0,16	0,13
Norðausturland	0,33	0,30
Austurland	0,17	0,13

Niðurstöðurnar sýna að talsverður munur er á metinni stofnstærð eftir því hvert hlutfall aldurgreininga er úr hverjum landshluta. Þegar notaðar eru aldursgreiningar í þeim hlutföllum eins og safnað var þá verður stofnstærðarmatið hærra en þegar safnað er hlutfallslega miðað við metna stofnstærð (48. mynd). Þegar skoðuð er dreifing eftir metinni meðalstofnstærð er miðgildið 399 þúsund fuglar ef safnað er hlutfallslega eftir metinni stofnstærð fyrir hvern landshluta en um 725 þúsund ef safnað er eins og gögnin koma fyrir. Ekki tókst að fá mat fyrir allar endurvalstilrauninnar, þegar gögnum var safnað eins og þau koma fyrir fékkst mat í 667 af 1000 tilraunum en í 885 af 1000 ef safnað var hlutfallslega eftir stofnstærð. Þá fór metin meðalstofnstærð yfir milljón í 29% tilrauna þegar safnað var eftir gögnunum en einungis í 6% tilrauna þegar safnað var hlutfallslega eftir stofnstærð. Það er því mun líklegra að meta háa stofnstærð þegar aldursgreiningum er safnað eins og gert er og þær síðan lagðar saman frá öllum landshlutum. Þar sem raunveruleg stofnstærð í landshlutunum er ekki þekkt heldur einungis metin þá er ekki hægt að mæla með þessari aðferð og betra að meta stofnstærð í hverjum landshluta fyrir sig.

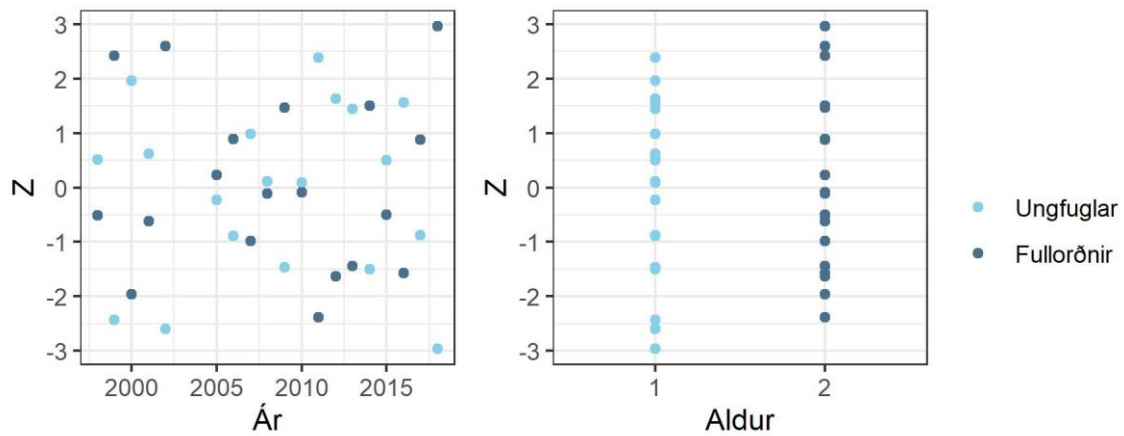


48. mynd: Dreifing metinnar meðalstofnstærð (2005-2018) fyrir allt landið í endurvalstilraunum þar sem aldurgreiningar úr aflu voru valdnar a) hlutfallslega eftir stofnstærð og b) hlutfalllega eftir aldursgreiningum.

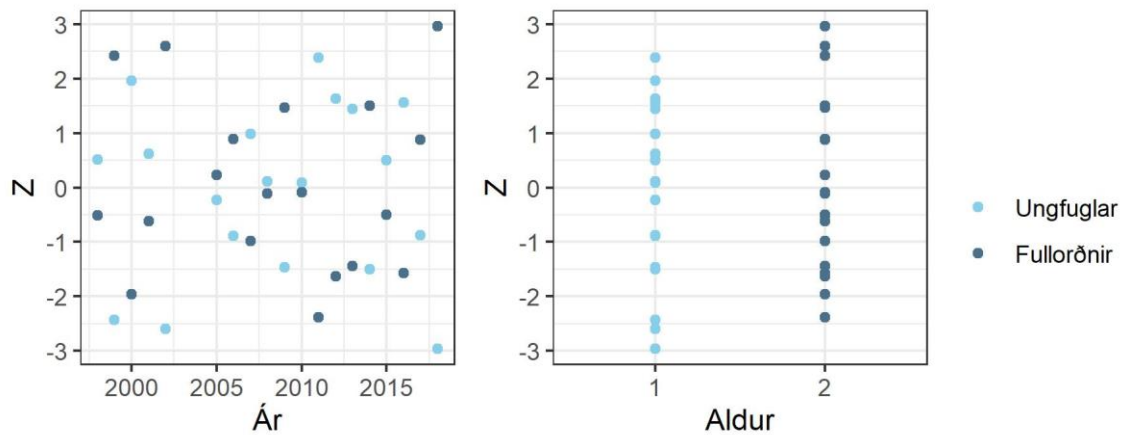
### 5.3 Viðauki 3 - Leifarit fyrir landshlutana



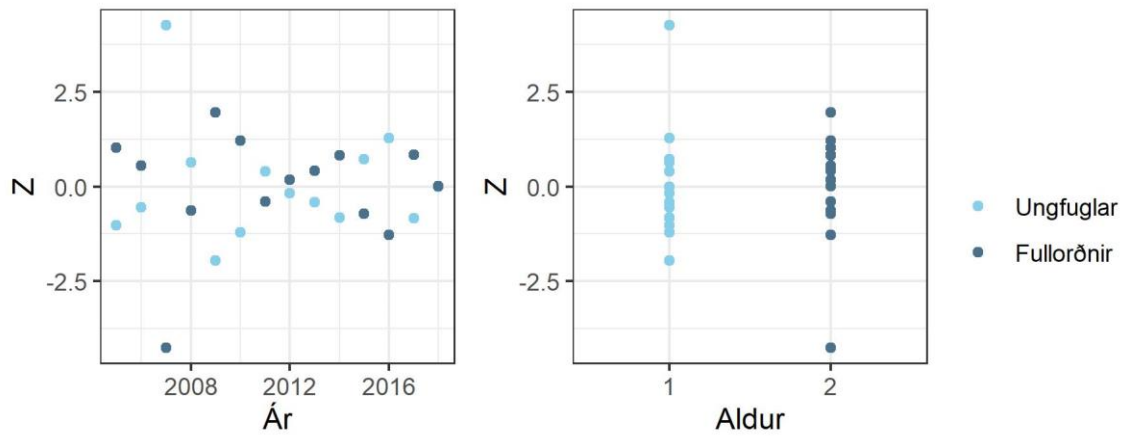
49. mynd: Anscombe leifar fyrir Suðurland frá líkani 3 fyrir 2005-2018.



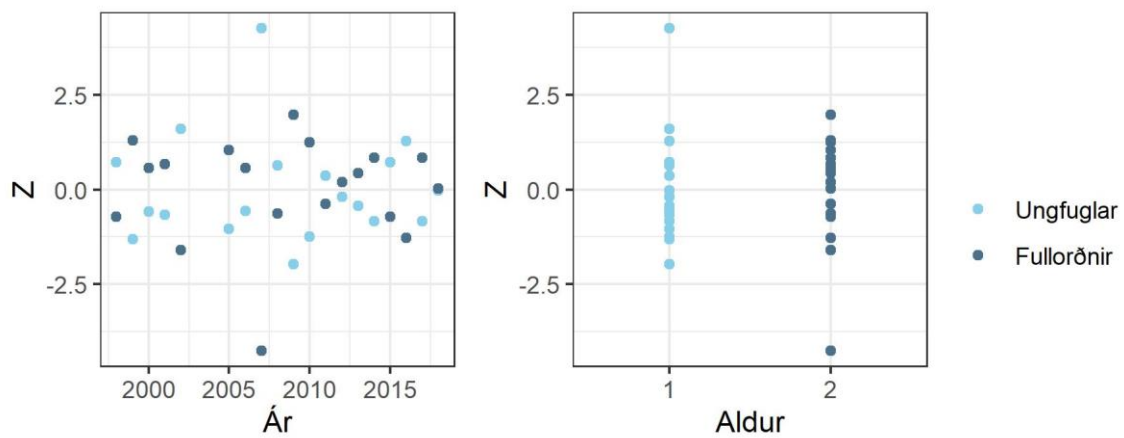
50. mynd: Anscombe leifar fyrir Vesturland frá líkani 3 fyrir 2005-2018.



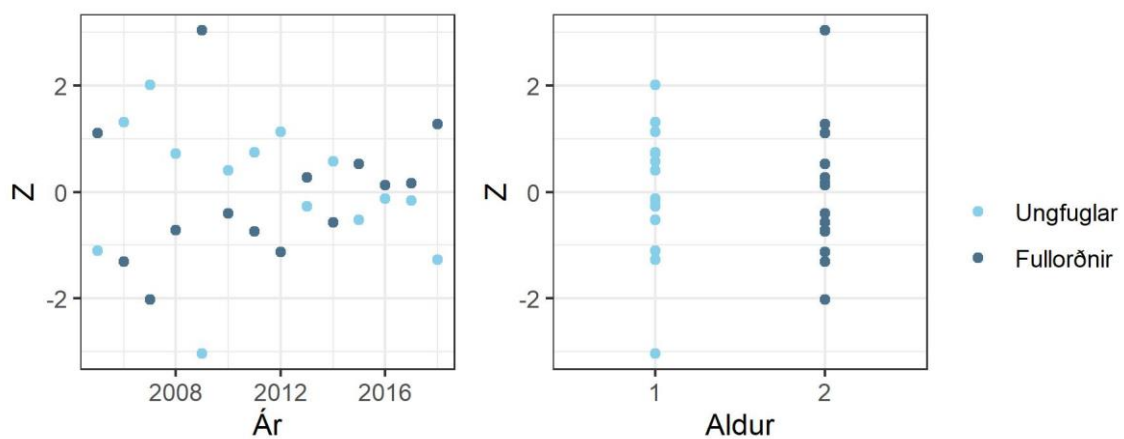
51. mynd: Anscombe leifar fyrir Vesturland frá líkani 4 fyrir 1998-2018.



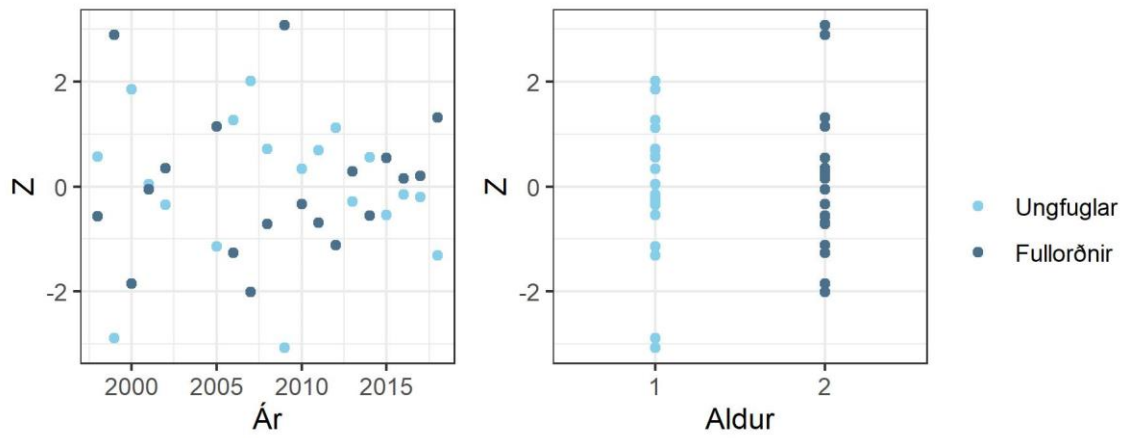
52. mynd: Anscombe leifar fyrir Vestfirði frá líkani 3 fyrir 2005-2018.



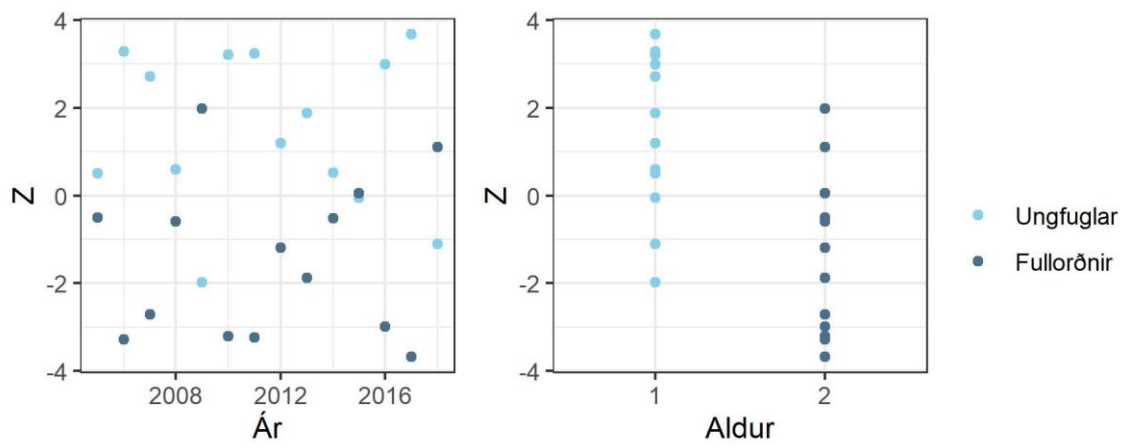
53. mynd: Anscombe leifar fyrir Vestfirði frá líkani 4 fyrir 1998-2018.



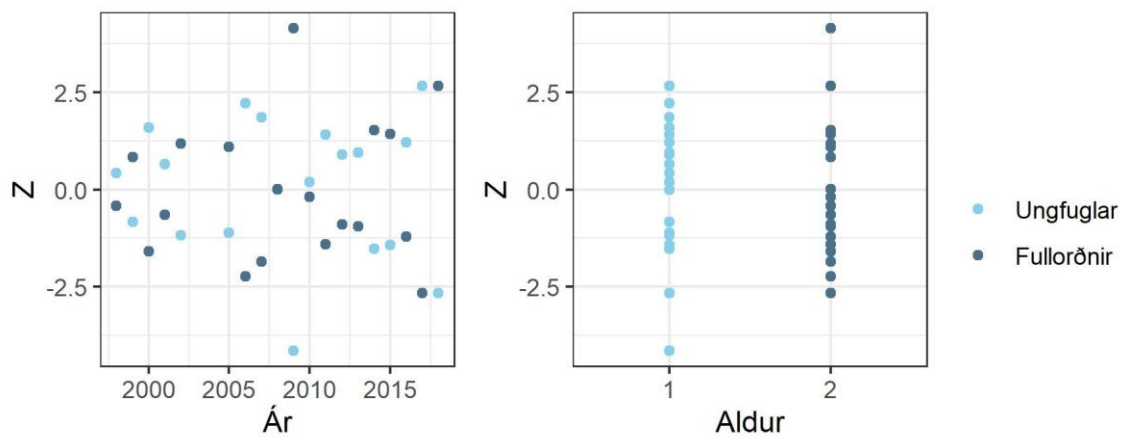
54. mynd: Anscombe leifar fyrir Norðvesturland frá líkani 3 fyrir 2005-2018.



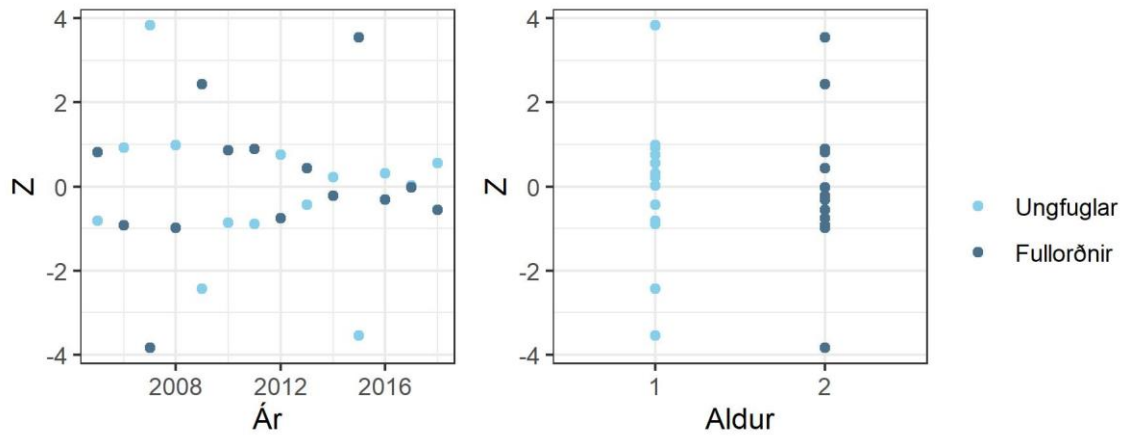
55. mynd: Anscombe leifar fyrir Norðvesturland frá líkani 4 fyrir 1998-2018.



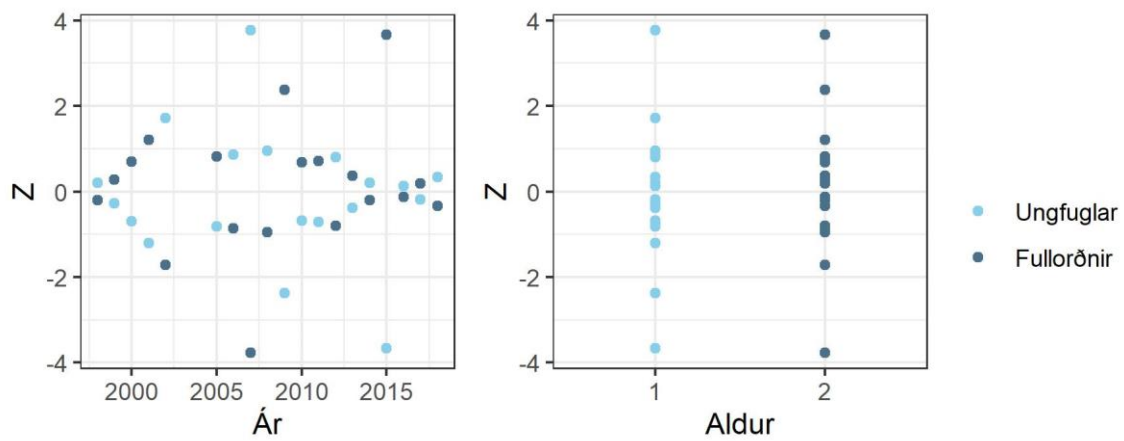
56. mynd: Anscombe leifar fyrir Norðausturland frá líkani 1 fyrir 2005-2018.



57. mynd: Anscombe leifar fyrir Norðausturland frá líkani 4 fyrir 1998-2018.

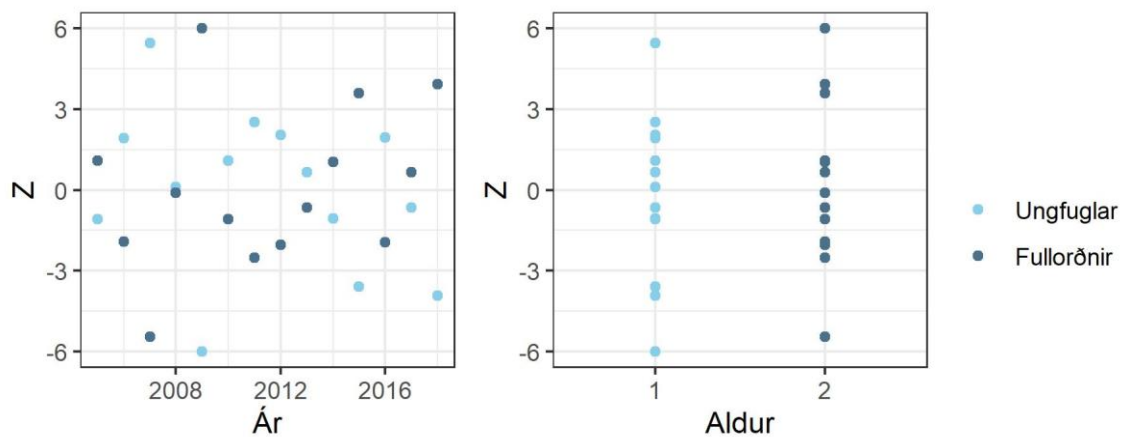


58. mynd: Anscombe leifar fyrir Austurland frá líkani 3 fyrir 2005-2018.

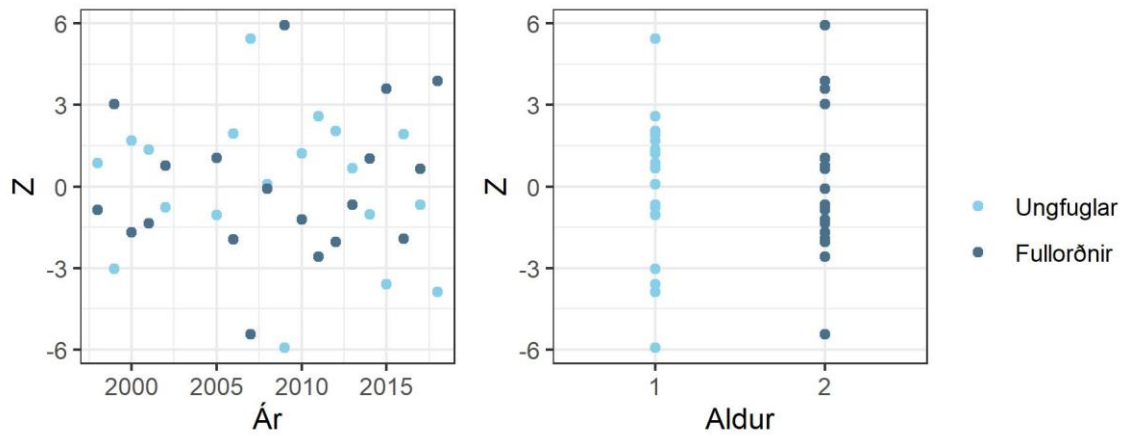


59. mynd: Anscombe leifar fyrir Austurland frá líkani 4 fyrir 1998-2018.

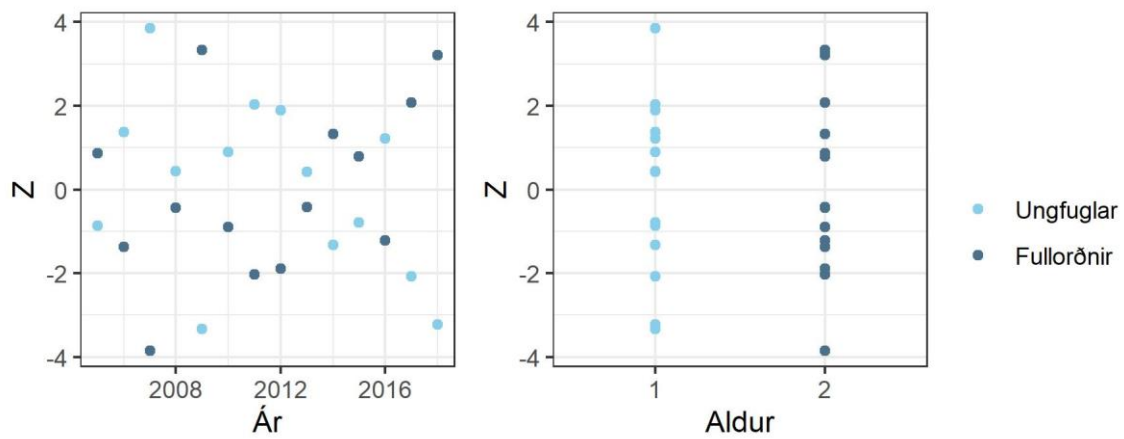
#### 5.4 Viðauki 4 - Leifarit fyrir sameinaða landshluta



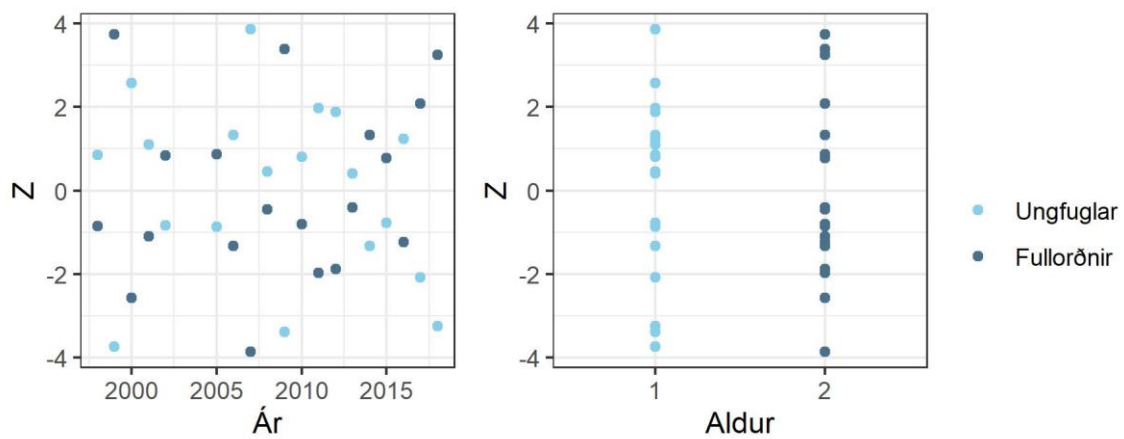
60. mynd: Anscombe leifar fyrir allt landið frá líkani 4 fyrir 2005-2018.



61. mynd: Anscombe leifar fyrir allt landið frá líkani 3 fyrir 2005-2018.

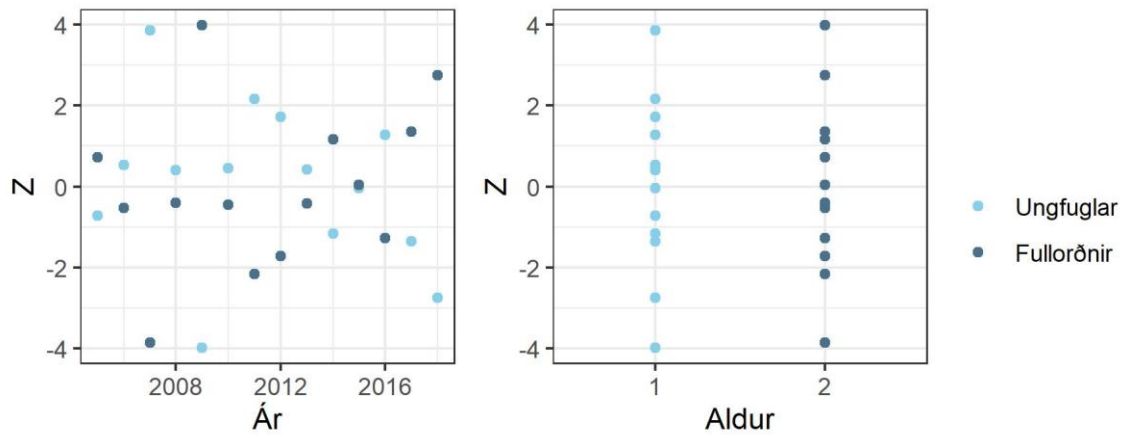


62. mynd: Anscombe leifar fyrir sameinað Suðurland, Vesturland, Vestfirði og Norðvesturland frá líkani 3 fyrir 2005-2018.

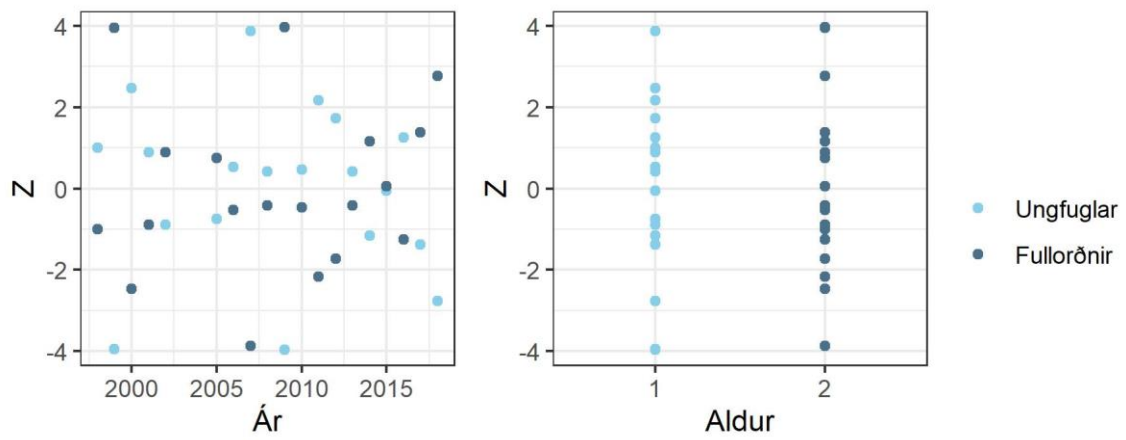


63. mynd: Anscombe leifar fyrir sameinað Suðurland, Vesturland, Vestfirði og Norðvesturland frá líkani 3 fyrir 1998-2018.





64. mynd: Anscombe leifar fyrir sameinað Vesturland, Vestfirði og Norðvesturland frá líkani 3 fyrir 2005-2018.



65. mynd: Anscombe leifar fyrir sameinað Vesturland, Vestfirði og Norðvesturland frá líkani 3 fyrir 1998-2018.

## Heimildir

- Berg, S. S., Erb, J. D., Fieberg, J. R., Forester, J. D. (2017). Utility of radio-telemetry data for improving statistical population reconstruction. *The Journal of Wildlife Management*, 81(3), 535-544.
- Broms, K. M. (2008). Small game population reconstruction: model development and applications (Master dissertation, University of Washington).
- Broms, K., Skalski, J. R., Millspaugh, J. J., Hagen, C. A., Schulz, J. H. (2010). Using statistical population reconstruction to estimate demographic trends in small game populations. *The Journal of Wildlife Management*, 74(2), 310-317.
- Erla Sturludóttir (2015). Statistical analysis of trends in data from ecological monitoring (doktorsritgerð). Háskóli Íslands.
- Erla Sturludóttir, Ólafur K. Nielsen, Gunnar Stefánsson (2018). Evaluation of ptarmigan management with a population reconstruction model. *The Journal of Wildlife Management*, 82(5), 958-965.
- Gove, N. E., Skalski, J. R., Zager, P., Townsend, R. L. (2002). Statistical models for population reconstruction using age-at-harvest data. *The Journal of Wildlife Management*, 310-320.
- Jenný Brynjarsdóttir, Sigrún Helga Lund, Kjartan G. Magnússon, Ólafur K. Nielsen (2003). Analysis of time series for rock ptarmigan and gyrfalcon populations in north-east Iceland. Raunvísindastofnun Háskólans.
- Kjartan G. Magnússon, Jenný Brynjarsdóttir, Ólafur K. Nielsen (2004). Population cycles in rock ptarmigan *Lagopus muta*: modelling and parameter estimation. Raunvísindastofnun Háskólans.
- Ólafur K. Nielsen (1999). Vöktun rjúpnastofnsins. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar 39. Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Ólafur K. Nielsen, Jenný Brynjarsdóttir og Kjartan Magnússon (2004). Vöktun rjúpnastofnsins 1999-2003. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr 47. Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Ólafur K. Nielsen (2006). Ráðgjöf Náttúrufræðistofnunar vegna rjúpnaveiða 2006. Skýrsla NÍ-06012. Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Ólafur K. Nielsen (2014). Aldurshlutföll í rjúpnaafla haustið 2013. Skýrsla nr NI\_14002. Náttúrufræðistofnun Íslands.
- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Skalski, J. R., Townsend, R. L., Gilbert, B. A. (2007). Calibrating statistical population reconstruction models using catch-effort and index data. *The Journal of wildlife management*, 71(4), 1309-1316.
- Skalski, J. R., Clawson, M. V., Millspaugh, J. J. (2012). Model evaluation in statistical population reconstruction. *Wildlife Biology*, 18(3), 225-234.
- Venzon, D. J., Moolgavkar, S. H. (1988). A method for computing profile-likelihood-based confidence intervals. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 37(1), 87-94.
- Weeden, R.B., Watson, A., 1967. Determining the age of rock ptarmigan in Alaska and Scotland. *Journal of Wildlife Management* 31, 825-826.