

MAT Á VEIÐIÞOLI RJÚPNASTOFNSINS HAUSTIÐ 2021:

GREINARGERÐ NÁTTÚRUFRAÐISTOFNUNAR ÍSLANDS, 29. SEPTEMBER 2021

Hér verður fjallað um stofnbreytingar rjúpu á Íslandi 2020 til 2021. Vöktunargögn eru notuð til að meta afföll á milli ára og rannsakað hvernig þau hafa breyst. Mat er lagt á árangur veiðistjórnunar 2005 til 2020, veiðiþol rjúpnastofnsins haustið 2021 er metið, og fjallað er um nýtt stofnlíkan fyrir rjúpu og rjúpnafriðlandið í Landnámi Ingólfs.

Í hnotskurn sýna mælingar fækkun rjúpna 2020–2021, í sumum landshlutum er stofninn að nálgast lágmark en rétt að byrja að falla í öðrum. Til lengri tíma litið hefur rjúpnastofninum hnignað. Miklar breytingar urðu á lýðfræði rjúpunnar í kjölfar friðunar 2003 og 2004 og breytinga á veiðisókn frá og með 2005. Þetta lýsir sér m.a. í því að affallaþáttur — sértækur fyrir fugla á fyrsta ári — sem áður var lýðfræðileg skýring stofnsveiflunnar sýnir nú engin tengsl við stofnstærð en hefur vaxið jafnt og þétt. Einnig, affallaþáttur sameiginlegur aldurshópunum og var áður lýðfræðileg skýring hnignunar stofnsins (veiðar eru hluti af þessum stuðli), sýnir nú tengsl við stofnstærð árið á undan og breytingar á honum ráða því að rjúpnastofninn á Norðausturlandi rís og hnígur á fimm ára fresti. Viðkoma rjúpunnar var mæld í tveimur landshlutum 2021, hún var þokkaleg á Norðausturlandi en léleg á Vesturlandi. Afkoma unga hefur versnað frá síðustu aldamótum samanborið við áratugina á undan, tíðarfar er einn áhrifavalda hér. Veiðistjórnun byggir á sölubanni á rjúpum, takmörkun á fjölda veiðidaga og hvatningu til veiðimanna um að sýna hófsemi. Árlega er gefin út tala fyrir ásættanlegan afla og meðalveiði á veiðimann. Veiðistjórnun hefur gengið ágætlega og veiðiafföll hafa lækkað. Veiðimenn breyttu háttalagi sínu frá og með 2005 og hafa sótt á svipaðan máta allar götur síðan. Sóknarmunstur þeirra er þó þannig að tilhneiging er til að veiða umfram ráðgjöf þegar rjúpnastofninn er lítill en undir ráðgjöf þegar stofninn er stór. Breytingar á dánarstuðlum eru þó aðrar en við var búist samanborið við það sem sagt var hér að ofan. Veiðistofn rjúpunnar er metinn 248 þúsund fuglar haustið 2021 og ráðlögð veiði er um 20 þúsund fuglar eða um fjórir fuglar á veiðimann. Miðað við hvernig veiðimenn svara breytingum í stærð rjúpnastofnsins má telja nær öruggt að raunveruleg veiði verði yfir 30 þúsund fuglar. Nýtt svæðaskipt stofnlíkan hefur verið gert fyrir rjúpuna. Það gefur stofnmat og dánartölu skipt eftir landshlutum. Næsta skref verður að innleiða þetta nýja líkan við veiðiráðgjöf. Rjúpan hefur verið friðuð í Landnámi Ingólfs allar götur frá 2003. Upphafleg röksemd friðunar voru rannsóknahagsmunir en nú er röksemdin gildi friðlanda fyrir nálæg svæði þar sem rjúpur eru veiddar. Rjúpan er lykiltegund í fæðuvefnum og m.a. forsenda fyrir tilvist fálka. Hún er á Válista sem tegund í yfirvofandi hættu. Í ljósi þessa alls leggur Náttúrufræðistofnun mikla áherslu á að hvergi verði slakað á í þeirra viðleitni að draga sem mest úr heildarafföllum rjúpunnar og afli verði ekki umfram um 9% af veiðistofni.

Stofnbreytingar

Niðurstöður rjúpnatalninga vorið 2021 voru í stuttu máli að rjúpum fækkaði um allt land 2020–2021 en þó ekki án undantekninga (1. mynd). Hér er mikilvægt að hafa í huga að stofnstærð íslensku rjúpunnar sveiflast, áður liðu um 10–12 ár á milli toppa en frá síðustu aldamótum hafa liðið um 5 ár á milli toppa á Norðausturlandi en í öðrum landshlutum er meiri óregla í stofnbreytingum (2. mynd). Annað sem einkennir síðustu 20 ár er að stofnbreytingar eru ekki fullkomlega í fasa á milli landshluta. Miðað við stofnþróun síðustu ára á Suðurlandi, Norðvesturlandi, Norðausturlandi og Austurlandi má gera ráð fyrir að þar verði stofninn í lágmarki næsta eða þarnæsta vor (2022 eða 2023). Í þessum landshlutum er stofninn undir meðallagi að stærð miðað við síðustu tuttugu ár. Á Vesturlandi og Vestfjörðum er fækkunarskeið nýhafið og viðbúið að það muni stand allavega tvö til þrjú ár til viðbótar. Í

Þessum landshlutum er stofninn yfir meðallagi að stærð miðað við síðustu tuttugu ár og búast má við að hann nái lágmark vorið 2023 eða 2024. Til lengri tíma litíð hefur íslenska rjúpnastofninnum hnignað. Þessa neikvæðu leitni má sjá í talningaröðum frá Hrísey á Norðausturlandi og Kvískerjum á Suðausturlandi en þar hafa rjúpur verið taldar frá 1963 (3. mynd).

Árin 2003 og 2004 voru rjúpnaveiðar bannaðar og í kjölfarið urðu breytingar í rjúpnastofninn sem ekki sér fyrir endann á. Í kjölfar friðunar var mikil uppsveifla um nær allt land (2. mynd). Stofninn tvöfaldaðist um það bil hvort ár, 2003–2004 og 2004–2005. Eftir hámark vorið 2005 fækkaði rjúpum víðast hvar næstu tvö árin, þó ekki á Austurlandi. Aftur óx stofninn eftir 2007 og var í hámarki 2009 og 2010, mismunandi eftir svæðum. Fækkunarskeiðið sem hófst 2010–2011 um landið austanvert varði aðeins í tvö ár en þá byrjaði stofninn að vaxa að nýju og hámark var vorið 2014 á Austurlandi og 2015 á Norðausturlandi. Uppsveifla hófst aftur á Norðausturlandi 2017 eftir aðeins eins árs fækkun en aukningin varði aðeins í tvö ár. Fjögur greinileg rjúpnahámörk hafa komið frá 1998 á Norðausturlandi eða á um 20 árum. Miðað við stofnbreytingar rjúpu líkt og þær voru á síðustu öld hefði aðeins mátt búast við tveimur hámerkum, því fyrra um 2010 og því síðara um 2020. Í sögulegu samhengi eru allir þessir toppar lágir (3. mynd fyrir Hrísey). Stofnsveiflur eru ógleggri í öðrum landshlutum (2. mynd).

Ljóst er að mikil breyting varð á lýðfræði rjúpnunar samfara friðun 2003 og 2004 og sölubanns og minni veiði í kjölfarið. Ein birtingamynd þessara breytinga er að stofnsveiflan tekur styttri tíma, nú líða um 5 ár á milli hámarka í fjölda rjúpna en áður 10–12 ár. Þessi umskipti verða rædd nánar hér fyrir neðan í tengslum við breytingar á dánarstuðlum.

Viðkoma

Varpárangur rjúpu var metinn á Norðausturlandi og Vesturlandi í lok júlí. Meðalfjölskyldustærð var 6,7 ungar á kvenfugl á Norðausturlandi (hlutfall unga 77%) og 5,8 ungar á kvenfugl á Vesturlandi (hlutfall unga 74%). Gildin fyrir Vesturland eru lág miðað við það sem tíðkast hefur og reyndar er 2021 eitt af lökustu árunum frá upphafi mælinga 1995 (4. mynd). Um 15% kvenfuglanna voru án unga á báðum svæðum. Það er vitað að tíðarfar á ungatíma getur valdið viðkomubresti [1] og líklega skýrir það mun á landshlutunum 2021.

Mælingar á viðkomu rjúpnunar hafa verið gerðar á Norðausturlandi frá 1964 og á Vesturlandi frá 1995. Þessi gögn sýna að viðkoman hefur verið lakari frá því um aldamót samanborið við árin á undan (4. mynd). Þessi munur helgast ekki af breytingum á frjósemi þar sem eggjafjöldi í hreiðrum er nokkuð stöðugur (um 11 egg í hreiðri að jafnaði [13]), heldur hafa afföll á ungum aukist. Hvað ræður auknum afföllum unga? Hér hefur þegar verið nefnt að tíðarfar í júní og júlí hefur áhrif á lífslíkur unga og aðrir þættir sem vitað er að skipta máli eru afrán og sníkjudýrasýkingar [2].

Afföll rjúpna á Norðausturlandi og Vesturlandi

Út frá niðurstöðum karratalninga að vori og aldurshlutföllum er hægt að reikna afföll rjúpna [3]. Þetta hefur verið gert fyrir rjúpnastofninn á Norðausturlandi 1981–2021 og Vesturlandi 2005–2021 (5. mynd). Þessir útreikningar gefa heildarafföll fullorðinna rjúpna (Z_2). Afföllum rjúpna á fyrsta ári má hins vegar skipta í tvo þætti. Annars vegar er affallabáttur sem er sameiginlegur með fullorðnu fuglunum og er svipaður eða eins og heildarafföll fullorðnu fuglanna (Z_2 -þátturinn), og hins vegar þáttur sem er sérstakur fyrir ungfugla og er kallaður umframafföll ungfugla ($Z_{x,w}$). Afföll vegna skotveiða koma fram í Z_2 -stuðlinum.

Talningar sýna að hnignun íslenska rjúpnastofnsins spannar hálfu öld eða meira [4]. Til aldamóta helgaðist hnignun stofnsins af auknum afföllum fullorðinna fugla og ungfugla (Z_2 ; 5. mynd A). Stofnsveiflan viðhélst og lýðfræðileg skýring á henni var kerfisbundin breyting á

umframafföllum ungfuglanna ($Z_{x,w}$). Umframafföllin breyttust í takt við stofnsveiflu rjúpunnar en hnikað þannig að þau voru í hámarki tveimur til þremur árum á eftir hámarki í stærð rjúpnastofnsins. Stofnlíkan sýnir að með auknum afföllum, þ.e. hækkun Z_2 -stuðulsins, dregur úr sveiflunni og topparnir verða æ lægri [3]. Ef afföllin aukast enn meir þá mun stofnsveiflan hverfa og stofninn haldast í viðvarandi lágmarki. Markmið veiðistjórnunar frá og með 2005 hefur verið að koma í veg fyrir slíkt og tryggja að þessar náttúrulegu sveiflur haldi áfram [3].

Útreikningar á afföllum 2020–2021 sýna að Z_2 -stuðullinn er nær eins á Norðausturlandi og Vesturlandi og sama á við um $Z_{x,w}$ -stuðullinn. Gildin fyrir báða stuðlana eru frekar há miðað við síðustu 20 ár (5. mynd). Dánartölur rjúpna breyttust í kjölfar friðunar 2003 og 2004. Þetta sést m.a. í breytingum á Z_2 -dánarstuðlinum (5. mynd A). Áratugina fyrir friðun óx þessi stuðull jafnt og þétt og sýndi engin tengsl við stofnstærð rjúpu. Eftir friðun hefur þessi stuðull lækkað en verið mun breytilegri og sýnt marktæka fylgni við stofnstærð árið á undan [5]. Umframafföll ungfugla ($Z_{x,w}$ -dánarstuðullinn) eru ekki lengur tengd stofnstærð líkt og var fyrir friðun 2003 heldur hefur þessi stuðull vaxið jafnt og þétt bæði á Norðausturlandi og Vesturlandi, þ.e. sýnt sömu leitni og Z_2 -dánarstuðullinn fyrir 2003 (5. mynd B). Líklegasta skýringin á stigvaxandi hækkun Z_2 -dánarstuðulsins 1981–2003 er ofveiði. Ekki liggur ljóst fyrir hvaða öfl eru megináhrifavaldar í því kerfi sem ríkt hefur síðan en vitað er þó að heilbrigði fuglanna sýnir skýr tengsl við stofnbreytingar [2].

Árangur veiðistjórnunar 2005 til 2020

Markmið

Markmið með stýringu á rjúpaveiði er að veiðarnar hafi ekki áhrif á náttúrulega sveiflu stofnsins og að sveiflan verði lík því sem var fram yfir miðja 20. öld. Með minni veiðum er stefnt að því að lækka Z_2 -dánarstuðulinn. Samkvæmt stofnlíkani sem gert var fyrir rjúpnastofninn þarf Z_2 -dánarstuðullinn að vera um 0,47 að jafnaði til þess að þetta markmið náist [3]. Z_2 -stuðullinn er samsettur úr tveimur þáttum, náttúrulegri dánartölu (M) og veiðidánartölu (F). Miðað er við að M sé sama gildi og meðaltalið fyrir friðunarárin 2003/2004 og 2004/2005 og að F bætist að fullu við M . Veiðidánartala reiknuð samkvæmt þessum forsendum er 0,0917 [7]. Með þessum aðferðum má reikna stærð veiðistofns og ráðlagða veiði og það hefur verið hluti af veiðiráðgjöf Náttúrufræðistofnunar Íslands frá 2005.

Stjórnun veiða

Meginþættir veiðistjórnunar rjúpu frá og með 2005 hafa verið þrír:

- (1) sölubann á rjúpur;
- (2) takmörkun á fjölda veiðidaga; og
- (3) hvatning til veiðimanna um að sýna hófsemi.

Rjúpaveiði hefur minnkað verulega 2005–2020 samanborið við árin á undan. Meðalveiði 1995–2002 var 133.820 fuglar á ári (spönn 79.588–166.129 fuglar) samanborið við 51.719 fuglar á ári (spönn 34.969–89.612 fuglar) 2005–2020. Á sama tíma hefur rjúpaveiðimönnum fækkað, en hlutfallslega þó mun minna, þeir voru að jafnaði 5.061 (spönn 4.005–5.476 menn) 1995–2002, en 4.584 (spönn 3.583–6.047 menn) 2005–2020. Umskipti í rjúpaveiði ráðast líklega mest af sölubanni og breyttu hugarfari veiðimanna.

Munurinn á rjúpaveiði fyrir og eftir friðunarárin 2003–2004 sést glögg ef við skoðum tengsl stærðar veiðistofns rjúpu við annars vegar heildarveiði og hins vegar veiðiafföll (6. mynd). Á árabílinu 1995–2002 var neikvætt samband á milli stærðar veiðistofns og affalla vegna veiða ($r = 0.910$, $p = 0,002$), og afföllin voru að meðaltali 25,9% (spönn 16,5%–32,1%). Á árabílinu 2005–2020 voru veiðiafföll mun lægri eða að jafnaði 8,9%, lægst 5,4% og hæst 12,5%. Neikvætt samband er á milli stærðar veiðistofns og veiðiaffalla líkt og var fyrir 2003 ($r = 0,489$, $p = 0,055$), og afföllin því hæst þegar veiðistofn er minnstur.

Ráðlögð veiði og raunveruleg veiði

Augljóst er að veiðimenn hafa brugðist við veiðistýringu og verulega hefur dregið úr rjúpnaveiði frá 2005. Í framhaldi af því má spyrja hversu vel þeir fylgja tilmælum um ráðlagða veiði? Frá 2005 eða fyrir 16 veiðitímabil hafa verið tilmæli um heildarafla og meðalafli á mann. Í sex tilvikum hefur veiðin verið á pari við ráðgjöf eða innan við 10% til eða frá ráðlögðum afla, í 5 skipti hefur verið veitt umfram ráðgjöf (13–40%) og í 5 skipti hefur veiðin verið undir ráðgjöf (10–38%). Hvað ræður þessu mynstri? Gerð var fylgnigreining á annars vegar hlutfalli veiði frá ráðlagðri veiði 2005–2020 og hins vegar 7 breytum sem tengjast rjúpnaveiðum. Þessar breytur eru heildarveiði, stærð veiðistofns, veiðidagar samtals, veiðimenn, veiðidagar per veiðimann, veiði per veiðimann, og leyfilegir veiðidagar. Aðeins einn stuðull var nálægt því að vera marktækur ($p = 0,056$ en marktæknimörkin voru skilgreind sem $p \geq 0,05$) og það var fylgnin við stærð veiðistofns (7. mynd). Fylgnin var neikvæð þannig að þegar veiðistofn var lítill var veitt umfram ráðgjöf og síðan öfugt þegar veiðistofn var stór.

Heildarveiði 2005 til 2020: áhrifavaldar

Línulegt fjölþátta líkan var notað til að skoða tengsl heildarveiði (háð breyta) og þriggja skýribreyta (fjöldi veiðimanna, stærð veiðistofns og heildarfjöldi veiðidaga). Við líkanagerðina var aðferð sem kölluð er „áfram og í skrefum“ (*forward stepwise*) notuð til að velja besta líkanið. Tveimur breytum var haldið eftir í lokalíkani nefnilega fjölda veiðimann og stærð veiðistofns. Í 8. mynd má sjá línulega líkanið. Samkvæmt því er veiðin minnst þegar stofn er í lægð og fáir veiðimenn. Samkvæmt líkaninu fer veiðin niður í um 20 þúsund fugla við þessi lægstu mörk. Raunveruleg veiði hefur aldrei farið niður fyrir 35 þúsund fugla á tímabilinu og mjög líklega eru tengslin á milli skýrbreytanna og háðu breytunnar ólínuleg. Notuð var fjaðurbrúun (*spline fit*) til máta saman breytunnar (9. mynd). Þetta líkan gefur til kynna að það sé innbyggð tregða í kerfinu við lægstu og hæstu stofnstærð. Veiðin fer ekki undir 30 þúsund fugla við lægstu stofnstærð og minnsta fjölda veiðimann, og ekki yfir 90 þúsund fugla við hæstu stofnstærð og mestan fjölda veiðimanna. Þetta gera annars vegar um 7 fuglar á mann við neðri mörkin og hins vegar 20 fugla á mann við efri mörkin. Hér er miðað við að veiðimenn séu um 4.500 og veiðin sé annars vegar 30 þúsund fuglar og hins vegar 90 þúsund fuglar. Væntanlega ráðast neðri mörkin af þeim markmiðum veiðimanna að ná sér í a.m.k. eina góða soðningu og efri mörkin endurspeglar væntanlega viðbrögð veiðimanna við hvatningu yfirvalda um að sýna hófsemi.

Stofnstærð rjúpu og veiði, sókn og veiðimenn

Út frá veiðiskýrslum frá veiðimönnum má ráða í veiði og fjölda veiðimanna og veiðidaga (1. tafla). Það er fróðlegt að sjá hvernig þessir þættir breytast í takt við áætlaða stærð veiðistofns (10. mynd). Gerð var krossfylgnigreining á stofnstærð rjúpu og veiði, veiði per veiðimann, veiðidögum, veiðidögum per veiðimann, og fjölda veiðimanna. Allar breytunnar sýndu jákvæð marktæk tengsl við stofnstærð rjúpu án hníks. Greinilegt er að veiðimenn bregðast án tafar við breytingum á stofnstærð rjúpu. Þetta á bæði við það sem í vistfræðinni er kallað stofnsvörun (*numerical response*) og atferlissvörun (*functional response*), þ.e. annars vegar fjöldi veiðimann og hins vegar meðalfjöldi fugla á veiðimann. Margfeldið af þessu tvennu er heildarveiðin.

Í 2. töflu er sýnd fylgni á milli allra breyta sem lýsa veiði og stofnstærð. Nokkur umræða hefur verið á liðnum árum um tengsl fjölda leyfilegra veiðidaga og veiði. Til upprifjunar þá var leyfilegum veiðidögum fækkað úr 69 dögum fyrir friðun 2003 og 2004 í 47 daga haustið 2005, í 26 daga 2006, síðan í 18 daga 2007 til 2010, í 9 daga 2011 og 2012, svo aukið í 12 daga frá 2013–2017, í 15 daga 2018, og í 22 daga frá og með 2019. Tilgangurinn með fækkun veiðidaga var að draga úr sókn en það gekk ekki eftir því það eru engin skýr tengsl á milli fjölda leyfilegra veiðidaga annars vegar og veiðidaga per mann og veiðidaga samtals hins vegar (2. tafla). Fjöldi leyfilegra veiðidaga sýnir hins vegar marktæka fylgni við bæði veiði per mann og heildarveiði.

Hafa markmið um lækkingu affalla náðst?

Markmið með stjórnun veiða úr rjúpnastofninum er að lækka afföll (Z_2 -stuðullinn). Hefur það gengið eftir? Það er ljóst að eftir því sem árin líða og gagnaraðir lengjast að grundvallarbreyting verður á stofnbreytingum rjúpnunar í kjölfar friðunar 2003 og 2004 og takmörkunum á veiði frá og með 2005. Dánarstuðullinn Z_2 fyrir tímabilið 1981–2002 líkist fasta með jákvæðri línulegri leitni, þ.e. afföllin voru að aukast jafnt og þétt yfir þetta tímabil og væntanlega vegna ofveiði. Væntingarnar 2005 voru að með minni veiði og lægri veiðidánartölu myndi Z_2 -stuðullinn lækka og haldast stöðugur. Þetta hefur ekki gengið eftir. Náttúrufræðistofnun hefur nefnt það sem mögulega skýringu á þessu að heildaráhrif veiða væru mögulega meiri en það sem skotið er hverju sinni. Hér var gert ráð fyrir að veiðar hefðu áhrif á lífslíkur þeirra fugla sem ekki falla fyrir hendi veiðimanna og er þessi aukna dánartíðni er nefnd „viðbótarafföll“. Reynsla liðinna ára hefur sýnt að dánarstuðullinn sveiflast upp og niður og sýnir marktækt jákvætt samband við stofnstærð árið á undan og tilgátan um viðbótarafföll er því frekar ósennileg. Það er líkast því sem að einum megináhrifavaldi í stofnbreytingum rjúpnunar síðustu áratugi, og þá erum við að tala um áhrif skotveiða, hafi verið skipt út og að önnur öfl skipi nú þann sess. Hvaða náttúrulegu öfl gætu þetta verið? Við vitum að fálkinn er áhrifavaldur í stofnbreytingum rjúpnunar [6], en hann er varla ráðandi þáttur í þeim stuttu sveiflum sem nú einkenna stofninn. Aðrir mögulegir þættir eru snikjudýr og áhrif þeirra á heilsufar fuglanna [2]. Áhrif sveifluvakans koma núna fram í þeim affallaþætti sem er sameiginlegur ungfuglum og fullorðnum fuglum, Z_2 -stuðlinum, en ekki affallaþættinum sem er sértækur fyrir ungfugla, $Z_{x,w}$ -stuðlinum. Samhliða þessum breytingum hefur lengd stofnsveiflu rjúpnunar styðst og farið úr um 12 árum í um 5 ár. Miðað við þessa mynd má segja að markmið veiðistjórnunar rjúpnunar hafi gengið eftir, þ.e. að tekist hafi að draga úr vægi veiðiaffalla og að þau séu ekki lengur ráðandi þáttur í stofnbreytingum.

Veiðipól rjúpnastofnsins 2021

Reiknuð heildarstærð varpstofns rjúpu vorið 2021 var metin 69 þúsund fuglar. Framreiknuð stærð veiðistofns 2021 er 248 þúsund fuglar miðað við að hlutfall unga á veiðitíma sé 77%. Með varpstofni annars vegar og veiðistofni hins vegar er átt við fjölda fugla á lífi í upphafi varptíma og í upphafi veiðitíma. Samkvæmt framangreindum útreikningum er ráðlögð veiði 2021 um 20 þúsund fuglar. Ráðlagður affall miðað við að um 5 þúsund veiðimenn gangi til rjúpna er um fjórir fuglar á mann.

Miðað við áætlaða stærð stofnsins og hvernig veiðimenn hafa svarað breytingum í stofnstærð rjúpu er nær öruggt að rjúpnaveiðin verður umfram ráðgjöf 2021. Hægt er að nota tengsl stofnstærðar og heildarveiði 2005–2020 (sbr. 6. mynd A) til að spá fyrir um hver veiðin verði í haust. Samkvæmt aðhvarfsgreiningu verður veiðin um 32 þúsund fuglar (95% öryggismörk eru 18–46 þúsund fuglar).

Nýtt stofnlíkan fyrir rjúpu

Unnið hefur verið að því að þróa áfram stofnlíkan fyrir rjúpu og fyrsta skrefið í þeirri vinnu lauk í vor leið [8]. Rétt er að ítreka að þetta er áfangi á langri vegferð en ekki lokaskref. Í þessu nýja líkani er rjúpnastofninn metinn fyrir hvern landshluta fyrir sig og þá bæði stofnstærð og afföll. Heildarstofnstærð samkvæmt hinu nýja mati sýnir sömu stofnbreytingar og það einfalda líkan sem fram að þessu hefur verið notað en mun minni stofn. Samkvæmt gamla líkaninu var stofnstærðin 2005–2018 352 þúsund til 1,1 milljónir fugla, en samkvæmt nýja líkaninu 216 til 391 þúsund fuglar [8]. Mikill munur er á óvissu við þessi tvö mót og öryggisbilið er mun þrengra fyrir nýja matið og efra markið fyrir það var hæst um 800 þúsund fuglar á ofangreindu tímabili. Miðað við þetta hefur rjúpnastofninn verið ofmetinn á umliðnum árum og vægi veiða því vanmetið. Í þessu sambandi má benda á að q -stuðullinn í einfalda líkaninu, en margfeldi

hans og stofnvisitölu gefur stærð varpstofns rjúpu, er mjög breytilegur. Þannig var $1/q = 1.207$ (95% öryggisbil: 628; 15.667) fyrir árin 1995–2004 [3] en 474 (95% öryggisbil: 14; 16.033) fyrir árin 2005–2018 [8]. Þessir útreikningar voru byggðir á gagnaröðum frá sama svæði, Norðausturlandi, en mismunandi árum. Erla Sturludóttir hefur fjallað um þennan breytileika á q-stuðlinum [8, 9]. Það er mikilvægt að halda áfram þróun stofnlíkansins og jafnframt að innleiða nýja líkanið við veiðiráðgjöf.

Rjúpnafriðland í Landnámi Ingólfs

Árið 2005 var stærstur hluti Landnáms Ingólfs lýst griðland rjúpna. Samtals telur griðlandið 2.395 km² lands (NÍ, mælt 16.9.2021). Upphaflegur tilgangur aðgerðarinnar voru rannsóknahagsmunir en ætlunin var að bera saman afkomu rjúpna á skotfriðuðum svæðum og veiðisvæðum. Þessar rannsóknir gengu ekki eftir en friðunin hefur haldið allt til þessa dags. Meginröksemdin fyrir því að halda friðun til streitu, er að griðlönd bæti afkomu rjúpnastofnsins. Í því samhengi hefur verið vísað til niðurstaðna rannsókna í Noregi [10] og frá Íslandi [11] sem sýna að hærra hlutfall rjúpna lifi af á svæðum þar sem hún nýtur griðar í samanburði við svæði þar sem rjúpan er veidd.

Reyndar er ekki rétt að segja að engar rannsóknir hafi verið gerðar í friðlandinu en fylgst hefur verið með stofnbreytingum rjúpu á svæðinu og gögnum um aldurshlutföll hefur verið safnað vor og síðsumars. Hægt er að nota þessi gögn til að meta viðkomu og afföll á milli ára (5. mynd), og eins til að bera saman stofnþróun í friðlandinu og á nálægum svæðum. Einnig var fylgst með afföllum sendimerktrar rjúpna á þessu svæði á árunum 1995–2000 [11]. Nánar um stofnþróun hér fyrir neðan.

Rjúpur hafa verið taldar á þremur svæðum í friðlandinu (heiti talningasvæðanna er Reykjanes, Innnes og Mosfellsheiði). Á nálægum svæðum er talið á einu svæði á Suðurlandi (kallað Suðurland) og tveimur svæðum á Vesturlandi (Mýrar og Dalir). Sjálffylgnigreiningar (*autocorrelation*) og hlutfylgnigreiningar (*partial correlation*) á þessum 6 gagnaröðum sýna engin glögg merki um reglubundna stofnsveiflu, nema mögulega fyrir Reykjanes, Mosfellsheiði og Mýrar (10–16 ára stofnsveifla). Krossfylgnigreiningar (*cross-correlation analysis*) sýna að stofnbreytingar á talningasvæðunum þremur innan griðlandsins eru í takt. Sama á við um stofnbreytingar á Reykjanesi og Innnesjum og á Suðurlandi. Krossfylgnigreining fyrir Mosfellsheiði og Suðurland gefur engan marktækan stuðul. Þessi fjögur svæði sýna öll marktæka fylgni við talningasvæðin á Vesturlandi en yfirleitt voru tveir marktækir stuðlar fyrir hverja greiningu annar fyrir t_0 og hinn fyrir t_1 , þ.e. griðlandið og Suðurland voru í takt við eða ári á undan svæðunum á Vesturlandi.

Tölur um varphéttleika rjúpna á ofangreindum talningasvæðunum sýna að hæsti þéttleikinn hefur verið á Reykjanesi og Innnesjum (11. mynd). Þéttleiki óðalskarra á þessum tveimur svæðum er marktækt hærri en á öllum hinum svæðunum en þó er ekki munur á Reykjanesi og Mosfellsheiði. Enginn tölfræðilegur munur er á þéttleika rjúpna á Mosfellsheiði, Suðurlandi, Mýrum og í Dölum. Hér skiptir í tvö horf, hár þéttleiki á Reykjanesi og Innnesjum en lágur annars staðar.

Hægt er að nota tölur um þéttleika rjúpna innan griðlandsins og flatarmál varplanda rjúpu, og aldurshlutföll síðsumars til að meta heildarstofnstærð haust hvert frá 2005. Flatarmál varplanda rjúpunnar var fundið með því að nota vistgerðakort Náttúrufræðistofnunar Íslands og tína til þær vistgerðir sem rjúpan nýtir til varps (samtals 781 km²). Til að fá árlega stærð varpstofns var flatarmál búsvæða margfaldað með meðalþéttleika hvers árs, miðað var við að kynjahlutföll í varpstofni væru jöfn, að náttúruleg dánartala fullorðinna fugla væri 0,37826 [7], og að aldurshlutföll í griðlandinu síðsumars endurspegluðu aldurshlutföll 1. nóvember. Miðað við þessar forsendur hefur rjúpnastofninn í griðlandinu í byrjun nóvember 2005–2021 talið að

meðaltali 14.673 fugla, mest 25.957 fugla (árið 2005) og minnst 7.719 fugla (árið 2010). Þetta er um 3% af áætlaðri heildarstofnstærð rjúpu.

Niðurstöður

Rjúpum fækkaði um allt land 2020–2021. Á Suðurlandi, Norðvesturlandi, Norðausturlandi og Austurlandi má gera ráð fyrir að stofninn verði í lágmarki vorin 2022 og 2023 og á Vesturlandi og Vestfjörðum vorin 2023 og 2024. Viðkoma rjúpunnar var metin á Norðausturlandi og Vesturlandi, hún var frekar slök á Vesturlandi en þökkaleg á Norðausturlandi. Til lengri tíma litið hefur varþrangri rjúpu hrakað. Tíðarfar skýrir þessa þróun að hluta til en aðrir þættir gætu mögulega skipt hér máli, s.s. sýkingar og afrán.

Miklar breytingar urðu á lýðfræði rjúpu í kjölfar skotfriðunar 2003 og 2004. Mynstur affalla breyttist. Affallapáttur sameiginlegur öllum aldurshópum, kallaður Z_2 -stuðullinn, sýndi áður engin tengsl við stofnstærð, en líktist fasta með jákvæðri leitni í tíma, þ.e. hann óx jafnt og þétt. Veidiáfföll eru innifalin í þessum stuðli. Frá 2003 hefur Z_2 -stuðullinn lækkað og er tengdur stofnstærð árið á undan. Annar affallapáttur, sértækur fyrir fugla á 1. ári, er kallaður umframafföll ungfugla eða $Z_{x,w}$ -stuðullinn. Fyrir 2003 sýndi hann tengsl við stofnstærð tveimur árum fyrir og var megin lýðfræðilega skýringin á stofnsveiflunni. Frá friðun hefur stuðullinn ekki sýnt nein tengsl við stofnstærð en líkist fasta með jákvæða leitni í tíma. Ein afleiðing þessara breytinga er að rjúpnasveiflan á Norðausturlandi tekur 5 ár. Í öðrum landshlutum er stofnsveiflan ekki jafnskýr. Breytingar á Z_2 -stuðlinum fyrir 2003 endurspegluðu líklega áhrif veiða, en síðan virðast aðrir áhrifavaldar verið ráðandi um breytingar á stuðlinum og hér gæti heilbrigði fuglanna komið við sögu. $Z_{x,w}$ -stuðullinn hefur vaxið jafnt og þétt frá aldamótum á sama tíma og afföll unga yfir sumarið hafa aukist, mögulega eru hér sömu öfl að verki.

Stjórnun veiða hefur gengið vel og verulega hefur dregið úr veiðiafföllum frá 2005 í samanburði við árin á undan. Þremur aðferðum hefur verið beitt: sölubanni; takmörkun á fjölda veiðidaga; og hvatningu um að veiðimenn sýni hófsemi. Markmiðið var að hafa áhrif á Z_2 -stuðulinn til lækkunar og þannig að koma í veg fyrir að náttúrulegar stofnsveiflur rjúpunnar sléttuðust út. Gert var ráð fyrir að þessi stuðull væri fasti. Reyndin hefur verið önnur, stuðullinn hefur lækkað vissulega og sýnir enga leitni líkt og áður en er nú tengdur stofnstærð árið á undan og rís og hnígur. Það er þessi dánarstuðull sem er lýðfræðileg skýring stofnsveiflunnar á Norðausturlandi en ekki $Z_{x,w}$ -stuðullinn líkt og var fyrir 2003. Í stuttu máli þá virkar veiðistjórnunin líkt og við var búist, veiðiafföll hafa lækkað verulega, en lýðfræðileg viðbrögð rjúpnastofnsins við umskiptunum hafa verið óútreiknanleg.

Hlutföll ára þar sem veiðar hafa verið á pari við ráðgjöf, umfram ráðgjöf og undir ráðgjöf eru jöfn. Það eru neikvæð tengsl á milli stofnstærðar og hlutfallslegra frávika frá ráðgjöf, þannig er frekar veitt umfram ráðgjöf þegar veiðistofn er lítill og öfugt. Þetta helgast af háttalagi veiðimanna, en þeir haga veiðum í samræmi við stofnstærð rjúpu. Það er þó tregða í kerfinu, þannig virðast veiðimenn setja sér sjálfir neðri mörk sem eru vel yfir því sem ráðlagt er þegar stofn er hvað minnstur, og jafnframt þá mettast kerfið þegar stofn er stór og meðalveiðin fer ekki upp fyrir ákveðin mörk. Þetta er líklega skýringin á því að veitt er yfir ráðgjöf þegar stofn er lítill, en undir ráðgjöf þegar stofn er stór. Metinn veiðistofn rjúpu 2021 er mjög lítill miðað við síðustu áratugi og ráðlögð veiði er um 20 þúsund fuglar. Í ljósi þess sem nefnt var hér á undan, um viðbrögð veiðimanna við stofnbreytingum rjúpunnar, má telja nær víst að veiðin 2021 verði vel yfir ráðgjöf.

Nýtt svæðaskipt stofnlíkan fyrir rjúpu er til mikilla framfara. Það er ósamræmi í stofnstærðarmati þessa nýja líkans og þess sem notað hefur verið, þetta þarf að skýra betur. Jafnframt þarf að innleiða nýja líkanið við veiðiráðgjöf og samhliða því sem reynsla fæst af því við notkun að þróa það áfram.

Landnám Ingólfs var friðað fyrir rjúpnaveiðum 2005. Rannsóknir sýna að stofnbreytingar þar eru í takt við stofnbreytingar á nálægum svæðum á Suðurlandi og Vesturlandi. Varlega metið þá hefur hauststofn rjúpu á griðlandinu talið á bilinu 8 til 26 þúsund fugla frá 2005. Upphafleg röksemd fyrir friðun voru rannsóknahagsmunir, sú röksemd sem nú er haldið á lofti tengist umræðunni um sjálfbærar veiðar og gildi griðlanda í því samhengi.

Náttúrufræðistofnun telur mikilvægt að halda áfram að efla skilning á stofnvistfræði rjúpunnar og áhrifum veiða á þá náttúrulegu ferla sem þar eru ráðandi. Hér er bent á þrjá þætti, þ.e. að svara spurningu varðandi tengsl veiðiaffalla og heildaraffalla, einnig áhrif veiða á streitu hjá rjúpu, og eins að rannsaka hvað ráði lélegri viðkomu unga síðustu ár.

Umhverfis- og auðlindaráðherra ákvað haustið 2019 að rjúpnaveiðitíminn yrði 22 dagar og að sama fyrirkomulag skyldi gilda 2020 og 2021 nema eitthvað óvænt komi upp [12]. Niðurstöður rjúpnatalninga vorið 2021 sýndu í sjálfu sér ekkert óvænt, stofnbreytingar eru úr fasa eftir landshlutum, sums staðar er stofninn rétt að byrja að falla en annars staðar að nálgast lágmark. Veiðistofn rjúpu er metinn einn sá minnsti síðan mælingar hófust 1995. Að því gefnu að sömu tengsl sóknar og veiðiaffalla gildi 2021 og 2005 til 2020 þá verður rjúpnaveiði lítil eða um 30 þúsund fuglar (7. mynd). Aðeins tvisvar sinnum áður, haustin 2002 og 2020, hefur veiðistofninn verið metinn undir 300 þúsund fuglum. Árin fyrir friðun var sóknarmynstrið annað og haustið 2002 voru skotnar um 80 þúsund rjúpur eða um þriðjungur af metnum veiðistofni (7. mynd). Rjúpan er á Válista sem tegund í yfirvofandi hættu og hún gegnir lykilhlutverki í fæðuvefnum (<https://www.ni.is/midlun/utgafa/valistar/fuglar/valisti-fugla>). Náttúrufræðistofnun leggur mikla áherslu á að hvergi verði slakað á í þeirra viðleitni að draga sem mest úr heildarafföllum rjúpunnar og afli verði ekki umfram um 9% af veiðistofni. Hættan á veiði umfram ráðgjöf er mest þegar stofninn er lítill líkt og nú er raunin.

Ólafur K. Nielsen

Heimildir

1. Ólafur K. Nielsen 1999. Vöktun rjúpnastofnsins. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar 39: 55 bls.
2. Ute Stenkewitz, Ólafur K. Nielsen, Karl Skírnisson, Gunnar Stefánsson 2016. Host-parasite interactions and population dynamics of rock ptarmigan. PLoS ONE 11(11): <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165293>.
3. Kjartan G. Magnússon, Jenný Brynjarsdóttir, Ólafur K. Nielsen 2004. Population cycles in rock ptarmigan *Lagopus muta*: modelling and parameter estimation. Raunvísindastofnun Háskólans, skýrsla.
4. Ólafur K. Nielsen, Jenný Brynjarsdóttir, Kjartan G. Magnússon 2004. Vöktun rjúpnastofnsins 1999-2003. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar 47. 110 bls.
5. Erla Sturludóttir, Ólafur K. Nielsen, Gunnar Stefánsson 2018. Evaluation of ptarmigan management with a population reconstruction model. *Jour. Wild. Mgmt.*, 82: 958-965. <https://doi.org/10.1002/jwmg.21458>
6. Frédéric Barraquand, Ólafur K. Nielsen 2018. Predator-prey feedback in a gyrfalcon-ptarmigan system? *Journal of Ecology and Evolution* 8:12425-12434. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ece3.4563>
7. Ólafur K. Nielsen 2006. Ráðgjöf Náttúrufræðistofnunar vegna rjúpnaveiða 2006. Náttúrufræðistofnun Íslands, skýrsla NI-06012.
8. Erla Sturludóttir 2021. Stofnmat fyrir íslenska rjúpnastofninn. Rit Lbhi nr. 141. http://www.lbhi.is/rit_lbhi_1
9. Erla Sturludóttir 2015. Statistical analysis of trends in data from ecological monitoring. Háskóli Íslands, doktorsritgerð. <http://hdl.handle.net/1946/21127>
10. Sandercock, B. K., Nilsen, E. B., Brøseth, H., & Pedersen, H. C. 2011. Is hunting mortality additive or compensatory to natural mortality? Effects of experimental harvest on the survival and cause-specific mortality of willow ptarmigan. *Journal of Animal Ecology*, **80**, 244–258.
11. Ólafur K. Nielsen 2000. Vetrarafföll rjúpna í nágrenni Reykjavíkur 1995 til 2000. Náttúrufræðistofnun Íslands, skýrsla NI-00004.
12. Umhverfis og auðlindaráðuneytið. Fyrirkomulag rjúpnaveiða 2019. <https://www.stjornarradid.is/efst-a-baugi/frettir/stok-frett/2019/08/30/Fyrirkomulag-rjupnaveida-2019/> [skoðað 9.9.2019]
13. Arnþór Garðarsson 1988. Cyclic population changes and some related events in rock ptarmigan in Iceland. Bls. 300–329 í *Adaptive strategies and population ecology of northern grouse* (ritstjórar A.T. Bergerud & M.W. Gratson). University of Minnesota Press, Minneapolis. xxiii + 809 bls.

Töflur

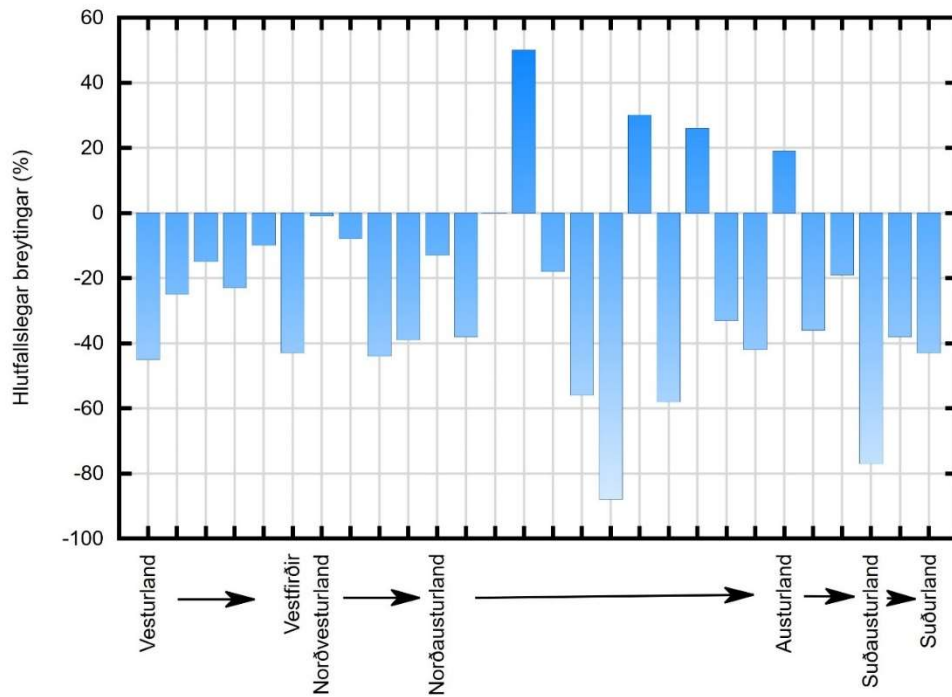
1. tafla. Meðaltöl, lággildi og hágildi, staðalfrávik og breytileikastuðlar fyrir nokkrar breytur sem lýsa stofnstærð rjúpu og rjúpnaveiði á Íslandi 2005–2020 (n = 16).

Þáttur	Meðaltal	Lággildi	Hágildi	Staðalfrávik	Breytileikastuðull (%)
Heildarveiði	51.719	34.969	89.612	16.907	33
Ráðlögð veiði	52.563	25.000	92.000	17.626	34
Veitt umfram ráðgjöf (hlutfall)	0	-0,38	0,4	0,2	1.775
Veiðistofn	600.520	282.478	1.055.474	203.502	34
Veiðimenn	4.584	3.583	6.047	641	14
Veiði per mann	11,1	8,8	16	2,2	20
Veiðidagar per mann	3,4	2,8	4,0	0,2	7
Veiðidagar samtals	15.537	12.580	20.738	2.610	17
Leyfilegir veiðidagar	17,6	9	47	9,3	53

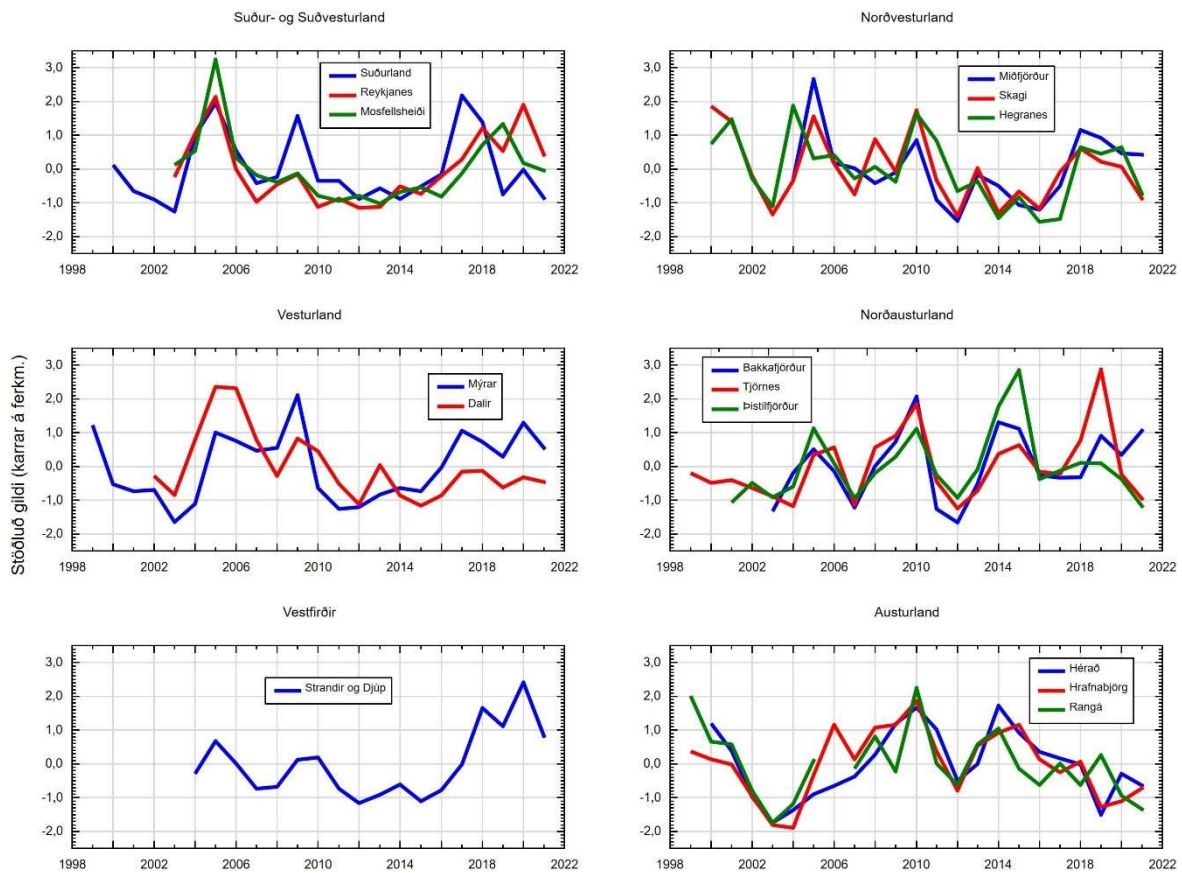
2. tafla. Fylgnistuðlar (r) og p-gildi fylgnigreininga fyrir stofnstærð rjúpu og rjúpnaveiði á Íslandi 2005–2020 (n=16). Marktækni var miðuð við $p \leq 0,05$. Marktækir fylgnistuðlar eru rauðlitaðir.

	Heildarveiði	Veiðistofn	Veiðimenn	Veiðidagar per mann	Veiðidagar samtals	Veiði per mann	Leyfilegir veiðidagar	Hlutfallslegt frávik frá ráðgjöf
Heildarveiði	1,0000 p= ---	0,6923 p=0,003	0,9095 p=0,000	0,3431 p=0,193	0,9216 p=0,000	0,9532 p=0,000	0,5465 p=0,028	0,2359 p=0,379
Veiðistofn	0,6923 p=0,003	1,0000 p= ---	0,5761 p=0,020	0,5670 p=0,022	0,7310 p=0,001	0,7328 p=0,001	0,2927 p=0,271	-0,4860 p=0,056
Veiðimenn	0,9095 p=0,000	0,5761 p=0,020	1,0000 p= ---	0,1340 p=0,621	0,9135 p=0,000	0,7494 p=0,001	0,3011 p=0,257	0,3038 p=0,253
Veiðidagar per mann	0,3431 p=0,193	0,5670 p=0,022	0,1340 p=0,621	1,0000 p= ---	0,5244 p=0,037	0,4459 p=0,083	0,3669 p=0,162	-0,3298 p=0,212
Veiðidagar samtals	0,9216 p=0,000	0,7310 p=0,001	0,9135 p=0,000	0,5244 p=0,037	1,0000 p= ---	0,8268 p=0,000	0,4122 p=0,113	0,1179 p=0,664
Veiði per mann	0,9532 p=0,000	0,7328 p=0,001	0,7494 p=0,001	0,4459 p=0,083	0,8268 p=0,000	1,0000 p= ---	0,6670 p=0,005	0,1222 p=0,652
Leyfilegir veiðidagar	0,5465 p=0,028	0,2927 p=0,271	0,3011 p=0,257	0,3669 p=0,162	0,4122 p=0,113	0,6670 p=0,005	1,0000 p= ---	0,2352 p=0,381
Hlutfallslegt frávik frá ráðgjöf	0,2359 p=0,379	-0,4860 p=0,056	0,3038 p=0,253	-0,3298 p=0,212	0,1179 p=0,664	0,1222 p=0,652	0,2352 p=0,381	1,0000 p= ---

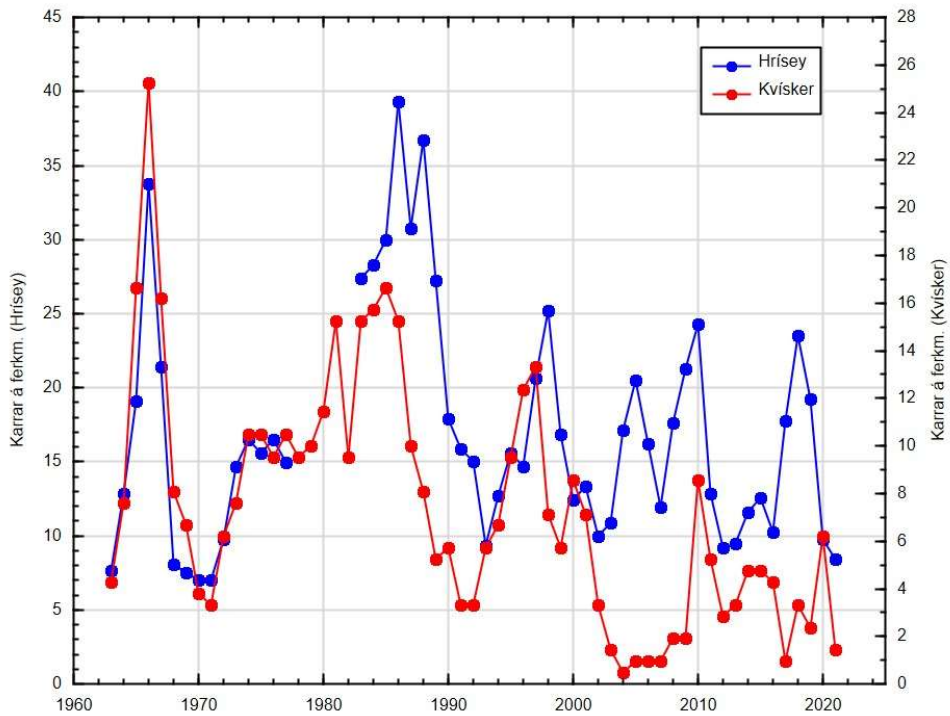
Myndir



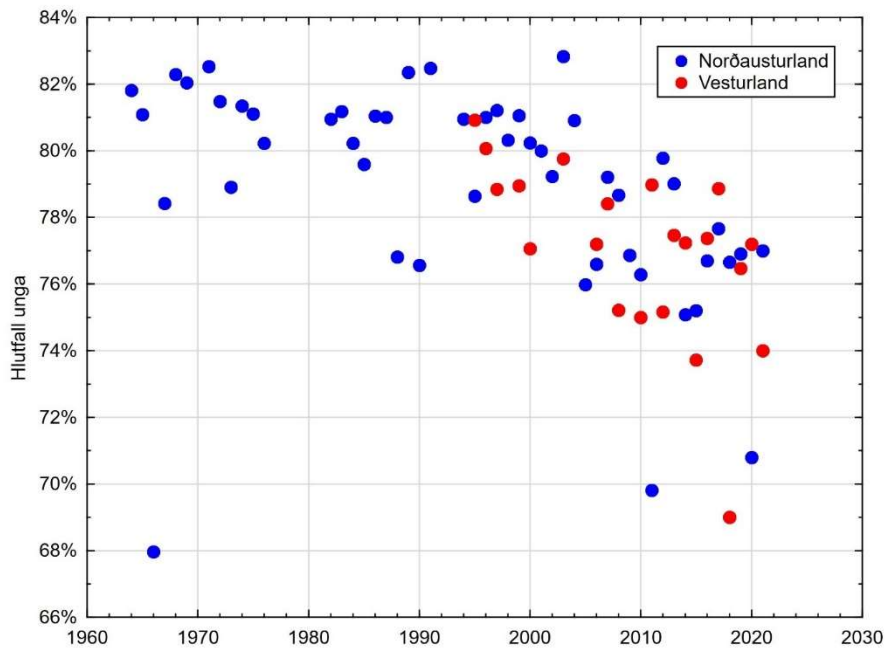
1. mynd. Hlutfallslegar stofnbreytingar rjúpu 2020–2021 á 28 talningasvæðum víðsvegar um Ísland.



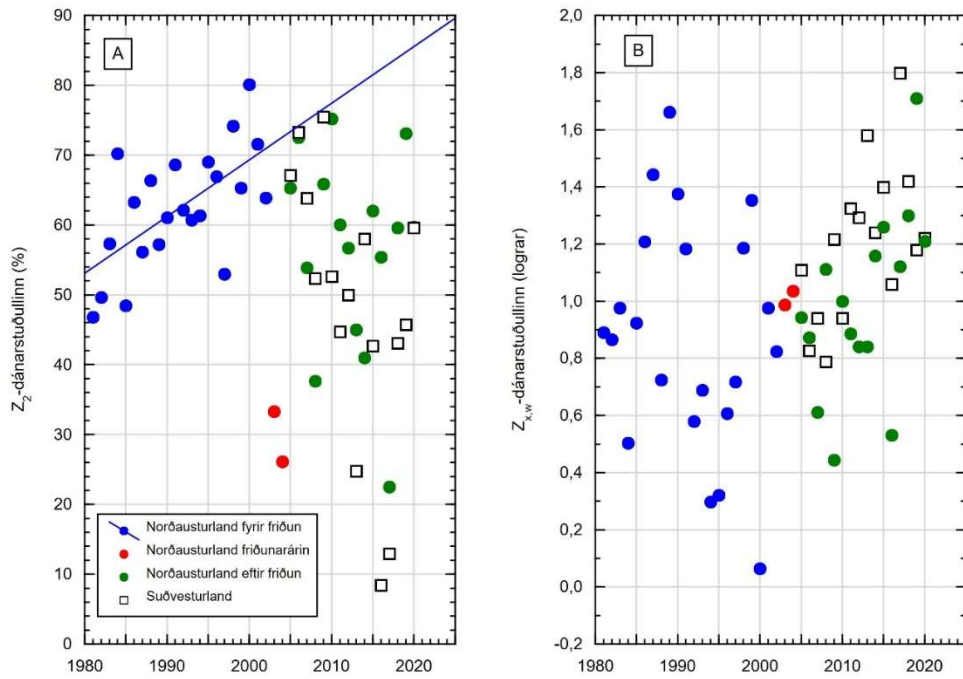
2. mynd. Niðurstöður rjúpnatalninga 1998–2021 skipt eftir landshlutum. Hver talningaröð var stöðluð með því að deila í meðaltalsfrávik hvers árs með staðalfrávikni raðarinnar.



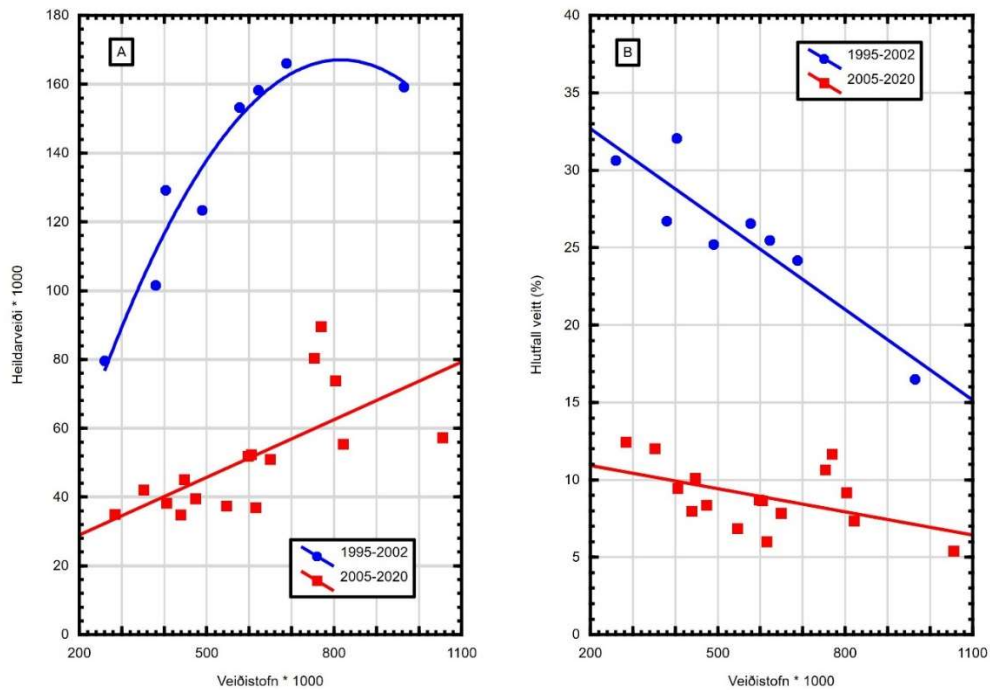
3. mynd. Niðurstöður rjúpnatalninga í Hrísey við Eyjafjörð og á Kvískerjum í Öræfum 1963–2021.



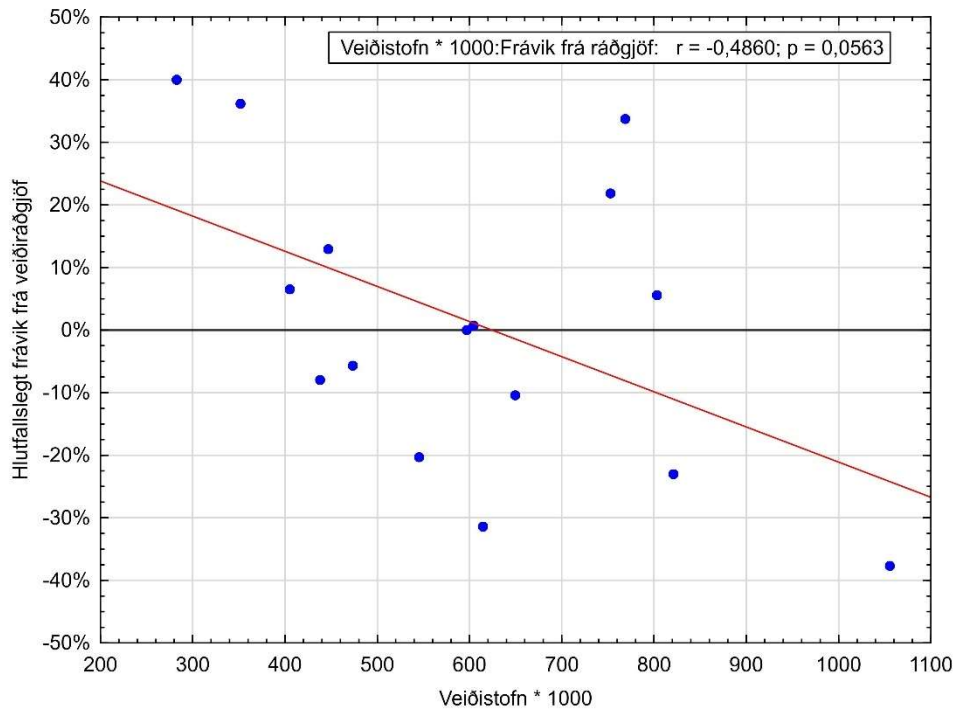
4. mynd. Hlutfall unga síðsumars í rjúpnastofninum á Norðausturlandi og Vesturlandi 1964–2021. Tekið saman fyrir þau ár sem sýnastærð var meiri en 100 fuglar.



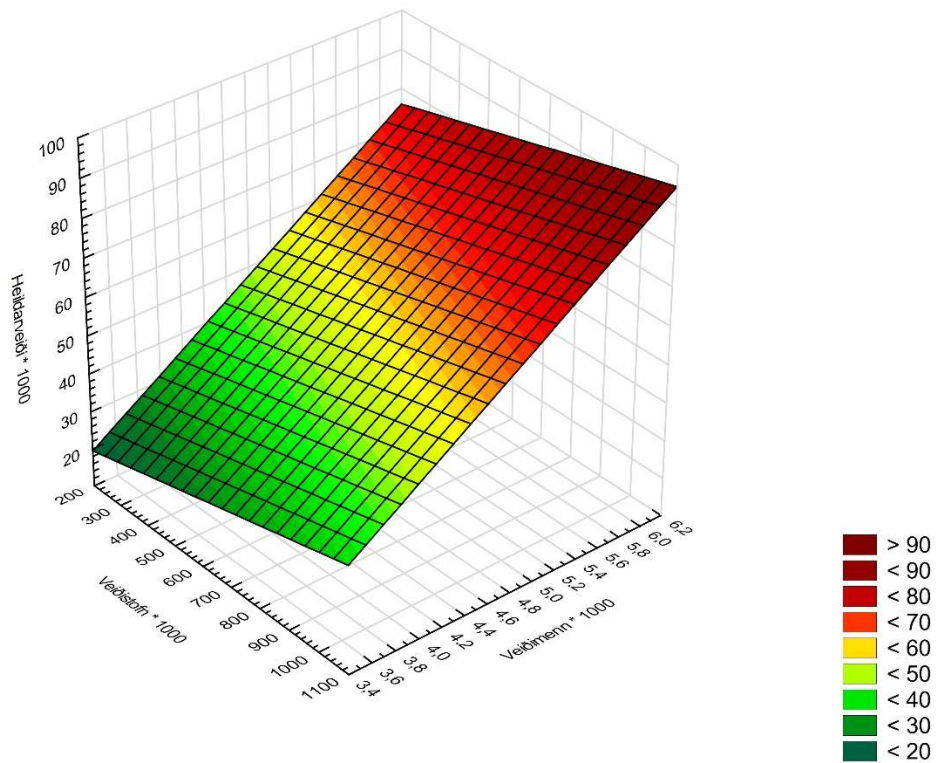
5. mynd. (A) Heildarafföll fullorðinna rjúpna frá vori til vors á Norðausturlandi 1981–2021 og á Vesturlandi 2005–2021, gildum Z₂-stuðulsins hefur verið varpað yfir í %-kvarða. (B) Umframafföll ungra rjúpna á Norðausturlandi og Vesturlandi 1981–2021, gildin eru lograr (ln).



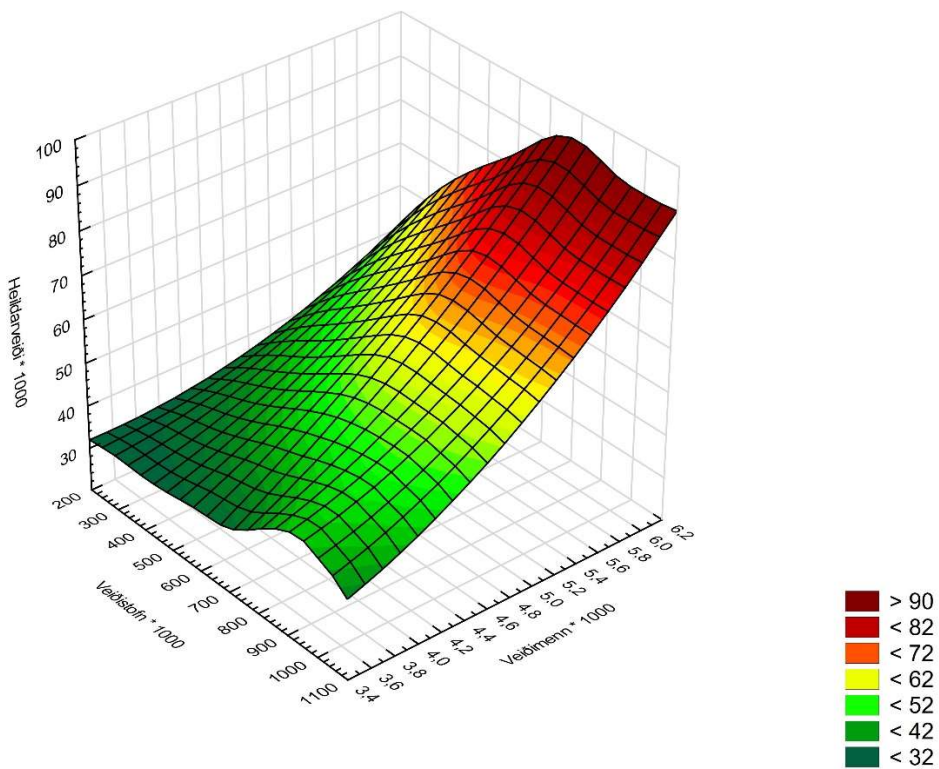
6. mynd. (A) Tengsl áætlaðs veiðistofns rjúpu og heildarveiði 1995–2020. (B) Tengsl áætlaðs veiðistofns rjúpu og veiðiaffalla 1995–2020. Með veiðistofni er átt við fjölda fugla á lífi í upphafi veiðitíma.



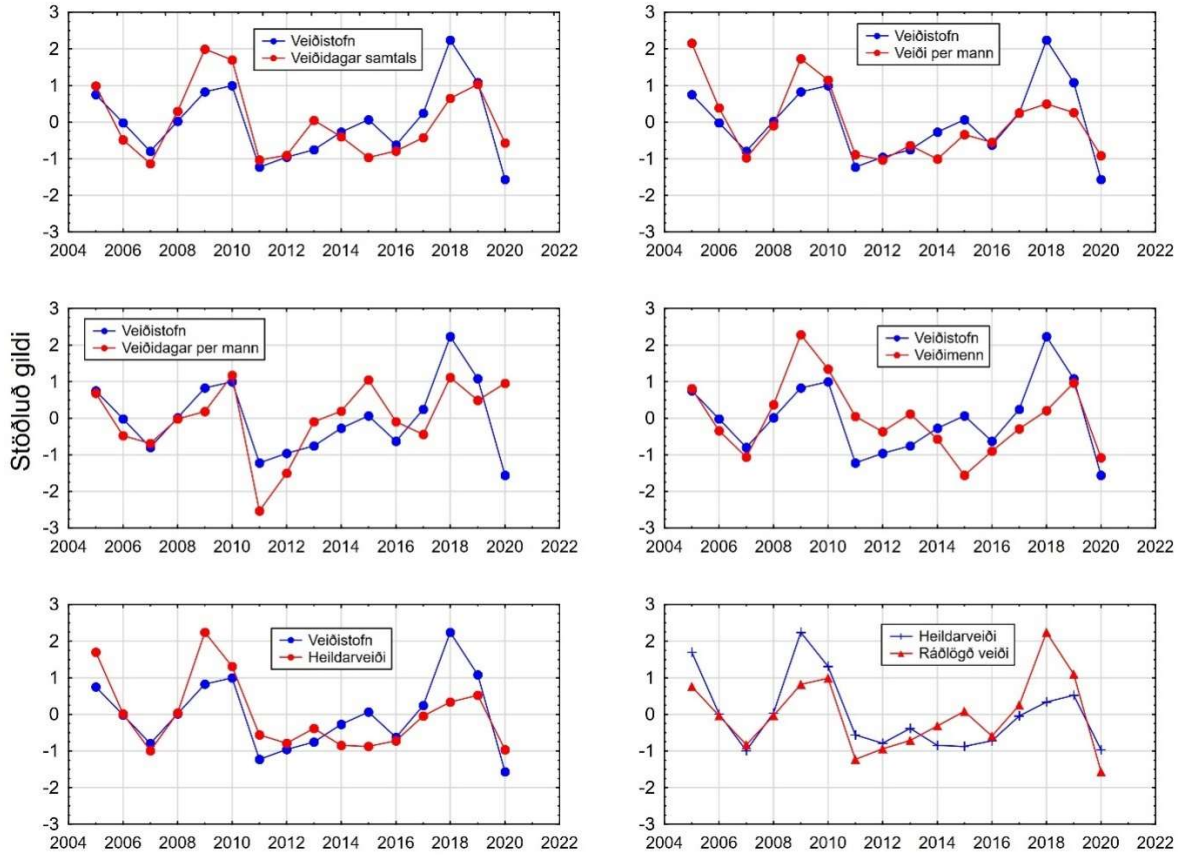
7. mynd. Tengsl áætlaðrar stærðar veiðistofns og hlutfallslegs viks afla frá veiðiráðgjöf 2005–2020. Þau ár sem þetta hlutfall er jákvætt var veitt umfram ráðgjöf og svo öfugt.



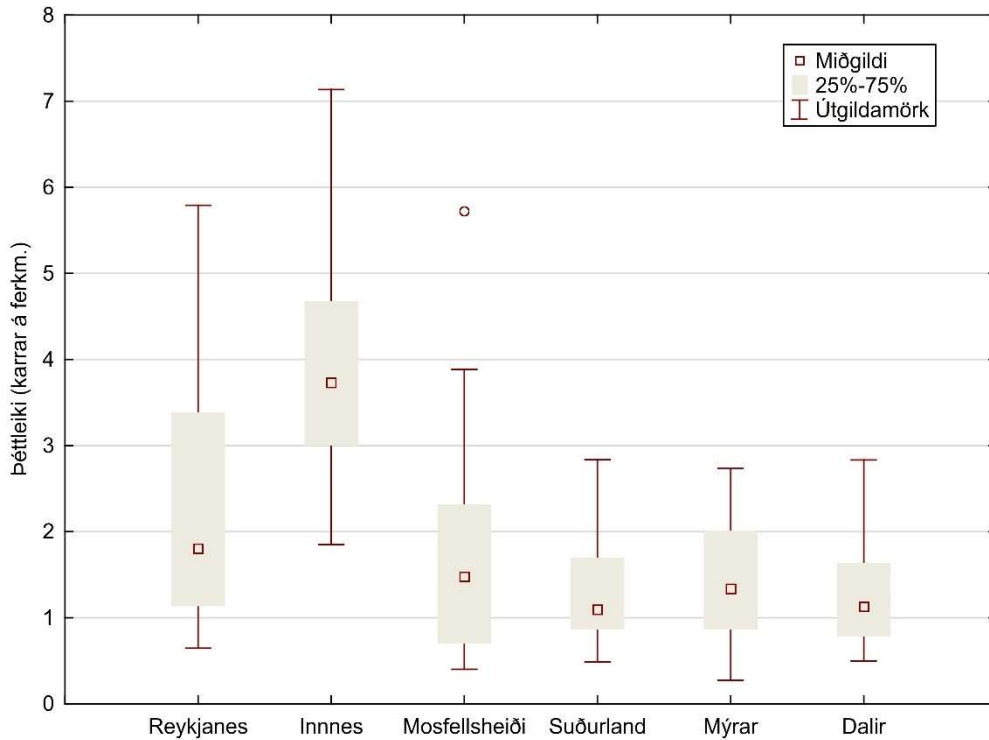
8. mynd. Línulegur flötur sem sýnir tengsl stærðar veiðistofns rjúpu og fjölda veiðimann við heildarveiði. Byggt á gögnum fyrir árin 2005–2020.



9. mynd. Ólínulegur flötur sem sýnir tengsl stærðar veiðistofns rjúpu og fjölda veiðimanna við heildarveiði. Byggt á gögnum fyrir árin 2005–2020. Notað var fjaðurbrúun (spline fit) til að draga upp flötinn.



10. mynd. Veidistofn rjúpu 2005–2020 borinn saman við nokkrar breytur sem lýsa rjúpnaveiðum, einnig er samanburður á heildarveiði og ráðlagðri veiði. Raðirnar voru staðlaðar með því að deila í meðaltalsfrávik hvers árs með staðalfrávikni raðarinnar.



11. mynd. Béttleiki óðalskarrar á 6 talningasvæðum á Suðurlandi og Vesturlandi 1999–2021. Svæðin Reykjanes, Innnes og Mosfellsheiði eru inná gríðlandi rjúpu í Landnámi Ingólfs.