

# Burðarsvæði Snæfellshjarðar

## 2005-2020





# Burðarsvæði Snæfellshjarðar 2005-2020

## Höfundar

Rán Þórarinsdóttir, Kristín Ágústsdóttir og  
Hálf dán Helgi Helgason

## Dagsetning

Janúar 2022

# Lykilsíða

Skýrsla LV nr	LV-2022-008	Dagsetning	Janúar 2022
Fjöldi síðna	61	Upplag	1
Dreifing	<input checked="" type="checkbox"/> Birt á vef LV	<input type="checkbox"/> Opin	<input type="checkbox"/> Takmörkuð til [Dags.]
Titill	Burðarsvæði Snæfellshjarðar 2005-2020		
Höfundar/fyrirtæki	Náttúrustofa Austurlands. Rán Þórarinsdóttir, Kristín Ágústsdóttir og Hálfván Helgi Helgason		
Verkefnisstjóri	Sveinn Kári Valdimarsson		
Unnið fyrir	Landsvirkjun		
Samvinnuaðilar	—		
Útdráttur	<p>Þessi skýrsla er samantekt á vöktun burðarsvæða Snæfellshjarðar sem hófst 2005. Breytingar hafa átt sér stað í burðardreifingu hreinkúa og færri dýr bera nú á fyrrum þekktum burðarsvæðum næst uppistöðulónum, virkjunum og öðrum mannvirkjum þeim tengdum. Mun færri kýr báru á skilgreindu áhrifsvæði Kárahnjúkavirkjunar.</p>		
Lykilorð	Kárahnjúkar, Fljótsdalsstöð, vöktun, hreindýr, burðarsvæði, Snæfell		

Samþykki verkefnisstjóra  
Landsvirkjunar



NÁTTÚRUSTOFA AUSTURLANDS

## Burðarsvæði Snæfellshjarðar 2005-2020

Unnið fyrir Landsvirkjun



**Rán Þórarinsdóttir,  
Kristín Ágústsdóttir  
og Hálfván Helgi Helgason**



NA-210213  
Júlí 2021



## NÁTTÚRUSTOFA AUSTURLANDS

**Skýrsla nr:** NA-210213

**Dags (mánuður, ár):** Júlí 2021.

Smávægilegar orðalagsbreytingar gerðar í janúar 2022.

**Dreifing:** Opin

**Heiti skýrslu (aðal- og undirtitill):** Burðarsvæði Snæfellshjarðar 2005-2020

**Síðufjöldi:** 69

**Höfundur:** Rán Þórarinsdóttir, Kristín Ágústsdóttir og Hálfán Helgi Helgason.

**Fjöldi viðauka:** 0

**Unnið fyrir:** Landsvirkjun

**Ljósmyndir á forsíðu:** Rán Þórarinsdóttir og Skarphéðinn G. Þórisson

### Útdráttur:

Vorið 2005 hóf Náttúrustofa Austurlands árlega kortlagningu burðarsvæða Snæfellshjarðar fyrir Landsvirkjun í takt við kröfur í virkjanaleyfi Fljótsdalsstöðvar. Stóð sú vöktun yfir til 2013. Þó erfitt reyndist að aðgreina áhrif truflunar vegna framkvæmda frá öðrum þáttum sem móta hegðun og dreifingu hreindýra var ljóst að ákveðnar breytingar áttu sér stað í burðardreifingu hreinkúa á framkvæmdartíma. Breytingarnar voru tvíþættar; breytt dreifing innan rannsóknarsvæðis og færri kýr sem nýttu svæðið til burðar. Takmarkaðar athuganir á vordreifingu kúa fyrir 2005 gáfu vísbendingar um nokkuð sambærilegan breytileika fyrir framkvæmdir. Fyrir tímabilið 2005-2013 gátu snjóalög skýrt þennan breytileika í flestum árum en ekki fyrir 2007 og 2008. Þó framkvæmdir væru umfangsmiklar og í miðju hefðbundinna burðarsvæða virtust þær ekki hafa neikvæð áhrif á frjósemi hreinkúa eða dánartíðni kálfa á fyrstu vikum eftir burð. Á sama tíma og dýrum fækkaði á veiðisvæði 2 á burðartíma fjölgaði hreindýrum á aðliggjandi veiðisvæðum. Sú fjölgun var skýrð með viðbót dýra af veiðisvæði 2 sem leiddi til hækkunar veiðikvóta þar.

Markmiðið með viðbótarvöktun 2014-2020 var að kanna hvort breytt burðardreifing á framkvæmdartíma Kárahnjúkavirkjunar gengi að hluta eða alfarið til baka þegar frá leið framkvæmdum. Haldið var í þá skilgreiningu að kýr Snæfellshjarðar væru þær sem héldu til og bæru innan veiðisvæðis 1 og 2 á burðartíma. Á veiðisvæði 1 varð umtalsverð stækkun á rannsóknarsvæðinu en á veiðisvæði 2 hélst það óbreytt. Nær einungis var leitað úr lofti og gaf það vel. 6 GPS-kýr vörpuðu ljósi á breytta dreifingu kúa á veiðisvæði 1. Einnig var vonast til að þær gæfu vísbendingar um svæðisnotkun dýra sem flakka milli veiðisvæða og jafnframt um farhegðun inn á burðarsvæði að vori. Engin GPS-kúnna flakkaði verulega milli veiðisvæða. Þær nýttust þó við mat á hagatryggð einstakra kúa við burðarstað.

Sífelld færri dýr báru á fyrrum þekktum burðarsvæðum næst uppistöðulólum, virkjunum og öðrum mannvirkjum þeim tengdum. Áfram virtist dreifing stýrast að einhverju leiti af hæð yfir sjó, snjóalögum og aðgengi að nýgræðingi. Mun færri kýr báru á þröngt skilgreindu áhrifsvæði Kárahnjúkavirkjunar og virtust kýr sem enn héldu sig á veiðisvæði 2 bera inná Vesturöræfum í fremur snjóléttum árum. Af 7 athugunarárum reyndust 4 ár fremur eða mjög snjóþung en 3 fremur eða mjög snjólétt. Til viðbótar við breytta dreifingu kom á seinna athugunartímabilinu fram lægri kálfahlutföll í júlí, sér í lagi á veiðisvæði 2. Ef þessi lækkuðu kálfahlutföll í júlí endurspeglar hærri dánartíðni kálfa á fyrstu vikum þá er það áhyggjuefni og ekki hægt að útiloka að það tengist verra aðgengi hreinkúa að góðum burðarsvæðum.

Snjóléttasti hluti Vesturöræfa fór undir lón haustið og veturinn 2006-2007. Sá hluti Vesturöræfa sem eftir stendur er gróskumikið en að mestu snjóþungt og liggur hátt yfir sjó. Ef aðeins er horft til þessara tveggja þátta sem virtust skipta máli við val kúa á burðarsvæðum eru Vesturöræfi einsleitari eftir virkjun og getur ekki talist eins hentugt til burðar og áður. Breytingar á snjóalögum, hitastigi og þéttleika dýra hafa bein áhrif á gæði, grósku og aðgengi fæðu sem aftur skilar sér í breytilegri burðardreifingu milli ára þar sem skörun er þó við burðardreifingu síðasta árs. Ef svæðis- eða veðurfarsbreytingarnar eru endanlegar og umfangsmiklar má sjá fyrir sér að hnikun burðarstaðsetninga dugar ekki til, heldur verður tilflutningur stórs hluta hreinkúa yfir á aðskilið „nýtt“ svæði sem kýrnar þekkja ekki frá fyrri árum. Slíkum tilflutningi fylgir áhætta þar sem kýrnar vita ekki að hverju þær ganga. Tilflutningur þarf ekki að vera endanlegur ef fyrri svæði jafna sig, en miklar langtíma breytingar í veðri, veglagningar, aukning mannaferða og víðáttumikil uppistöðulón lækkar notkunargildi burðarsvæða. Ef önnur jafngóð svæði eru ekki í boði getur slíkt haft neikvæð áhrif á t.d. dánartíðni kálfa á fyrstu vikum eftir burð.

**Lykilorð:** Hreindýr, burður, burðarsvæði, heildarsvæði, kjarnasvæði, miðburður, hagatryggð, farhegðun, GPS staðsetningar, Rangifer tarandus

**ISSN nr:**

2547-7447 (rafræn útgáfa)

**Yfirfarið:** RP, KÁ

**ISBN nr:** 978-9935-9591-4-0

(rafræn útgáfa)

# Efnisyfirlit

English Summary.....	1
Skilgreiningar.....	2
Inngangur .....	5
Markmið.....	5
Snæfellshjörð .....	5
Fjöldaþróun.....	5
Fallþungi.....	7
Hreinkollur .....	10
Frjósemi og nýliðun.....	11
Dánartíðni kálfa frá apríl fram í júlí.....	15
Veiðiálag.....	15
Framkvæmdir.....	17
Aðferðir og úrvinnsla .....	17
Rannsóknarsvæðið.....	17
Mörk.....	17
Árferði, gróður og staðhættir.....	19
Flugathuganir .....	20
Talningar á vettvangi.....	20
Burðarframvinda .....	22
Burðardreifing .....	22
Hagatryggð .....	24
Gróðurstuðull (NDVI) .....	24
Hæð yfir sjó og snjóalög.....	25
GPS gögn .....	25
GPS-kýr.....	25
Virgni, og burðardagsetningar .....	26
Vetrardreifing.....	27
Burðarstaður og hagatryggð .....	27
Farhegðun .....	27
Niðurstöður .....	28
Flugathuganir .....	28
Fjöldi.....	28
Burðarframvinda.....	31

Burðarsvæði.....	31
Hagatryggð.....	36
Hæð yfir sjó og snjóalög.....	39
Gróðurstuðull (NDVI).....	40
GPS-gögn.....	41
Virgni og burðardagsetningar.....	41
Vetrardreifing.....	42
Burðarstaður og hagatryggð.....	42
Farhegðun.....	45
Samgangur.....	46
Umræður.....	47
Flug athuganir.....	47
Fjöldi.....	47
Burðartímaframvinda.....	48
Burðardreifing.....	49
Hagatryggð.....	50
Samgangur milli svæða.....	53
GPS-gögn.....	53
Virgni.....	53
Dreifing.....	54
Samgangur.....	55
Farhegðun.....	55
Lokaorð.....	56
Þakkir.....	57
Heimildarskrá.....	58

## Myndaskrá

1. mynd. Fjöldi kúa á veiðisvæði 1 í júlí 2002-2020. Gráu súlurnar eru niðurstöður úr júlítalningum en rauða línan er áætlaður fjöldi. Gefnar forsendur eru vetrardánartíðni 2% fyrir kýr, 15% fyrir tarfa og 20% fyrir kálfa. Veiðar eru þekkt stærð út frá veiðiskýrslum og nýliðun er fenginn út frá fjölda kálfa á kú/vetrung í júlí..... 7
2. mynd. Fjöldi kúa á veiðisvæði 2 í júlí 2005-2020. Súlurnar eru niðurstöður úr júlítalningum er rauða línan er áætlaður fjöldi. Gefnar forsendur eru vetrardánartíðni 2% fyrir kýr, 15% fyrir tarfa og 20% fyrir kálfa. Veiðar eru þekkt stærð út frá veiðiskýrslum og nýliðun er fenginn út frá fjölda kálfa á kú/vetrung í júlí. .... 7
3. mynd. Fallþungi mylkra hreinkúa 3 ára og eldri á árunum 2000-2020 á ólíkum veiðisvæðum. Aðhvarfslínur eru sýndar fyrir veiðisvæði 1 (grá) og veiðisvæði 2 (svört). VS = veiðisvæði. .... 8
4. mynd. Fallþungi hreintarfar 3 ára og eldri á árunum 2000-2020 á ólíkum veiðisvæðum. Aðhvarfslínur eru sýndar fyrir veiðisvæði 1 (grá) og veiðisvæði 2 (svört). Vs = veiðisvæði. .... 9
5. mynd. Fallþungi 3 ára og eldri hreindýra. Línuleg tengsl veiðisvæðis 1 og 2 hjá kúm annarsvegar og törfum hinsvegar. Vs = veiðisvæði. .... 9
6. mynd. Fallþungi 3 ára og eldri hreindýra. Línuleg tengsl kúa og tarfa á veiðisvæði 1 annarsvegar og 2 hinsvegar. .... 10
7. mynd. Frjósemi hreinkúa árin 2011, 2014, 2018 og 2019 þegar lágmarksúrtakið 30% náðist á báðum veiðisvæðum. Línuleg tengsl veiðisvæðis 1 og 2..... 13
8. mynd. Nýliðun hreindýra 2004-2020. Línuleg tengsl veiðisvæðis 1 og 2..... 14
9. mynd. Kálfahlutföll á veiðisvæði 1 annarsvegar (árin 2010-2012, 2014 og 2017-2019) og á veiðisvæði 2 (árin 2004, 2007-2009, 2011, 2014, 2016, 2018 og 2019) hinsvegar. Línuleg tengsl kelfdra kúa í apríl (hornahlutfall) og kálfahlutfalla í júlí..... 15
10. mynd. Veiðiálag (hvítir hringir) á kýr 2005-2020. Veiðiálag er hér mælt sem hlutfall veiddra kúa af áætluðum fjölda þeirra á veiðitíma. Súlurnar sýna fjölda kúa og vetrunga í júlítalningum og rauð lína sýnir áætlaðan fjölda þeirra að sumri. .... 16
11. mynd. Rannsóknarsvæðið eldra (2005-2013) og nýrra (2014-2020). Rannsóknarsvæðið var stækkað í tveimur áföngum: 2014 bættust við Jökuldalsheiði, Möðrudalsheiði, Útheiðar og Vopnafjörður en 2018 var Norðausturheiðum bætt við. Rannsóknarsvæðið tímabilsins 2015-2020 er rauðleitt, en hvítar skárenndur marka eldra svæðið innan þess. Svört brotalína sýnir skil milli veiðisvæðis 1 og 2. Brúnar línur eru mörk talningarsvæða (Kortagrunnur: Samsýn 2021; Landmælingar Íslands 2019). .... 18
12. mynd. T.v. vistlendi á rannsóknarsvæðinu. T.h. vistlendi á rannsóknarsvæðinu annars vegar þeim hluta sem fellur undir veiðisvæði 1 (Vs 1) og hins vegar þeim hluta sem fellur undir veiðisvæði 2 (Vs 2). Mörk rannsóknarsvæðis og jafnframt skil milli veiðisvæðis 1 og 2 eru rauð. Byggt á landupplýsingagögnum Náttúrufræðistofnunar Íslands (2020) (Kortagrunnur: Samsýn 2021; Landmælingar Íslands 2019). .... 19
13. mynd. Farnar leiðir (svartar línur) á árunum 2014-2020 fyrir hvert athugunarár. Árið 2019 var einnig farið landleiðina á fjórhjóli að leita dýra í Norðurdal, Geitdal og brúnum þar upp af (táknað með gulri línu til aðgreiningar frá flugferlum). Mörk rannsóknarsvæðis og jafnframt skil milli veiðisvæðis 1 og 2 eru rauð (Kortagrunnur: Samsýn 2021; Landmælingar Íslands 2019). .... 21
14. mynd. Líkan fyrir mismunandi farhegðanir dýra. Y-ás sýnir fjarlægð í upphafspunkt (km) í öðru veldi en x-ás sýnir tíma árs. Sniðmát eru sýnd fyrir fimm farhegðanar, þ.e. hreint far (e. Migration), blandað far (e. Mixed migration), færsla (e. Dispersal), staðbundin (e. Home range) og flakk (e. Nomadic). (Mynd fengin frá Bunnefeld o.fl., 2011). .... 28



15. mynd. Fjöldi kúa sem sáust í maí árin 2005-2020 í Norðurheiðahjörð (Vs 1) annarsvegar og í Fljótsdalshjörð (Vs 2) hinsvegar. Rauða línan er áætlaður fjöldi kúa 2 vetra og eldri (sjá nánari umfjöllun bls. 5). Vs = Veiðisvæði. .... 29
16. mynd. Hlutfall kúa úr Snæfellshjörð sem fundust á burðarsvæðum í maí á veiðisvæði 1 og 2. Hlutfallið er reiknað af áætluðum fjölda kúa á hvoru veiðisvæði fyrir sig. Ekki var unnt að telja á veiðisvæði 1 í öllum árum. Þar sem áætlaður fjöldi tók ekki tillit til breytileika í dánartíðni milli ára eða inn- og útflutnings milli veiðisvæða, gat hlutfallið farið upp fyrir 1 í einstaka árum. .... 30
17. mynd. Hlutfall kúa með kálfi eftir dagsetningu í maí á árunum 2005-2020. N= 8489. Brotalínan sýnir aðhvarfslínu og út frá henni má sjá upphafs og lokadagsetningu burðar auk þess sem hún gefur okkur dagsetningu miðburðar fyrir tímabilið. Rauðu línurnar sýna okkur hvar miðburður næst en það var 19. maí. Upphafsdagur burðar var 8. maí og lokadagur burðar var 30. maí..... 31
18. mynd. T.v. burðarsvæði hreinkúa í Snæfellshjörð 2014-2020. T.h. burðarsvæði hreinkúa í Snæfellshjörð 2005-2013. Heildarburðarsvæðin eru græn en kjarnasvæðin gul. Mörk rannsóknarsvæðis eru rauð (Kortagrunnur: Samsýn 2021; Landmælingar Íslands 2019). .... 32
19. mynd. Burðarsvæði kúa einstök ár á fyrri (2005-2013) og seinna (2014-2020) rannsóknartímabilinu. Heildarsvæðin eru græn en kjarnasvæðin gul. Burðarstaðsetning GPS-kúa var áætluð vorin 2018-2020 og eru þær sýndar sem svartir punktar. Mörk rannsóknarsvæðis og jafnframt mörk milli veiðisvæðis 1 og 2 eru rauð (Kortagrunnur: Samsýn 2021; Landmælingar Íslands 2019). .... 35
20. mynd. Þungamiðjur burðardreifinga 2005 til 2020 á veiðisvæði 2 og 2014 til 2020 á veiðisvæði 1. Mörk rannsóknarsvæðis og jafnframt skil milli veiðisvæðis 1 og 2 eru rauð (Kortagrunnur: Samsýn 2021; Landmælingar Íslands 2019). .... 37
21. mynd. Stöfluð burðarsvæðis hvers árs fyrir tímabilið 2014-2020 á veiðisvæði 1 og tímabilið 2014-2020 á veiðisvæði 2. Ólíkir litir gefa hugmynd um mismikla hagatryggð. Dökkgrænu svæðin eru notuð í fæstum árum en rauð svæði eru notuð í flestum árum. Mörk rannsóknarsvæðis og jafnframt skil milli veiðisvæðis 1 og 2 eru rauð (Kortagrunnur: Samsýn 2021; Landmælingar Íslands 2019). .... 38
22. mynd. Hæð hreinkúa yfir sjávarmáli á veiðisvæði 1 og veiðisvæði 2 árin 2014-2020. Efri og neðri línur kassana tákna fyrstu og þriðju fjórðungsmörk, sem þýðir að 75% mælinga eru innan þeirra. Strik út frá boxum sýna 5% og 95% öryggismörk. Svört lína í kassa tákna miðgildi og svartir hringir eru útgildi. Ef inndregin svæði skarast ekki milli ára má g.r.f. að munur sé marktækur. .... 39
23. mynd. Hæð hreinkúa (Y-ás) yfir sjávarmáli eftir snjóalögum hvers árs (x-ás) á samanlögðum veiðisvæðum 1 og 2. Snjóalögum er skipt í fimm stig þar sem ljóst er lítill snjór en dökk blátt er mikill snjór. Efri og neðri línur kassana tákna fyrstu og þriðju fjórðungsmörk, sem þýðir að 75% mælinga eru innan þeirra. Strik út frá boxum sýna 5% og 95% öryggismörk. Svört lína í kassa tákna miðgildi. Ef inndregin svæði skarast ekki milli ára má g.r.f. að munur sé marktækur. .... 40
24. mynd. Gróðurstuðulsgildi fyrir kjarna – og heildarburðarsvæði á veiðisvæðum 1 og 2 fyrstu 20 daga maí mánaðar árin 2014 til 2020. Efri og neðri línur kassana tákna fyrstu og þriðju fjórðungsmörk, sem þýðir að 75% mælinga eru innan þeirra. Strik út frá boxum sýna 5% og 95% öryggismörk. Svört lína í kassa tákna miðgildi og svartir hringir við enda strika eru útgildi..... 41
25. mynd. Virkni 12 GPS-kúa (17 GPS ár) yfir eitt ár sýnt sem 20 daga keðjumeðaltöl byggð á meðalvegalengd leggja á sólaring fyrir tímabilið mars 2018 til byrjun febrúar 2021 á veiðisvæði 1 og 2 með staðalskekku. Lóðrétt brotalína er dagsetning sem markar upphaf á sumarhelmingi ársins sem hér markast af 50% aukinni hreyfivirkni hreinkúnna frá meðal virkni veturs. Upphaf sumarhelmingis er 13. mars á veiðisvæði 1 (blá brotalína) en 6. apríl á veiðisvæði 2 (græn brotalína). Virknin dettur niður 20. september á báðum veiðisvæðum og markar sá dagur upphafsdag vetrarhelmingis ársins. Lóðrétt blá lína sýnir meðal burðardagsetningu 7 GPS-kúa fyrir

9 burði (14. maí) á veiðisvæði 1 en græn lína sýnir meðal burðardagsetningu 5 kúa fyrir 8 burði (18. maí) á veiðisvæði 2.....	42
26. mynd. Burðarstaðsetningar 5 GPS-kúa vorið 2018, 5 vorið 2019 og 7 vorið 2020. Einnig er sýnd vetrardreifing GPS-kúa veturinn fyrir burð fyrir veturna 2018-2019 (miðju mynd) og 2019-2020 (til hægri). GPS-kýrnar sem báru vorið 2018 voru merktar í mars sama ár og því engin vetrardreifing til fyrir það ár. Vetrardreifing veturinn 2018-2019 er byggð á staðsetningum 4 GPS-kúa en aðeins 2 GPS-kúa veturinn 2019-2020. Mörk rannsóknarsvæðis og jafnframt skil milli veiðisvæðis 1 og 2 eru rauð (Kortagrunnur: Samsýn 2021; Landmælingar Íslands 2019).....	43
27. mynd. Vetrardreifing fjögurra GPS-kúa sem gáfu burðarstaðsetningar fyrir fleiri ár. Vetrardreifingarnar eru ýmist bara fyrir veturinn 2018—2020 (Jenný) eða einnig hluti (Íva og Þúfa) eða allur (Lína) veturinn 2019—2020. Veturnir eru ekki samanburðarhæfir varðandi stærð þar sem stundum náðist bara hluti vetrar fyrir einstakar kýr. Mörk rannsóknarsvæðis og jafnframt skil milli veiðisvæðis 1 og 2 eru rauð (Kortagrunnur: Samsýn 2021; Landmælingar Íslands 2019).....	44
28. mynd. Dæmi um mismunandi farhegðun fjögurra hreinkúa. Y-ásinn sýnir fjarlægð frá upphafsstað (Merkingastað í þessum tilfellum) á mismunandi dögum ársins (x ás). Rauðu lóðréttu línurnar sýna burðardagsetningar en Anna var geld árið 2019. ....	45

## Töfluskrá

Tafla 1. Hlutfall hreinkolla á ólíkum tímabilum á veiðisvæðum 1 og 2.....	10
Tafla 2. Kolluhlutföll á ólíkum veiðisvæðum eftir árum.....	11
Tafla 3. Áætlaður fjöldi í apríl og júlí og úrtakshlutfall kúa tveggja vetra og eldri í apríl á árunum 2010-2020 á veiðisvæði 1 og 2004-2020 á veiðisvæði 2. Úrtak að vori getur farið yfir 1 ef fjöldi að sumri er vanmetinn eða dýr bætast við af aðliggjandi veiðisvæðum. Skyggðir reitir eru ár þar sem lágmarksúrtakið (30%) náðist á báðum veiðisvæðum .....	12
Tafla 4. Áætlaður fjöldi og úrtakshlutfall kúa og vetrunga í júlí á árunum 2002-2020 á veiðisvæði 1 og 2. Úrtak getur farið yfir 1 ef fjöldi að sumri er vanmetinn eða dýr bætast við af aðliggjandi veiðisvæðum. ....	14
Tafla 5. Breytur sem tengjast grófaætlaðri lækkun kálfahlutfalls frá apríl fram í júlí fyrir ólík tímabil. 15	
Tafla 6. Flognir km innan rannsóknarsvæðisins á hverju ári á tímabilinu 2014-2020. Auk þess voru eknir 80 km á fjórhjólí árið 2019. ....	20
Tafla 7. Merkingarstaður og ending GPS staðsetningar tækja og örlög GPS kúa á veiðisvæðum 1 og 2 2018-2020. Óskyggðar línur eru kýr sem voru sérstaklega merktar fyrir þetta verkefni en skyggðar línur sýna kýr sem merktar voru á öðrum forsendum en gögn þeirra nýttust fyrir þetta verkefni. ....	26
Tafla 8. Rannsóknartíma skipt í tímabili. Meðalhlutfall af áætluðum fjölda kúa (taln. hlutf.) á veiðisvæði 1 og 2 sem fannst á hverju tímabili í burðarathugunum 2005-2020. Vs = Veiðisvæði. ....	30
Tafla 9. Fjöldi kúa í maí og júlítalningum. Fimm ára meðaltalshlutföll kúa á veiðisvæði 2 af áætluðum fjölda þeirra .....	31
Tafla 10. Stærð og skörun burðarsvæða milli ára. Á veiðisvæði 1 er skörun sýnd fyrir tímabilið 2014-2020 þar sem ekki var talið nema í einstaka árum á fyrra tímabilinu 2005-2013. Fyrir veiðisvæði 2 er skörun sýnd fyrir tvö tímabil; tímabilið 2005-2013 sem þegar hefur verið fjallað um í samantektinni frá 2015 og svo fyrir tímabilið 2014-2020. ....	36
Tafla 11. Farhegðun 10 GPS kúa sem sumar gáfu niðurstöður fyrir meira en eitt ár (14 hreinár). ....	46

## English Summary

During the period 2005 to 2013 the East Iceland Nature Centre undertook a monitoring assignment for Iceland's national power company, Landsvirkjun. The company were doing extensive construction work at Kárahnjúkar in the middle of the traditional reindeer calving area of the Snæfell herd (which lives in hunting areas 1 and 2). Some negative effects on e. g. herd size were expected.

The objective of the initial monitoring assignment was to map annual female distribution during the calving season, document observed changes and determine whether such changes could be linked to the construction project itself or whether they were related to other factors that affect reindeer distribution. There were strong indications that snow cover and early spring greens explain some of the variation in calving distributions between years, but there were also years during the peak of the construction period that could not be linked to any obvious weather factors. In these years females moved away from project activities, and after 2009 when construction work was slowing down, fewer females showed up at the traditional calving areas in hunting area 2. Yet fertility remained high and calf mortality during first weeks after birth seemed to be unaffected.

As reindeer densities decreased in hunting area 2, reindeer numbers increased in adjacent hunting areas. These cooccurring changes were believed to be the result of migrating reindeer from hunting area 2. The higher numbers of animals in the adjacent areas led to higher hunting quotas in those same areas. If the reindeer there included visitors from area 2, this would indicate an indirect reduction of the Snæfell herd.

It was likely that construction work effected reindeer distribution, especially during the calving season but the initial assignment left one big question unanswered: Whether the changes observed in calving areas during the construction period would revert to patterns observed prior to the Kárahnjúkar construction project. The monitoring was therefore continued, from 2014 to 2020. In this report we address the results of this second monitoring period. Our objective was to map, in as much detail as possible, all calving areas in hunting areas 1 and 2. "Snæfell herd females" were defined as all female reindeer staying in area 1 or 2 during the calving period.

This time, censuses were virtually all undertaken by plane, with good results. GPS tracking devices were attached to six females to help in finding "new" calving areas. GPS females also helped in mapping movements relative to the calving areas in spring. We had hoped that some of the GPS females tagged in hunting area 2 would stray between hunting areas and give indications of calving areas outside hunting area 2.

There were clearly fewer animals in the "old" calving areas near the reservoir, the power plant and ancillary man-made structures. Distribution during the calving season was again, to some extent, determined by altitude, snow cover and fresh pasture. There were patently far fewer females in the narrowly defined Kárahnjúkar area, but the females that remained in hunting area 2 moved closer to these areas when snow conditions so permitted. During four of the seven years, the snow cover was thick. In addition to altered distribution patterns, we found a reduced proportion of calves in July. If this reflects increased mortality during the calves first weeks, we cannot rule out that the cause is reduced access to good calving areas.

The part of the traditional calving area with the thinnest snow cover was submerged by the reservoir during the autumn and winter 2006 to 2007. The remaining area is fertile but at a high altitude and the snow cover is generally thick in spring. Post construction, the area became more homogeneous and less suitable for calving. Changes in terms of snow cover, temperature and animal density directly

affects access to nourishment. This is reflected in smaller annual changes in calving distribution that overlap to some degree with the previous year's calving distribution. If changes in weather, animal densities, or habitat suitability are permanent and substantial, we might see a total relocation into new areas. The unfamiliarity with these areas makes the females more vulnerable. Such relocations are not necessarily permanent if the previous areas again become accessible. However, with long-term changes in weather on top of everything else, the areas closest to the Kárahnjúkar dam project might deteriorate permanently as a suitable calving area. The effect may be, apart from changes in distribution e.g., increased mortality of calves during their first few weeks of life.

## Skilgreiningar

**Áhrifasvæði framkvæmda:** Áhrifasvæði er teygjanlegt hugtak og má nota um heilu vistkerfin eða fyrir tiltekna tegundir. Hér verður horft á áhrifasvæði virkjunar út frá hreindýrum. Í fyrri samantektarskýrslu frá 2015 (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015) var áhrifasvæði notað um það svæði þar sem hreindýrin eru líkleg til að sjá eða skynja (lykt, hávaða, titring og önnur truflun) virkjunartengdar breytingar sem geta haft áhrif á burð eða val kúa á burðarsvæðum. Upphaflega voru dregin mörk um það svæði sem náði utan um framkvæmdir og mannvirki tengd Kárahnjúkavirkjun innan eða í nálægð við áður þekkt burðarsvæði Snæfellshjarðar (sjá skilgreiningu á rannsóknarsvæði hér neðar). Í víðari merkingu má einnig sjá áhrifasvæði virkjunar sem það svæði sem tekur við eða missir frá sér fjölda dýra t.d. hreindýra sem vegna framkvæmda fælast út af eða laðast að svæðum nær framkvæmdum. Einnig gæti beitarálag eða afrán (á ekki við hér) breyst vegna aukins eða minni þéttleika á tilteknum svæðum. Það gæti svo aftur haft frekari áhrif á tegundina sem um ræðir.

**Burðardreifing:** Burðardreifing eru samtals allar þekktar staðsetningar kúahópa á burðartíma í einstaka árum á einstaka svæðum. Burðardreifingar liggja til grundvallar skilgreindra notkunarsvæða hreinkúa á burðartíma og burðarsvæða.

**Burðarflug:** Burðarflug er hér notað um flugathuganir sem eru sérstaklega gerðar til að afla gagna um burð hreinkúa. Burðarflug eru oftast í seinni hluta maí.

**Burðarframvinda:** Burðarframvinda sýnir hvernig burðarhlutfall breytist með tíma. Ef nær allar kýrnar bera á sama tíma þá er burðarframvindan hröð en ef burður dreifist á lengra tímabili þá er burðarframvindan hæg. Það hve seint eða snemma burður hefst og hve samstíga kýrnar eru í tímasetningu burðar tengist vaxtartímabili plantna (Skogland, 1994; Post o.fl., 2003). Eftir því sem sumarið er styttra og vorar síðar verður burður einnig að byrja seinna. Á slíkum svæðum, eins og t.d. á Íslandi þurfa kýrnar að vera samtaka í tímasetningu burðar, burðarframvindan er hröð og burðartímabilið klárast á skemmri tíma.

**Burðarhlutfall:** Burðarhlutfall er hlutfall borinna kúa hverju sinni af heildarfjölda kúa á hverju svæði. Oftast er það mælt sem hlutur kúa með kálf á móti öllum kúm. Sumar kýr sem eru ekki með kálf á burðartíma hafa þegar borið en misst kálf sinn. Það hlutfall er óþekkt og ekki hægt að leiðrétta fyrir því. Burðarhlutfall er þá vanmetið sem því nemur. Þar sem bornar og óbornar kýr eru sjaldnast jafndreifðar þarf talningarhlutfallið að vera hátt til að endurspeglar raun burðarhlutföll.

**Burðarkýr:** Notað um allar kýr á burðarsvæðum á burðartíma.

**Burðarsvæði:** Hér verður ýmist talað um hefðbundin burðarsvæði eða burðarsvæði fyrir ákveðin tímabil. Hefðbundin burðarsvæði eru öll svæði sem vitað er að kýr ákveðinnar hjarðar hafa notað til burðar eftir 1950 (Beverly & Qamanirjuaq Caribou Management Board 2004). Burðarsvæði er

notkunarsvæði kúa á burðartíma. Það er líkindadreifing reiknuð út frá burðardreifingum, eða þekktum staðsetningum kúa á burðartíma fyrir eitt eða fleiri ár.

**Fallþungi:** Fallþungi er skilgreindur sem vigt dýrs án höfuðs, skinns, lappa og líffæra. Nýra og nýrnaflita eru þó almennt vegin með skrokknum. Fallþunga allra veiddra dýra á að mæla, og skrá auk aldur dýrs og er því til stórt gagnasafn yfir það. Í einhverjum tilfellum er þó vigt og aldur áætlaður og skekkir það niðurstöður.

**Frjósemi og frjósemishlutfall:** Frjósemi er stundum skilgreint sem fjöldi afkvæma á hvert kynþroska kvendýr. Frjósemishlutfall er þá meðal fjöldi afkvæma sem hvert kynþroska kvendýr fæðir á tímæiningu (Bradshaw o.fl., 2008). Frjósemi íslenskra hreindýra er metin út frá hlutfalli hyrndra kúa í apríl. Nær eingöngu kýr með ófædda kálfa eru hyrndar á þessum árstíma. Frjósemi er hér skilgreint sem hornahlutfall kúa tveggja vetra og eldri í apríl þar sem ekki hefur verið leiðrétt fyrir hreinkolluhlutfalli (sjá neðar) nema ef annað er tekið fram. Í frjósemismati eru þó fleiri óvissuþættir. Ekki er vitað hve lengi kýr eru að fella horn ef þær missa fóstur. Hlutfall hreinkolla er breytilegt eftir svæðum og tímabilum. Á Íslandi er það þó oftast vel undir 10%. Í ákveðnu árferði eða líkamsástandi fella hreinkýr horn nokkru fyrir burð. Hve mikið fyrir er ekki víst. Að lokum er ljóst að einhverjir kálfar drepast á síðustu vikum meðgöngu eða í burði og eru því ekki lifandi fædd afkvæmi. Hornahlutföll í apríl eru aðeins nálgun á frjósemi en jafnframt sú nálgun sem er lang aðgengilegust að svo stöddu.

**GPS-kýr:** Kýr sem ganga með hálskraga með GPS staðsetningartækjum eru kallaðar GPS-kýr á meðan staðsetningartæki þeirra eru virk og gefa upplýsingar. Kýr með óvirk eða biluð GPS staðsetningartæki fara frá því að vera GPS-kýr í að vera merktar kýr. Þær þekkjast áfram frá öðrum kúm og geta skilað inn upplýsingum um ferðir sínar þegar þær sjást en tæki þeirra eru hætt að virka sem staðsetningartæki.

**Gróðurstuðull NDVI:** Gróðurstuðull NDVI, (stundum kallaður meðalgrænkuðull) er mælikvarði á grósku og þekju gróðurs. Stuðullinn er reiknaður út frá gervitunglagögnum og þeim eiginleika yfirborðsefna jarðar að endurvarpa sólarljósi á ólíkum bylgjulengdum. Gildin geta verið frá -1 til +1. Neikvæð gildi tákna engan gróður t.d. þar sem eru vötn eða snjór. Jákvæð gildi gefa til kynna að gróður sé til staðar. Eftir því sem talan hækkar því gróskumeiri og þéttari er gróðurinn (Tucker, 1979). Gildi frá 0.3-0.8 eru nokkuð algeng hámarksgildi (yfir hásumar) fyrir gróður á Íslandi. Lítt gróið land mælist yfir hásumar 0.2 til 0.3 (Raynolds o.fl., 2014). Rannsóknir hafa sýnt að notkun gróðurstuðuls við að ákvarða upphaf vaxtartíma er árangursrík, einkum ef stuðullinn er notaður samhliða öðrum þáttum s.s. hitastigi og snjóþekju (t.d. Karlsen o.fl., 2007; Luo o.fl., 2013).

**Hagatryggð:** Hagatryggð lýsir sér í því að dýr halda sig á sama svæði eða sækja þangað ítrekað á mismunandi tímum árs eða á sama tíma milli ára. Hagatryggð tengist notkunarsvæðum og fyrri reynslu dýranna. Skilgreining á hagatryggð er nokkuð breytileg og háð þeim mælikvarða sem unnið er með hverju sinni (Gunn o.fl., 2008). Talið er að hagatryggð eigi sér bæði vistfræðilegar og félagslegar skýringar. Þannig virðist sem að kýr sækji endurtekið á sömu burðarsvæði bæði vegna þess að aðstæður í umhverfinu, s.s. landslag, gróður o.fl. eru hagstæðar, en líka af því að félagslegar aðstæður eru eftirsóknarverðar, t.d. að fjöldi annarra kúa er ekki of lítill og ekki of mikill. Hagatryggð er ekki endilega tengd landfræðilega afmörkuðum svæðum, heldur geta notkunarsvæði hliðrast bæði í tíma og rúmi. Yfirleitt skarast þau þó á milli ára (Gunn o.fl., 2012). Hagatryggð má nota fyrir einstök dýr eða hóp af dýrum. Alla jafna er hagatryggð skilgreind fyrir einstök dýr, en hér er það notað fyrir hópa hreinkúa.

**Heildarsvæði burðar:** Sjá notkunarsvæði.

**Hreindýrahagar:** Hreindýrahagar eru hér skilgreindir sem land innan útbreiðslusvæðis hreindýra sem ekki tilheyrir þéttbýli, ræktuðu landi, eða meiri háttar mannvirkjum, jökulum, ám, vötnum eða lítt grónum landsvæðum sem ekki eru eftirsótt til beitar.

**Hreinkolla:** Flest hreindýr eru hyrnd en fella horn sín árlega og eru kollótt þar til horn fara að vaxa á ný. Einhverjar kýr eru hinsvegar kollóttar allt árið. Ekkert hugtak er í almennri notkun fyrir þessi dýr og verða þær hér kallaðar hreinkollur eða kollur til aðgreiningar frá dýrum sem eru kollótt hluta úr ári.

**Hreinkolluhlutfall:** Hreinkolluhlutfall eða kolluhlutfall er hlutfall hreinkolla af heildarfjölda kúa á hverju svæði.

**Kelfd:** Kýr sem fengið hefur fang og gengur með óborinn kálf er kelfd. Hugtakið er vel þekkt meðal dýralækna og bænda.

**Kjarnasvæði burðar:** Sjá notkunarsvæði.

**Miðburður:** Miðburður er sú dagsetning þegar helmingur kúa er borinn (Skogland, 1994) og er þægileg eining til að bera saman tímasetningu burðarmilli milli svæða, ára, eða tímabila.

**Notkunarsvæði:** Flest dýr eiga sér afmörkuð notkunarsvæði, eða heimasvæði, sem þau heimsækja endurtekið í tengslum við daglegar athafnir, s.s. fæðuöflun, flóttu, mökun og umönnun ungvíðis (Burt, 1943; Nielsen o.fl., 2008). Svæðin geta verið breytileg eftir tíma, athöfnum, þörfum og umhverfisaðstæðum hverju sinni. Skilgreining á heimasvæðum hefur tekið breytingum í árunna rás. Gjarnan er talað um notkunarsvæði þar sem ákveðnar líkur séu á að finna hvert dýr eða hóp dýra innan fyrirfram skilgreinds tímabils (Kernohan o.fl., 2001; Kie o.fl. 2010) og verður stuðst við þá skilgreiningu hér. Notkunarsvæði dýra er reiknað út frá þekktum staðsetningum með tölfræðilegum aðferðum. Notkunarsvæðum er hér skipt í 50% kjarnasvæði þar sem þéttleiki dýra er mestur og svo 95% heildarsvæði. Heildarsvæðið er þar sem kýr eru taldar halda sig í 95% tilvika fyrir ákveðin tímabil. Kjarnasvæði er þar sem talið er að dýr haldi sig í 50% tilvika fyrir ákveðin tímabil (sjá t.d. Tamsdorf 2004).

**Nýliðun:** Nýliðun í víðri merkingu nær til stofnfjölgunar vegna fæðingar og kynþroska nýrra einstaklinga eða vegna innflutnings einstaklinga á svæðið. Verður hugtakið aðeins notað um þá fjölgun sem verður vegna fæðingar og kynþroska nýrra einstaklinga. Hefð hefur skapast við vöktun hreindýra hjá Náttúrustofu Austurlands að tala um nýliðun sem kálfahlutföll í júlí þó ekki sé það nýliðun í eiginlegri merkingu. Í júlí eru kálfar aðeins 2-3 mánaða gamlir og óþekktur hluti þeirra lifir af sinn fyrsta vetur. Ástæður þess að þessi talning er notuð til að meta nýliðun er einfaldlega sú að auðveldast er að finna kýr og kálfa á þessum tíma, kálfar fylgja enn mæðrum sínum og þekkjast vel frá fullorðnum einstaklingum. Erfiðara er að telja dýrin í lok vetrar þegar vetrardánartíðni kálfa hefur að mestu tekið sinn toll. Þau eru mjög samlit umhverfi sínu á þeim tíma og í litlum hópum sem erfitt er að finna. Kýr og kálfar hafa auk þess aðskilist í einhverjum tilfellum og erfitt getur verið að þekkja þroskaða kálfa frá ungum kúm.

# Inngangur

## Markmið

Vorið 2005 hóf Náttúrustofa Austurlands árlega kortlagningu burðarsvæða Snæfellshjarðar fyrir Landsvirkjun í takti við kröfur sem settar voru í starfsleyfi Fljótsdalsstöðvar. Í lok árs 2015 kom út samantektarskýrsla fyrir tímabilið 2005-2013. Helstu niðurstöður voru þær að kýr færðu sig út á Fljótsdalsheiði Innri, fjær virkjunarsvæðum á mesta framkvæmdartíma 2007-2009. Eftir 2009 fækkaði kúm sem komu inn á rannsóknarsvæðið til að bera. Talið var að hluti Snæfellskúa hafi þá borið á aðliggjandi veiðisvæðum. Fjölgun hreindýra á þeim veiðisvæðum leiddi til hækkunar veiðikvóta á þeim svæðum og því óbeint til fækkunar Snæfellshjarðar. Einnig kom í ljós að dreifing hreinkúa á burðartíma var breytileg milli ára en skaraðist þó ávallt við dreifingu síðasta árs. Snjóalög og dreifing nýgræðings að vori gátu skýrt þessa hliðrun í flestum árum en þó ekki þá breytingu sem varð á dreifingu kúa 2007 - 2009 þegar virkjunarframkvæmdir náðu hámarki. Á þessum árum fóru ákveðin landsvæði undir lón og víðtækar framkvæmdir og umferð um svæðið á burðartíma höfðu hugsanlega fælandi áhrif kýr sem komnar voru að burði. Eftir 2010 þegar mesta framkvæmdþunga lauk fikruðu einhverjar kýr sig inná þau svæði sem nær lágu virkjunar mannvirkjum. Lagt var til að vöktun hreindýra á burðarsvæðum Snæfellshjarðar héldi áfram 2016-2019. Vorinu 2020 var svo bætt við til að vöktun dytti ekki niður áður en megin niðurstöður vöktunar lægju fyrir.

Markmiðið með þessari viðbótarvöktun 2014-2020 var að kanna hvort breytt dreifing hreinkúa á burðartíma sem varð á framkvæmdartíma Kárahnjúkavirkjunar gengi að hluta eða alfarið til baka þegar frá leið framkvæmdum.

Rannsóknarsvæðið var stækkað til norðurs og nær eingöngu talið úr flugi. Flugathuganir gáfu góða yfirsýn yfir hvar kýr í Snæfellshjörð héldu sig á háburðartíma en ekki upplýsingar um af hvaða svæðum þær komu inn á burðarsvæðin, hvenær, hve lengi þær héldu sig á burðarsvæðum eftir að kálfar þeirra voru fæddir, hvort þær flökkuðu á milli veiðisvæða og hvort hreinkýr báru þá jafnvel á öðru veiðisvæði en því sem þær héldu til á öðrum árstímum. Til að fá skýrari mynd af notkunarsvæði hreinkúa í kringum burðartímann voru sett senditæki á 6 kýr í Snæfellshjörð, þrjár á veiðisvæði 1 og þrjár á veiðisvæði 2. Þar sem hreindýr eru hjarðdýr var vonast til að hvert senditæki gæfi upplýsingar um ferðir hópa en ekki einungis stakra dýra.

## Snæfellshjörð

### Fjöldapróun

Snæfellshjörð er samkvæmt hefð notað um þá hreinþópa sem áður nýttu Snæfellsöræfi hluta úr ári og nær til allra hreindýra sem nýta veiðisvæði 1 og 2. Jökulsá á Dal aðskilur þessi veiðisvæði og liggur hún í ófærum gljúfrum á löngum köflum auk þess sem hún var víða óárennilegt vatnsfall fyrir virkjun, stóran hluta úr ári, sér í lagi fyrir hreinkýr með unga kálfa. Eftir virkjun er hún jökulfljót um 2 mánuði á ári en annar lindar-dragá. Hún hefur þó varla verið raunverulegur farartálmi fyrir hreindýr þegar lítið er í henni. Staðfest hefur verið með eyrnamerkum dýrum að hreindýr fari yfir ána (Skarphéðinn G. Þórisson 2018, Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Fyrir og eftir virkjun sáu bændur á Jökuldal stundum hreindýr fara yfir ána að vetri til og jafnvel einstaka sinnum á öðrum árstímum fyrir innan Brú. Áður en Háslónið fylltist 2007 fóru þau einnig yfir ána fyrir innan ósa Kringilsár. Eyrnamerkt dýr og jafnframt kýr merktar með GPS staðsetningartækjum gefa þó til kynna að slík færsla og eða blöndun milli veiðisvæða 1 og 2 sé ekki algeng, allavega ekki hjá kúm frá því að þessi rannsókn hófst 2005 (Skarphéðinn G. Þórisson og Kristín Ágústsdóttir, 2014). Frá 2008 hafa dýr á veiðisvæði 1 mælst þyngri en á veiðisvæði 2. Fyrir 2008 voru fá gögn um fallþunga kúa á veiðisvæði 1 og kýr mældust aðeins marktækt þyngri á veiðisvæði 1 í einu ári af 4 sem skoðuð voru (Skarphéðinn Þórisson, 1983).

Jafnframt hefur á síðustu árum komið fram munur á nýliðun milli svæðanna sem erfitt væri að skýra ef samgangur væri mikill. Verður hér eins og í fyrri burðarsamantektarskýrslu frá 2015 talað um undirhjarðirnar Fljótisdalshjörð á veiðisvæði 2 og Norðurheiðahjörð á veiðisvæði 1

Fjöldi kúa sem vænta má á burðarsvæðum Snæfellshjarðar í maí fer eftir fjölda tveggja vetra og eldri kúa á svæðinu, ásamt hluta veturgamalla kúa. Þessi fjöldi sveiflast milli ára vegna breytilegrar árlegrar dánartíðni og misháu veiðiálagi. Einnig myndi færsla hreindýra milli veiðisvæða hafa áhrif á fjölda kúa á burðarsvæðum

Við ákvörðun að kvótatillögum vinnur Náttúrustofa Austurlands út frá eftirfarandi forsendum:

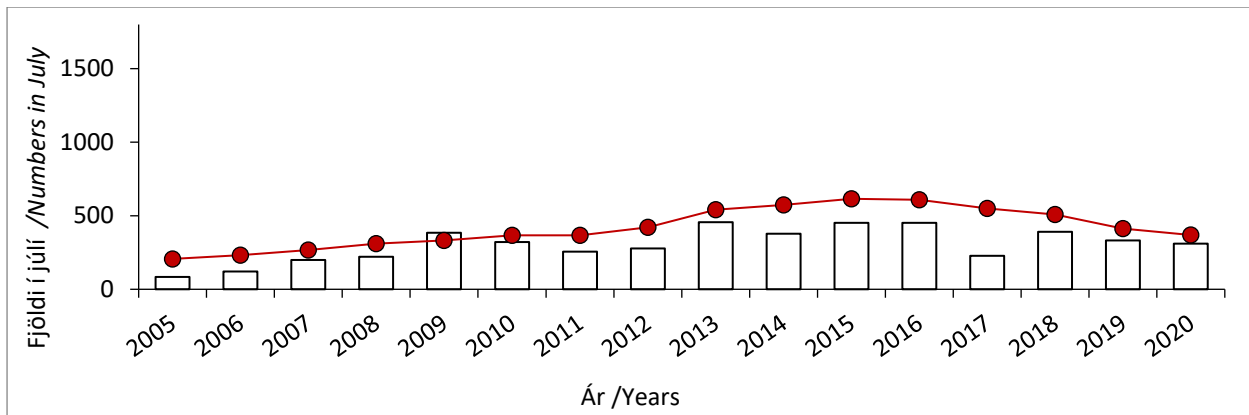
- 1) Að halda þéttleika dýra alstaðar innan við 0,7-1 dýr/km<sup>2</sup> í hreindýrahögum.
- 2) Að halda dreifingu dýra innan núverandi útbreiðslu sem markast af samanlögðum 9 veiðisvæðum.
- 3) Að breytingar í fjölda dýra séu hægar á hverju veiðisvæði svo hægt sé að fylgjast með afleiðingum breytts þéttleika og bregðast við tímanlega ef þær eru neikvæðar.
- 4) Að veiðiálag skiptist nokkuð jafnt niður á hópa eftir því sem hægt er í stofni sem takmarka þarf með veiðum

Hafa þarf í huga að hreindýr eru hjarðdýr og ekki jafndreifð um útbreiðslusvæði sitt. Þrátt fyrir lágan þéttleika geta þau haft neikvæð áhrif ef þau ílengjast mörg á afmörkuðum svæðum.

Góð gögn eru til fyrir fjölda kúa, sér í lagi á veiðisvæði 2 þar sem fjöldi hreindýra hefur lengst af verið mestur (Skarphéðinn G. Þórisson og Inga Dagmar Karlsdóttir, 2001). Ekki er vitað hve mikið vantar uppá fjöldann í meðalári en með einföldu líkani þar sem vetrardánartíðni er keyrð inn fyrir kýr, tarfa og kálfa, má fá út fjöldaspá og fjöldapróun sem til lengri tíma samræmist talningum en árlegur breytileiki vegna ólíkrar dánartíðni jafnast út (Skarphéðinn G. Þórisson og Rán Þórarinsdóttir, 2020). Líkanið hefur verið í notkun í nokkur ár til viðmiðunar og er enn verið að fínstilla breytur í því. Hér verður notuð sama dánartíðni fyrir veiðisvæði 1 og 2 og er það örlítill breyting frá þeim tölum sem notaðar hafa verið áður (Skarphéðinn G. Þórisson og Rán Þórarinsdóttir, 2020; Skarphéðinn G. Þórisson og Rán Þórarinsdóttir, 2021). Vetrardánartíðnin var hér áætluð 2% fyrir kýr, 15% fyrir tarfa og 20% fyrir kálfa. Fjöldi veiddra dýra var vel þekktur og nýliðun var fenginn út frá fjölda kálfa á kú og vetrunga í júlí sem einnig er vel þekkt.

Raundánartíðnin fer eftir ýmsum þáttum sem eru breytilegir eftir árum svo sem heilbrigði dýra, árferði, þéttleika, auk gæða og aðgengileika fæðu. Þar sem spáin tekur ekki tillit til árlegra sveiflna í vetrardánartíðni geta talningar í einstaka árum orðið hærri en áætlaður fjöldi eins og sást árið 2009 á veiðisvæði 1 (1. mynd) og á veiðisvæði 2 árið 2013 (2. mynd). Áætlaður fjöldi getur einnig verið van- eða ofmetinn, auk þess sem hugsanlegur inn- eða útflutningur getur haft áhrif sem fjöldaspá gerir ekki ráð fyrir.

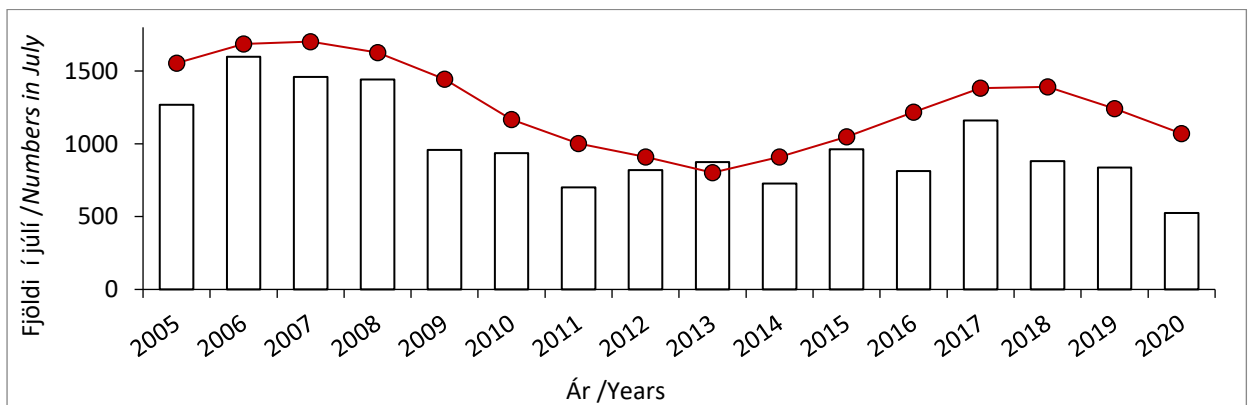




1. mynd. Fjöldi kúa á veiðisvæði 1 í júlí 2002-2020. Súlurnar eru niðurstöður úr júlitalningum en rauða línan er áætlaður fjöldi. Gefnar forsendur eru vetrardánartíðni 2% fyrir kýr, 15% fyrir tarfa og 20% fyrir kálfa. Veiðar eru þekkt stærð út frá veiðiskýrslum og nýliðun er fenginn út frá fjölda kálfa á kú/vetrung í júlí.

Fjöldi dýra á veiðisvæði 1 og 2 stjórnast fyrst og fremst af veiðum. Fjöldapróun hreindýra á Íslandi er því eins og er að langmestu leiti spurning um mannlegar ákvarðanir. Sveiflur í vetrardánartíðni og dánartíðni kálfa á fyrstu vikum eftir burð getur þó einnig útskýrt misræmi milli talninga og fjöldaáætlunar.

Á veiðisvæði 1 var hreinkúm leyft að fjölga hægt og rólega fljótlega upp úr aldamótum og fram til 2015 (1. mynd). Svæðið er víðáttumikið og talið heppilegt fyrir hreindýr. Kvóti var aukinn örlítið jafnhliða aukningu dýra og eftir 2015 hefur aukið veiðiálag komið í veg fyrir frekari fjölgun og jafnvel leitt til nokkurrar fækkunar kúa (1. mynd).



2. mynd. Fjöldi kúa á veiðisvæði 2 í júlí 2005-2020. Súlurnar eru niðurstöður úr júlitalningum en rauða línan er áætlaður fjöldi. Gefnar forsendur eru vetrardánartíðni 2% fyrir kýr, 15% fyrir tarfa og 20% fyrir kálfa. Veiðar eru þekkt stærð út frá veiðiskýrslum og nýliðun er fenginn út frá fjölda kálfa á kú/vetrung í júlí.

Á veiðisvæði 2 má sjá aukið misræmi milli talninga og fjöldaáætlunar upp úr 2017 (2. mynd). Slíkt misræmi gæti tengst hærri vetrardánartíðni eða lægri nýliðun en gæti allt eins verið vísbending um færslu dýra út af veiðisvæðinu. Ljóst er að fjöldi hreindýra á veiðisvæðum 1 og 2 hefur verið á niðurleið síðustu árin. Á veiðisvæði 2 er þessi fækkun meiri en spár gerðu ráð fyrir (2. mynd). Taka verður mið af því við mat á fjölda kúa sem finnast á burðarsvæðum í maí.

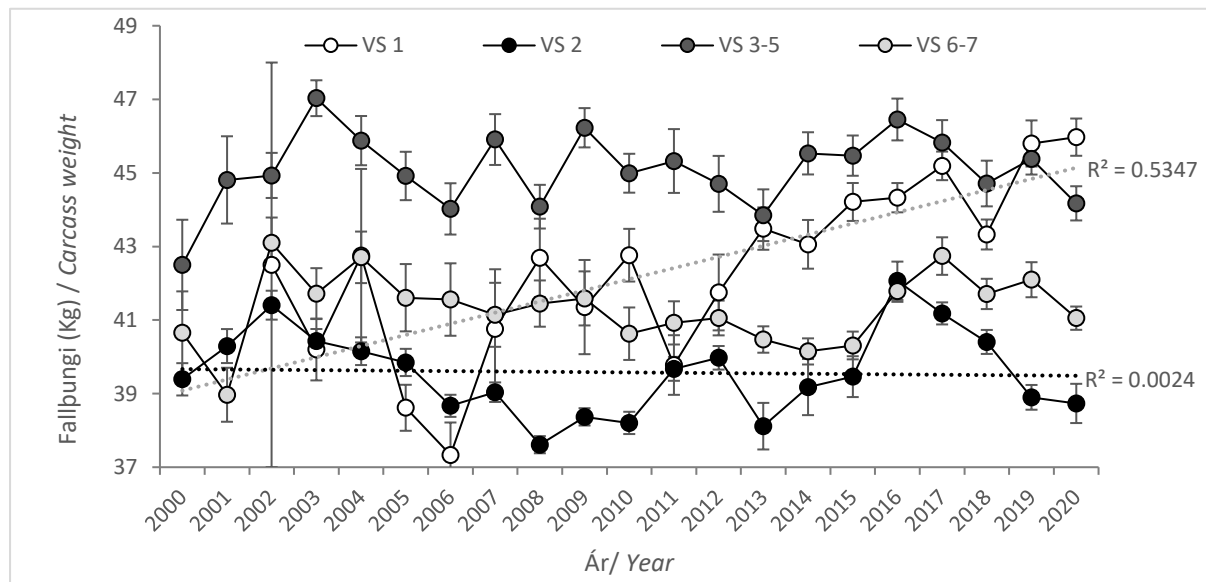
## Fallþungi

Fallþungi mylkra kúa þriggja vetra og eldri var 41,5 kg að meðaltali fyrir tímabilið 2000-2020 sé litið til allra veiðisvæða. Gögn voru misgóð eftir veiðisvæðum og endurspeglast það í niðurstöðum. Of algengt var að þyngd væri áætluð, jafnvel án þess að það væri tekið fram. Þetta var algengara á veiðisvæðum þar sem færri dýrum er skilað inn í þar til gerðar kjötvinnslur. Nokkuð góð gögn voru til fyrir

Snæfellshjörðina, bæði vegna þess að þar var veiðin langmest á þessu tímabili og jafnframt hefur lengst af verið gott aðgengi að kjötvinnslum á svæðinu þar sem lítið mál er að vigta fallþunga í heilu lagi þegar búið er að gera að dýrunum.

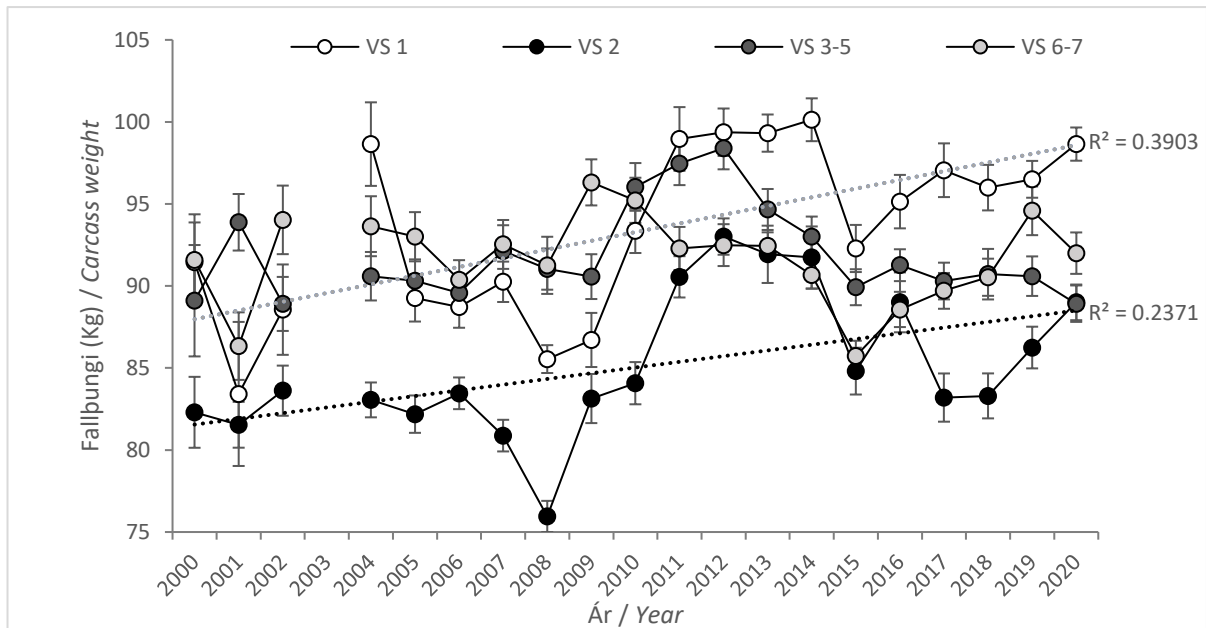
Fallþungi kúa í Snæfellshjörð þriggja vetra og eldri var 40,4 kg á árunum 2000-2020; 43,9 kg á veiðisvæði 1 og 39,4 kg á veiðisvæði 2. Fallþungi var að meðaltali hvergi lægri í stofninum en á veiðisvæði 2. Á veiðisvæði 1 var hann aftur á móti yfir meðallagi. Í fljótu bragði var ekki auðvelt að sjá af hverju munur var á þessum aðliggjandi veiðisvæðum þó þéttleiki dýra var klárlega minni á veiðisvæði 1..

Fallþungi kúa sveiflaðist milli ára (3. mynd) og erfitt að sjá nokkurt samhengi milli veiðisvæða í þessum sveiflum. Þannig gat fallþungi verið á uppleið á einu veiðisvæði en á niðurleið á öðrum. Fallþungi kúa á veiðisvæði 1 hefur verið á uppleið frá 2007. Þessi þróun var ekki sjáanleg á öðrum veiðisvæðum. Dreifing kúa á veiðisvæði 1 var að breytast á þessum árum og virtist aukin þyngd haldast í hendur við breytta dreifingu þeirra. Kýr voru almennt léttastar á veiðisvæði 2 en þyngstar á veiðisvæðum 3-5 (3. mynd).



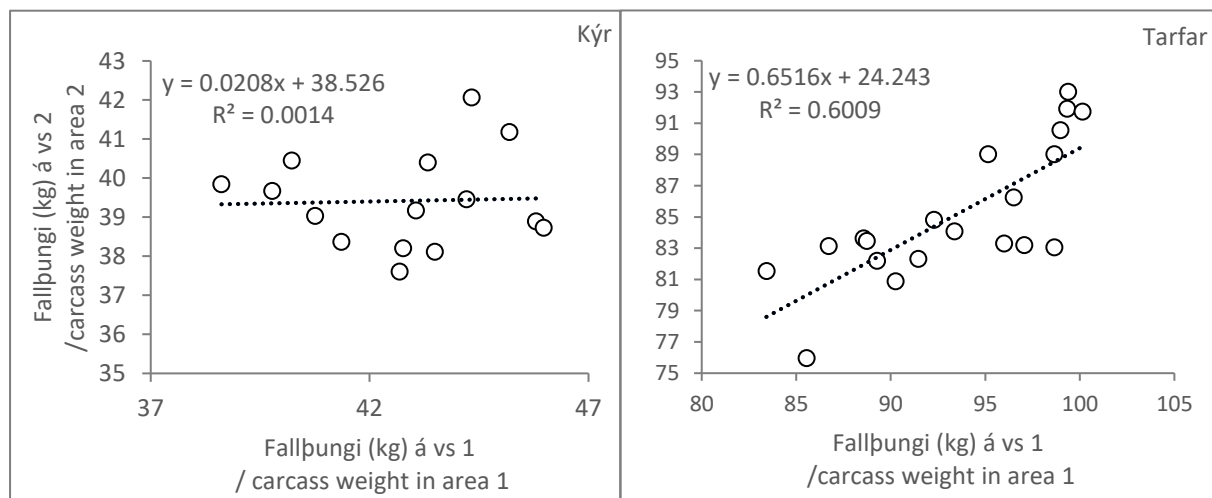
3. mynd. Fallþungi mylkra hreinkúa 3 ára og eldri á árunum 2000-2020 á ólíkum veiðisvæðum. Aðhvarfslínur eru sýndar fyrir veiðisvæði 1 (grá) og veiðisvæði 2 (svört). VS = veiðisvæði.

Meira samræmi virðist vera í fallþungasveiflum hjá törfum en kúm milli veiðisvæða (4. mynd). Fallþunginn er lægstur á veiðisvæði 2 en nokkuð svipaður á öðrum veiðisvæðum. Sveiflur milli ára héldust nokkurn vegin í hendur milli veiðisvæða. Þannig er fallþungi hár 2011-2014 á öllum veiðisvæðum en lægri fyrir og eftir það tímabil. Fallþungi tarfa hefur fremur aukist með tíma fyrir tímabilið 2000-2020 á veiðisvæðum 1 og 2 en aukning er ekki sýnileg á öðrum veiðisvæðum þegar þeim er slegið saman með þessum hætti.



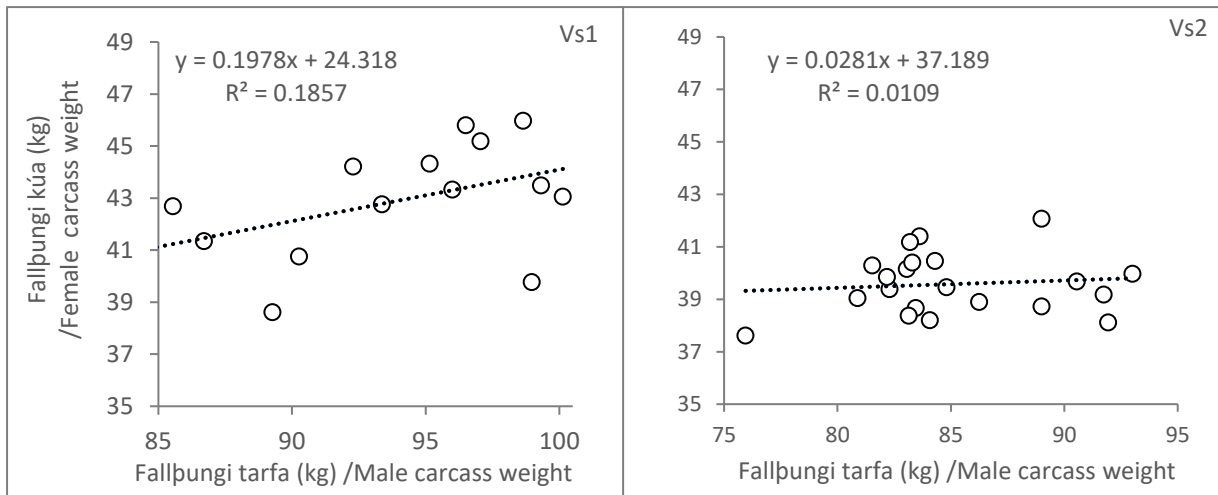
4. mynd. Fallþungi hreintarfar 3 ára og eldri á árunum 2000-2020 á ólíkum veiðisvæðum. Aðhvarfslínur eru sýndar fyrir veiðisvæði 1 (grá) og veiðisvæði 2 (svört). Vs = veiðisvæði.

Ekkert sjáanlegt samhengi var á fallþunga kúa milli veiðisvæðis 1 og 2 en jákvæð fylgni var á fallþunga tarfa milli sömu veiðisvæða (5. mynd). Ef tarfar þyngjast á öðru veiðisvæðinu eru líkur á að þeir þyngjast einnig á hinu veiðisvæðinu. Líklegt er að sömu þættir svo sem veðurfar og árferði höfðu áhrif á fallþunga tarfa á báðum veiðisvæðum. Hið sama var ekki hægt að segja um kýrnar. Þótt kýr þyngdust á veiðisvæði 1 gerðu þær það ekki á veiðisvæði 2 og virtust ekki heldur gera það á öðrum veiðisvæðum. Þótt kýr hafi átt það sameiginlegt á tímabilinu 2000-2020 að sveiflast nokkuð en hvorki léttast né þyngjast til lengri tíma þá voru sveiflurnar milli veiðisvæða þar ekki heldur í takt.



5. mynd. Fallþungi 3 ára og eldri hreindýra. Línuleg tengsl veiðisvæðis 1 og 2 hjá kúm annarsvegar og törfum hinsvegar. Vs = veiðisvæði.

Jákvæð fylgni var milli fallþunga kúa og tarfa á veiðisvæði 1 (6. mynd) sem virtist ekki vera fyrir hendi á veiðisvæði 2 (6. mynd). Ef kýr á 1 þyngdust voru líkur á að tarfar gerðu slíkt hið sama. Á veiðisvæði 2 aftur á móti léttust kýr á meðan tarfar virtust þyngjast lítillega. Fallþungi kúa á veiðisvæði 2 virtist þannig háður öðrum þáttum heldur en tarfa á sama veiðisvæði og kúa á öðrum veiðisvæðum.



6. mynd. Fallþungi 3 ára og eldri hreindýra. Línuleg tengsl kúa og tarfa á veiðisvæði 1 annarsvegjar og 2 hinsvegjar.

### Hreinkollur

Hreinkolluhlutfall hefur áhrif á útreikninga frjósemishlutfalls og hefur lengst af ekki verið vel þekkt. Gerð var tilraun til að taka saman tiltæk gögn og meta þetta hlutfall í stofninum af meira öryggi en gert hefur verið fram til þessa (Tafla 1). Kolluhlutfallið var lægra á veiðisvæði 1 (3%; n = 801) en á veiðisvæði 2 (5,2%; n = 1434) fyrir tímabilið 2016-2020. Þessi munur getur skýrt að hluta muninn sem fram kom í frjósemishlutfalli milli veiðisvæða. Gögnin voru ekki nógu sterk til að reikna mun fyrir hvert ár á hvoru veiðisvæði fyrir sig.

Seinni hluta sumars og fram yfir áramót eru hreinkollur einu kollóttu kýrnar í hreinþópunum. Talningar frá þeim árstímum geta því gefið upplýsingar um kolluhlutföll svo lengi sem hópar eru skoðaðir eða myndaðir við nægjanlega góðar aðstæður. Fyrir 2006 voru athuganir á hornastöðu hreindýra að hausti aðeins gerðar af jörðu niðri en eftir 2006 hefur myndavéla tækni fleygt fram og hægt að ná nógu góðum ljósmyndum til að greina hornastöðu kúa úr flugi. Til eru gögn um kolluhlutföll í Snæfellsbjörð aftur til 1987 (Reimers, 1993). Þá reyndist það 2,4% á samanlögðum veiðisvæðum 1 og 2. Fengitímatalningar Náttúrustofu Austurlands gáfu til kynna að kolluhlutfallið væri 4,9% á veiðisvæðum 1 og 2 fyrir tímabilið 1991-2003 (Skarphéðinn G. Þórisson, 2018) en 3% á veiðisvæði 1 og 5,2% á veiðisvæði 2 fyrir tímabilið 2016-2020 (óbirt gögn Náttúrustofunnar). Fyrir tímabilið 1991-2003 reyndist kolluhlutfall ómarktækt lægra (kíkvaðrat próf  $p = 0,42$ ) á veiðisvæði 1 (4,5%; n = 964) heldur en á veiðisvæði 2 (5,1%; n = 1982) (Skarphéðinn G. Þórisson 2018). Sá munur virtist aukast eftir sem á leið og var orðinn marktækur á seinna tímabilinu 2016-2020 (kíkvaðrat próf  $p = 0,0165$ ).

Tafla 1. Hlutfall hreinkolla á ólíkum tímabilum á veiðisvæðum 1 og 2.

Tímabil	Veiðisvæði	kolluhlutfall (%)	N
1978	2	2,4	288
1991-2003	1 og 2	4,9	2946
2016-2020	1	3,0	801
2016-2020	2	5,2	1434

Í öllum hreinstofnum eru til hreinkollur en hlutfall þeirra er breytilegt milli stofna og milli tímabila (Reimers o.fl., 2013). Athuganir Reimers (1993) á norskum hreinkúm, bentu til að hlutfall hreinkolla væri lægra á góðum búsvæðum með þungum heilbrigðum dýrum heldur en á lélegri búsvæðum með dýrum í lakara ástandi. Athuganir Náttúrustofu Austurlands á hreinkollum sýndu aftur á móti fram á töluverðar sveiflur í hlutfalli hreinkolla sem virtust ekki fylgja fallþunga dýra (Skarphéðinn G. Þórisson, 2018). Líklegt er að breytingar í kolluhlutföllum sem tengjast ástandi dýra taki lengri tíma að koma fram og útskýri ekki árlegar sveiflur í kolluhlutföllum.

Aðeins stopular talningar eru til af hreinkollum á öðrum veiðisvæðum (Tafla 2). Breytileikinn er mikill í þessum talningum, bæði milli ára og milli veiðisvæða og því erfitt um vik að túlka þau gögn. Það sem snýr að þessari úttekt er að átta sig á hvort hlutfall kollóttra dýra á veiðisvæðum 1 og 2 sé í einhverju samræmi við það sem þekktist á öðrum veiðisvæðum. Með því að rýna í þau gögn virðist sem kolluhlutfallið á veiðisvæði 1 sé í lægri kantinum, sambærilegt því sem þekktist á veiðisvæðum 3-5 en að kolluhlutfall á veiðisvæði 2 sé nokkurn vegin í meðallagi, svipað því sem gerist á veiðisvæði 6 en lægra en það sem þekktist á veiðisvæði 7-9. Hreinkollur eru ekki jafndreifðar í hópum og því mikilvægt að fá góð talningarúrtök til að gefa rétta mynd kolluhlutfalli innan hvers veiðisvæðis.

Tafla 2. Kolluhlutföll (ko) á ólíkum veiðisvæðum eftir árum.

Ár	Vs 1		Vs 2		Vs 3		Vs 4		Vs 5		Vs 6		Vs 7		Vs 8		Vs 9		
	n	ko (%)	n	ko (%)	n	ko (%)	n	ko (%)	n	ko (%)	n	ko (%)	n	ko (%)	n	ko (%)	n	ko (%)	
2002			653	5,2			82	1,2											
2004	64	1,6			52	1,9	66	4,5	83	2,4	22	9,1	150	5,3	34				
2008											27	3,7	235	4,7	236	4,2	74	2,7	
2016	130	2,3	547	5,7							137	6,6	384	10,9	12	0,0			
2017	157	4,5	151	4,0					199	2,0									
2018	113	1,8	423	3,5	33	3,0	59	3,4	144	3,5	13	7,7	248	8,5	62	12,9	128	9,4	
2019	200	3,0	116	11,2									286	10,5	107	15,9	30	3,3	
2020	201	3,0	197	4,6	76	2,6	123	4,1			51	0							
Samt	865	2,9	2087	5,2	161	2,5	330	3,3	426	2,6	250	5,2	1303	8,6	451	8,0	232	6,5	

### Frjósemi og nýliðun

Þar sem kolluhlutfall var greinilega breytilegt eftir veiðisvæðum og árum en ekki nógu vel þekkt fyrir hverja talningu fyrir sig var ekki leiðrétt fyrir því hér en haldið til haga að frjósemin eins og hún endurspeglast í hornahlutfalli kúa í apríl er vanmetin um nokkur prósent að lágmarki eða sem nemur þeim hreinkollum sem eru kelfdar.

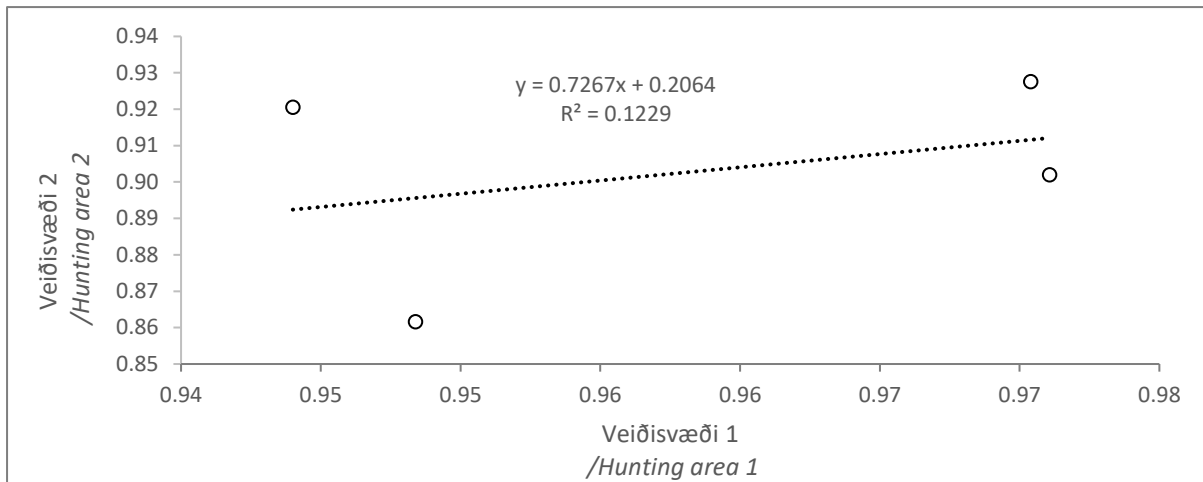
Á veiðisvæði 1 var frjósemin metin 92% að meðaltali fyrir tímabilið 2010 - 2020 þegar eftir átti að leiðrétta fyrir hreinkollum. Ekki var farið að skoða frjósemishlutfall á veiðisvæði 1 að neinu ráði fyrr en um og upp úr 2010. Inni í þetta tímabil náðist ekki nógu stórt úrtak (30% af áætluðum fjölda kúa á veiðisvæðinu) 2013, 2015 og 2016 (Tafla 3). Frjósemismatið á veiðisvæði 1 er því meðaltalshlutfall hyrndra kúa í apríl fyrir átta ár. Á veiðisvæði 2 var frjósemishlutfallið 87% fyrir tímabilið 2004-2019. Ekki náðist 30% lágmarksúrtak fyrir árin 2005, 2010, 2012, 2013, 2015, og 2017 (Tafla 3).

Samanburður á veiðisvæði 1 og 2 í þeim fjórum árum þegar lágmarks úrtak náðist á báðum svæðum (2011, 2014, 2018 og 2019) sýndi að þau ár var frjósemi hærrí á veiðisvæði 1 (96%), samanborið við veiðisvæði 2 (90%) (kíkvaðratpróf  $p < 0,001$ ;  $dt = 1$ ). Á móti kemur að kolluhlutfallið gæti verið nokkru lægra á veiðisvæði 1 en 2 og þessi munur gæti því verið nokkru lægri.

Tafla 3. Áætlaður fjöldi í apríl og júlí og úrtakshlutfall kúa tveggja vetra og eldri í apríl á árunum 2010-2020 á veiðisvæði 1 og 2004-2020 á veiðisvæði 2. Úrtak að vori getur farið yfir 1 ef fjöldi að sumri er vanmetinn eða dýr bætast við af aðliggjandi veiðisvæðum. Skyggðir reitir eru ár þar sem lágmarksúrtakið (30%) náðist á báðum veiðisvæðum

Veiðisvæði	Ár	Áætl. fj. kúa og vetrunga í júlí	Áætl. fj. kvíga í júlí	Áætl. fj. kúa >1+ í apríl	Taldar kýr >1+ í apríl	Úrtak í apríl
1	2010	367	70	297	265	0,89
1	2011	367	90	277	310	1,12
1	2012	421	86	335	134	0,40
1	2013	540	132	408		0,00
1	2014	573	121	452	304	0,67
1	2015	615	140	475		0,00
1	2016	609	148	461	23	0,05
1	2017	549	138	411	170	0,41
1	2018	508	164	344	242	0,70
1	2019	412	107	305	250	0,82
1	2020	368	82	286	236	0,83
2	2004	1434	298	1136	708	0,62
2	2005	1554	324	1230	147	0,12
2	2006	1686	327	1359	443	0,33
2	2007	1702	320	1382	416	0,30
2	2008	1627	332	1295	594	0,46
2	2009	1443	313	1130	457	0,40
2	2010	1167	269	898	238	0,27
2	2011	1002	228	774	419	0,54
2	2012	910	224	686	125	0,18
2	2013	802	199	603	103	0,17
2	2014	910	176	734	221	0,30
2	2015	1049	221	828		0,00
2	2016	1217	251	966	377	0,39
2	2017	1383	278	1105	256	0,23
2	2018	1391	304	1087	449	0,41
2	2019	1243	226	1017	302	0,30
2	2020	1071	229	842	123	0,15

Þó munur sé á frjósemishlutfalli milli þessara veiðisvæða gætu sveiflur í frjóseminni fylgst að þannig að í árum þegar frjósemi er í hærri kantinum á öðru veiðisvæðinu sé hún það einnig á hinu en ef frjósemin lækkar gerir hún það jafnhliða á báðum veiðisvæðum. Erfitt var að sýna fram á slíkt samband þar sem aðeins voru nothæfar talningar af báðum veiðisvæðum í fjórum árum (Tafla 3 og 4. mynd).



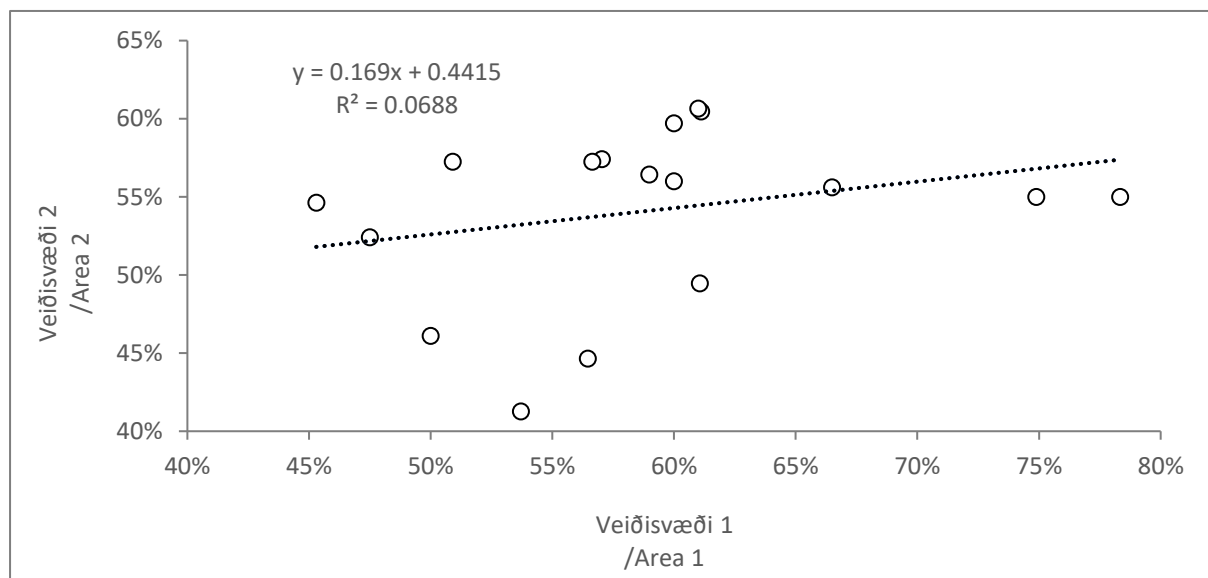
7. mynd. Frjósemi hreinkúa árin 2011, 2014, 2018 og 2019 þegar lágmarksúrtakið 30% náðist á báðum veiðisvæðum. Línuleg tengsl veiðisvæðis 1 og 2.

Nýliðunin var að meðaltali 55% fyrir Snæfellshjörð 2005-2020. Líkt og með frjósemina var kálfahlutfallið nokkru hærra á veiðisvæði 1 (58%) heldur en á veiðisvæði 2 (54%) ( $p = 0,014$ ;  $df=1$ ). Áhyggjur vekja lág nýliðun á veiðisvæði 2 fyrir árin 2018 (41%), 2019 (46%) og 2020 (45%). Ástæður hennar eru óþekktar og jafnframt er ekki vitað hvort sambærileg lækkun í nýliðun sé að finna á öðrum veiðisvæðum. Sumartalningar á Snæfellshjörð í júlí hafa verið framkvæmdar nær árlega frá upphafi veiðistjórnunar 1940 (Skarphéðinn G. Þórisson og Inga Dagmar Karlsdóttir 2001). Mun betur gengur að fá góð úrtök á þessum árstíma heldur en í apríl og voru allar talningar frá 2002 nothæfar við mat á kálfahlutföllum í júlí (Tafla 4). Kálfahlutföll í júlí verða hér notuð sem nálgun á nýliðun þó standi eftir mismikil dánartíðni kálfa á fyrsta vetri.

Tafla 4. Áætlaður fjöldi og úrtakshlutfall kúa og vetrunga í júlí á árunum 2002-2020 á veiðisvæði 1 og 2. Úrtak getur farið yfir 1 ef fjöldi að sumri er vanmetinn eða dýr bætast við af aðliggjandi veiðisvæðum.

Ár	Veiðisvæði 1			Veiðisvæði 2		
	Taldar kúr og vetr.	Áætl. fj. kúa og vetrunga	Úrtak	Taldar kúr og vetr.	Áætl. fj. kúa og vetrunga	Úrtak
2002	65	125	0,52	1234		
2003	88	154	0,57	962	1334	0,72
2004	72	173	0,42	1194	1434	0,83
2005	85	207	0,41	1268	1554	0,82
2006	120	233	0,52	1597	1686	0,95
2007	200	267	0,75	1460	1702	0,86
2008	222	309	0,72	1441	1627	0,89
2009	384	332	1,16	958	1443	0,66
2010	321	367	0,87	936	1167	0,80
2011	256	367	0,70	700	1002	0,70
2012	277	421	0,66	819	910	0,90
2013	457	540	0,85	875	802	1,09
2014	378	573	0,66	727	910	0,80
2015	451	615	0,73	963	1049	0,92
2016	452	609	0,74	814	1217	0,67
2017	227	549	0,41	1161	1383	0,84
2018	391	508	0,77	882	1391	0,63
2019	332	412	0,81	837	1243	0,67
2020	310	368	0,84	524	1071	0,49

Skýringarhlutfall ( $R^2$ ) nýliðunnar var lágt milli veiðisvæða (8. mynd). Hækkun eða lækkun kálfallutfalls í júlí í einstaka árum á öðru veiðisvæðinu þýddi ekki sömu þróun á hinu veiðisvæðinu.

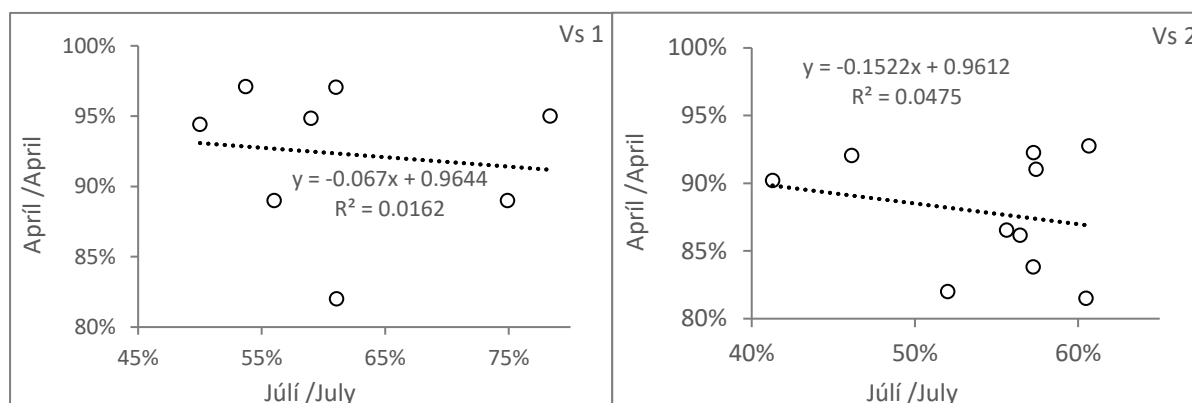


8. mynd. Nýliðun hreindýra 2004-2020. Línuleg tengsl veiðisvæðis 1 og 2.

Skýringarhlutfall frjósemi og nýliðunnar reyndist veikt (9. mynd) á báðum veiðisvæðum fyrir tímabilið og ekkert skýrt sambengi milli hornahlutfalls kúa í apríl og hlutfalls kálfa í júlí. Aðeins var stuðst við talningar þar sem úrtak náði 30% af áætluðum fjölda kúa. Á veiðisvæði 1 var um að ræða 7 athugunar



ár (2010-2012, 2014 og 2017-2019) en 9 á veiðisvæði 2 (2004, 2007-2009, 2011, 2014, 2016, og 2018-2019).



9. mynd. Kálfahlutföll á veiðisvæði 1 annarsvegar (árin 2010-2012, 2014 og 2017-2019) og á veiðisvæði 2 (árin 2004, 2007-2009, 2011, 2014, 2016, 2018 og 2019) hinsvegar. Línuleg tengsl kelfdra kúa í apríl (hornahlutfall) og kálfahlutfalla í júlí.

Í samantekt á burðarrannsóknnum árána 2005-2013 voru ekki til nægjanleg gögn fyrir veiðisvæði 1 til að skoða samhengi frjósemi og nýliðunnar (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015) en fyrir árin 2005-2011 á veiðisvæði 2 þar sem úrtök voru þokkaleg reyndist samhengið sterkt ( $R^2 = 0,90\%$ ) þannig að hárrí frjósemi í apríl fylgdi nær undantekningarlaust hátt kálfahlutfall í júlí og öfugt.

### Dánartíðni kálfa frá apríl fram í júlí

Dánartíðni kálfa í burði eða á fyrstu dögum eftir burð var ekki þekkt en þar sem hlutfall kelfdra kúa að mestu þekkt í apríl og hlutfall kálfa á kýr og vetrunga í júlí var þekkt mátti grófáætla dánartíðni frá apríl fram í júlí með því að skýra vetrunga hlutfall í kúahópum í júlí (Tafla 5). Með því að skoða frjósemistalningar árin 2016-2020 á veiðisvæði 1 og 2 fengust hlutföllin 0,65 kálfar á kú á veiðisvæði 1 og 0,64 kálfar á veiðisvæði 2. Með því að gefa okkur að helmingur þeirra sé kvenkyns og að nær aðeins fyrsta árs kvígur en ekki tarfar fylgi kúm í júlí fáum við 19% dánartíðni kálfa á veiðisvæði 1 og 23% á veiðisvæði 2. Þetta er aðeins gróf áætlun en gefur þó einhverja hugmynd um fjölda kálflausra kúa eftir burð.

Tafla 5. Breytur sem tengjast grófáætlaðri lækkun kálfahlutfalls frá apríl fram í júlí fyrir ólík tímabil.

	Vs1	Vs2	Tímabil
Kelfdar kýr í apríl*	0,93	0,87	2005-2020
Kelfdar hreinkollur í apríl	0,03	0,05	2005-2021
Kálfar á kú í apríl	0,65	0,64	2016-2020
Kvígukálfar á kú í apríl**	0,33	0,32	2016-2021
Kálfar á kýr og vetrunga í júlí	0,58	0,54	2005-2021
Kálfar á kýr í júlí	0,77	0,71	2005-2021
Dánartíðni kálfa frá apríl fram í júlí	0,19	0,23	

\*Óleiðrétt fyrir kelfdum hreinkollum

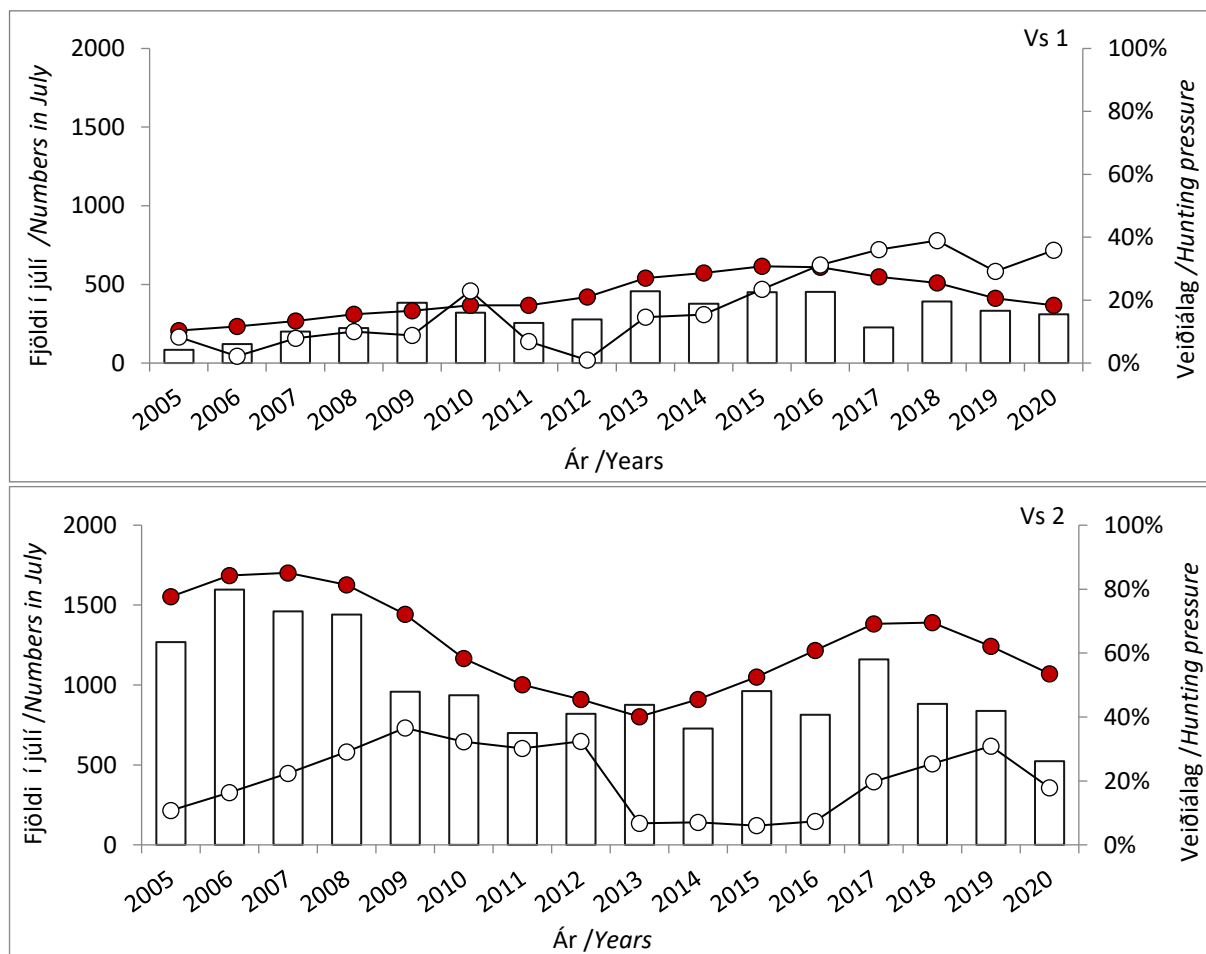
\*\*Gengið út frá að kynjahlutföll kálfa sé jafnt

### Veiðiálag

Veiðiálag getur haft áhrif á frjósemi og dreifingu hreinkúa. Fjallað var um áhrif veiðiálags á stofnstærð, kynja- og aldurssamsetningu veiðistofna í burðarsamantekt árána 2005-2013 (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Ef hlutfall kúa í hópum er lækkað með auknu veiðiálagi á þær hefur það áhrif ekki aðeins á fjölda dýra heldur einnig á það hve hratt dýrunum getur fjölgað. Friðun kálfa 2009 leiddi til þess að hlutfallslega fleiri ókynþroska einstaklingar komu inn í stofninn á hverju ári og það hefur áhrif á hlutfall kúa sem ber ár hvert. Að lokum hafa veiðar áhrif á aldurssamsetningu í stofninum

Þar sem 1-2 vetra kýr eru síður veiddar úr stofninum þar sem þær eru almennt léttari. Reikna má með að í hópum sem mikið er veitt úr sé hlutur kynþroska kúa lægri og hlutur kálfa og veturgamalla kúa hærrí en í hópum þar sem litlar eða engar veiðar eru stundaðar.

Veiðar eru ávallt álag fyrir veiðistofn. Hátt veiðiálag á hreindýr hefur vafalítið áhrif á dreifingu þeirra, sér í lagi á veiðitíma en jafnvel utan hans. Breytingar á dreifingu hreinkúa verður því að skoðast í ljósi veiðiálags. Í burðarsamantektarskýrslunni frá 2015 var veiðiálag á kýr sýnt sem fjöldi veiddra kúa af séðum dýrum í talningum (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Þar sem talningar takast misvel þá var þessi aðferð ónákvæm og ofmat veiðiálags verulegt í árum þegar talningar tókust illa. Hér verður veiðiálag hreinkúa metið sem fjöldi veiddra kúa af áætluðum fjölda þeirra á veiðitíma (10. mynd). Þó hér sé eftir sem áður um áætlað veiðiálag að ræða teljum við að þessi aðferð gefi réttari mynd af sveiflum í veiðiálagi og jafnvel réttari mynd af raunveiðiálagi heldur en fyrri aðferð.



10. mynd. Veiðiálag (hvítir hringir) á kýr 2005-2020. Veiðiálag er hér mælt sem hlutfall veiddra kúa af áætluðum fjölda þeirra á veiðitíma. Súlurnar sýna fjölda kúa og vetrunga í júlitalningum og rauð lína sýnir áætlaðan fjölda þeirra að sumri.

Veiðiálag á kýr var breytilegt milli ára og skýrði að miklu leiti þær sveiflur sem fram komu í fjölda. Sambandið milli fjölda kúa og veiðiálags var þó ekki augljóst. Þar sem talningar takast misvel hefur fjöldi dýra lengst af verið metinn út frá gögnum nokkurra ára í senn. Sér í lagi fækkun í stofninum staðfestist því oft ekki fyrr en að nokkrum árum liðnum og á það jafnframt við um veiðistjórnunarviðbrögð. Aðrir þættir svo sem inn- eða útflutningur, mishá dánartíðni og nýliðun flækir einnig orsakasamhengið.

Veiðiálag á veiðisvæði 1 var lágt lengst af á rannsóknartímabilinu 2005-2020 (10. mynd) eða til 2015 (6-23%). Það ár var áætlaður fjöldi kúa jafnframt í hámarki og talið tímabært að hemja fjölda þeirra

enda hafði gengið erfiðlega að finna dýrin til talninga og nokkuð óljóst hver raunverulegur fjöldi þeirra var orðinn. Á árunum 2016-2020 var veiðiálag hærra eða 29-39% og virðist það hafa dugað til að fækka kúm á svæðinu. Ljóst er að veiðiálag á kýr var hátt á veiðisvæði 2 á árunum 2009-2012 (30-37%). Ekki er hægt að útiloka að það hafi haft áhrif á dreifingu kúa á ársgrundvelli. Veiðiálag var einnig orðið ansi hátt 2019 (31%) og spurning hvort það hafi haft áhrif á dreifingu dýra árið 2020 þegar mjög fá dýr fundust í sumartalningum (10. mynd).

## Framkvæmdir

Framkvæmdartími og álagssvæði í tengslum Kárahnjúkavirkjun var lauslega lýst í burðarsamantektinni frá 2015 (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Þar kom fram að aðal framkvæmdartími stóð yfir 2003-2009. Á því tímabili var unnið nokkuð sleitulaust á svæðinu allt árið með tilheyrandi umferð. Eftir 2009 voru mannvirki að mestu komin í gagnið og við tók almennur rekstur, viðhald og eftirlit þó framkvæmdir á Múla hafi haldið áfram að sumri til og fram í september 2013 (Árni Óðinsson Landsvirkjun, munnleg heimild). Við samanburð á dreifingu hreinkúa fyrir, á meðan og eftir að á framkvæmdum stóð, þarf að hafa þessar tímasetningar í huga.

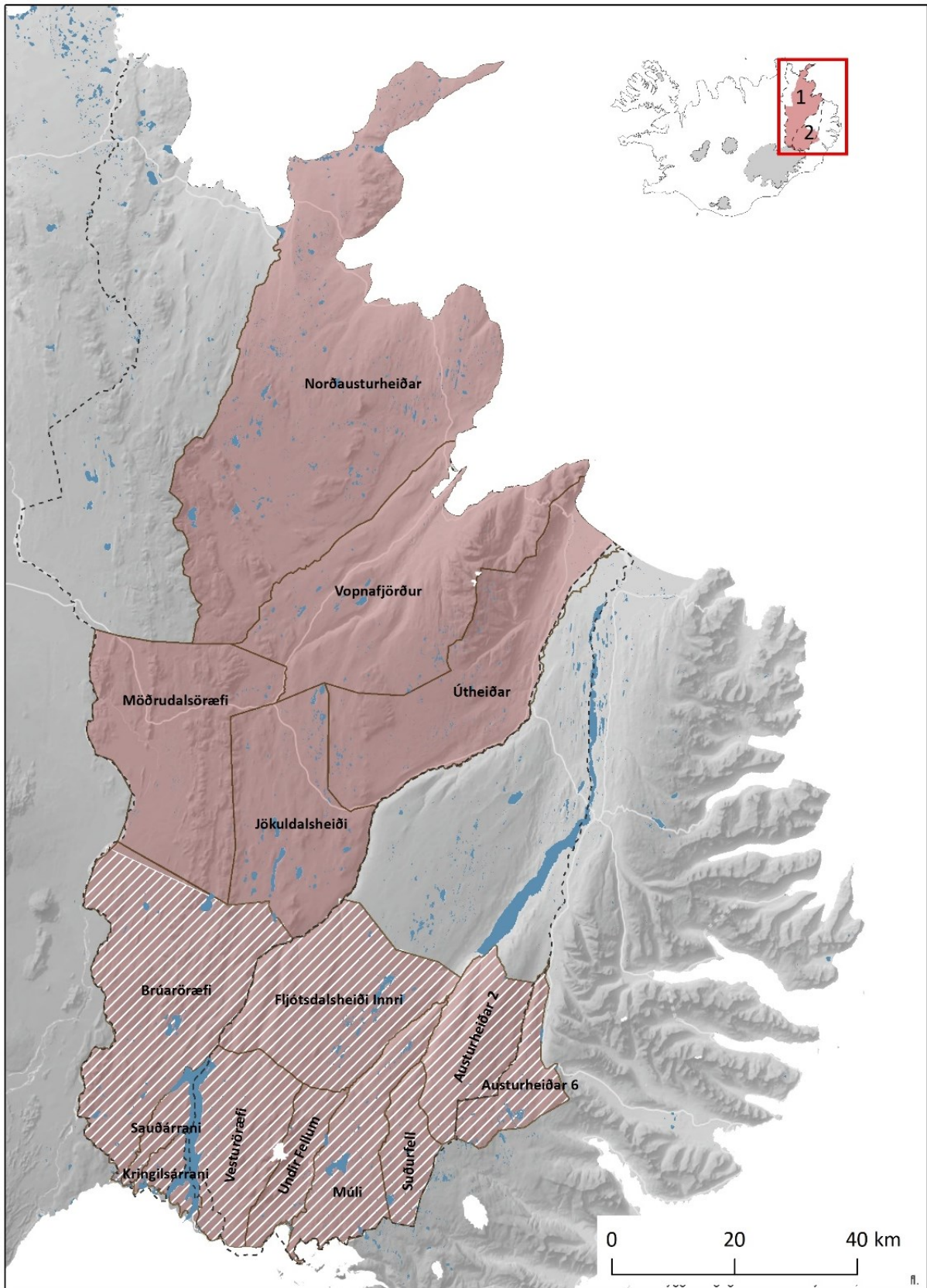
## Aðferðir og úrvinnsla

### Rannsóknarsvæðið

#### Mörk

Mörk eldra rannsóknarsvæðis frá tímabilinu 2005-2013 var lýst í burðarsamantekt frá 2015 (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Kúm fjölgaði á veiðisvæði 1 á því tímabili og ljós kom að aukinn hluti þeirra bar norðan við mörk rannsóknarsvæðisins á seinasta athugunarárinu 2013. Við endurskipulag rannsóknar fyrir tímabilið 2014-2020 var því rannsóknarsvæðið stækkað verulega á veiðisvæði 1 (11. mynd) og var það gert í tveimur áföngum. Árið 2014 var bætt við talningasvæðunum Jökuldalsheiði, Útheiðum, Möðrudalsöræfi og Vopnafirði. Mikil færsla var á dýrunum á næstu árum og 2017 fannst aðeins brot þeirra kúa sem reiknað var með á svæðinu. Því var bætt um betur og svæðið enn stækkað til norðurs 2018. Þá var Norðausturheiðum bætt við. Rannsóknarsvæðið náði þá til stórs hluta veiðisvæðis 1. Talningasvæðin sem hér er vitnað í (11. mynd) eru landslagsheildir innan veiðisvæða sem Náttúrustofan hefur afmarkað og nýtir sér við skipulag talninga.

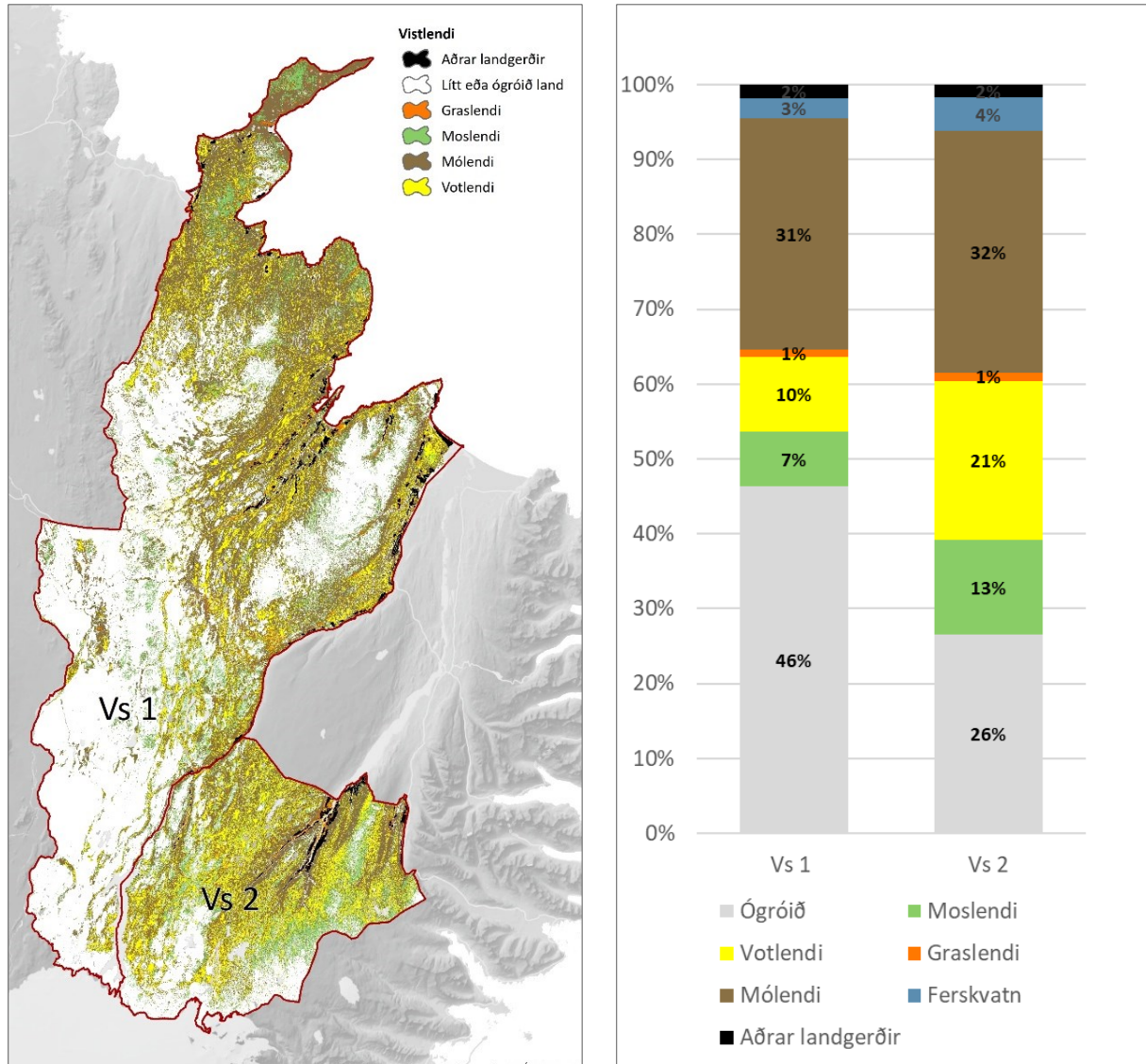
Kýr á veiðisvæði 2 virtust einnig bera að hluta til utan rannsóknarsvæðisins á tímabilinu 2005-2013 og þá sérstaklega eftir 2009. Meiri óvissa var um staðsetningu þeirra dýra og hlutfall þeirra var óþekkt. Einnig komu fram vísbendingar um að hluti kúnna væri að færast aftur nær virkjunarsvæðum í lok þess tímabils eða 2013 (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Vonir stóðu til að færsla burðarsvæða út af veiðisvæði 2 yrði tímabundin. Mun flóknara yrði að skilgreina burðarsvæði Fljótaldalshjarðar utan veiðisvæðis 2 þar sem erfitt er að aðgreina þær kýr frá öðrum dýrum á svæðunum. Því var rannsóknarsvæðið látið halda sér óbreytt þeim megin Jökulsár.



11. mynd. Rannsóknarsvæðið eldra (2005-2013) og nýrra (2014-2020). Rannsóknarsvæðið var stækkað í tveimur áföngum: 2014 bættust við Jökuldalsheiði, Möðrudalsöræfi, Útheiðar og Vopnafjörður en 2018 var Norðausturheiðum bætt við. Rannsóknarsvæðið tímabilsins 2015-2020 er rauðleitt, en hvítar skárenndur marka eldra svæðið innan þess. Svört brotalína sýnir skil milli veiðisvæðis 1 og 2. Brúnar línur eru mörk talningarsvæða (Kortagrunnur: Samsýn 2021; Landmælingar Íslands 2019).

## Árferði, gróður og staðhættir

Árferði, gróðri og staðháttum var lýst í samantektinni frá 2015 og verður að mestu látið nægja að vitna í hana (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Frá því sú skýrsla kom út hefur heildstæð kortlagning vistgerða á öllu landinu verið unnin á vegum Náttúrufræðistofnunar Íslands (Jón Gunnar Ottósson o.fl., 2016) (12. mynd).



12. mynd. T.v. vistlendi á rannsóknarsvæðinu. T.h. vistlendi á rannsóknarsvæðinu annars vegar þeim hluta sem fellur undir veiðisvæði 1 (Vs 1) og hins vegar þeim hluta sem fellur undir veiðisvæði 2 (Vs 2). Mörk rannsóknarsvæðis og jafnframt skil milli veiðisvæðis 1 og 2 eru rauð. Byggt á landupplýsingagögnum Náttúrufræðistofnunar Íslands (2020) (Kortagrunnur: Samsýn 2021; Landmælingar Íslands 2019).

Rannsóknarsvæðið á veiðisvæði 1 var um þrisvar sinnum stærra ( $6.869 \text{ km}^2$ ) en á veiðisvæði 2 ( $2.275 \text{ km}^2$ ) og ógróin svæði voru þar hlutfallslega meiri (46%) en á veiðisvæði 2 (26%) (12. mynd). Í raun voru ógróin hluti veiðisvæðis 1 stærra (um  $3.160 \text{ km}^2$ ) en allt veiðisvæði tvö. Að sama skapi var gróin hluti þess mun stærra en á veiðisvæði tvö, eða um  $3.500 \text{ km}^2$  samanborið við um  $1.590 \text{ km}^2$ . Mólendi var algengasta vistlendið á báðum veiðisvæðum innan rannsóknarsvæðisins og votlendi og moslendi voru hlutfallslega algengari á veiðisvæði 2 en á veiðisvæði 1 (12. mynd).

## Flugathuganir

### Talningar á vettvangi

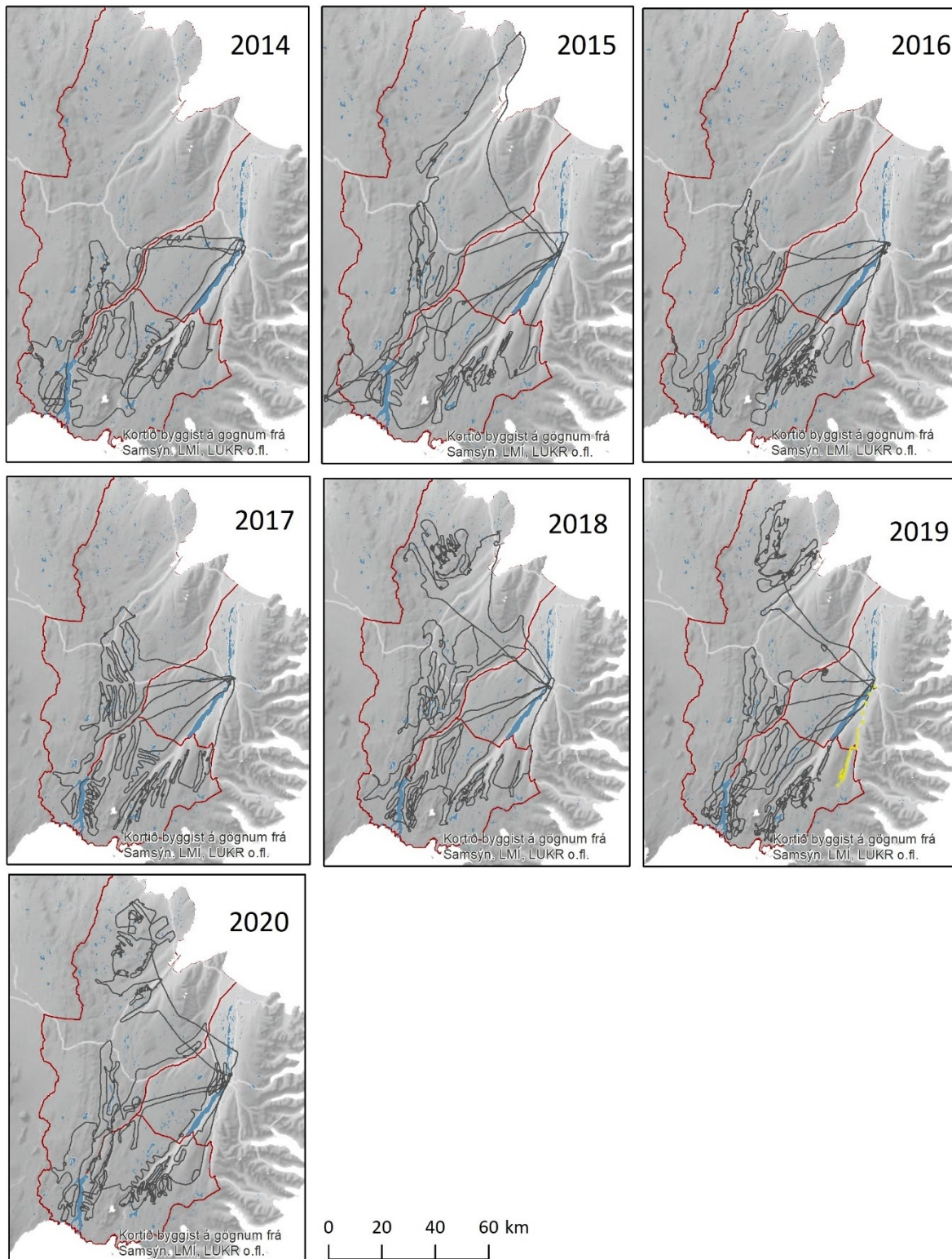
Talið var árlega og nær einvörðungu úr flugi eftir 2013, enda svæðið víðfeðmt og dreifing dýra breytileg milli ára og lítt þekkt, sér í lagi á veiðisvæði 1. Miðað var við að tímasetningar talningaflugs væru allt að tvö flug á dag á nokkra daga tímabili sem næst eða fljótlega eftir miðburð. Miðburður var tímasettur 18. maí fyrir tímabilið 2005-2014 (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Ef veður var óhagstætt gat talningartímabilið teygst út maí.

Myndir voru teknar af öllum stökum dýrum eða hópum sem fundust og GPS staðsetning tekin þegar flogið var sem næst dýrunum. Þessar staðsetningar voru ekki mjög nákvæmar enda dýrin gjarnan á ferð og þurfti að mynda þau á sama tíma. Stundum var hægt að leiðrétta staðsetningar eftir á með því að skoða fjarlægð staðsetningar frá miðju snúnings flugvélar. Sú fjarlægð virtist sjaldnast vera meiri en 350 metrar. Ekki var hægt að staðfesta nákvæmni staðsetninga en hér var nákvæmnin áætluð innan 350 m radíus frá hóp.

Leitarþungi hvers árs (Tafla 6 og 13. mynd) var látinn stjórnast af dreifingu dýra en flugskilyrði og takmarkað flugþol vélar settu einstaka sinnum strik í reikninginn. Þannig varð að hætta talningum á Norðausturheiðum 2018 og 2019 nokkru áður en svæðið þótti fullleitað. Það virtist þó ekki hafa komið að sök þar sem fleiri kýr fundust en reiknað hafði verið með á svæðinu. Þar sem fjöldi og dreifing dýra jókst á veiðisvæði 1 fram til 2018 jókst einnig fjöldi floginna kílómetra um leið (Tafla 6).

*Tafla 6. Flognir km innan rannsóknarsvæðisins á hverju ári á tímabilinu 2014-2020. Auk þess voru eknir 80 km á fjórhjólí árið 2019.*

Ár	Km
2014	1129
2015	1484
2016	1460
2017	1520
2018	1990
2019	1921
2020	1859



13. mynd. Farnar leiðir (svartar línur) á árunum 2014-2020 fyrir hvert athugunarár. Árið 2019 var einnig farið landleiðina á fjórhjólum að leita dýra í Norðurdal, Geitdal og brúnum þar upp af (táknað með gulri línu til aðgreiningar frá flugferlum). Mörk rannsóknarsvæðis og jafnframt skil milli veiðisvæðis 1 og 2 eru rauð (Kortagrunnur: Samsýn 2021; Landmælingar Íslands 2019).

Úr flugi sást víða yfir og blindsvæði voru nær engin. Flughraði var afturá móti töluverður og eins flughæð. Að auki var hópastærð kúa almennt lítil á burðartíma og snjóhula gjarnan flekkótt. Við þær aðstæður gat verið erfitt að finna dýrin. Vegna þess lækkaði hlutfall hópa sem sást úr flugi hratt þegar

fjær dró vélinni auk þess sem hópar sem lentu beint undir vélinni gátu farið framhjá athugendum. Eins og í fyrri samantekt var miðað við um 3 km fjarlægð milli fluglína og talið að þegar skyggni væri gott, land slétt og engin snjóhula ættu jafnvel stök dýr að sjást greinilega. Ekki var þó alltaf hægt að halda þessum viðmiðum og svæði misvel talin eftir því. Þættir sem taldir voru hafa áhrif á dreifingu dýra eða gang burðar voru færðir til bókar á vettvangi eins og áður. Þetta voru helst snjóalög og bleyta eða krapablár vegna leysinga.

Til að meta hvort fjöldi km sem flognir voru höfðu áhrif á fjölda dýra sem sáust ár hvert var notað óstikað Spearman raðfylgnistuðulspróf, þar sem hvorki árlegur fjöldi dýra né heldur flugvegalengdir voru normaldreifðar. Ekki tókst heldur að umbreyta gögnum til normaldreifni (Lehmann & D'Abrera, 1998).

### Burðarframvinda

Með því að draga aðhvarfslínu í gegnum burðarhlutföll hvers athugunardags fékkst aðhvarfsjafnan:

$$y = mx + b$$

Þar sem  $m$  er hallatala aðhvarfslínu og  $b$  er skurðpunktur við  $x$  ás.

Þannig mátti reikna út upphafsdag, miðburð og lokadag burðar fyrir tímabilið 2005-2020. Upphafsdagur burðar þegar 0% kúa var borinn varð þegar skurðpunktur við  $y$  ásin er 0. Miðburður þegar 50% kúa var borinn varð að sama skapi þegar  $y = 0,5$ . Með sama móti mátti reikna út lokadag burðar þegar 100% kúa var borinn og  $Y = 1$ . Við gáfum okkur að framvinda burðar væri að mestu normaldreifð og með því að máta ólík staðalfrávik við dreifingu með þekkt upphaf, miðburð og lok, mátti reikna hvað 1 staðalfrávik voru margir dagar.

### Burðardreifing

Til að ákvarða árleg burðarsvæði Snæfellskúa voru notaðar staðsetningar kúa úr burðarflugi yfir rannsóknarsvæðinu árin 2014-2020. Gengið var út frá að allar kýr sem sáust væru ýmist bornar eða væru þar til að bera. Rannsóknarsvæðinu var skipt í tvennt: annarsvegar norðvestan Jöklu og hinsvegar suðaustan hennar. Allar kýr sem staðsettar voru innan rannsóknarsvæðis norðvestan Jökulsár á Dal voru álitnar tilheyrja veiðisvæði 1 og allar kýr sem staðsettar voru innan rannsóknarsvæðis suðaustan Jökulsár á Dal voru álitnar tilheyrja veiðisvæði 2. Strangt til tekið féllu nokkrir hópar austast á svæðinu undir veiðisvæði 6 (11. mynd). Ein staðsetning féll utan skilgreinds rannsóknarsvæðis. Sú staðsetning var skilgreind sem útlagi og felld út úr gögnum við úrvinnslu. Það var 28 dýra hópur þar sem uppistaðan voru ungir tarfa en einnig þrjár kýr og ein þeirra borin. Þessi dýr sáust í landi Setbergs á túnnum við Lagarfliót 19. maí 2020. Ein þessara kúa hafði verið merkt með senditæki í mars sama ár. Hópurinn yfirgaf hana fljótlega en hún hélt að mestu kyrru fyrir á svæðinu allt það ár og fram í mars árið eftir.

Staðsetningar dýra í flugtalningum gáfu eingöngu upplýsingar um hvar dýrin voru þegar þau sáust í fluginu. Þau dýr sem voru ómerkt og ekki með áberandi sérkenni sem gerði þau auðþekkjanleg voru þannig aðeins staðsett einu sinni þótt þau kæmu fram í fleiri talningum. Burðarsvæði var byggt á stökum staðsetningum allra kúa á svæðinu, með eða án kálfa, ýmist fyrir einstök ár eða tímabilið í heild sinni.

Misjafnar tölfræðilegar aðferðir hafa verið notaðar undanfarna áratugi til að afmarka og áætla notkunarsvæði dýra út frá þekktum staðsetningum (t.d. Joo o.fl., 2018). Hér voru notkunarsvæði reiknuð út frá líkindaföllum þekktra staðsetninga (burðardreifingum) með svokölluðu kjarna þéttleikamati (e: kernel utility distribution)(Silverman, 1986). Töluvert hefur verið deilt um hvernig á að stilla svokallaðar bandvíddir við útreikninga, en bandvíddin hefur áhrif á bæði stærð og lögun þeirra notkunarsvæða sem afmörkuð eru (t.d. Calange, 2006; 2019). Mælt er með því að skoða mismunandi



bandvíddir fyrir það gagnasafn sem er til skoðunar hverju sinni og velja svo bandvídd út frá þeirri þekkingu sem þegar er til staðar um dreifingu, líffræði og vistfræði dýrsins (Worton, 1989; Kie o.fl., 2010). Þá hefur verið deilt um áhrif sjálffylgni á niðurstöður og ýmist sýnt fram á að hún hafi áhrif eða ekki. Hér var gert ráð fyrir að sjálffylgni hefði ekki áhrif á niðurstöður, en nánar má sjá umfjöllun um kjarna þéttleikamat, sjálffylgni og val á bandvídd t.d. í Skarphéðinn G. Þórisson og Kristín Ágústsdóttir (2014).

Í fyrri burðarsamantekt fyrir rannsóknartímabilið 2005-2013 var bandvídd ákvörðuð út frá svokallaðri PLUGIN reiknireglu í forritinu GME (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Það forrit hafði ekki verið uppfært og var því ekki aðgengilegt fyrir greiningar í mars 2021. Í stað þess var „adehabitatHR“ pakkinn (Calange, 2006; R Core Team, 2020) í R notaður, en hann bauð ekki upp PLUGIN reikniregluna til að ákvarða bandvídd. Megin markmið þessarar rannsóknar var að bera saman burðarsvæði fyrir tímabilið 2014-2020 við burðarsvæðin sem reiknuð voru fyrir tímabilið 2005-2020, einkum til að skilgreina færslur og breytta notkun en ekki endilega að ákvarða stærð svæðanna. Til að reikna burðarsvæði seinna tímabilsins var farin sú leið að velja bandvídd og möskvastærð sem gæfu sambærilegar niðurstöður við fyrra athugunartímabilið 2005-2013. Ólíkar stillingar á gögnunum frá fyrra tímabilinu voru því prufukeyrðar með skipuninni KUD í adehabitatHR. Niðurstaðan var að reikna burðarsvæði fyrir einstök ár og það tímabil sem hér er til úrvinnslu og skoðunar (2014-2020) með því að nota bandvídd “href” með “Epanechnikov” líkindadreifingu og hafa sömu möskvastærð (grid=80) fyrir allar greiningar (Calange 2019), enda pössuðu þær stillingar best við löggun og stærð staðsetninga frá fyrra tímabili við prufukeyrslur. Staðsetningar fyrir fyrra tímabil voru þó ekki endurreiknaðar fyrir þessa skýrslu. Þegar fjallað er um staðsetningar og dreifingu burðarkúa á fyrra tímabilinu í þessari skýrslu hér er byggt á niðurstöðum úr samantektarskýrslunni frá 2015 (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Auk „adehabitatHR“ pakkans var ýmis úrvinnsla staðsetninga og framsetning á kortum unnin í „ArcGIS“ (ESRI 1999-2020).

Burðarsvæði kúa var reiknað annarsvegar fyrir árlegar burðardreifingar og hinsvegar fyrir tímabilið 2014 - 2020. Þá var reiknað eitt burðarsvæði fyrir allar staðsetningar óháð árum. Burðarsvæði kúa voru afmörkuð annars vegar fyrir veiðisvæði 1 og hins vegar fyrir veiðisvæði 2. Eftirfarandi burðarsvæði voru skilgreind:

- Sjö burðarsvæði á veiðisvæði 1 fyrir tímabilið 2014 - 2020, eitt fyrir hvert ár
- Sjö burðarsvæði á veiðisvæði 2 fyrir tímabilið 2014 - 2020, eitt fyrir hvert ár
- Eitt burðarsvæði fyrir allar staðsetningar óháð árum á veiðisvæði 1
- Eitt burðarsvæði fyrir allar staðsetningar óháð árum á veiðisvæði 2

Út frá þéttleikamati voru dregnar jafngildislínur eða ytri mörk burðarsvæðis þar sem 95% líkur er á að kýrnar sjáist, hér eftir kölluð heildarsvæði burðar. Að sama skapi voru dregnar jafngildislínur eða mörk um þau svæði þar sem 50% líkur voru á að kýrnar sæjust. Þessi svæði verða hér eftir kölluð kjarnasvæði (t.d. Tamstorf, 2004). Þetta var gert í pakkanum „adehabitatHR“ í R með tólinu „getverticeshr“ í viðmóti R-Studio (Calange, 2006; R Core Team, 2020).

Stærð burðarsvæða og fjöldi kúa var ekki normaldreifður og því var notað óstíkað „Spearman“ raðfylgnistuðulspróf til að meta hvort fjöldi staðsetninga hefði áhrif á reiknaða stærð notkunarsvæðis (Lehmann & D’Abrera, 1998). Stærð burðar- og kjarnasvæða var reiknuð í „ArcGIS“ (Esri 1999-2020) og þekjur svæðanna voru í „ISN93 Lambert Conformal Conic“ vörpun.

## Hagatryggð

Pungamiðja staðsetninga gefur einfalt myndrænt yfirlit yfir færslu burðardreifinga eftir árum. Pungamiðja eða meðalstaðsetning allra kúa sem staðsettar voru í flugtalningum ár hvert, var reiknuð í forritinu R. Til að reikna færslu burðardreifinga milli ára var reiknuð fjarlægð milli þungamiðja ár frá ári. Stefna færslunnar var skilgreind út frá áttum. Þessir útreikningar voru eingöngu gerðir fyrir kýr sem taldar voru í flugtalningum, en ekki kýr sem gengu með GPS senditæki.

Skörun burðarsvæða frá ári til árs var metin með „Intersect“ tólinu í „ArcGIS“ (Esri 1999-2020). Stærð svæða sem sköruðust var reiknuð og í framhaldi skörunarhlutfall til að sjá hversu mikil hlutfallsleg skörun var á milli ára (Gunn o.fl., 2008). Formúla fyrir skörunarhlutfallið var eftirfarandi:

Skörunarhlutfall =  $100 * ((2 * \text{stærð svæðis sem skarast} / (\text{stærð burðarsvæðis fyrra árs} + \text{stærð burðarsvæðis seinna árs}))$

eða:

$$P_{A_{t_0} \cap A_{t_1}} = 100 \times \left( \frac{2 \times A_{t_0} \cap A_{t_1}}{A_{t_0} + A_{t_1}} \right)$$

Þar sem P var skörunarhlutfall, A flatarmál svæðis, t0 fyrra árið sem bera átti saman við, t1 árið eftir t0 og  $\cap$  var skörun

Mikil skörun milli ára gaf vísbendingu um hagatryggð dýranna en jafnframt voru burðarsvæði hvers árs lögð saman til að sjá hvaða svæði voru oftast notuð á tímabilinu. Greiningin var unnin í ArcGIS (Esri 199-2020) með sameiningartólinu (e: Union), tólinu fjölþáttafitja til einþátta fitju (e: Multipart to Singlepart) og rúmtengingu (e: Spatial Join). Hagatryggðin var mest þar sem flestar burðardreifingar sköruðust.

## Gróðurstuðull (NDVI)

Til að fá hugmyndir um kviknun og framvindu gróðurs að vori voru gróðurstuðlar sóttir úr gagnasafni evrópsku Geimferðarstofnunarinnar (Copernicus Global Land Operations, 2021) fyrir tímabilið 2014-2020 úr gagnasettinu „NDVI300\_PROBAV\_V1.0.1“ á „NetCDF4“ formi. Gögnin höfðu 300 m upplausn og voru tíu daga meðaltöl, þannig að maí mánuði var skipt upp í 3 tímabil. Gróðurstuðulsgögnin voru klippt með útlínunum reiknaðra heildar- og kjarnasvæða ár hvert fyrir flugtalningar í „raster“ pakkanum í R í viðmóti RStudio (Hijmans, 2020; R Core Team, 2020), annars vegar fyrir veiðisvæði 1 og hins fyrir veiðisvæði 2. Ekki var gerð sambærileg greining á staðsetningum kúa með GSP senditæki.

Lágmarks- og hámarksviðmiðunargildi til að greina NDVI eru örlítið breytileg eftir gangasettum og eru slík þröskuldsgildi háð staðbundnum aðstæðum (t.d. Reed o.fl., 1994; Markon o.fl., 1999; Jia o.fl. 2004). Í gagnasettinu sem hér var notað var -0,08 skilgreint lágmarksgildi og 0,92 skilgreint sem hámarksgildi (Copernicus Global Land Operations, 2021).

Niðurstöður voru settar fram í kassaritum í pakkanum „ggplot2“ (Wickham, 2016) í R, en einnig voru ýmsir aðrir pakkar notaðir við umbreytingu gagna og útreikninga t.d. shapefiles (Stabler, 2013), sf (Pebesma, 2018), rgdal (Bivand o.fl., 2021), maptools (Bivand og Lewin-Koh, 2020), pgirmess (Giraudoux, 2021) og doBy (Højsgaard og Halekoh, 2020)).

Gögnin voru ekki normaldreifð og breyttust ekki með tilraunum til umvörpunar, en frá 27 þúsund og upp í rúmlega milljón gildi voru sótt fyrir ólík svæði (háð stærð þeirra) og því var talið óhætt að nota stikuð próf (t.d. Vittinghoff o.fl. 2012). Engu að síður voru oft keyrð bæði stikuð og óstikuð próf við samanburð milli ára, milli kjarna- og heildarsvæða og milli veiðisvæða og breytti það litlu um niðurstöður hvort prófið var notað.

Óparað T- próf og sambærilegt óstikað Wilcoxon próf voru notuð til að meta mun á milli kjarna- og heildarsvæða. Fervikagreining og sambærilegt óstikað Kruskal-Wallis próf voru notuð til að meta hvort munur á gróðurgildi eftir árum væri marktækur. Í framhaldi voru Tukey próf keyrð fyrir niðurstöður úr fervikagreiningu og sambærileg óstikað Kruskal-Wallis próf keyrt á niðurstöður úr Kruskal-Wallis prófinu til að sjá hvenær munurinn var marktækur (sjá t.d. Giraudoux, 2021).

## Hæð yfir sjó og snjóalög

Snjóalög voru grófmetin fyrir hvert ár út frá ljósmyndum af landslagi sem teknar voru í flugum og skipt í fimm stig eins og gert var í burðarsamantektinni frá 2015 (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015) Fyrsta stig var notað ef var nær autt en 5. stig ef var mjög mikill snjór. Þessi skipting var mjög gróf. Gefið var stig fyrir hvert talningasvæði á hverju ári. Árlegt meðaltal var svo tekið af hverju talningasvæði innan hvors veiðisvæðis og það námundað í næsta heila stig.

Hæð yfir sjávarmáli var fengin úr hæðarlíkani Landmælingum Íslands (2020) þar sem nákvæmni í hæð var innan við 1 m og staðsetningarnákvæmni var 3 m. Gögnin komu á „Geotif“ formi og var upplausn þeirra um 2x2 m og þakti hver mynd um 18x100 km stórt svæði. Alls þurfti fimm myndir til að ná yfir allt rannsóknarsvæðið. Sótt voru gögn um hæð yfir sjávarmáli fyrir allar kýr sem staðsettar voru í burðarflugtalningum. Gögnin voru sótt með „extract“ tólinu í „raster“ pakka R (Hijmans, 2020; R Core Team, 2020). Greiningin var eingöngu gerð fyrir kýr sem staðsettar voru í flugtalningum. Ekki var gerð sambærileg greining á GSP-kúm.

Hæðargögnin reyndust nokkuð normaldreifð og því voru notuð stikuð próf við samanburð milli ára og milli veiðisvæða, kjarna- og heildarsvæða. Fervikagreining var notuð til að meta hvort breytileiki í hæðarstaðsetningu dýranna eftir árum væri marktækur. Í framhaldi var Tukey próf keyrt til að sjá hvenær munurinn var marktækur. Parað t- próf var keyrt til að bera saman mun á hæðarstaðsetningum milli kjarna- og heildarsvæða og einnig á milli veiðisvæðanna tveggja.

Niðurstöður voru settar fram í kassaritum í R í viðmóti R Studio (R Core Team, 2020), en einnig voru ýmsir aðrir pakkar notaðir við umbreytingu gagna og útreikninga t.d. sf (Pebesma, 2018), rgdal (Bivand o.fl., 2021) og doBy (Højsgaard og Halekoh, 2020)).

## GPS gögn

### GPS-kýr

Sex kýr fengu hálskraga með GPS staðsetningartækjum í mars 2018 í tengslum við þær burðarrannsóknir sem hér er gerð grein fyrir (Tafla 7). Tækin sem kýrnar gengu með voru Tellus Medium GPS collar frá Follwit í Svíþjóð (Followit, 2020). Þrjár kýr voru handsamaðar og merktar á veiðisvæði 1 (Linda, Íva og Þúfa) og þrjár voru handsamaðar og merktar á veiðisvæði 2 (Alda, Lína og Sveina). Tvær þeirra voru óvart skotnar á veiðitíma seinna sama ár: Linda í ágúst á veiðisvæði 1 og Alda í september á veiðisvæði 2. Kragar þeirra voru endurnýttir og settir á nýjar kýr í mars 2019: Siggú á veiðisvæði 1 og Jenný á veiðisvæði 2. Auk þess var einn kragi í eigu Náttúrustofunnar settur á kúnna Önnu á svæði 1. Rafhlaða Siggú entist einungis fram í október það sama á, en Jenný hélt áfram að senda fram í júní 2020. Auk þessara kúa voru til viðbótar merktar 4 kýr á vegum Náttúrustofu Austurlands á veiðisvæðum 1 og 2 í mars 2020. Vonir voru bundnar við að þær myndu svara frekar spurningum um flakk milli veiðisvæðis 1 og 2 eða inn og út af veiðisvæði 2 til austurs. Hér eru því birtar upplýsingar um ferðir 13 kúa af veiðisvæðum 1 og 2 sem fengust með notkun 11 senditækja. Senditækin staðsettu kýrnar 1 sinni til 6 sinnum á sólahring.

Tafla 7. Merkingarstaður og ending GPS staðsetningar tækja og örlög GPS kúa á veiðisvæðum 1 og 2 2018-2020. Óskyggðar línur eru kýr sem voru sérstaklega merktar fyrir þetta verkefni en skyggðar línur sýna kýr sem merktar voru á öðrum forsendum en gögn þeirra nýttust fyrir þetta verkefni.

Kragi	Nafn	Dags fönguð	Fönguð hvar	Örlög	Fjöldi sendidaga
<b>Veiðisvæði 1</b>					
T5H-6092	Linda	09.03.18	Jökuldalsheiði Lindasel	Skotin 18.8.2018	160
T5H-6096	Íva	18.03.18	Sandvíkurheiði v/veg á miðri heiði	Rafmagnslaus 1.10.2019	562
T5H-6097	Þúfa	19.03.18	Sandvíkurheiði v/veg á miðri heiði	Rafræn losun 18.10.2019	578
T5H-6092*	Sigga*	17.03.19	Jökuldalsheiði Svínabúðalækur	Rafmagnslaus 9.10.2019	206
401545	Anna	17.03.19	Jökuldalsheiði Ánavatn	Rafmagnslaus 17.02.2021	703
422672	Vopna	16.03.20	Hauksstaðaheiði Álftavatn		
422673	Arna	16.03.20	Hauksstaðaheiði Arnarvatn		
<b>Veiðisvæði 2</b>					
T5H-6094	Alda	16.03.18	Fljótsdalsheiði Eyvindarfjöll	Skotin 6.9.2018	174
T5H-6095	Lína	17.3.18	Hallormsstaðaháls Við línu	Rafmagnslaus 27.5.2020	802
T5H-6093	Sveina	17.3.2018	Fljótsdalsheiði Eyvindará	Rafmagnslaus 29.4.2019	408
T5H-6094*	Jenný*	17.3.2019	Fljótsdalsheiði Klausturselsheiði	Rafmagnslaus 12.6.2020	453
422675	Hreida	05.03.2020	Fellum Hreiðarsstaðir	Rafmagnslaus 05.05.21	426
422674	Gulla	15.03.2020	Skriðdalur Mýrar		

\*tæki endurnýtt

### Virkni, og burðardagsetningar

GPS hálskragarnir voru stilltir þannig að þeir gáfu upp staðsetningu með vissu millibili. Oftast var kraginn stilltur þannig að hann gaf upp 4 staðsetningar á sólahring en stundum var uppgefnum staðsetningum fækkað til að rafhlaða tækisins entist lengur eða fjölgað til að auðvelda leit að kúnum við vettvangsathuganir. Virkni GPS-kúa var mæld sem meðallengd milli staðsetninga á sólahring í beinni loftlínu (leggur). Tekin voru 20 daga keðjumeðaltöl til að slétta úr sólahringssveiflum (25. mynd).

Út frá ferðavirkni GPS-kúa var árinu skipt í tvennt: sumarhelming með mikilli ferðavirkni og vetrarhelming með lítilli ferðavirkni kúa. Vetrarhelmingur ársins hófst þegar ferðavirkni féll niður um meira en 50% á báðum veiðisvæðum. Upphafsdagsetning sumarhelming ársins var þegar ferðavirkni jókst um 50% frá meðal ferðavirkni veturs. Voru þessar skilgreiningar á tímabilum notaðar við útreikninga á notkunarsvæðum kúa að vetri. Ferðavirkni GPS-kúa sem gáfu upplýsingar fyrir heilt ár var slegið saman og í einhverjum tilfellum var hægt að nota meira en eitt ár hjá sömu kúnni. Slík nothæf ár reyndust vera níu frá sjö kúm á veiðisvæði 1. Á veiðisvæði 2 voru nothæf átta ár frá fimm kúm.

Áætluð burðardagsetning GPS-kúa var skilgreind sem fyrsta dagsetning eftir 1. maí þar sem kýr fóru ekki lengra en 300 m að meðaltali milli staðsetninga í tvo sólahringa eða meira (Strand o.fl. 2008).

### Vetrardreifing

Notkunarsvæði GPS-kúa á vetrarhelmingi ársins voru skilgreind með kjarna þéttleikamati á sambærilegan hátt og fyrir kýr sem taldar voru úr flugi á burðartíma, sjá umfjöllun í kaflanum hér á undan. Grundvallarmunur var þó á því að hjá hverri GPS kú fengust 1-6 staðsetningar á sólahring alla daga ársins meðan rafhlöður entust. Ein GPS kýr gat þannig gefið fjöldann allan af staðsetningum fyrir vetrarhelming ársins. GPS-kýrnar voru hinsvegar fáar og ekki víst að þær endurspegluðu ávallt hegðun og útbreiðslu undirhjarðar sinnar þó vonir stæðu til þess. Hreindýr eru hjarðdýr og fyrri rannsóknir hafa sýnt að GPS-kýr ferðuðust oftast í hópi með fleiri hreindýrum (Skarphéðinn G. Þórisson 2018).

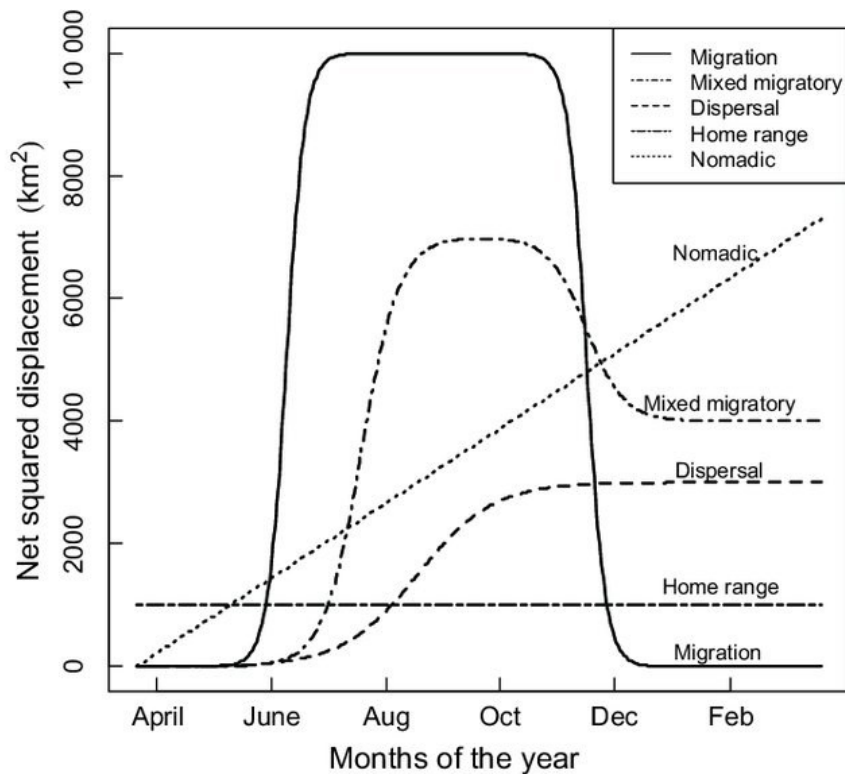
Kjarna þéttleikamat var reiknað fyrir staðsetningar allra GPS-kúa á veiðisvæðum 1 og 2 fyrir vetrarhelming ársins árin 2018-2021.

### Burðarstaður og hagatryggð

Burðarstaðsetning var áætluð út frá staðsetningu GPS kúa á reiknuðum burðardegi. Með því að áætla burðarstaðsetningu einstakra GPS-kúa og reikna fjarlægð milli staðsetninga í aðliggjandi árum fékkst hugmynd um hagatryggð einstakra hreinkúa á burðartíma og samanburður á henni og hagatryggð hópsins.

### Farhegðun

Til að skoða ferðir hreinkúa af vetrarvæðum inn á burðarsvæði var færslu mynstur þeirra kannað. Hjá hverri GPS kú var fjarlægð allra staðsetninga frá fyrirfram skilgreindum upphafspunkti mæld í öðru veldi yfir heils árs tímabil. Ferillinn sem fékkst út úr því, var mátaður við 5 ólínuleg líkön sem hvert stóð fyrir ákveðna gerð farhegðunar (14. mynd) (e. Net Squared Displacement) (Bunnefeld o.fl. 2011; Cagnacci o.fl., 2015). Fyrir þessa úttekt var upphafsstaðsetning ýmist valin þar sem kýrin var merkt, á fyrsta sendingardegi kragans, en ef dýrið sendi gögn í meira en eitt ár var næsti upphafspunktur valinn þar sem kýrin var staðsett í upphafi árs, fyrsta janúar. Sú dagsetning þótti henta betur fyrir upphafsstaðsetningu þar sem kýrnar voru þá í miðjum vetrarhelmingi ársins þegar virkni var lág og staðsetningar breyttust ekki mikið milli daga. Kýrnar voru allar merktar í mars og var þá farið að nálgast, eða jafnvel hafið virka tímabil dýrsins. Þá var líklegt að GPS merkingin sjálf hefði áhrif á ferðahegðun kýrinnar dagana á eftir og því erfitt að aðskilja þá ferðahegðun frá farhegðun. Samtals náðust 18 ferlar frá 12 GPS-kúm. Út frá bestri mátun var ferill hverrar GPS-kýr flokkaður ýmist sem: hreint far (e. Migration), blandað far (e. Mixed migration), færsla eða tilflutningur (e. Dispersal), staðbundinn (e. Home range) eða flakk (e. Nomadic). Skilgreining á upphafspunkti hafði áhrif á það hvernig ferillinn kom út og þyrfti að skoða þann þátt betur.



14. mynd. Líkan fyrir mismunandi farhegðanir dýra. Y-ás sýnir fjarlægð í upphafspunkt (km) í öðru veldi en x-ás sýnir tíma árs. Sniðmát eru sýnd fyrir fimm farhegðanar, þ.e. hreint far (e. Migration), blandað far (e. Mixed migration), færsla (e. Dispersal), staðbundin (e. Home range) og flakk (e. Nomadic). (Mynd fengin frá Bunnefeld o.fl., 2011).

## Niðurstöður

### Flugathuganir

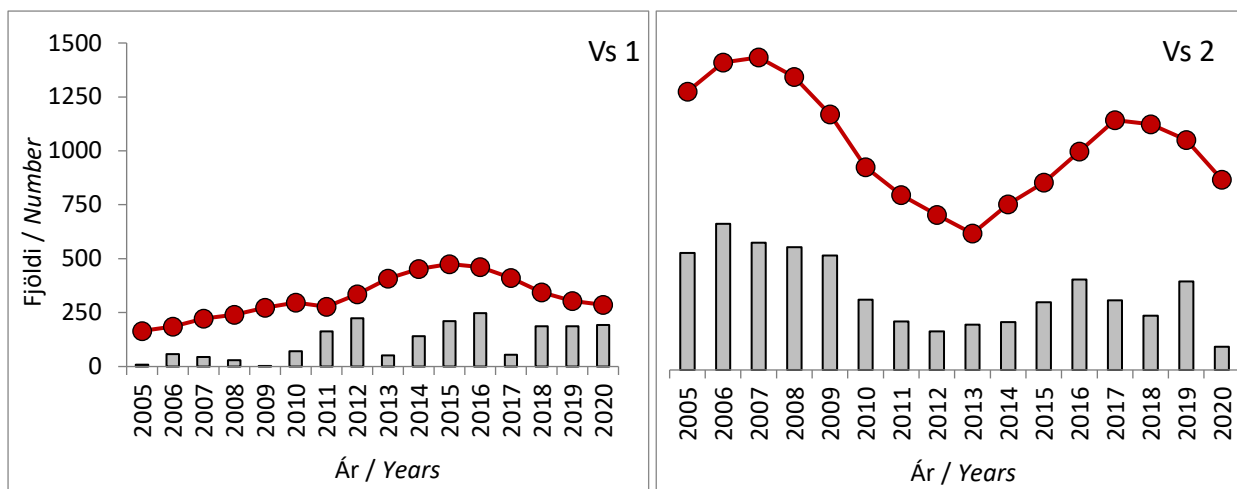
#### Fjöldi

Á veiðisvæði 1 var fjöldi kúa sem fannst tímabilið 2005-2020 breytilegur milli ára (15. mynd). Flestar kúr fundust 2012 (N=224) og 2016 (N=248). Fáar kúr árin 2005, 2008-2010 útskýrast af því að rannsóknarsvæðið á veiðisvæði 1 var ekki talið nema að litlu leyti þau ár (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir 2015). Fyrir utan þessi ár fundust færstar kúr árin 2013 (N=51) á eldra rannsóknartímabilinu og 2017 (N=55) á nýrra rannsóknartímabilinu. Tímabilin voru ekki samanburðarhæf hvað stærð rannsóknarsvæðis eða fjölda áætlaðra kúa varðaði.

Á veiðisvæði 2 breyttist rannsóknarsvæðið ekki milli tímabila en fjöldi kúa innan þess sveiflaðist á burðartíma fyrir tímabilið 2005-2020 úr hámark 646 kúm 2006 niður í 170 kúr 2012. Næsta hámark voru 400 kúr 2006 en fjöldi kúa var svo á niðurleið á síðustu athugunarárunum með lágmark 102 kúm vorið 2020 með aðeins 102 kúm.

Til að meta áreiðanleika gagna var ekki nóg að vita fjölda kúa sem fundust á burðartíma. Meira máli skiptir hve stóran hluta af áætluðum fjölda fannst í hverri talningu. Til að meta það ár hvert var fjöldi kúa sem fannst settur í samhengi við áætlaðan fjölda kúa á hvoru veiðisvæði (16. mynd).

Á veiðisvæði 1 jókst hlutfall kúa sem fannst með árunum jafnhliða fjölgun kúa á svæðinu, aukinni dreifingu þeirra og stækkun rannsóknarsvæðisins (16. mynd). Tvær undantekningar voru á þessu árin 2013 og 2017. Þau ár fundust fáar kúr.

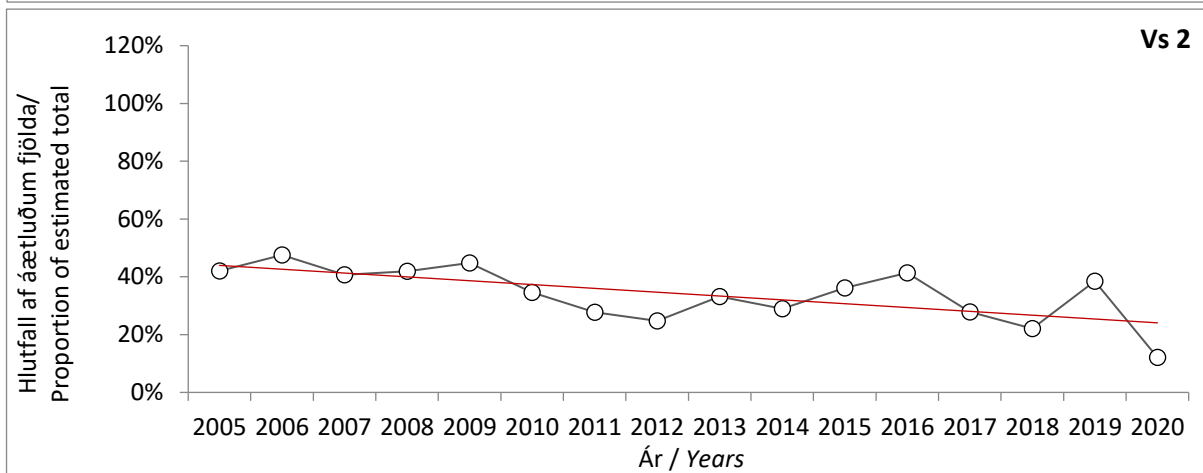
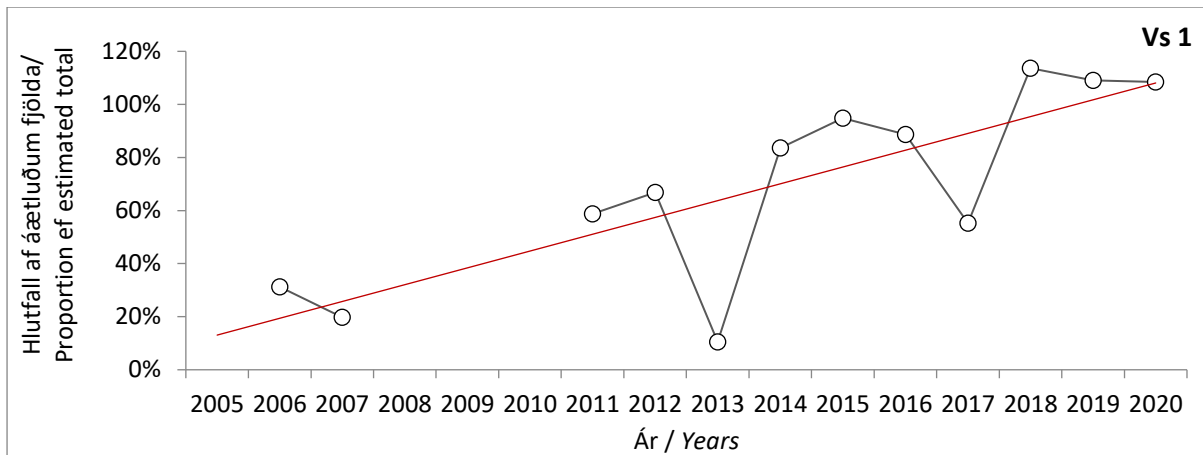


15. mynd. Fjöldi kúa sem sáust í maí árin 2005-2020 í Norðurheiðahjörð (Vs 1) annarsvegar og í Fljótsdalshjörð (Vs 2) hinsvegar. Rauða línan er áætlaður fjöldi kúa 2 vetra og eldri (sjá nánari umfjöllun bls. 5). Vs = Veiðisvæði.

Á veiðisvæði 2 voru breytingar ekki eins örar, enda breyttist svæðið sem skoðað var ekki milli ára þó fjöldi kúa í Fljótsdalshjörð hafi sveiflast töluvert. Hlutfall kúa sem fannst sveiflaðist einnig nokkuð en hlutfallið var heldur á niðurleið frá árinu 2006 þegar það mældist hæst 48%.

Breytilegt hlutfall kúa sem fannst milli ára reyndist ekki afleiðing af mismiklu leitarátaki á hvorugu veiðisvæðinu (fjöldi floginna km) (spearman  $\rho = 0,14$ ,  $p = 0,78$ ). Þó að fá dýr fyndust 2013 og 2017 var ekki flogið eða leitað minna þau ár. Eins var ekki flogið áberandi meira í árum þegar vel gekk að telja fyrir utan þá hægu aukningu sem varð á veiðisvæði 1 þegar talningarátak var aukið í samræmi við aukna dreifingu dýra.

Til að auðvelda samanburð á hlutfallslegum fjölda á burðartíma milli veiðisvæða var rannsóknartímanum skipt niður í nokkur tímabil eftir stærð leitararsvæða og leitaráherslum (Tafla 8).  
**Tímabilið 2005-2010:** Eldra rannsóknarsvæði var nær allt innan Jökuldalsheiðar eða Fljótsdalsheiðar Ytri, næst framkvæmdum. Talið nær eingöngu af landi. Takmarkað aðgengi á veiðisvæði 1. Einungis hægt að komast um svæðið árin 2006 og 2007. Nokkuð jafnt leitarátak milli ára á veiðisvæði 2.  
**Tímabilið 2011-2013:** Eldra rannsóknarsvæði var áfram nær allt innan Jökuldalsheiðar eða Fljótsdalsheiðar Ytri, næst framkvæmdum. Talið á báðum veiðisvæðum í öllum árum og nú flogið um rannsóknarsvæðið á veiðisvæði 1 og að hluta á veiðisvæði 2. Hlutfall kúa á veiðisvæði 1 jókst nema 2013 þegar fáar kýr fundust. Á veiðisvæði 2 lækkaði hlutfall kúa sem fundust fram til 2013 þegar það hækkaði nokkuð.  
**Tímabilið 2014-2019:** Stækkað rannsóknarsvæði á veiðisvæði 1, fyrst 2014 og svo aftur 2017. Kúm fjölgaði og þær dreifðust um stærra svæði en jafnframt varð tilflutningur til norðurs. Hlutfall kúa lækkaði á svæðunum innan Jökuldalsheiðar en jókst á Norðausturheiðum. Árið 2018 fundust í fyrsta sinn fleiri kýr á öllu veiðisvæði 1 en áætlanir gerðu ráð fyrir að héldu þar til. **Árið 2020:** Áfram stórt rannsóknarsvæði á veiðisvæði 1. Nær engar kýr á eldra rannsóknarsvæðinu fyrir innan Jökuldalsheiði en á Norðausturheiðum fundust fleiri kýr en áætlað var að héldi til á öllu veiðisvæði 1. Á veiðisvæði 2 var rannsóknarsvæðið óbreytt og aðeins 12% af áætluðum fjölda kúa fannst.



16. mynd. Hlutfall kúa úr Snæfellshjörð sem fundust á burðarsvæðum í maí á veiðisvæði 1 og 2. Hlutfallið er reiknað af áætluðum fjölda kúa á hvoru veiðisvæði fyrir sig. Ekki var unnt að telja á veiðisvæði 1 í öllum árum. Þar sem áætlaður fjöldi tók ekki tillit til breytileika í dánartíðni milli ára eða inn- og útflytnings milli veiðisvæða, gat hlutfallið farið upp fyrir 1 í einstaka árum.

Tafla 8. Rannsóknartíma skipt í tímabili. Meðalhlutfall af áætluðum fjölda kúa (taln. hlutf.) á veiðisvæði 1 og 2 sem fannst á hverju tímabili í burðarathugunum 2005-2020. Vs = Veiðisvæði.

Tímabil	Vs 1	Vs 2	Rannsóknarsvæði	ATH
2005-2010	25%	42%	Upphaflegt (eldra)	Lítið talið á vs 1. Jafnt talningarátak á vs 2
2011-2013	45%	29%	Upphaflegt (eldra)	Talið á báðum vs. Taln. hlutf. eykst á vs 1 nema 2013 en lækkar á vs 2 nema 2013
2014-2019	91%	32%	Stækkað (nýrra)	Taln. hlutf. eykst á vs 1 en lækkar innan eldri hluta rannsóknarsvæðis. Stendur nokkuð í stað á vs 2
2020	109%	12%	Nýrra	Taln.hlutf. á vs 1 hærra en 100%. Mjög lágt á vs 2

Skoðum þróunina á veiðisvæði 2 aðeins betur og setjum fækkun á burðartíma í samhengi við fjölda kúa sem fundust á veiðisvæðinu í júlí (Tafla 9). Ljóst var að hlutfall kúa sem fannst þar í maí var aldrei hátt. Á fyrstu fimm árum athugunar 2005-2009, fundust 41-48% af áætluðum fjölda hreinkúa á veiðisvæði 2 (16. mynd) og voru það hæstu hlutföll kúa sem fundist höfðu á burðartíma fram að því. Þrátt fyrir nokkrar sveiflur virtist fjöldi kúa sem nýtti burðarsvæði á veiðisvæði 2 vera á niðurleið. Sú þróun virtist hefjast áður en fækkun varð vart í júlí talningum en frá 2016 virtist kúm fækka á veiðisvæðinu einnig í júlitalningum.



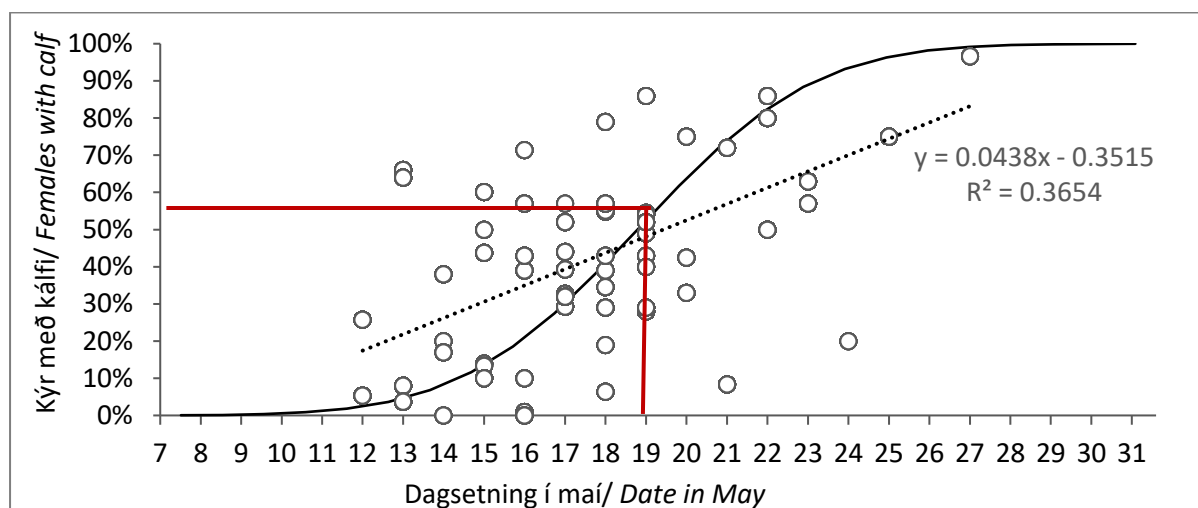
Tafla 9. Fjöldi kúa í maí og júlítalningum. Fimm ára meðaltalshlutföll kúa á veiðisvæði 2 af áætluðum fjölda þeirra.

Tímabil	Maí (%)	Júlí (%)
2006-2010	42	84
2011-2015	30	87
2016-2020	29	67

Árið 2020 fundust verulega færri kúr bæði á burðarsvæðum og í júlítalningum. Fylgja þarf þessari þróun eftir á næstu árum til að sjá hvað gerist í framhaldinu.

### Burðarframvinda

Upphaf burðar Snæfellsjarðar fyrir tímabilið 2005-2020 var að meðaltali 8. maí, miðburður náðist 19. maí að meðaltali og lauk að meðaltali 31. maí (17. mynd) (sjá nánari skilgreiningu á burðarframvinda á bls. 22). Gengið var út frá því að burðarframvinda væri að mestu normaldreifð og þegar ofantaldar upplýsingar um dreifingu burðar voru settar inn í jöfnu fyrir normaldreifingu fékkst besta samsvörun þegar 1 staðalfrávik var 3,35 dagar. Samkvæmt þessu báru 95% kúa á rúmlega 13 dögum frá 13. - 26. maí.



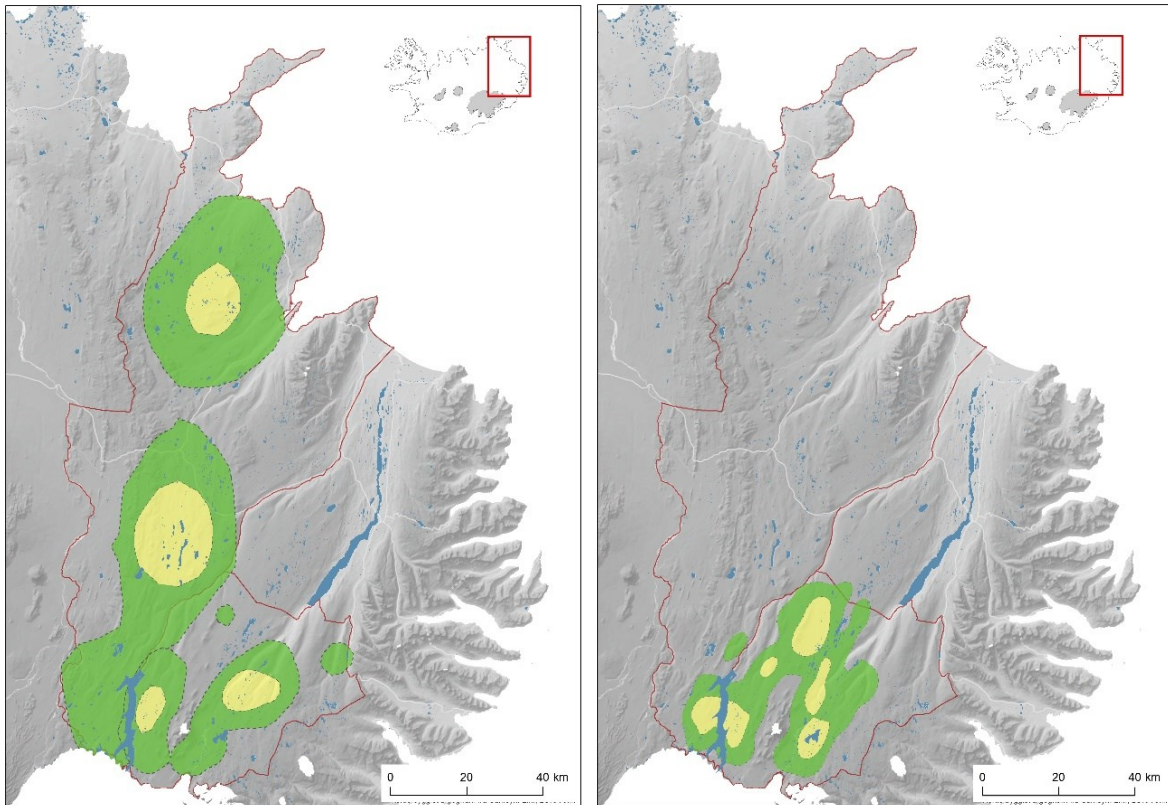
17. mynd. Hlutfall kúa með kálfi eftir dagsetningu í maí á árunum 2005-2020. N= 8489. Brotalínan sýnir aðhvarfslínu og út frá henni má sjá upphafs og lokadagsetningu burðar auk þess sem hún gefur okkur dagsetningu miðburðar fyrir tímabilið. Rauðu línurnar sýna okkur hvar miðburður næst en það var 19. maí. Upphafsdagur burðar var 8. maí og lokadagur burðar var 30. maí.

Alltaf deyja einhverjir kálfar í kringum burð svo ólíklegt er að allar kálflausar kúr á burðarsvæðunum hafi verið óbornar. Þar sem engin leið var að áætla hve hátt hlutfall kálflausra kúa sé borinn á hverjum tíma, var hér gengið út frá því að þær væru allar óbornar. Verður tekið tillit til þess ofmats við túlkun gagna.

### Burðarsvæði

Burðarsvæði Snæfellskúa fyrir tímabilið 2014-2020 tók nokkrum breytingum frá því sem var 2005-2013 (18. mynd). Fyrst og fremst var þar mikil stækkun svæðisins norðvestan Jöklu þar sem stórt svæði á Norðausturheiðum bættist við fjarri öðrum áður þekktum burðarsvæðum. Einnig náðu kjarnasvæði ekki lengur til innsta hluta veiðisvæðis 1 fyrir innan Jökuldalsheiði sem voru þekkt aðalburðarsvæði kúa fyrir 2013 (18. mynd).

Á veiðisvæði 2 var líka breyting á burðarsvæðum en þó var aðal breytingin fækkun kúa sem náðist að kortleggja. Sú breyting skilaði sér þó ekki í breyttum útmörkum burðarsvæða (18. mynd). Þær kúr sem enn báru innan rannsóknarsvæðisins 2014-2020 nýttu ekki Fljótsdalsheiði Innri eins og þær gerðu sérstaklega 2007-2009 á fyrra tímabilinu. Kúr héldu áfram að bera á Múlanum sem reyndist það svæði sem kúr komu hvað oftast inná til að bera á fyrra tímabilinu (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Sú hagatryggð virtist heldur aukast á seinna tímabilinu því nú voru kúr þar einnig í hvað mestum þéttleika auk Vesturöræfa en á fyrra tímabilinu var þéttleiki kúa mestur á Fljótsdalsheiði Innri á veiðisvæði 2 en í Sauðárrana á veiðisvæði 1.



18. mynd. T.v. burðarsvæði hreinkúa í Snæfellshjörð 2014-2020. T.h. burðarsvæði hreinkúa í Snæfellshjörð 2005-2013. Heildarburðarsvæðin eru græn en kjarnasvæðin gul. Mörk rannsóknarsvæðis eru rauð (Kortagrunnur: Samsýn 2021; Landmælingar Íslands 2019).

Til að átta sig á því hvernig burðarsvæði breyttust með tíma var ekki nóg að skoða skilgreind burðarsvæði fyrir allt tímabilið heldur þurfti að skoða burðarsvæði einstakra ára (19. mynd), helst fyrir framkvæmdir (fyrir 2003), á framkvæmdartíma 2003-2009 og eftir að þeim lauk (eftir 2009).

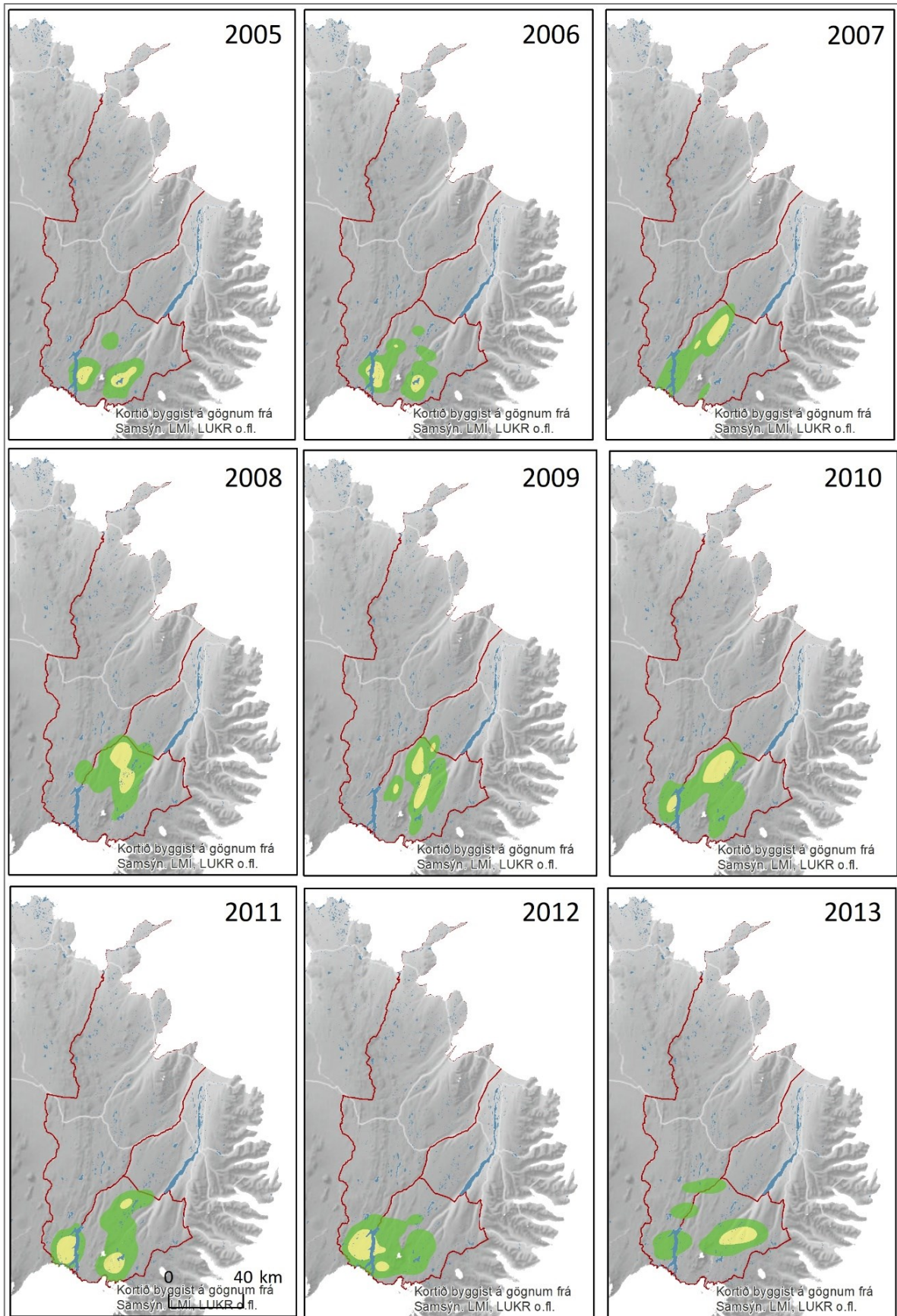
Fyrir 2003 þegar framkvæmdir hófust voru þekkt burðarsvæði Brúardalir, og suðurhluti Jökuldalsheiðar á veiðisvæði 1 en Vesturöræfi, botn Hrafnkelsdals, Fljótsdalsheiði Innri, Undir Fellum og Múli á veiðisvæði 2 (Skarphéðinn G. Þórisson og Inga Dagmar Karlsdóttir, 2001). Rannsóknarsvæði Náttúrustofunnar fyrir tímabilið 2005-2013 (eldra rannsóknarsvæðið sjá 11. mynd) var að hluta dregið utan um þessi svæði (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Margt benti til að burður á flestum þessara svæða í gegnum tíðina hafi verið stopull t.d. á suðurhluta Jökuldalsheiðar, í botni Hrafnkelsdals, á Fljótsdalsheiði Innri, Undir Fellum og á Múla. Lágland svæði eins og dalbotnar og heiðarbrúnir voru aðeins notaðir í snjóþungum árum þegar kúr fóru síður inn á Snæfells-öræfin sökum snjóþyngsla. Heimildir voru til um að kúr báru þó reglulega á Vesturöræfum nema í snjóþungum árum. Þó Vesturöræfi væru þekkt sem aðal burðarsvæði Snæfellshjarðar fundust mest 32% af áætluðum fjölda kúa þar 1980 í viðamikilli úttekkt á burði innan Vesturöræfa vorin 1979-1981 (Skarphéðinn

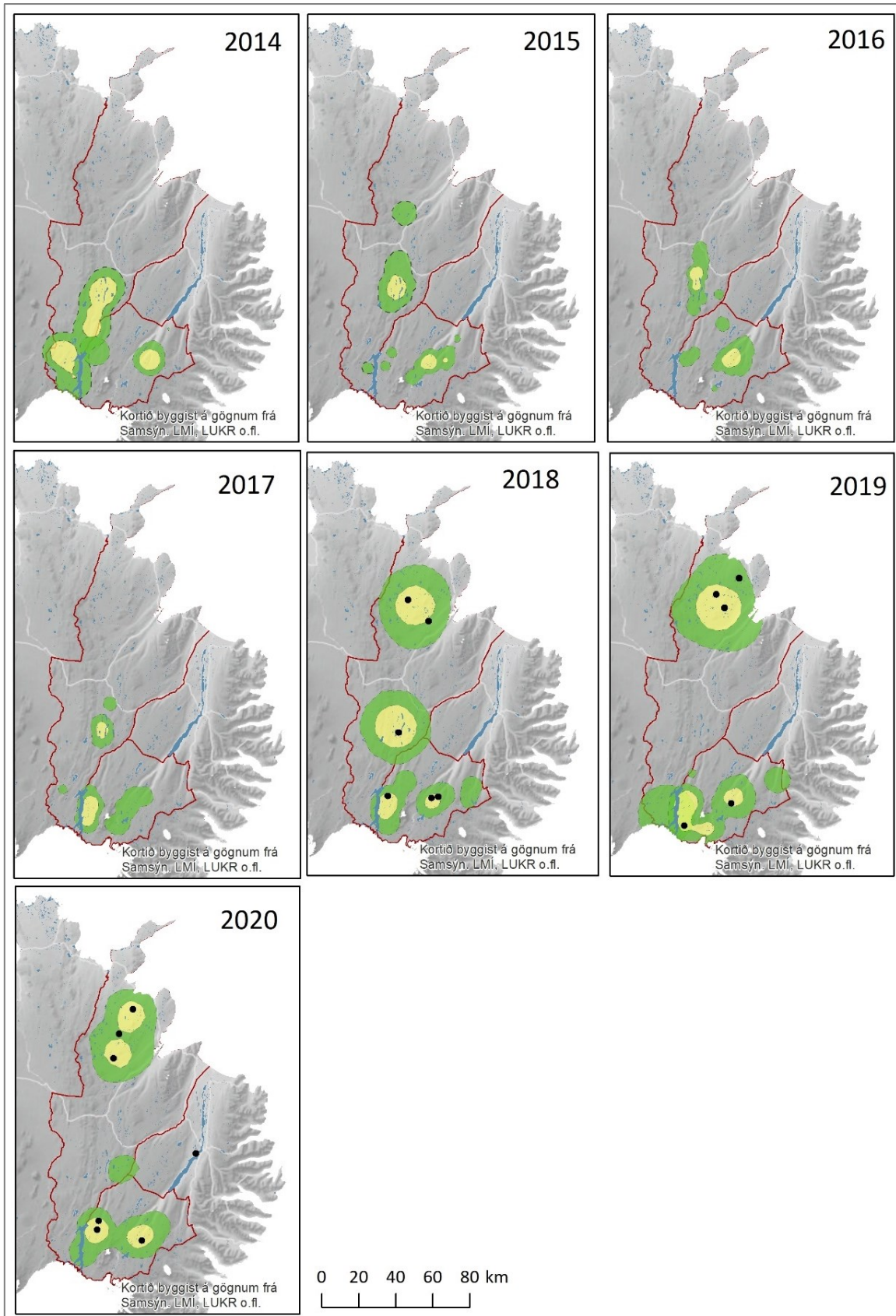
Pórisson, 1983). Verkfræðistofnun Háskóla Íslands (VHÍ), áður Upplýsinga- og merkjafræðistofa Háskólans, sá um talningar úr lofti á stórum hluta Vestur-öræfa og Kringilsárrana á árunum 1993-2013. Samantekt á þeim gögnum er að finna í burðar-saman-tektinni frá 2015 (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Svo virtist sem að aðeins hluti kúa hafi borið á Vesturöræfum 1993-2013. Hlutfallið var þó breytilegt milli ára.

Við upphaf framkvæmdartíma virtist hlutur dýra sem nýtti svæðið vestan Snæfells ná hámarki samkvæmt VHÍ eða 40% af áætluðum fjölda dýra í hjörðinni. Athuganir Náttúrustofu Austurlands og Verkfræðistofnun Háskóla Íslands 2005-2013 benti til að dreifing kúa færi m.a. eftir snjóalögum en einnig virtust kýr fjarlægjast virkjunarsvæði á burðartíma yfir mesta framkvæmdartímamann 2007-2009 (19. mynd) (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Sérstaklega átti þetta við um Vestur-öræfin sem fóru að hluta til á kaf undir Hálslón haustið og veturinn 2006.

Fyrst 2010, eftir að aðal framkvæmdartímabili var lokið virtist sem færri kýr skiluðu sér inn á rannsóknarsvæði á veiðisvæði 2 (19. mynd). Fram að því hafði fjöldi kúa á rannsóknarsvæðinu haldist að mestu óbreyttur milli ára þó dreifing þeirra væri utarlega eða fjærst virkjunarmannvirkjum (19. mynd).

Kýr létu lítið sjá sig á Vesturöræfum fyrr en vorið 2011 og vorið 2012 var dreifing dýra orðin svipuð og fyrir framkvæmdir þó kýrnar væru nú mun færri á rannsóknarsvæðinu (15. mynd). Eftir 2014 voru nokkur atriði í dreifingu kúa eftirtektarverð. Fyrst var það breytingin sem átti sér stað í dreifingu kúa á veiðisvæði 1 (19. mynd). Árið 2013 var ljóst að stór hluti kúa á eldra rannsóknar-svæðinu (15. mynd) fannst ekki og bar líklega einhversstaðar utan þess. Þær fundust aftur 2014 (15. mynd og 19. mynd) eftir stækkun rannsóknarsvæðisins en báru þá að miklu leyti á Jökuldalsheiðinni og virtust vera að færa sig norðar á burðartíma. Dreifing þeirra breyttist eftir það ár frá ári og vorið 2017 fundust kýrnar ekki lengur á (19. mynd) þáverandi leitarsvæði sem náði norður fyrir Vopnafjörð. Vorið 2018 var talninga-svæðinu Norðausturheiðum bætt við (11. mynd) og hafa kýrnar fundist þar undanfarin ár (2018-2020) á burðartíma. Á veiðisvæði 2 er það fyrst og fremst þessi mikla fækkun kúa á veiðisvæðinu (15. mynd 19. mynd) árið 2020 sem er eftirtektarverð.





19. mynd. Burðarsvæði kúa einstök ár á fyrra (2005-2013) og seinna (2014-2020) rannsóknartímabilinu. Heildarsvæðin eru græn en kjarnasvæðin gul. Burðarstaðsetning GPS-kúa var áætluð vorin 2018-2020 og eru þær sýndar sem svartir punktar. Mörk rannsóknarsvæðis og jafnframt mörk milli veiðisvæðis 1 og 2 eru rauð (Kortagrunnur: Samsýn 2021; Landmælingar Íslands 2019).

## Hagatryggð

Þrjár aðferðir voru notaðar til að meta hagatryggð hreinkúa í Snæfellshjörð sem hóps: Skörun burðarsvæða ár frá ári, þungamiðja burðardreifinga ár hvert og stöflun burðarsvæða allra ára.

Við byrjuðum á að skoða skörun milli aðliggjandi ára (Tafla 10). Þótt dreifing kúa væri breytileg milli ára (19. mynd) á báðum veiðisvæðum, þá var skörun milli árlegra burðarsvæða meiri en 50% í flestum árum á tímabilinu 2013-2020.

Tafla 10. Stærð og skörun burðarsvæða milli ára. Á veiðisvæði 1 er skörun sýnd fyrir tímabilið 2014-2020 þar sem ekki var talið nema í einstaka árum á fyrra tímabilinu 2005-2013. Fyrir veiðisvæði 2 er skörun sýnd fyrir tvö tímabil; tímabilið 2005-2013 sem þegar hefur verið fjallað um í samantektinni frá 2015 og svo fyrir tímabilið 2014-2020.

Veiðisvæði 1 (2014-2020)			
Ár	Stærð samanlagðra svæða (km <sup>2</sup> )	Skörun (km <sup>2</sup> )	Skörun (%)
2014-2015	2122	792	37%
2015-2016	1017	589	58%
2016-2017	601	362	60%
2017-2018	2834	444	16%
2018-2019	5282	2788	53%
2019-2020	4269	2734	64%
Meðaltal	2688	1285	48%

Veiðisvæði 2 fyrra tímabil (2005-2013)			
Ár	Stærð samanlagðra svæða (km <sup>2</sup> )	Skörun (km <sup>2</sup> )	Skörun (%)
2005-2006	874	489	56%
2006-2007	1089	355	33%
2007-2008	1344	362	27%
2008-2009	1214	659	54%
2009-2010	1374	726	53%
2010-2011	1549	884	57%
2011-2012	1663	787	47%
2012-2013	1798	490	27%
Meðaltal	1363	594	44%

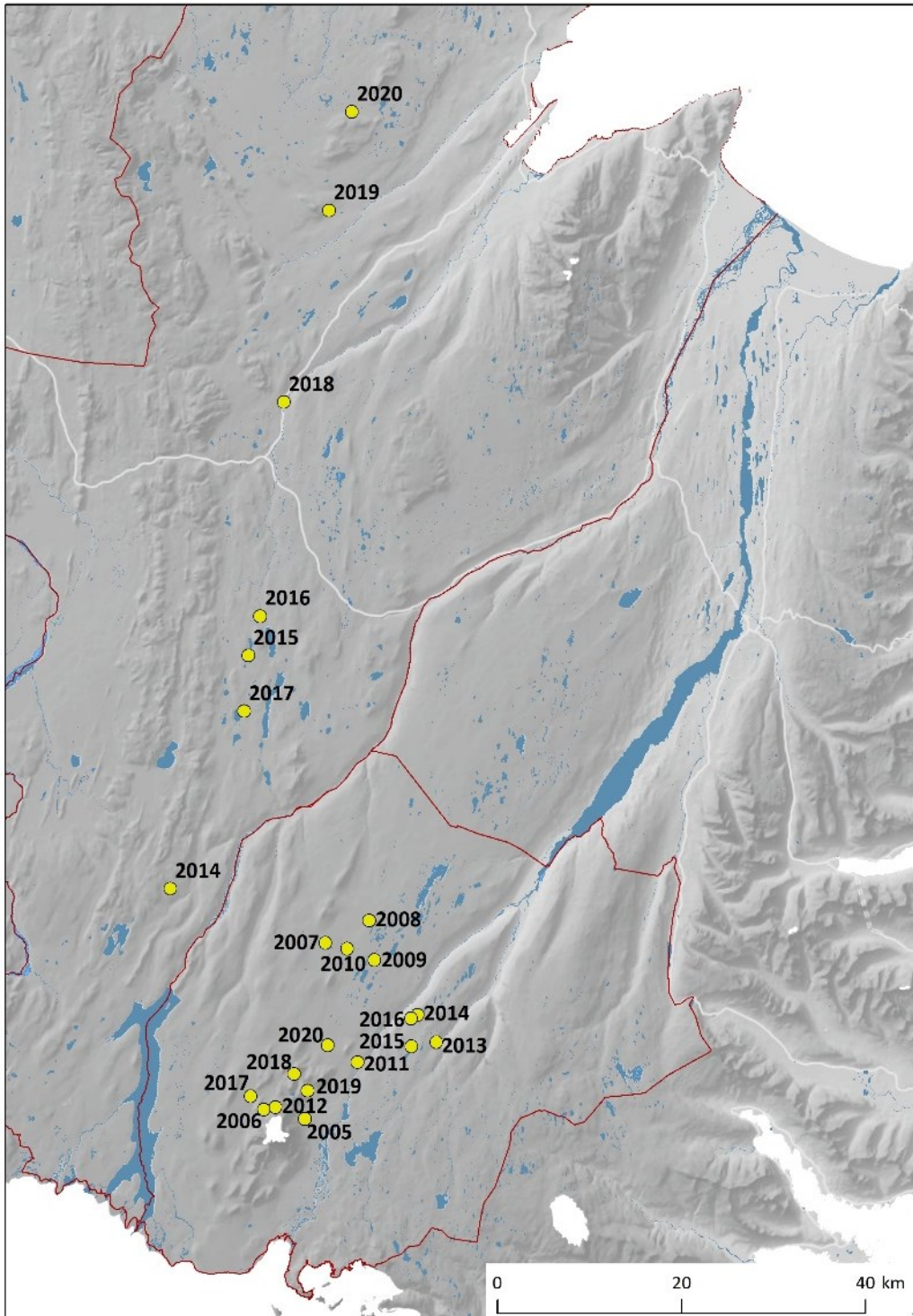
  

Veiðisvæði 2 seinna tímabil (2013-2020)			
Ár	Stærð samanlagðra svæða (km <sup>2</sup> )	Skörun (km <sup>2</sup> )	Skörun (%)
2013-2014	1477	569	39%
2014-2015	801	376	47%
2015-2016	835	529	63%
2016-2017	1116	475	43%
2017-2018	1587	960	61%
2018-2019	2261	1463	65%
2019-2020	2428	1621	67%
Meðaltal	1501	856	55%

Undantekningar frá þessu voru milli árána 2014-2015 (37%) og 2017-2018 (16%). Í þremur tilfellum fór skörunin niður fyrir 50% á veiðisvæði 2, 2013-2014 (39%), 2014-2015 (47%) og 2016-2017 (43%). Í öðrum árum var hún yfir 60%. Ekki voru til skörunarhlutföll fyrir veiðisvæði 1 á fyrra rannsóknartímabili svo þar var ekki hægt að bera saman rannsóknartímabilin. Að öllum líkindum minnkaði skörun þar eftir

2012 þegar kýrnar fóru að færa sig norður á bóginn milli ára. Á veiðisvæði 2 sýndi samanburður milli fyrra og seinna rannsóknartímabils meiri skörun á seinna tímabili. Skörun var þó aðeins hægt að mæla hjá þeim kúm sem enn fundust á rannsóknarsvæðinu á burðartíma. Þar sem aukinn hluti virtist bera utan rannsóknarsvæðisins gáfu þessar niðurstöður ekki nægjanlega góðar upplýsingar um raunverulega breytingar í dreifingu burðarkúa milli ára.

Samanburður á þungamiðjum burðardreifinga ár hvert gáfu góða mynd af færslu burðarsvæða ár frá ári og um leið hagatryggð (20. mynd) ef nægur hluti kúnna fannst.



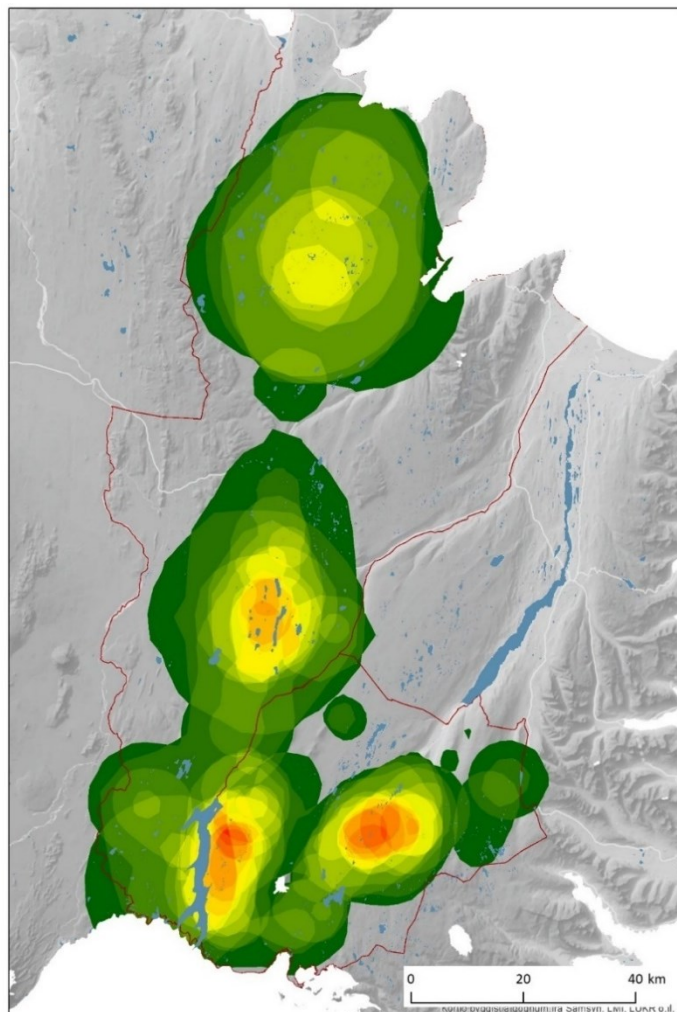
20. mynd. Þungamiðjur burðardreifinga 2005 til 2020 á veiðisvæði 2 og 2014 til 2020 á veiðisvæði 1. Mörk rannsóknarsvæðis og jafnframt skil milli veiðisvæðis 1 og 2 eru rauð (Kortagrunnur: Samsýn 2021; Landmælingar Íslands 2019).

Á veiðisvæði 1 voru einungis til gögn um færslu þungamiðja fyrir árin 2014-2020 þar sem tilflutningur til norðurs var augljós ár frá ári. Fyrir sama tímabil var lítil skörun milli ára. Þar sem 59% og 67% kúa á veiðisvæði 1 fundust vorin 2011 og 2012 innan eldra rannsóknarsvæðisins er líklegt að verulegur tilflutningur hafi ekki byrjað fyrr en árið 2013 þegar kýrnar fundust ekki lengur innan svæðisins. Árið 2014 var þungamiðjan sunnarlega í Þríhyrningsfjallgarði, en færðist norður eftir um allt að 34 km á ári. Árið 2020 hafði þungamiðja burðarsvæða á veiðisvæði 1 færst um 90 km í beinni loftlínu frá 2014. Mismikil færsla var á milli ára. T.d. var lítil færsla milli árána 2015 og 2016. Hún var einnig lítil milli árána 2016-2017 en 2017 vantaði hluta af kúnum sem þá lentu útfyrir þáverandi leitarsvæði, norður fyrir Vopnafjörð. Raunveruleg þungamiðja burðardreifingar það ár var því líklega norðar. Mest færsla var milli 2014 og 2015 og svo aftur milli 2018 og 2019. Mesta færslan mældist reyndar milli 2017 og 2018 en eins og áður sagði hefur þungamiðja 2017 líklega átt að vera mun norðar(20. mynd).

Á veiðisvæði 2 fannst ekki nema fremur lítill hluti áætlaðs fjölda kúa og því vitum við ekki nóg um raunverulega burðardreifingu kúa á rannsóknartímanum. Þungamiðjur þekktra burðardreifinga á veiðisvæði 2 sögðu ekkert um stóran hluta burðarkúa úr Fljótsdalshjörð sem báru á óþekktum stað. Við gátum hinsvegar skoðað hvernig burðardreifingar breyttust hjá þeim kúm (12-48% af áætluðum fjölda) sem báru innan rannsóknarsvæðisins á athugunartímabilinu. Á veiðisvæði 2 féllu þungamiðjur allra ára frá 2005 til 2014 innan 23 km radíuss frá svæðinu rétt vestan Snæfells (2006) og austur að Gilsárvötnum á Fljótsdalsheiði (2008). Eins og fram kom í samantektarskýrslu fyrra tímabilsins (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015) var burðardreifing á veiðisvæði 2 árin 2007 til 2010 nokkuð afbrigðileg samanborið við það sem þekkt var, en þau ár var þungamiðja burðar á Fljótsdalsheiði. Að öðru leiti var erfitt að sjá augljóst mynstur eða stefnu í færslu þungamiðju ár frá ári á veiðisvæði 2 (20. mynd). Lengsta færsla á þungamiðju burðarsvæða milli ára var um 20 km milli 2006 og 2007 þegar þungamiðja færðist til norðurs frá svæðinu vestan Snæfells og út á Fljótsdalsheiði. Þungamiðja færðist um 18 km á milli 2012 og 2013 til austurs frá Laugafelli austur fyrir Þverfell á Múla og um tæpa 20 km milli árána 2016 og 2017 þegar burðarsvæði færðust til vesturs frá Múla inn á Vesturöræfi (20. mynd).

Að lokum skoðuðum við á hvaða svæðum hagatryggðin var mest á tímabilinu 2014-2020 með því að stafla saman burðarsvæðum hvers árs (21. mynd).

21. mynd. Stöfluð burðarsvæðis hvers árs fyrir tímabilið 2014-2020 á veiðisvæði 1 og tímabilið 2014-2020 á veiðisvæði 2. Ólíkir litir gefa hugmynd um mismikla hagatryggð. Dökkgrænu svæðin eru notuð í fæstum árum en rauð svæði eru notuð í flestum árum. Mörk rannsóknarsvæðis og jafnframt skil milli veiðisvæðis 1 og 2 eru rauð (Kortagrunnur: Samsýn 2021; Landmælingar Íslands 2019).





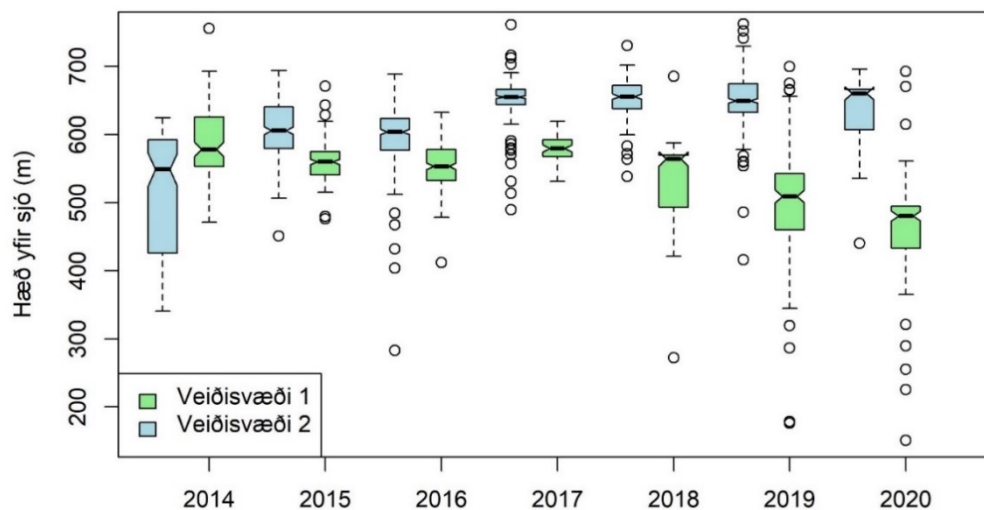
Það kom ekki á óvart að hagatryggð var lítil á veiðisvæði 1 þar sem sjaldnast var notað sama svæði til burðar nema nokkur ár í röð. Jökuldalsheiði austan Ánavatns skoraði þar hæst. Á veiðisvæði 2 var hagatryggð þeirra dýra sem mættu inn á rannsóknarsvæðið mest á nyrsta hluta Vesturöræfa og á Múla (21. mynd).

## Hæð yfir sjó og snjóalög

Staðsetningar burðarkúa á báðum veiðisvæðum voru á nokkuð þröngu hæðarbili yfir sjó (22. mynd). Helmingur staðsettra hópa á tímabilinu 2014-2020 lá á hæðarbilinu 590-660 m h. y. s. Þetta var þó breytilegt milli ára (Anova,  $p < 0,001$ ).

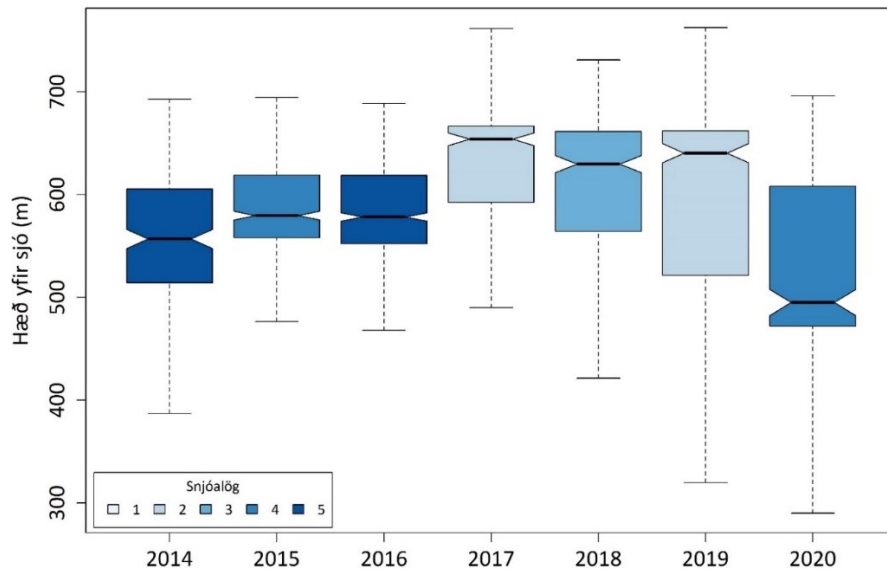
Kýrnar dreifðust á breiðara hæðabil á veiðisvæði 1 heldur en á veiðisvæði tvö (22. mynd). Árin 2014-2016 héldu kýrnar á báðum veiðisvæðum sig á nokkuð svipuðu hæðarbili en dreifðust á víðara hæðabil ár frá ári eftir það og var breytileikinn mestur árið 2020.

Á veiðisvæði 1 voru kjarnasvæðin marktækt hærra í landi en heildarsvæðin (t-próf,  $p < 0,001$ ) en á veiðisvæði 2 var því öfugt farið þar sem kjarnasvæði voru marktækt lægra í landi en heildarsvæðin (t-próf,  $p < 0,001$ ).



22. mynd. Hæð hreinkúa yfir sjávarmáli á veiðisvæði 1 og veiðisvæði 2 árin 2014-2020. Efri og neðri línur kassana tákna fyrstu og þriðju fjórðungsmörk, sem þýðir að 75% mælinga eru innan þeirra. Strik út frá boxum sýna 5% og 95% öryggismörk. Svört lína í kassa tákna miðgildi og svartir hringir eru útgildi. Ef innregin svæði skarast ekki milli ára má g.r.f. að munur sé marktækur.

Á veiðisvæði 1 reyndist ekki sterkt sambengi milli hæðardreifingar kúa og snjóalaga (pearson's,  $r^2 = -0,06$ ,  $p = 0,051$ ) Jákvætt samband var aftur á móti milli hæðardreifingar og snjóalaga á veiðisvæði 2 (pearson's,  $r^2 = -0,28$ ,  $p > 0,001$ ). Í snjóþungum árum dreifðust kýrnar lægra í landinu og á þröngu hæðarbili (23. mynd).



23. mynd. Hæð hreinkúa (Y-ás) yfir sjávarmáli eftir snjóalögum hvers árs (x-ás) á samanlögðum veiðisvæðum 1 og 2. Snjóalögum er skipt í fimm stig þar sem ljóst er lítill snjór en dökk blátt er mikill snjór. Efri og neðri línur kassana tákna fyrstu og þriðju fjórðungsmörk, sem þýðir að 75% mælinga eru innan þeirra. Strik út frá boxum sýna 5% og 95% öryggismörk. Svört lína í kassa tákna miðgildi. Ef inndregin svæði skarast ekki milli ára má g.r.f. að munur sé marktækur.

## Gróðurstuðull (NDVI)

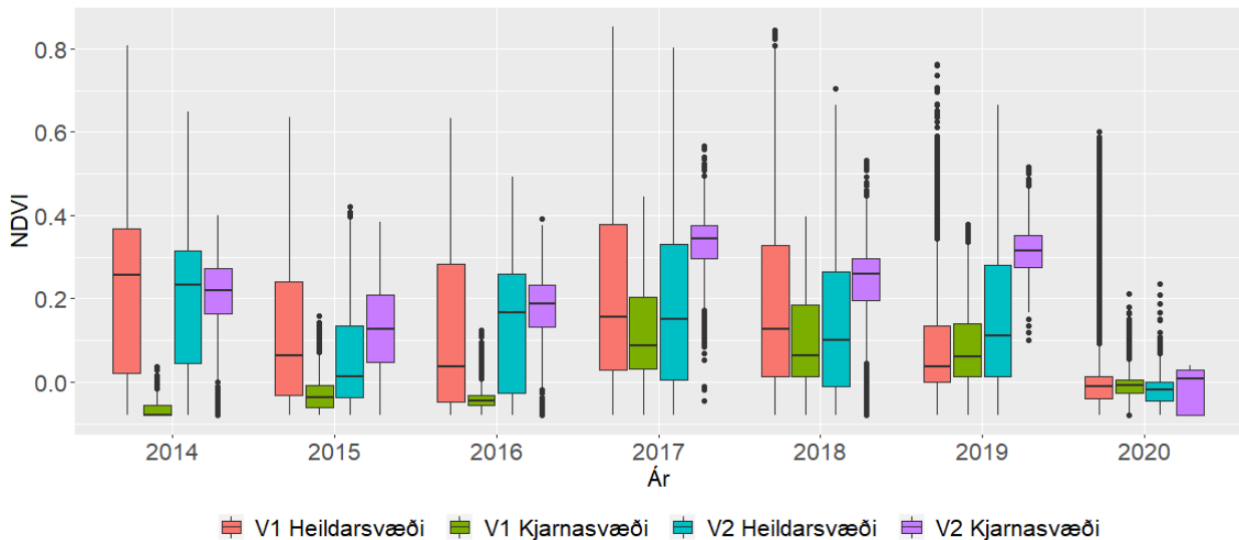
Kýr á veiðisvæði 1 og 2 halda að mestu til í yfir 400m hæð á burðartíma (22. mynd). Í þessari hæð er gróður lítt eða ekki farinn af stað í maí. Gróðurstuðulsgildi gefa almennt vísbendingar um gróðurhulu og sprettu gróðurs en á þessum árstíma gefa þau einnig upplýsingar um það hvenær nýgræðingur fer af stað eða kviknar. Þegar borin voru saman NDVI gildi innan burðarsvæða hreinkúa (24. mynd) á burðartíma kom margt forvitnilegt í ljós. Það var mikill breytileiki í kviknun gróðurs milli veiðisvæða, milli tímabila og milli heildarburðarsvæða og kjarnasvæða. Á veiðisvæði 1 voru gildi NDVI gróðurstuðulsins fyrir 20 fyrstu dagana í maí hærri á heildarburðarsvæðum þar sem kýr voru í minni þéttleika heldur en á kjarnasvæðum þar sem kýr voru í mestum þéttleika (Wilcoxon,  $p > 0,001$ ). Svo virðist sem kýrnar hafi þjappast saman á svæðum þar sem minna var af nýgræðingi fyrstu 20 dagana í maí heldur en í jöðrum burðarsvæða þar sem kýr voru í minni þéttleika. Á veiðisvæði 2 var þessu öfugt farið. Þar var gróðurstuðullinn hærri á kjarnasvæðum en á heildarburðarsvæðum (Wilcoxon,  $p > 0,001$ ).

Munur var á milli ára, bæði milli veiðisvæða og á milli kjarna- og heildarburðarsvæða á báðum veiðisvæðum (Kruskal Wallis  $p < 0,001$ ). Frekari greining á mun milli einstakra ára fyrir kjarna og heildarsvæði á veiðisvæði 1 annars vegar og veiðisvæði 2 hins vegar með Kruskal-Wallis prófi leiddi í ljós að:

- á heildarsvæði veiðisvæðis 1 var marktækur munur ( $p < 0,001$ ) milli allra ára nema 2014-2017 og 2016 og 2019
- á kjarnasvæði veiðisvæðis 1 var marktækur munur ( $p < 0,001$ ) milli allra ára nema 2018 og 2019
- á heildarsvæði veiðisvæðis 2 var marktækur munur ( $p < 0,001$ ) milli allra ára nema 2016 og 2019
- á kjarnasvæði veiðisvæðis 2 var marktækur munur ( $p < 0,001$ ) milli flestra ára, þó ekki milli 2014-2016, 2014-2020, 2015-2020, 2016-2020 og 2017-2019.

Þegar veiðisvæðin voru borin saman var gróðurstuðull kjarnasvæða afgerandi og marktækt hærri á veiðisvæði 2 en á veiðisvæði 1 (tveggja sýna Welch próf,  $p < 0,001$ ) (24. mynd). Aftur á móti var gróðurstuðull heildarsvæða marktækt lægri á veiðisvæði 2 en á veiðisvæði 1 (tveggja sýna Welch próf,  $p < 0,001$ ) (24. mynd).

Þegar árin voru borin saman var einkum tvennt sem vakti eftirtekt. Í fyrsta lagi lá gróðurgildi fyrir árið 2020. Þau voru svo lág að túlka mátti það sem svo að enginn gróður hafi verið farinn af stað fyrstu 20 dagana í maí. Í öðru lagi afgerandi hærri gróðurstuðulgildi kjarnasvæða á veiðisvæði 1 eftir 2016. Fyrir þann tíma var enginn gróður farinn af stað á kjarnasvæðum Norðurheiðakúa á 20 fyrstu dögum maí mánaðar en næstu þrjú ár hækkuðu gildin verulega. Gróðurstuðull á heildarsvæðum hækkaði líka en ekki eins afgerandi. Á veiðisvæði 2 varð líka veruleg hækking á kjarnasvæðum eftir 2016 (24. mynd).



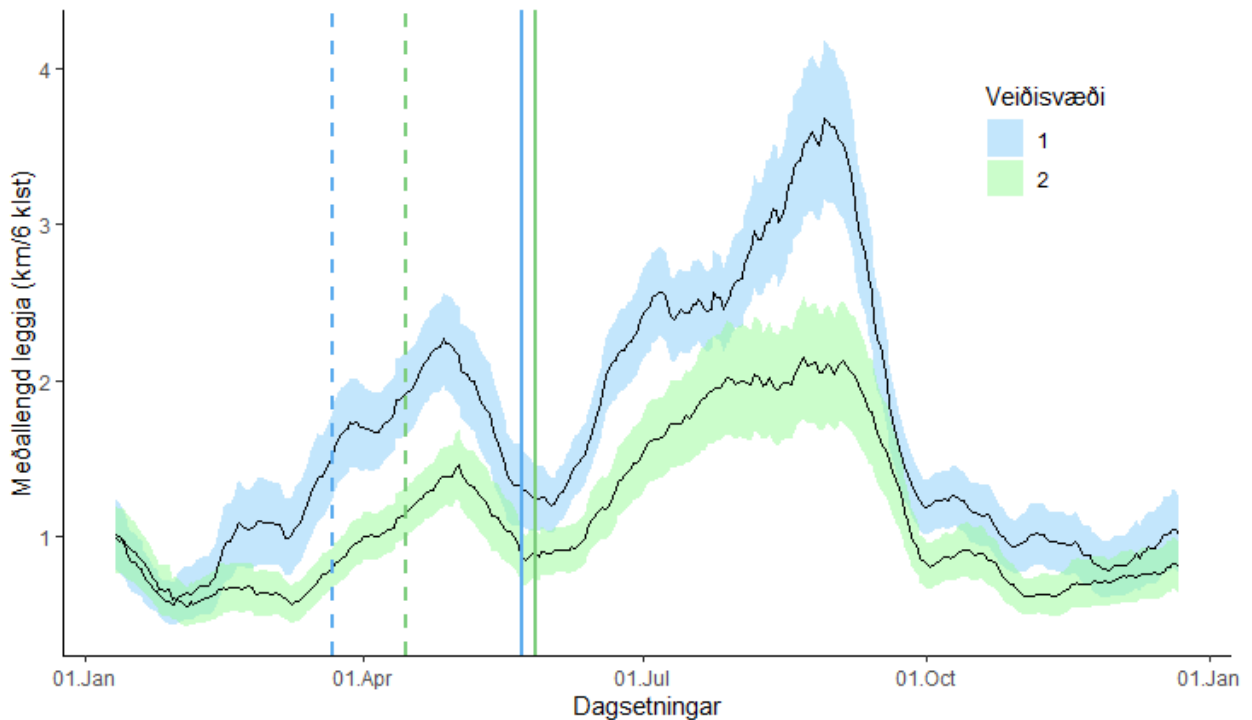
24. mynd. Gróðurstuðulgildi fyrir kjarna – og heildarburðarsvæði á veiðisvæðum 1 og 2 fyrstu 20 daga maí mánaðar árin 2014 til 2020. Efri og neðri línur kassana tákna fyrstu og þriðju fjórðungsmörk, sem þýðir að 75% mælinga eru innan þeirra. Strik út frá boxum sýna 5% og 95% öryggismörk. Svört lína í kassa tákna miðgildi og svartir hringir við enda strika eru útgildi.

## GPS-gögn

### Virgni og burðardagsetningar

Út frá ferðahegðun hreinkúa í 13 GPS árum var vetrarhelmingur hreinárs skilgreindur frá 20. september á báðum veiðisvæðum. Það er síðasti dagur veiða og greinilegt að kýrnar hreyfa sig minna úr stað eftir að veiðitíma lýkur. GPS- kýrnar sýndu nokkurn mun í farhegðun milli veiðisvæða og út frá þeim gögnum var vetrarhelmingi ársins látið ljúka nokkru fyrr á veiðisvæði 1 eða 13. mars en 6. apríl á veiðisvæði 2 (25. mynd). Virkni GPS-kúa var að meðaltali meiri á veiðisvæði 1 en á veiðisvæði 2, en sveiflurnar í virkni héldust að mestu í hendur milli veiðisvæða. Þannig var virkni til muna meiri yfir sumarmánuðina á báðum veiðisvæðum og jókst fram til 20. september þegar veiðitíma lýkur. Þá datt hún hratt niður á báðum veiðisvæðum. Einnig kom fram áberandi lægð í ferðavirkni GPS-kúnna yfir burðartímann (25. mynd).

Munur kom einnig fram á dagsetningu burðar milli veiðisvæða. Sá munur var þó ekki eins afgerandi enda fáar kýr merktar og breytileiki í dagsetningum þó nokkur á báðum veiðisvæðum. Burður var að meðaltali 14. maí á veiðisvæði 1 (spönn = 1.- 25.maí) en 18. maí á veiðisvæði 2 (spönn = 9.- 30.maí). Aðeins 7 kýr (9 burðir) voru á bak við útreikninga fyrir veiðisvæði 1 en 5 kýr (8 burðir) á veiðisvæði 2.



25. mynd. Virkni 12 GPS-kúa (17 GPS ár) yfir eitt ár sýnt sem 20 daga keðjumeðaltöl byggð á meðalvegalegd leggja á sólahring fyrir tímabilið mars 2018 til byrjun febrúar 2021 á veiðisvæði 1 og 2 með staðalskekkju. Lóðrétt brotalína er dagsetning sem markar upphaf á sumarhellingi ársins sem hér markast af 50% aukinni hreyfivirkni hreinkúnna frá meðal virkni veturs. Upphaf sumarhellingis er 13. mars á veiðisvæði 1 (blá brotalína) en 6. apríl á veiðisvæði 2 (græn brotalína). Virkni dettur niður 20. september á báðum veiðisvæðum og markar sá dagur upphafsdag vetrarhellingis ársins. Lóðrétt blá lína sýnir meðal burðardagsetningu 7 GPS-kúa fyrir 9 burði (14. maí) á veiðisvæði 1 en græn lína sýnir meðal burðardagsetningu 5 kúa fyrir 8 burði (18. maí) á veiðisvæði 2.

## Vetrardreifing

Greining á vetrardreifingu 6 GPS-kúa á veiðisvæðum 1 og 2 leiddi í ljós að tilflutningur náði ekki aðeins til burðarsvæða heldur varð einnig breyting á dreifingu dýra á öðrum árstímum. Á vetrarhellingi ársins var nokkur tilflutningur til norðurs á kúm á veiðisvæði 1 milli vetrarins 2018-2019 og 2019-2020 (26. mynd).

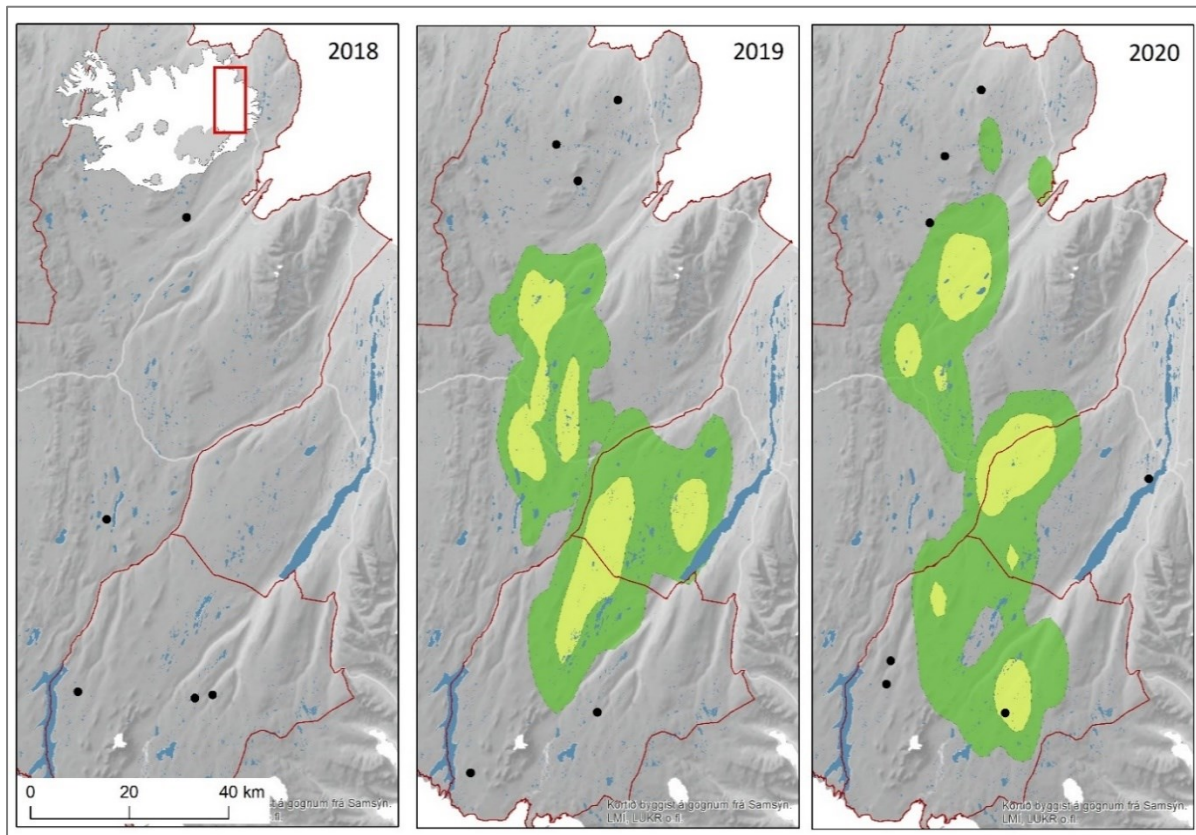
Með því að skoða vetrardreifingu GPS-kúnna vildum við greina hvort kýr kæmu langt að inn á burðarsvæðin og þá sérstaklega hvort þær kæmu af öðrum veiðisvæðum til að bera. Sér í lagi hefði verið gott að fá upplýsingar um slíkt á veiðisvæði 2 þar sem ekki fannst nema hluti kúa á burðartíma síðustu ár. Fjórar kýr sendu inn staðsetningar veturinn 2018-2019, en aðeins 2 veturinn á eftir.

Áætlaður burðarstaður GPS kúnna vorin 2018-2020 sýndu að þær báru alla jafna innan burðarsvæðisins eins og það hefur verið skilgreint hér að framan fyrir tímabilið 2014-2020 (18. mynd og 26. mynd).

## Burðarstaður og hagatryggð

Kýrnar 6 sem merktar voru í mars 2018 og 2019 gáfu upp staðsetningar í 1-3 ár. Burðarstaðsetningarnar sem áætlaðar voru fyrir þessar 6 kýr reyndust í góðu samræmi við reiknuð árleg burðarsvæði kúnna á burðartíma. Staðsetning GPS-kúa á burðartíma aðstoðaði við leit að kúahópum. Sér í lagi kom það sér vel á Norðausturheiðum sem er víðáttumikið svæði og dreifing kúnna óþekkt þegar fyrstu GPS-kýrnar voru merktar þarna. Ein kýr var utan skilgreinds rannsóknarsvæðis. Sú kýr hagaði sér óvenjulega og var ein með þremur kúm og slatta af törfum þegar hún var skoðuð á burðartíma. Hún hélt svo til ein fram á næsta haust. Þar sem þetta svæði var á algengri flugleið inn á

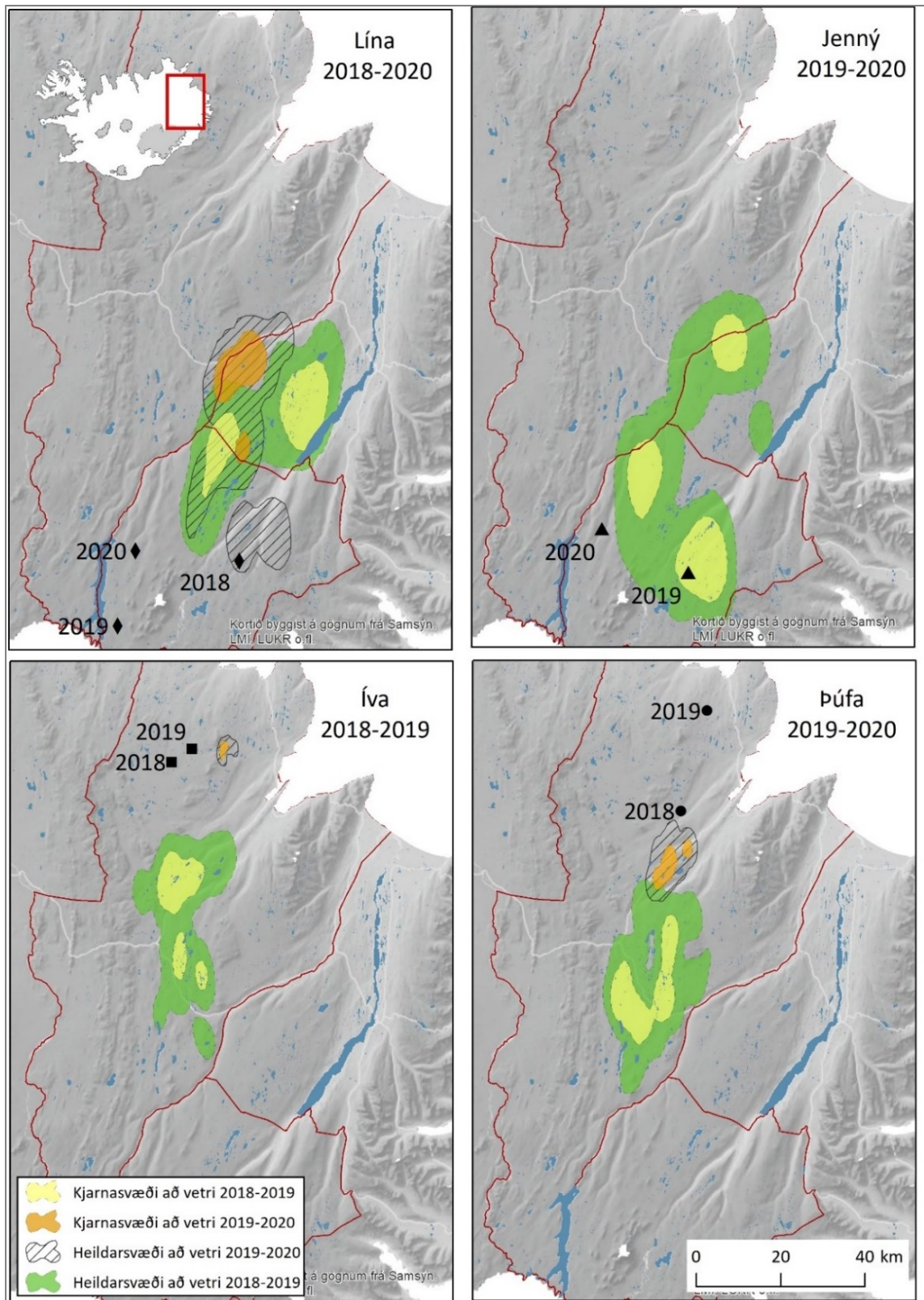
rannsóknarsvæðið þótti nokkuð víst að þarna leyndust ekki margir kúahópar og var þessi hópur flokkaður sem útgildi og útilokaður við frekari úrvinnslu.



26. mynd. Burðarstaðsetningar 5 GPS-kúa vorið 2018, 5 vorið 2019 og 7 vorið 2020. Einnig er sýnd vetrardreifing GPS-kúa veturinn fyrir burð fyrir veturna 2018-2019 (miðju mynd) og 2019-2020 (til hægri). GPS-kýrnar sem báru vorið 2018 voru merktar í mars sama ár og því engin vetrardreifing til fyrir það ár. Vetrardreifing veturinn 2018-2019 er byggð á staðsetningum 4 GPS-kúa en aðeins 2 GPS-kúa veturinn 2019-2020. Mörk rannsóknarsvæðis og jafnframt skil milli veiðisvæðis 1 og 2 eru rauð (Kortagrunnur: Samsýn 2021; Landmælingar Íslands 2019).

Fjórar af sex GPS-kúm gáfu upp burðarstaðsetningar fyrir tvö til þrjú burðartímabil (27. mynd). Þessar kýr reyndust gulls ígildi við að átta sig á hagatryggð einstakra kúa á burðatíma. Kýrnar voru 2 á veiðisvæði 1: Íva og Þúfa og 2 á veiðisvæði 2: Lína og Jenný. Þær reyndust bera nokkuð nálægt sínum vetrarsvæðum og varla hægt að tala um mikið far úr vetrarhögum inn á burðarsvæði. Jenný bar til að mynda innan skilgreindra vetrarhaga sinna vorið 2019 (27. mynd). Hálskragi Línu gaf upp burðarstaðsetningar þrjú ár í röð en hún var sú kýr þar sem mesta fjarlægð kom fram á milli burðarstaðsetninga. Árið 2018 bar hún utarlega á Múla en árið eftir bar hún 32,9 km suðvestar eða innarlega á Vesturöræfum. Vorið 2020 bar hún aftur á Vesturöræfum en nú utarlega eða 18,5 km norðan við burðarstaðsetningu ársins á undan (27. mynd). Ekki var hægt að sjá sterkt samhengi milli þess hvar kýrnar héldu sig að vetri og hvar þær báru. Lína gerðist línubróttur veturinn 2018-2019 og skrápp yfir í austurbrúnir Jökuldalsheiðar á veiðisvæði 1. Hún stoppaði þó fremur stutt þar og bar á sama veiðisvæði og hún hélt til á stærstan hluta ársins. Flakkið yfir á veiðisvæði 1 var ekki endurtekið næsta ár. Skörun vetrarsvæða var töluverð hjá henni milli ára. Hinar kýrnar sendu ekki nógu lengi til að fá heildstæða mynd af vetrardreifingu fyrir meira en einn vetur. Þúfa sýndi brot úr seinna vetri í nábýli við dreifingu fyrri veturs en Íva virtist vera nokkuð norðar veturinn 2019-2020 heldur en undangenginn vetur. Hún sendi þó aðeins nokkra staðsetningar og því ekki hægt að átta sig á heildarnotkunarsvæði þess veturs.

Styðst var milli burðarstaðsetninga hjá Ívu sem bar á Norðausturheiðum með um 6,1 km km fjarlægð milli áronna 2018 og 2019. (27. mynd).

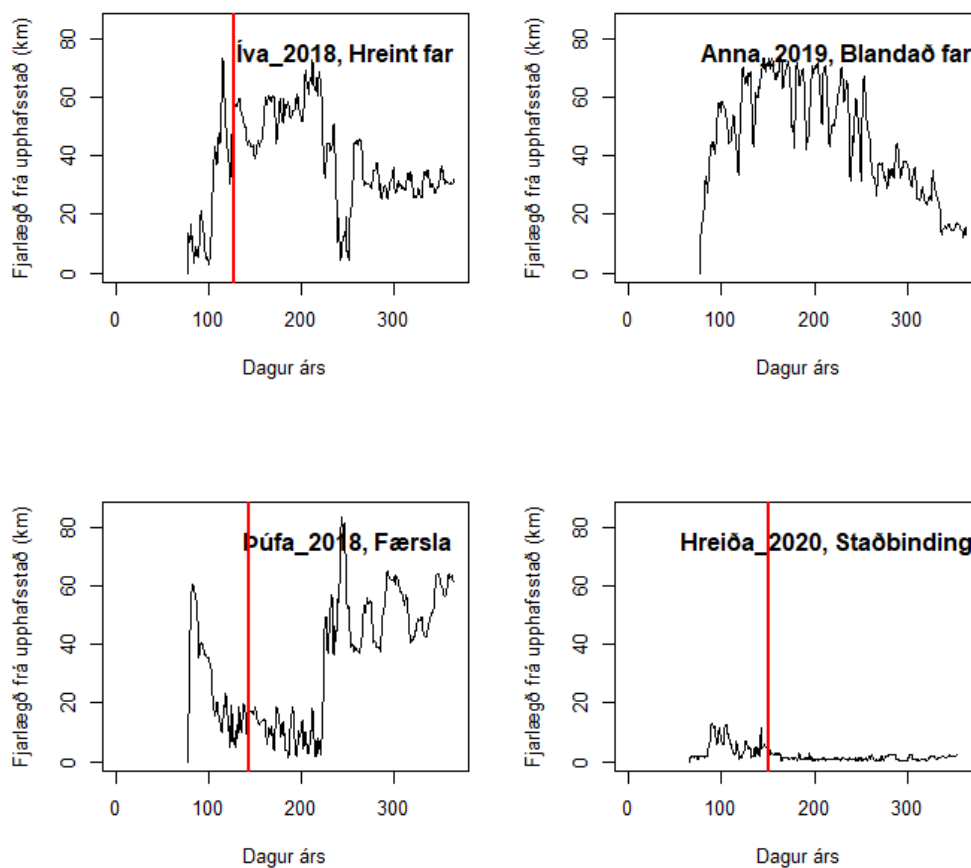


27. mynd. Vetrardreifing fjögurra GPS-kúa sem gáfu burðarstaðsetningar fyrir fleiri ár. Vetrardreifingarnar eru ýmist bara fyrir veturinn 2018—2020 (Jenný) eða einnig hluti (Íva og Þúfa) eða allur (Lína) veturinn 2019—2020. Veturnir eru ekki samanburðarhæfir varðandi stærð þar sem stundum náðist bara hluti vetrar fyrir einstakar kýr. Mörk rannsóknarsvæðis og jafnframt skil milli veiðisvæðis 1 og 2 eru rauð (Kortagrunnur: Samsýn 2021; Landmælingar Íslands 2019).

## Farhegðun

Sumarhelmingur ársins hjá GPS kúm var skilgreindur út frá aukinni ferðavirkni að vori. Þessi aukna ferðavirkni var ekki endilega stefnuviss heldur gátu kýrnar ferðast um innan vetrarhaga sinna á sömu svæðum og þær höfðu haldið til vikunnar á undan. Freistandi var að tengja aukinn óróa við burðar- eða vorfar en í flestum tilfellum vantaði þó eina tvær vikur frá því að órói jóst þar til GPS-kýrnar færðu sig stefnuvíst í einhverja ákveðna átt ef þær gerðu það þá yfir höfuð. Enn sem komið er hafa aðeins hreinkýr verið merktar með GPS hálskraga hér á landi og því ekki hægt að bera þessa virkni saman milli kynja sem væri áhugavert.

Alls var hægt að máta 14 ferla frá 10 kúm við líkan með 5 gerðir farhegðunar (14. mynd). Bráðabirgða-niðurstöður bentu til þess að far og farhegðun væri mjög breytileg milli einstaklinga eða hópa (28. mynd) og jafnvel milli ára fyrir sömu dýrin. Hér þarf að setja þá varnagla að niðurstöður voru háðar því hvernig upphafsstaðsetning var skilgreind. Hér var hún skilgreind sem staðsetning á merkingardegi GPS-kúnna í mars eða við áramót ef kýrin er að senda staðsetningar í meira en eitt ár. Þennan upphafspunkt þyrfti að skoða betur og hugsanlega skilgreina upp á nýtt.



28. mynd. Dæmi um mismunandi farhegðun fjögurra hreinkúa. Y-ásinn sýnir fjarlægð frá upphafsstað (Merkingastað í þessum tilfellum) á mismunandi dögum ársins (x ás). Rauðu lóðréttu línurnar sýna burðardagsetningar en Anna var geld árið 2019.

Helmingur GPS-kúnna sýndi svokallað blandað far (Tafla 11). Anna (28. mynd) var dæmi um slíka kú sem yfirgaf svæðið sem hún var merkt á skyndilega og kom ekki aftur á þann stað en þó í nágrenni þess svæðis.

Nokkrar kýr sýndu hegðun á fartíma sem átti minna skylt við far. Þarna voru 4 kýr sem sýndu fremur færslu eða tilflutning fremur en far. Þær flökkuðu inn á nýtt svæði og héldu svo til þar og komu ekki

inn á svæðið sem þær yfirgáfu. Þetta átti t.d. við um Þúfu á veiðisvæði 1 (28. mynd) sem ferðaðist af Jökuldalsheiði norður á Norðausturheiðar og nýtti svæðin á Jökuldalsheiði lítið eftir það.

Tafla 11. Farhegðun 10 GPS kúa sem sumar gáfu niðurstöður fyrir meira en eitt ár (14 hreinár).

Farhegðun	Fj. kúa	Hlutföll
Hreint far	1	7%
Blandað far	7	50%
Færslu	4	29%
Staðbundið	2	14%
Flakk	0	0%
	14	100%

Aðeins ein kýr, Íva sýndi hreint far samkvæmt skilgreiningu (28. mynd). Ekki var það þó árstímabundið far í hefðbundnum skilningi þar sem kýrin var merkt á Sandvíkurheiði í mars og kíkti þangað aftur seinna í sama mánuði. Skilgreindar tímasetningar fars geta því hér skipt máli fyrir niðurstöður og þyrfti að skoða nánar.

Tvær kýr sýndu staðbundna hegðun og var önnur þeirra Hreiða (28. mynd). Ekki var hægt að efast um þær niðurstöður þar sem staðfest var að þær kýr fóru lítið á ársgrundvelli. Vitað var að önnur þeirra var að mestu ein nær allt árið og telst það ekki algeng hegðun. Um hina kúnna var minna vitað. Eina farhegðunin sem ekki sást í þessari forathugun var hreint flakk.

Af 10 kúm voru fjórar sem gátu gefið upplýsingar fyrir tvö ár. Aðeins ein þessara kúa sýndi sömu farhegðun í báðum árum. Hinar þrjár skiptu um farhegðun milli ára.

### Samgangur

Engar GPS-kúnna sem merktar höfðu verið sérstaklega á veiðisvæðum 1 og 2 vegna burðarathuganna fóru af einu veiðisvæði yfir á annað til að bera. Tvær þeirra skruppu þó af veiðisvæði 2 yfir á veiðisvæði 1 seinnipart vetrar en skiluðu sér aftur inn á veiðisvæði 2 fyrir burð og báru þar. Önnur þessara kúa var Lína sem áður var nefnd fyrir það að senda lengi og gefa upp þrjár burðarstaðsetningar. Flakkið milli veiðisvæða var ekki endurtekið meðan senditækin sendu inn staðsetningar.

Rétt áður en þessi skýrsla var gefin út höfðu tvær aðrar kýr sem merktar voru með GPS senditækjum á vegum Náttúrustofu Austurlands í mars 2021 fært sig milli veiðisvæða. Önnur kýrin, merkt á Fljótaldalsheiði Ytri á veiðisvæði 2 fór inn á Brúaröræfi á veiðisvæði 1, 3. maí 2021 og var þar enn 25. maí sama ár. Hin kýrin var merkt á Austurheiðum á veiðisvæði 6 þann 2. apríl 2021. Hún fór fljótlega yfir á veiðisvæði 2 en 11. maí var hún komin í Hamarsdalsdrög á veiðisvæði 7 þar sem hún var enn 25. maí sama ár.

Þar sem fáar kýr voru merktar með GPS staðsetningartæki á hverjum tíma þyrfti heppni til að lenda á einstaklingum sem flökkuðu á milli veiðisvæða. Til viðbótar við GPS merktu dýrin var því fengur í dýrum sem þekkjast með óyggjandi hætti frá öðrum einstaklingum. Dæmi um slíkt eru eyrnamerkt dýr og á síðustu árum kýr með óvirka GPS kraga sem senda ekki lengur en eru vel merktar og þekkjast því áfram frá öðrum dýrum þegar þær sjást. Ekki var búið að taka saman gögn fyrir þær kýr en hér verður fjallað um eyrnamerkt dýr á veiðisvæðum 1 og 2.

Svo virtist sem nokkurt flakk hafi verið af veiðisvæði 2 yfir á nærliggjandi veiðisvæði á rannsóknartímabilinu 2005-2020 en enn er óvíst um flakk dýra af veiðisvæði 1 yfir á önnur veiðisvæði. Hafa verður í huga að merkt dýr voru fá og sýnastærð ekki nægjanleg til að leggja mat á umfangs flakks milli veiðisvæða.



Eyrnamerkt voru 23 dýr á veiðisvæðum 1 (3 dýr) og 2 (20 dýr) á árunum 2005-2020. Þegar hefur verið fjallað um 14 þessara kálfa sem merktir voru á tímabilinu 2005-2013 (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Þar kom fram að 11 af þeim 14 merktu dýrum sem þá var fjallað um hefðu sést aftur seinna. Það hlutfall hækkaði til 2020 þar sem tveir kálfar sáust eftir að sú samantekt kom út.

Til viðbótar þessum 14 dýrum bættust alls við 9 dýr eftir 2014. Sex dýr sem veidd voru vegna GPS merkinga en reyndust ekki hentug til þess að bera GPS kruga (tarfar, kálfar eða aukadýr) og fengu því aðeins eyrnamerki. Önnur 3 dýr voru losuð úr festum og merki skellt í eyra þeirra í leiðinni. Af öllum 23 dýrunum á tímabilinu 2005-2020 voru 22 kyngreind. Þetta voru 13 tarfkálfar eða tarfar (59%) og 9 (41%) kvígukálfar. Kyn eins dýrs var ekki skráð. Af 23 dýrum sem voru merkt, sáust 20 (87%) aftur. Allir kvígukálfarnir sáust aftur en tveir tarfar og eitt ókyngreint dýr höfðu ekki sést aftur í maí 2021 þegar þessi skýrsla var rituð. Annar þessara tarfa var merktur 2010 svo ólíklegt er að hann sé enn á lífi en hinn var merktur 2018 og gæti enn átt eftir að sjást aftur. Þau 20 dýr sem sáust aftur eftir merkingu voru öll merkt á veiðisvæði 2. Af þeim sáust 6 dýr eða 30% á öðru veiðisvæði. Fimm þeirra voru tekin fyrir í síðustu burðarsamantekt, og sáust á eftirfarandi veiðisvæðum: Tvö á veiðisvæði 1, tvö á veiðisvæði 6 og eitt á veiðisvæði 7 (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Einn línubrótur náði ekki inn í þá samantekt. Það var fullorðinn tarfur sem var merktur og losaður úr girðingu á Austurheiðum á veiðisvæði 2 haustið 2013 en var svo felldur á veiðisvæði 7 haustið eftir.

## Umræður

### Flug athuganir

#### Fjöldi

Fylgst hefur verið með fjölda og staðsetningum kúa í Snæfellshjörð á burðartíma í 16 ár eða frá 2005-2020. Vöktun burðarsvæða var keyrð á framkvæmdar-(aðal virkjunartími 2003-2009) og starfstíma Kárahnjúkavirkjunar. Gerð var samantekt um burðarsvæðin fyrir tímabilið 2005-2013 sem fjallaði um burðarsvæði á framkvæmdartíma og fyrstu ár starfstíma Kárahnjúkavirkjunar (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Þar þótti vanta fleiri ár á starfstíma virkjunar til að geta metið hvort breytingar í dreifingu sem vart varð við á framkvæmdartíma gengju til baka þegar frá liði truflun og raski á svæðinu. Til að svara þeirri spurningu þurfti fyrst að meta hvort nægjanlega margar kýr myndust til að varpa ljósi á burðardreifingu í einstaka árum og breytingum á þeim. Til að breytileikinn sem fram kom í fjölda kúa milli veiðisvæða og milli ára 2005-2020 (15. mynd) segði okkur eitthvað um árangur kortlagningar þurfti að skoða hann sem hlutfall af áætluðum fjölda kúa í Snæfellshjörð (16. mynd). Eftir að farið var að telja úr flugvél eingöngu og eftir að rannsóknarsvæðið var stækkað umtalsvert á veiðisvæði 1 2014 og aftur 2018, gengu talningar vel. Frá 2018 var hlutfallslegur fjöldi kúa sem fannst í flugtalningum á veiðisvæði 1 jafnvel kominn yfir 100% miðað við áætlaðan fjölda á svæðinu. Ekki er útilokað að fjöldi áætlaðra dýra hafi verið ofmetinn, enda matið langt frá því að vera nákvæmt. Ekki er heldur útilokað að einhverjar kýr af veiðisvæði 2 hafi farið yfir á veiðisvæði 1 og útskýri þessi háu talningarhlutföll. Við teljum þó að á seinna rannsóknartímabilinu 2014-2020 hafi tekist að ná utan um árlegar burðardreifingar nema vorið 2017 áður en gripið var til seinni stækkun rannsóknarsvæðis (16. mynd).

Á veiðisvæði 2 var allt annað uppi á teningnum. Á fyrstu fimm árum athugunar 2005-2009, fundust 41-48% af áætluðum fjölda hreinkúa (16. mynd) og voru það hæstu hlutföll sem höfðu fundist fram að því á veiðisvæði 2. Þá var talið af jörðu niðri og ekki hægt að komast um nema lítinn hluta rannsóknarsvæðisins. Ekki þótti óeðlilegt að hluti kúnna fyndist ekki þar sem þær falla mjög vel inn í landið á þessum árstíma og eru auk þess stakar eða í litlum hópum sem hreyfast oft lítið úr stað. Á næstu árum

þótti þó ástæða til að leita víðar, innan rannsóknarsvæðisins (2009, 2011, 2012 og 2013) og utan þess (2008, 2012 og 2013) m.a. úr flugvél. Þrátt fyrir slíka útúrdúra og að leitað væri árlega á leið inn og út af rannsóknarsvæðinu til norðurs þá lækkaði hlutfall kúa sem fannst í talningum eftir sem leið á eldra athugunartímabilið (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Þegar rannsóknin og rannsóknarsvæðið var endurmetið 2014 hafði kúm þó fjölgað lítillega 2013 þrátt fyrir óvenju mikil snjóalög (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Vonir stóðu til að breytt dreifing á framkvæmdartíma fjær virkjunarmannvirkjum hefði verið tímabundin og að kúr kæmu aftur inn á Snæfellsöræfi til að bera. Á seinna rannsóknartímabilinu 2014-2020 hélt kúm sem mættu inn á Snæfellsöræfi til að bera áfram að fjölga lítillega fram til 2016 (þá 41% af áætluðum fjölda). Aftur náðu þær smá toppi 2019 (38% af áætluðum fjölda) en voru mun færri þess á milli og síðasta athugunarárið 2020 var fjöldi þeirra kominn niður í 12% af áætluðum fjölda. Þótti þá fullljóst að kúr af veiðisvæði 2 báru utan Snæfellsöræfa að töluverðu leyti. Ekkert benti til þess að þessar kúr væru að bera annarsstaðar á veiðisvæði 2 nema þá í litlum mæli. Enn voru hlutar burðarsvæða Snæfellsöræfa ófundnir og ekki ósennilegt að einhverja kúr hafi borið utan veiðisvæðis 2 jafnvel áður en árleg vöktun burðarsvæða hófst 2005. Hlutfallsleg fækkun kúa eftir sem leið á rannsóknartímabilið (16. mynd), bæði á burðartíma og í júlí gat bent til þess að kúr væru hægt og rólega að skipta yfir á önnur óþekkt burðarsvæði, jafnvel notkunarsvæði á ársgrundvelli og tilheyrðu þá ekki lengur Fljótsdalshjörð.

Sú þróun virtist byrja með hlutfallslega færri kúm á burðarsvæðum Fljótsdalshjarðar en 2016 virtist þessi hlutfallslega fækkun líka ná til sumarhaganna (Tafla 9) og þá jafnvel alls ársins. Árið 2020 varð veruleg hlutfallsleg fækkun bæði á burðarsvæðum og í júlítalningum. Fylgja þarf þessari þróun eftir á næstu árum til að sjá hvað gerist í framhaldinu.

### Burðartímaframvinda

Í Snæfellsöræfi reyndist 95% burðar klárast á 13 dögum frá 13.-26. maí að meðaltali á 16 ára tímabili 2005-2020 (17. mynd). Slík samþjöppun burðar á fáa daga hjá norðlægum hreindýrastofnum er vel þekkt (Bergerud, 1975). Samþjöppun burðar á þröngt tímabil tengist í einhverju tilfellum lágmyndun á afráni, þar sem það er fyrir hendi, en þekktist einnig þar sem afræningjar eru ekki vandamál (Post. o.fl., 2003). Stuttur vaxtartími gróðurs er þá ekki síður talinn ástæða þess að tegundir á norðurlóðum koma afkvæmum sínum hratt á legg til að móðir og afkvæmi geta nýtt hvern vaxtardag gróðurs og hæsta næringarstig plantna sem best (Bergerud, 1975). Gengið var út frá því að kúr á burðarsvæðum væru ýmist bornar eða væru þar til að bera. Ekki er þó hægt að halda fram að allar kálflausar kúr séu óbornar þar sem kúr geta misst kálfa sína í, eða rétt eftir burð. Ef dánartíðni kálfa í burði eða á fyrstu dögum eftir burð er grófáætluð 19% á veiðisvæði 1 og 23% á veiðisvæði 2 (Tafla 5) fáum við einhverja hugmynd um fjölda kálflausra kúa eftir burð. Fljótlega eftir burðartímabilið ættu því nær 77 af 100 kúm að vera með kálfa og þá 33 kálflausar. Um miðburð er þó væntanleg töluvert af þessum kálfum enn á lífi. Ef leiðrétt væri fyrir þessu færðist mat á burðartíma og miðburði væntanlega eitthvað fram en ekki verður það reynt frekar að svo stöddu. Einhverjar kúr sem bera seint á tímabilinu gætu einnig átt eftir að koma inn á burðarsvæðin. Ef svo er vega þær eitthvað upp á móti vanmetnu burðarhlutfalli.

Gengið var út frá því að dreifing burðardaga væri normaldreifð (17. mynd) og á það eflaust við um flestar fullorðnu kúrnar. Þó er vitað að ungar kúr eða kúr í slæmu líkamlegu ástandi að hausti geta bæði fengið fang seinna en aðrar kúr og ganga lengur með heldur en kúr í góðu líkamlegu ástandi (Flydal & Reimers, 2002). Talið er að til þess að fá fang að hausti þurfa kúrnar að hafa náð ákveðnum holdum. Flestar fullorðnar kúr hafa náð þessu ástandi á fengitíma eða jafnvel fyrr en ungar kúr fá gjarnan fang seinna og ganga allt að tveimur vikum lengur með kálfa sína (Reimers, 2002). Til viðbótar má ganga út frá að einstaka fullorðnar kúr sem af einhverjum ástæðum eru í slæmum holdum á fengitíma geta bætt á sig ef haustið er gott og þá fengið fang mun seinna á árinu. Þessar kúr fylgja ekki normaldreifingu og bera eftir hefðbundinn burðartíma jafnvel einhverjar í september. Ekkert sambærilegt er þekkt sem

flýttir burði að sama skapi enda myndu þeir kálfa fæðast um miðjan vetur. Hér er aðeins um lítið hlutfall af burðarkúm að ræða og ólíklegt að þetta breyti miklu þegar horft er til dreifingar 95% af burðardagsetningum.

### Burðardreifing

Burðarsvæði Snæfellskúa tók nokkrum breytingum á tímabilinu 2005-2020 (19. mynd). Færslur í dreifingu á fyrra rannsóknartímabili 2005-2013 voru skýrðar með ólíkum snjóalögum og kviknun gróðurs fyrir utan nokkur ár þar sem kýr virtust fjarlægjast virkjunarsvæði á mesta framkvæmdartíma Kárahnjúkavirkjunar. Stækkun rannsóknarsvæðis á seinna rannsóknartímabili skýrði að hluta betri árangur við kortlagningu kúa á veiðisvæði 1. Einhverjar kýr höfðu þá hugsanlega borið utan rannsóknarsvæðisins í nokkur ár eða jafnvel alla tíð fyrir stækkun þess.

Ljóst var að kýr voru fáar á veiðisvæði 1 við upphaf rannsóknar, og stór hluti þeirra kom fram á rannsóknarsvæðinu 2011 og 2012. Fyrir þann tíma var talið af jörðu niðri á þessu veiðisvæði og talningar voru ekki árlegar enda erfitt að komast þar um. Því voru eðlilegar skýringar á að kýrnar fundust ekki nema að litlu leyti fyrir 2011. Árið 2013 fundust kýr ekki í burðarflugi yfir svæðinu og líklegt að þá hafi tilflutningur þeirra til norðurs á burðartíma hafist að verulegu leyti. Kýrnar voru komnar að töluverðu leyti inn á Norðausturheiðar á burðartíma 2018 og jafnvel ári fyrr en 2017 týndust þær eins og áður er nefnt í burðarathugunum. Þó var tilflutningi ekki alveg lokið 2018 þar sem að sífellt fleiri kýr lögðu leið sína norður til að bera og hlutur kúa sem bar á Jökuldalsheiði eða sunnar minnkaði að sama skapi (19. mynd og 20. mynd). Þrátt fyrir þennan hraða tilflutning til norðurs sköruðust burðardreifingar í flestum árum töluvert milli ára (Tafla 8.) Mikil skörun 2016-2017 og lítil skörun 2017-2018 er líklega fyrst ofmat og svo vanmat þar sem sá hluti kúnna sem ekki fannst það ár var vafalítið kominn norðar, svipað eða nær því sem kortlagning sýndi 2018. Kýr sem mættu inn á eldra rannsóknarsvæðið fækkaði eftir sem leið á seinna rannsóknartímabilið. Aðal færslan til norðurs á burðartíma átti sér stað 2013-2018 óháð stækkun rannsóknarsvæðis til norðurs.

Ekki er ljóst af hverju kýrnar tóku sig upp fyrir burð og ferðuðust svona langt inn á það sem talið var ónumið hreindýraburðarsvæði. Ljóst er að árin 2013-2016 voru snjóþung ár (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015)(23. mynd). Við vitum að eldri hluti rannsóknarsvæðisins var mjög víða lítt eða ekki gróinn (12. mynd). Kúm fjölgað töluvert á rannsóknartímanum og því meiri samkeppni eftir sem á leið um takmarkað fæðuframboð. Ef gróðurstuðull fyrir kjarnasvæði hreinkúa á veiðisvæði 1 er skoðaður virðist ljóst að hann hækkar þegar vorin verða snjóléttari (2017) en þá þegar hafði hluti kúa valið sér önnur svæði til að bera á.

Á veiðisvæði 1 virtust kýrnar vera í mestum þéttleika þar sem gróður var hvað styðst kominn. Hafa ber í huga að gróðurstuðullinn var tekinn sem meðaltalsgildi fyrstu 20 dagana í maí. Gildin gætu verið ögn hærrí á raun burðartíma. Tarfar halda mun meira til á láglandi á burðartíma þar sem nýgræðingur er gjarnan kominn vel af stað. Kýrnar halda aftur á móti til í meira en 400m hæð þar sem nýgræðingur er lítt eða ekki farinn af stað á þessum tíma. Á meðan beðið er eftir nýgræðingi eru eflaust aðrir þættir sem stjórna dreifingu kúa á burðarsvæðum. Jafnvel þótt einhverja fæðu er að finna á hálendi á þessum árstíma eru hreinkýr ekki á beit allan sólarhringinn. Burður, hvíld eða ferðir milli fæðu- eða burðarsvæða fer ekki endilega fram á grónustu svæðunum sem oft eru jafnframt mjög blaut eða á kafi í krappa eða snjó. Fyrstu dagana eftir burð er einnig líklegt að kýr forðist blautustu svæðin þar sem óstöðugir kálfar gætu lent í vandræðum með að komast um. Á meðan snjór og krapa liggur yfir stórum hluta burðarsvæða gæti orðið landfræðilegur aðskilnaður milli atferlisþátta hjá kúm í kringum burð. Það hve mikill þessi aðskilnaður er fer eftir snjóalögum og landslagi auk þess sem það getur skipt máli fyrir kýrnar hvort þær eigi langt eftir í burð eða eru þegar bornar.

Á veiðisvæði 2 var rannsóknarsvæðið ekki stækkað á seinna rannsóknartímabilinu en þó er líklegt að einhver sambærileg færsla út af Snæfellsöræfum hafi átt sér stað. Frá upphafi athugunar virtist hluti kúa á veiðisvæði 2 hafa borið utan rannsóknarsvæðisins. Eftir sem leið á rannsóknartímenn jókst hlutfall kúa sem bar utan rannsóknarsvæðisins. Þessi aukning var þó mun hægari heldur en á veiðisvæði 1. Langminnsta hlutfallið fannst vorið 2020 þegar einungis 12% af áætluðum fjölda kúa fannst, samanborið við 39% vorið 2019. Fækkun kúa á rannsóknarsvæðinu á burðartíma hélst að einhverju leiti í hendur við fjölda kúa sem fannst að sumri til á veiðisvæði 2, þar sem mun færri kúr fundust sumarið 2020 (49%) heldur en fyrr á rannsóknartímabilinu (84% 2006-2010, 87% 2011-2015 og svo 67% 2016-2020). Þó þessi athugun gæti bent til þess að fækkun á burðarsvæðum hafi byrjað 2009 er vert að minnast á talningar VHÍ (sjá samantekt í Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015) sem bentu til að kúr sem völdu Snæfellsöræfi til burðar hafi oft verið fáar á tímabilinu 1993-2004. Þeim virtist fjölga hægt og rólega nema í snjóþungum árum frá 1993-2004. Í því samhengi er líka þarft að benda á að vorið 2020 var einkar kalt og snjó tók seint og illa upp. Snjóalög gætu haft áhrif á dreifingu kúa það vor en skýra ekki lágan fjölda að sumri né heldur hvar kúrnar báru sem ekki fundust. Ekki er hægt að útiloka að óþekkt burðarsvæði hafi áður verið í notkun af kúm Fljótsdalshjarðar. Hvort þær hafi þá einnig leitað út fyrir veiðisvæðið í leit að burðarsvæði fylgir ekki sögunni. Heiðarnar norðan rannsóknarsvæðisins á veiðisvæði 2 eru að miklu leyti snjóþungar og liggja þar að auki í farleið flugvélar milli rannsóknarsvæðis og flugvallar. Þessi svæði voru því einnig skoðuð nokkuð ýtarlega í flestum árum og fundust þó nær aldrei kúr og óbornar og oftast aðeins ein eða tvær saman, gjarnan í samfloti með vetrungum eða ungum törfum. Undantekning frá þessu voru þrjár kúr, ein borin og ein með GPS staðsetningarkraga í samfloti með ungum töfum og vetrungum vorið 2020 utarlega í Felling (talningarsvæðið Fljótsdalsheiði Ytri).

Erfitt er um vik að staðsetja kúr sem ekki lengur bera á veiðisvæði 2. Til þess að fá úr því skorið þyrfti viðameira merkingaráttak með staðsetningartækjum og jafnvel með annarskonar merkingum. Mjög jákvætt var að fréttu af tveimur GPS kúm sem flökuðu milli veiðisvæðis 2 og annarra aðliggjandi veiðisvæða bæði til vesturs (veiðisvæði 1) og til austurs (veiðisvæðis 7) vorið 2021 þar sem þær ferðir staðfestu tilgátur um að slíkt flakk væri fyrir hendi.

Athuganir Náttúrustofunnar 2005-2013 bentu til að snjóalög hefði áhrif á dreifingu kúa á burðartíma í flestum árum (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Hið sama var upp á teningnum á seinna rannsóknartímabilinu. Áhrifin voru þó ekki eins afgerandi og hæðarmunur eftir ólíkum snjóalögum var ekki marktækur á veiðisvæði 1. Líkleg skýring á því er breytingin sem varð á burðardreifingum frá upphafi seinna rannsóknartímabilsins til lok þess. Snjóalög voru ekki sambærileg milli þessara ólíku svæða. Mun úrkomumeira og snjóþyngra er á Norðausturheiðum heldur en á Jökuldalsheiði og þar fyrir innan (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Athyglisvert var að sjá að auk þess sem kúr leituðu ekki eins hátt yfir sjó í snjóþyngrum árum, þá var hæðardreifing þeirra jafnframt mun þrengri í slíkum árum. Vorið 2020 skar sig aðeins úr þar sem það var einstaklega kalt en ekki að sama skapi snjóþungt. Það vor dreifðust kúrnar um nokkuð breytt hæðarbil eins og í snjóléttum árum en hæð þeirra yfir sjó var almennt lág og stýrðist eflaust fremur af nýgræðingi heldur en snjó.

## Hagatryggð

Hreindýr eru hjarðdýr í grunninn og flestar hreinkúr leita öryggis í hóflegt nábýli við aðrar hreinkúr á burðartíma (Ann Gunn 2012). Þær virðast einnig finna öryggi við ákveðnar kunnuglegar aðstæður eða kunnugleg svæði (Ann Gunn 2012). Reynsla og vanafesta er því hluti af því sem myndar hagatryggð meðan þéttleiki kúa í kring er viðunandi á burðartíma og burður gengur vel. Þessi einkenni leiða til þess að í flestum árum skarast burðarsvæði að einhverju leiti við burðardreifingu síðasta árs. Burðardreifingar sem skarast ekki milli ára sjást sjaldan en hafa m.a. verið tengdar við of mikinn eða

of lítinn þéttleika kúa á burðarsvæðum (Ann Gunn 2012). Einnig ert líklegt að fæling, ógnir eða óvæntar breytingar hafi áhrif á hagatryggð (sjá t.d. Faille o.fl., 2010).

Aðeins var mæld skörun árlegra burðarsvæða og færsla þungamiðja burðardreifinga milli aðliggjandi ára fyrir seinna rannsóknartímabilið 2014-2020 á veiðisvæði 1 (Tafla 10 og 20. mynd). Þar sem flestar kýrnar fundust 2011 og 2012 innan marka eldra rannsóknarsvæðisins á Brúaröræfum og þar fyrir innan verður að teljast ólíklegt að veruleg færsla árlegra burðarsvæða milli ára hafi byrjað fyrr en vorið 2013. Fyrir þann tíma eigum við ekki gögn um skörun eða færslu árlegra burðarsvæða en líklegt er að skörun hafi verið töluverð og færsla þungamiðja dreifinga takmörkuð. Þrátt fyrir færslu þungamiðju burðar ár frá ári eftir 2013 (20. mynd), var skörun þó 48% af meðaltali á seinna rannsóknartímabilinu 2014-2020 (Tafla 10). Þungamiðja dreifingar fyrir árið 2017 og þá jafnframt færsla eða skörun tengd henni hefur líklega ekki verið rétt metin þar sem aðeins fannst 55% af áætluðum fjölda kúa á veiðisvæði 1 það ár (16. mynd). Hluti kúnna sem ekki fannst 2017 hefur mjög líklega verið norðar, jafnvel á Norðausturheiðum þar sem ekki var leitað fyrr en árið eftir.

Þegar skörun árlegra burðarsvæða milli ára er lítil milli aðliggjandi ára mætti ætla að færsla þungamiðja væri mikil. Það átti við 2015 - 2016 þegar skörun var lítil og færsla þungamiðja jafnframt mikil. Einnig var skörun fremur lítil (37%) milli 2014 og 2015 þegar færsla var einna mest (20. mynd). Hinsvegar var færsla einnig töluverð milli 2018 og 2019 en þá var skörun jafnframt mikil (53%)(Tafla 10). Ef árleg burðarsvæði þessara ára eru skoðuð nánar (19. mynd) er eins og dreifingin hafi verið tvískipt 2018. Hluti hópsins var farinn inn á Norðausturheiðar en annar hluti hans var eftir á Jökuldalsheiði. Árið eftir var dreifing kúa á Norðausturheiðum nær sú sama og árið áður en til viðbótar bættust kýrnar sem báru á Jökuldalsheiðum vorið áður (19. mynd). Árið 2020 hafði þungamiðja burðarsvæða á veiðisvæði 1 færst um 90 km í beinni loftlínu frá 2014. Aukin skörun síðustu árin og minni færsla þungamiðja benti til að kýrnar væru að falla í ró innan Norðausturheiða á burðartíma og kæmu aftur inn á svipuð svæði til að bera 2019 og 2020.

Norðausturheiðar eru til muna úrkomumeiri en jafnframt grónari (12. mynd) heldur en Jökuldalsheiði og svæðin þar fyrir innan (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Á Norðausturheiðum virtust kýrnar dreifa sér um svæði sem lágu aðeins lægra yfir sjó heldur en Jökuldalsheiðin og svæðin þar fyrir innan (22. mynd) enda býður þetta landsvæði upp á hálfgerð víðerni á öllum hæðarbilum. Heiðarnar norðvestur og inn af Jökuldal liggja í nokkuð svipaðri hæð þar til þær snar lækka niður í Jökuldal eða norður í Vopnafjörð. Á Norðausturheiðum lækka heiðarnar með svipuðu móti niður í Selárdal til suðausturs en til norðurs og norðvesturs lækkar hásléttan hægt og sígandi eftir sem utar dregur. Þótt úrkomu sé klárlega meiri á svæðinu öllu og snjóalög mikil á hálendinu, fellur eitthvað af úrkomunni sem rigning á láglandi svæðum í mildum vetrum. Hitastig við strendur landsins er almennt mildara að vetri heldur en inn til landsins auk þess sem snjóhula skýlir gróðri á hálendinu yfir veturinn. Í snjóþungum (2013-2016) en mildum vetrum má hugsa sér að láglandi svæði nær sjó auðnist jafnvel fyrr en snjóléttari en kaldari svæði inn til landsins. Frá 1980-2015 hlýnaði á Íslandi um 1,6°C. Á sama tíma jókst ársúrkomu (Halldór Björnsson o.fl., 2018). Það má því vel hugsa sér að vegna breytinga í árferði og aukinnar beitarsamkeppni hafi víðáttur Norðausturheiða lokkað. Vorið 2020 var forvitnilegt í þessu samhengi því veturinn var kaldur og langur þó ekki væri óvenju snjóþungt. Kýrnar hvikuðu þó hvergi en dreifðust um lægra hæðarbil yfir sjó heldur en árin á undan (22. mynd). Meðalhæð yfir sjó svipaði því til dreifingar kúa í sérlega snjóþungum árum en þau voru þó dreifðari um víðara hæðarbil eins og í snjóléttari árum. Hugsanlega tók snjó seint upp á svo úrkomusömu svæði eftir kaldan vetur og svalt vor en einnig var ljóst að gróðurframvinda var sein í gang þetta vor og þarf að horfa til samhengis snjóalaga og gróðurframvindu þegar skýra á dreifingu kúa á burðartíma.

Til lítills var að mæla skörun milli ára á veiðisvæði 2 þegar dreifing svo lítills hluta kúa í Fljótsdalshjörð var þekkt. Á hinn boginn mætti færa rök fyrir því að þær kýr sem enn mættu inn á Snæfellsöræfi til að

bera séu þær kýr sem tilheyra Fljótsdalshjörð. Það er vissulega áhyggjuefni ef sífellt fleiri dýr yfirgefa veiðisvæði 2 á burðartíma og jafnvel á öðrum árstímum en hversu lengi er hægt að tala um að þau dýr tilheyri Fljótsdalshjörð? Þar til meira af gögnum liggur fyrir um ferðir og blöndun hópa milli veiðisvæða verður hér unnið með þá skilgreiningu að Fljótsdalshjörð séu þau dýr sem nota veiðisvæði 2 til burðar. Á þeim forsendum voru burðardreifingar milli ára bornar saman á veiðisvæði 2. Skörun milli ára var í stuttu máli meiri að meðaltali á seinna rannsóknartímabilinu (55%) en því fyrra (44%). Í þremur tilfellum milli 2013-2017 fór skörunin niður fyrir 50%, 2013-2014 (39%), 2014-2015 (47%) og 2016-2017 (43%). Þetta voru snjóþung ári nema 2017 og Fljótsdalshjörð var í vexti á þessu tímabili. Spurning er hvort snjóalög í snjóþungum árum geti ekki verið misjöfn milli staða innan veiðisvæðis og dreifing kúa verið breytileg í samræmi við það. Í snjóléttari árum var skörunin yfir 60%.

Eins og með skörun milli ára voru færslur þungamiðja metnar út frá minnihluta áætlaðs fjölda kúa á veiðisvæði 2 eða aðeins þeim kúm sem fundust innan rannsóknarsvæðisins þar. Ef allar kýr sem héldu til á veiðisvæði 2 að sumri fyndust á burðartíma væru færslur þungamiðja væntanlega allt aðrar og lengri. Út frá þeim kúm sem komu aftur inn á rannsóknarsvæðið til að bera og klárlega tilheyrðu Fljótsdalshjörð, reyndust dreifingarnar ekki færast í tiltekna átt heldur voru þær meira hingað og þangað eftir árum.

Eins og fram kom í samantektarskýrslu fyrra rannsóknartímabilsins (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015) var burðardreifing á veiðisvæði 2 árin 2007 til 2010 nokkuð utar á rannsóknarsvæðinu (Fljótsdalsheiði Innri) heldur en í öðrum árum. Ekki var hægt að tengja þá dreifingu við snjóalög og ekki þótti ólíklegt að mikill framkvæmdarþungi hafi haft þessi áhrif á burðardreifingu kúa. Fyrir utan þau ár var fylgni milli hæðar kúa yfir sjávarmáli og snjóalögum á fyrra jafnt sem seinna rannsóknartímabili. Ef við horfum hér til seinna rannsóknartímabilsins sérstaklega, voru kýr nær ekkert inni á Vesturöræfum snjóþungu vorin 2014-2016 heldur nær dalbotnum og heiðarbrúnum yst á talningarsvæðinu Vesturöræfi og utan þeirra og á talningarsvæðunum Fljótsdalsheiði Innri, Múlanum og jafnvel dalbotnum og brúnum Austurheiðar. Vorið 2017, 2018 og 2019 verður breyting á. Þá mæta kýrnar inn á Vesturöræfi og innar á Múlann, fjær dalbotnum og heiðarbrúnum. Vorið 2020 er sérlega kalt og lítil snjór tekinn upp í maí. Þá er meirihluti kúa á Vesturöræfum yst á því talningarsvæði, í námunda við dalbotna og heiðarbrúnir þar. Þó voru einstaka kýr langt inni á Vesturöræfum enda svæðið þurrt (leysingar lítt hafnar) svo auðvelt var að komast um það og börð og háöldur stóðu upp úr snjónum. Lengsta færsla milli þungamiðja á seinna rannsóknartímabilinu voru 20 km frá Múla 2016 (snjóþungt vor) til Vesturöræfa 2017 (snjólétt ár) (20. mynd). Talningarsvæðin Múli og Austurheiðar liggja almennt hátt yfir sjó og eru úrkomumikil. Innan þeirra eru þó einnig heiðar, hálendisbrúnir og dalbotnar þar sem finna má skjól og sem liggja lægra yfir sjó þannig að snjó tekur fyrr upp á vorin. Það sama getur átt við um þessi svæði eins og Norðausturheiðar að með breytingum í veðri þar sem mildari vetur verða algengari gætu þessi svæði nú búið yfir aðgengilegri vorkaravæðum en áður. Í þessu samhengi er einnig vert að taka fram að meðalhæð Vesturöræfa er há og hækkaði verulega eftir að Háslónið kom til sögunnar þar sem Hálsinn sem fór undir lón var langlægsti og jafnframt snjóléttasti hluti þess svæðis fyrir virkjun. Ef horft er til snjóalaga og hæð yfir sjó er klárt að Vesturöræfi uppfylla ekki lengur kröfur um ákjósanleg snjóalög á burðartíma nema í tiltölulega snjóléttum vorum. Eins og fjallað er um í fyrri burðarsamantekt (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015) eru Vesturöræfi votlend og að mestu sléttlend. Fyrir utan hnjúkana í austri sem liggja mjög hátt yfir sjó og drögin og dalbotnana sem liggja nyrst á talningarsvæðinu breytast stórir hlutar þessara öræfa í nær samfeldar krapablár í miklum leysingum. Jafnvel í meðal snjóþungum árum er svæðið erfitt yfirferðar við slíkar aðstæður og ekki víða þurrir blettir fyrir berandi kýr eða kýr með nýfædda kálfa.

Með því að stafla árlegum burðarsvæðum hverju ofan á aðra fékkst ágæt mynd af svæðum sem nýtt voru á burðartíma í flestum árum. Það kom ekki á óvart að fyrir seinna rannsóknartímabilið á

veiðisvæði 1 var sama svæði sjaldnast notað til burðar nema örfá ár í senn. Jökuldalsheiði austan Ánavatns skoraði þar hæst (21. mynd). Þar sem miklar sviptingar voru á dreifingu kúa á burðartíma fyrir þetta tímabili er líklegt að ef skoðuð hefðu verið önnur tímabil þá hefðu önnur svæði verið meira nýtt. Fyrir fyrra rannsóknartímabilið hefði líklega Kringilsárrani eða Sauðárrani verið mest nýtt á burðartíma. Á veiðisvæði 2 skoraði nyrsti hluti Vesturöræfa hæst á seinna rannsóknartímabilinu en talningarsvæðið Múlinn var fast á hælum þess. Ef við rifjum upp hvaða svæði var mest notað á fyrra rannsóknartímabilinu 2005-2013 skoraði Múlinn hæst og var notaður að mismiklu leyti í langflestum árum þó þéttleiki kúa hafi oftast verið meiri annarsstaðar. Múlinn var ekki vel þekktur sem burðarsvæði fyrir framkvæmdir við Kárahnjúka (Skarphéðinn G. Þórisson og Inga Dagmar Karlsdóttir 2001) en þó verið í einhverri notkun, allavega í snjóléttum vorum (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Múlinn sjálfur og hálendið þar austur af eru ein úrkomu mestu svæði landsins (Snorri Baldursson o.fl., 2003). Þó sýna þessar athuganir að talningarsvæðið Múlinn var notað af hreinkúm á burðartíma, oftast en nokkurt annað svæði á framkvæmdartíma virkjunar og jafnvel eftir að honum lauk. Í snjóþungum árum voru dalbotnar og heiðarbrúnir hans notaðir og í snjóléttari árum voru kýr dreifðar um stærra svæði innar á Múlanum í meiri hæð yfir sjó. Kýr voru í töluverðum mæli innarlega á Múla og á Vesturöræfum í snjóléttum vorum 2005 og 2006 (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015) áður en verulegrar truflunar gætti af virkjunum og umferð henni tengdri. Líklega voru kýr farnar að nýta þetta talningarsvæði að einhverju leiti fyrir framkvæmdir. Ástæður þess gætu tengst breytingum á veðurfari og fleiri mildari vetrum. Þegar sá hluti Vesturöræfa sem auðnaðist einna fyrst á vorin fór undir lón var það svæði ekki lengur eins ákjósanlegt á burðartíma og áður. Það gæti hafa leitt til þess að kýr noti Vesturöræfi í minna mæli en áður og önnur svæði svo sem Múli, Suðurfell og Austurheiðar eða jafnvel aðliggjandi veiðisvæði séu nú ákjósanlegri.

### Samgangur milli svæða

Samgangur hreindýra milli veiðisvæða þarf ekki að koma á óvart þar sem hreindýr fara sjaldan eftir uppdregnum útbreiðslu- eða öðrum veiðistjórnunar mörkum á kortum. Áhugi okkar hér á þessum línubrjótum tengjast tilraunum við að áætla burðarsvæði kúa sem ekki finnast innan veiðisvæðis síns á burðartíma. Eyrnamerkt dýr og GPS-kýr höfðu áður staðfest að hreindýr flakka milli veiðisvæðis 1 og 2 og milli veiðisvæða 6, 2 og 7 (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Af 20 eyrnamerknum hreindýrum á veiðisvæði 2 sem á annað borð þekktust aftur síðar, voru 6 (30%) sem fundust á öðrum veiðisvæðum, til jafns á veiðisvæðum 1, 6, og 7 (Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015). Þetta var þó of lítill fjöldi merktra dýra til að staðfesta tíðni slíks flakks en eyrnamerkingarnar slógu þó föstu að samgangur milli veiðisvæða var ekki sérvíska hjá einstaka ævintýragjörnu hreindýri. Líklega er þetta hegðun sem tíðkast hjá ákveðnu hlutfalli dýra en hvort það hlutfall sé alltaf svipað er ekki vitað. GPS-kýr eru og munu vonandi áfram bæta við þekkingu á farleiðum og notkunarsvæðum þessara svæðisflakkara á ólíkum árstímum. Í framhaldi gæti mögulega þurft að endurskilgreina skiptingu íslenska stofnsins í undirhjarðir og þar með mögulega mörk veiðisvæða.

### GPS-gögn

#### Virgni

Fyrir utan upplýsingar um ferðir GPS kúa milli veiðisvæða gátu GPS-gögnin bætt við upplýsingum um burðarsvæði sem erfitt er að fá með öðrum hætti. Með því að fá 1-6 staðsetningar kúa á sólahring allan ársins hring getum við séð af hvaða vetrarvæði kýr á ólíkum burðarstöðum koma. Við fáum vísbendingar um það hvenær kýr koma inn á burðarsvæðin, hve lengi þær ferðuðust af vetrarvæðum og hve vanafastar einstak kýr voru í vali sínu á árlegum burðarstað. Við úrvinnslu gagna kom í ljós að mikill munur var á virkni dýra á vetrarhelmingi ársins 20. september til 13. mars (veiðisvæði 1) eða 6. apríl (veiðisvæði 2) og sumarhelmingi ársins (25. mynd). Kýrnar voru til muna virkari að sumri og datt sú virkni aðeins niður rétt yfir háburðartímamann (25. mynd). Erfitt reyndist að aðskilja vor- eða

burðarfar frá vetrarbeitsvæðum. Mjög einstaklingsbundið var hvort, hvenær og hvernig kýr ferðudust af vetrarbeitsvæðum inn á burðarsvæði og virtist burðarsvæði og vetrarbeitsvæði oftar en ekki liggja meira og minna saman hjá þeim 6 GPS-kúm sem skoðaðar voru. Þó virkni ykist um meira en 50% frá því sem var yfir veturinn í mars og byrjun apríl kom skýrt fram að það tengdist ekki fari eða ferðum kúa út af vetrarbeitsvæðum. Vetrarhögum, farleiðum á vor- og eða burðarsvæðum er lýst í skýrslu Skarphéðins G. Þórissonar og Ingu Dagmar Karlsdóttur (2001). Samkvæmt gögnum sem þá lágu fyrir virtust þessi svæði vera nokkuð aðskilin í tíma og rúmi og því komu niðurstöður um svæðisnotkun GPS-kúa nokkuð á óvart. Aðferðir voru ekki sambærilegar og kannski vafasamt að bera niðurstöðurnar saman. Skoða þyrfti það betur. Ef um raunverulega breytingu er að ræða er ljóst að hvort sem breytingar á landnotkun, þéttleikaháð áhrif eða breytt veðurfar veldur þá er ekkert í hegðun hreindýra meitlað í stein. Hegðun þeirra og svæðisnotkun getur breyst með tímanum. Dýrin eru aðlögunarhæf upp að vissu marki og bregðast við breytingum. Það sem ekki er enn ljóst er hvort slíkar breytingar taki óhóflegan toll af dýrunum. Lækkun kálfahlutfalla í júlí og jafnvel lækkun fallþunga kúa á veiðisvæði 2 sem virtist ekki vera í samræmi við fallþungatölur kúa á öðrum veiðisvæðum eða hjá törfum á sama veiðisvæði eru þar áhyggjuefni og þyrfti að skoða áfram. Betur er hægt að vinna úr gögnum GPS-kúa og taka þar inn í fleiri breytur eins og hæð yfir sjó sem virðist skipta máli í vali kúa á burðarsvæðum. Hingað til hafa aðeins hreinkýr verið merktar með GPS hálskraga á Íslandi en áhugavert væri að sjá hvort breyting á virkni tarfa að vori haldist í hendur við virkni kúa. Með því mætti sjá hvort burður eða einfaldlega vorið kalli á þessa auknu virkni kúa í mars og apríl fyrir burð. Mikill einstaklingsmunur var á ferðahegðun og svæðisnotkun GPS-kúa. Það segir okkur að fáar GPS-kýr segja aðeins hluta sögunnar þegar túlka á hegðun hreinhópa en að sama skapi er vert að muna að hreindýr eru hjarðdýr og eru sjaldnast ein á ferð. Tímasetning einstakra GPS-kúa á því hvenær kýr yfirgefur vetrarbeitsvæði og hvenær hún mætir inná burðarsvæði er ekki endilega tengt því hve langt hún sjálf á eftir í burð heldur fylgir hún hópi kúa sem allar bera á ólíkum tíma og oft á nokkuð ólíkum svæðum. Val hennar á burðarstað og fjarlægð frá burði seinasta árs gæti þar einnig orðið fyrir áhrifum af þeim dýrum sem hún ferðast með inn á burðarsvæðin. Munur kom fram í tímasetningu burðar milli veiðisvæða (miðburður 14. maí á veiðisvæði 1 en 18. maí á veiðisvæði 2) og jafnframt í skilgreindri tímasetningu á vetrarhelmingi ársins. Þar þarf að hafa í huga að aðeins 7 kýr (9 hreinár) eru á bak við útreikninga fyrir veiðisvæði 1 en 5 (8 hreinár) á veiðisvæði 2.

## Dreifing

Einungis voru til gögn fyrir vetrardreifingu GPS-kúa yfir tvo vetur, 2018-2019 og 2019-2020. Munur í vetrardreifingu GPS-kúa fyrir þessa vetur má rekja til ólíkra snjóalaga. Fyrri veturinn 2018-2019 var snjóléttur og kýrnar dreifðar um heiðar inn til landsins og hátt yfir sjó. Á veiðisvæði 1 voru þær víða um Jökuldals- og Vopnafjarðarheiðar þó með aðgang að brúnum og dalbotnum Jökuldals og Vopnafjarðar. Á veiðisvæði 2 voru kýr dreifðar um Fljótsdalsheiði ytri og innri auk þess sem þær nýttu brúnir beggja vegna Fljótsdalsheiðar. Seinni veturinn 2019-2020 var kaldur og snjó tók ekki upp fyrr en seint. Kýrnar voru þá meira í brúnum og dalbotnum inn af Vopnafirði en einnig á Jökuldal og beggja vegna Múlans (26. mynd). GPS-kýrnar gáfu 17 áætlaðar burðarstaðsetningar (8 á veiðisvæði 1 en 9 á veiðisvæði 2) vorin 2018, 2019 og 2020. Þessar staðsetningar voru allar innan og í góðu samræmi við skilgreind burðarsvæði fyrir tímabilið 2014-2020 (18. mynd og 26. mynd). Það kom ekki á óvart þar sem þekktar staðsetningar GPS-kúa á athugunartíma var ein forsenda þess að svo vel gekk að finna kýrnar á burðartíma. Vetrarsvæðin voru alltaf á sama veiðisvæði og burðarstaðsetning en burður var þó ýmist fyrir utan eða innan vetrarbeitsvæðin. Fjarlægð milli burðarstaðar og vetrarbeitsvæðis var þó oft styttri en reiknað hafði verið með. Kýrnar virtust ekki velja sömu burðarstaði tvö ár í röð en breytilegt var hve langt var á milli staðsetninga hjá þeim í ólíkum árum. Styst var milli staðsetninga hjá Ívu á veiðisvæði 1 árin 2018 og 2019 (6,1 km) en lengst var fjarlægðin hjá Línu (32,9 km) á veiðisvæði 2 og Þúfu (24,2 km) á veiðisvæði 1 árin 2018 og 2019. Fjarlægð milli burðarstaða hjá Svalbarðs-



hrein kúm í aðliggjandi árum reyndust á bilinu 1,5 km upp í 3,9 km (Garfelt-Paulsen ofl. 2021). Snæfells-  
hjórd virtist ekki sýna mikla hagatryggð við burðarstaði í þessum árum á hvorugu veiðisvæðinu. Ekki  
er hægt að segja til um hvort þetta sé venjulegt ástand eða óvenjulegt fyrir þessar hjarðir.

### Samgangur

Engar GPS-kúnna sem merktar höfðu verið sérstaklega á veiðisvæðum 1 og 2 vegna burðarathuganna  
fóru af einu veiðisvæði yfir á annað til að bera. Tvær þeirra skruppu þó af veiðisvæði 2 yfir á veiðisvæði  
1 seinnipart vetrar en skiluðu sér aftur fyrir burð og báru á veiðisvæði 2. Tvær aðrar kýr merktar á  
vegum Náttúrustofu Austurlands í mars 2021 færðu sig þó milli veiðisvæða rétt fyrir burð 2021. Önnur  
af 2 yfir á veiðisvæði 1 en hin var merkt á veiðisvæði 6. Sú fyrri sást borin á veiðisvæði 1 20. apríl en  
hin skrapp yfir á veiðisvæði 2 skömmu eftir að hún var merkt en tók svo strikið yfir í Hamarsdalsdrög  
á veiðisvæði 7 rétt fyrir burð 11. maí. Þar var hún enn 24. maí og líklega borinn. Þar sem fáar kýr eru  
merktar með GPS staðsetningartækum á hverjum tíma þarf þolinmæði eða heppni til að lenda á  
einstaklingum sem flakka milli veiðisvæða ef gengið er út frá að slíkt flakk sé fremur undantekning en  
hitt. GPS-athuganir næstu ára munu vonandi skila fleiri slíkum einstaklingum og um leið fylla í skörd er  
varða burð á öðrum veiðisvæðum og breytingar á árlegum notkunarsvæðum hrein hópa eftir sem  
tíminn líður.

### Farhegðun

Farhegðun var lítilega skoðuð en sýnastærð var lítil og bæta þyrfti við fleiri kúm til að geta lesið betur  
út úr niðurstöðum. Þó vinnu sé ekki lokið er ljóst að farhegðun var töluvert breytilegri en búist var við  
og í því samhengi væri áhugavert að greina öll GPS gögn sem safnað hefur verið héraendis um hreindýr  
í því augnamiði að skýra þennan breytileika betur. Hafa verður í huga að aðeins 14 ferlar voru skoðaðir  
í þessari forathugun og aðeins fyrir tvö ár. Ekki er víst að þetta tímabil hafi verið dæmigert samanber  
umræður um færslu eða tilflutning dýra á báðum veiðisvæðum. Hugsanlega yrðu niðurstöður aðrar ef  
skoða mætti gögn fyrir önnur tímabil aftur í tímann þar sem margt bendir til þess að kýrnar eða jafnvel  
öll hreindýrin á veiðisvæði 1 og 2 hafi sýnt óvenju mikinn breytileika í dreifingu undanfarin ár.

Ferðahegðun GPS-kúnna jókst nokkuð skyndilega í mars og byrjun apríl, nokkuð áður en þær fóru út  
af skilgreindum vetrarvæðum sínum. Auknar ferðir GPS kúa voru því ekki beintengdar við vor-  
eða burðarfar en gætu tengst auknu aðgengi að orkuríkari fæðu (snjórin hopar og nýgræðingur fer  
af stað á láglendi).

Aðeins ein kýr flokkaðist með hreint far en helmingur GPS-kúnna sýndi svokallað blandað far (Tafla 11)  
þar sem kýrnar komu ekki aftur á sama upphafspunkt en þó í nágrenni þess svæðis. Skoða þyrfti nánar  
skilgreiningu á upphafspunkti fars og hvort ekki væri nær að styðjast við upphafssvæði fremur en  
upphafspunkt. Einnig skiptir tímasetning fars og endurkoma á svæði eða punkt máli þar sem hér er um  
árstímabundið far að ræða. Slík nálgun væri í ágætu samræmi við svæðisnotkun hreindýra á t.d.  
burðartíma, þar sem kýrnar virðast leita á sömu slóðir og árið áður til að bera en ekki endilega á sama  
stað. Svæðin geta svo færst meira til á lengri tíma en skarast lang oftast við dreifingu síðasta árs (Gunn  
o.fl., 2008).

Kýrnar sem fluttu sig inn á nýtt svæði endurspegluðu ágætlega færsluna eða tilflutning sem varð á  
veiðisvæði 1 á seinna rannsóknartímabilinu. Einnig sáust dæmi um staðbundnar kýr, ein á veiðisvæði  
1 og önnur á veiðisvæði 2. Staðbundin dýr hafa lengi verið þekkt á fjörðunum þar sem notkunarsvæði  
dýranna á ársgrundvelli eru minni. Á veiðisvæðum 1 og 2 var staðbundin hegðun lítið þekkt nema hjá  
einstaka dýrum sem voru þá gjarnan ein eða fá saman nálægt byggð, oft innan girðingar og þá stundum  
talið að eitt eða fleiri þeirra hafi verið illa haldið á einhvern hátt og hegðun þeirra þá ekki „eðlileg“.

Eina farhegðunin sem ekki sást í þessari forathugun var hreint flakk. Það er í samræmi við tilgátur um að kýr leita öryggis í kunnugleika, þó aðstæður geta komið upp þar sem dýrin þurfa að sækja á ný mið þá leita þær fljótt aftur í ákveða rútínu þar sem þau leita aftur inn á svipaðar slóðir með einhverju millibili. Þær kýr sem sendu inn staðsetningar í meira en eitt ár sýndu fram á það að farhegðun gat verið breytileg milli ára. Hreinkýr virðast því búa yfir töluverðum sveigjanleika þegar kemur að farhegðun.

## Lokaorð

Framkvæmdir við Kárahnjúka árin 2003-2009 voru umfangsmiklar og innan hefðbundinna burðarsvæða, Snæfellshjarðar. Eins og svo oft reyndist erfitt að aðgreina áhrif truflunar vegna framkvæmda frá öðrum þáttum sem móta hegðun og dreifingu hreindýra. Ljóst var þó að tvíþættar breytingar áttu sér stað í burðardreifingu hreinkúa á framkvæmdartíma; annarsvegar færsla kúa innan rannsóknarsvæðis í átt frá framkvæmdum og hinsvegar fækkun kúa sem fundust innan rannsóknarsvæðisins. Þegar fyrri hluta rannsóknar lauk 2013 höfðu ekki enn komið fram aðrar afgerandi breytingar og jafnvel mátti túlka dreifingu kúa 2011-2013 á þann veg að kýr væru að koma aftur inná burðarsvæði sem nær lágu virkjunarmannvirkjum. Þó var ljóst að breytingar vegna framkvæmda og aukinnar umferðar þyrfti að meta til lengri tíma og á stærri skala þar sem vel þekkt er að afleiðingar koma jafnan ekki fram strax og ekki aðeins í næsta nágrenni mannvirkja og lóna (Vistnes & Nellesmann, 2007).

Markmið áframhaldandi rannsókna 2014-2020, var að skoða áhrif til lengri tíma og kanna hvort breytt burðardreifing hreinkúa á framkvæmdartíma Kárahnjúkavirkjunar gengi að hluta eða alfarið til baka þegar frá liði framkvæmdum. Helstu niðurstöður voru þær að á 16 ára löngu tímabili (2005-2020) báru smám saman færri kýr á hefðbundnum burðarsvæðum innan eldra rannsóknarsvæðisins (11. mynd) næst uppistöðulónum, virkjunum og öðrum mannvirkjum þeim tengdum á veiðisvæði 1 og 2. Þær kýr sem enn héldu sig á veiðisvæði 2, vorin 2014-2020, virtust þó bera aftur nær virkjunarmannvirkjum inná Vesturöræfum, en aðeins í fremur snjóléttum vorum sem voru 3 á tímabilinu. Gögnin bentu til þess að dreifing dýra á burðartíma stýrðist allavega að hluta af hæð yfir sjó, snjóalögum og aðgengi að nýgræðingi. Fækkun á eldri hluta rannsóknarsvæðisins kom ekki fram fyrr en 2010 á veiðisvæði 2 og 2013 á veiðisvæði 1. Hvorutveggja var eftir að aðalframkvæmdartíma lauk. Í framhaldi fjölgaði hreindýrum á aðliggjandi veiðisvæðum til austurs sem leiddi til aukins veiðikvóta á þeim svæðum og hugsanlega óbeint til fækkunar í Snæfellshjörð. Lág kálfahlutföll í júlí á veiðisvæði 2 á síðustu árum athugunnar (2018-2020) vöktu áhyggjur.

Snjóléttur og gróinn hluti Vesturöræfa og Kringilsárrana fór undir Háslón haustið og veturinn 2006-2007 sem gerði svæðið einsleitara og minnkaði þanþol þess gegn ólíkum aðstæðum að vori. Svæðið sem eftir stóð austan Háslóns er gróskumikið en snjóþungt og liggur hátt yfir sjó. Brúaröræfi og svæðin þar fyrir innan, vestan Háslóns eru snjólétt en jafnframt gróðursnauðari heldur en Vesturöræfi. Á Múla fóru líka gróin svæði undir uppistöðulón en þó í minna mæli. Ef aðeins er horft til snjóalaga og hæð lands yfir sjó sem hvorutveggja virtist skipta máli við val kúa á burðarsvæðum geta Vesturöræfi, Kringilsárrani og jafnvel Múli ekki talist eins hentug til burðar og fyrir virkjun. Framkvæmdum við Kárahnjúka og stofnun Snæfellsþjóðgarðs fylgdu einnig betri vegir og bætt aðgengi ferðafólks. Vel þekkt er að umsvif manna t.d. umferð og mannvirki kunna að hafa langtímaáhrif á svæðisnýtingu hreindýra, en til að sýna fram á slíkt þyrftu mælingar að standa yfir í lengri tíma og ná til stórra svæða (Vistnes & Nellesmann, 2007). Ekki er hægt að útiloka að rýrnun hefðbundinna burðarsvæða og aukinn burður utan þeirra tengist að hluta til aukinni dánartíðni kálfa fyrstu vikunnar eftir burð sem fram kom á veiðisvæði 2.

Samhliða framkvæmdum og auknu aðgengi ferðamanna að hálendi Íslands hefur veðurfar verið að breytast á síðustu áratugum. Breyttu veðurfari fylgja breytingar á snjóalögum og gróðurfari. Mildari vetur gætu í einhverjum tilfellum leitt til þess að landsvæði sem áður voru á kafi í snjó á vorin henti nú betur til burðar en áður. Norðausturheiðar, Múli og jafnvel dalbotnar aðliggjandi fjarðarsvæða gætu verið dæmi um slík svæði. Á sama hátt gæti breytt veðurfar leitt til þess að svæði sem hreindýrin nýttu áður til burðar henti nú síður til þess.

Ársveiflur í snjóalögum og hitastigi hafa bein áhrif á aðgengi fæðu að vori og eðlilegt að það skili sér í færslu burðardreifinga milli ára. Þegar aftur á móti fara saman langtíma veðurfarsbreytingar, breytingar í þéttleika dýra, skerðing hreindýrahaga og jafnvel fæling vegna aukinnar og breyttrar landnotkunar, er líklegt að gæði eða hentugleiki svæðis til burðar fyrir hreinkýr rýrni til lengri tíma. Í stað færslu eða hnikunar þar sem dreifing skarast við dreifingu síðasta árs geta kýr þá þurft að grípa til lengri tilflutnings þar sem skipt er alfarið yfir á nýtt svæði og skörun við dreifingu ársins á undan er jafnvel engin. Í slíkum tilfellum geta kýrnar ekki nýtt sér öryggið sem fellst í fyrri reynslu af svæðinu. Ekki er víst að slík „ný“ svæði henti vel til burðar. Ef svo væri er eins líklegt að þau svæði séu þegar í notkun af öðrum hópum hreinkúa. Meiri þéttleiki kúa á áður nýttu burðarsvæði eða óþekkt og jafnvel óhentugri burðarsvæði gætu aukið á dánartíðni kálfa til lengri tíma og jafnvel fallþunga og frjósemi dýra.

Þegar hróflað er við burðarsvæði lítills stofns þarf að gera ráð fyrir áhrifum, þó slík áhrif geta tekið sinn tíma í að koma fram. Þó hreindýrin hafa sýnt fram á ákveðna aðlögunarhæfni eða sveigjanleika í burðardreifingum sínum er ljóst að vegið er að þeim úr ýmsum áttum. Með auknum áhuga okkar á viðernum eða afskekktum dalbotnum til útivistar eða framkvæmda, þrengir að hentugum svæðum til burðar. Búsvæði hreindýra og þá sérstaklega burðarsvæði gætu þurft frekari verndunar við. Við skilgreiningu á mörkum friðaðra svæða þarf að hafa í huga eðlilegan breytileika í dreifingu þeirra eftir árum. Svæðið þarf að vera nógu stórt og breytilegt til að dýrin geti nýtt ólíka hluta þess eftir breytingum í árferði. Jafnframt ættu mörk ekki að vera fasti heldur þarf að vera hægt að endurskoða þau eftir hegðun og breytingum í dreifingu hreindýra. Burðartíminn er sá tími þar sem kýrnar eru hvað viðkvæmastar fyrir truflun, aðgengi að fæðu er hvað mest takmarkað og kálfar eru á sérlega viðkvæmu stigi.

## Þakkir

Ýmsir komu að athugunum á burðarsvæðum hreindýra á þessu 7 ára seinna rannsóknartímabili. Um talningar sáu auk starfsfólks Náttúrustofu Austurlands (Rán Þórarinsdóttir, Skarphéðinn G. Þórisson og Hálfán Helgi Helgason): Jón Ingi Sigurbjörnsson, Grétar Karlsson, Ólafur Gauti Sigurðsson og Sævar Guðjónsson. Þessir menn eru allir þrælvanir leiðsögumenn með hreindýraveiðum eða talningarmenn Náttúrustofunnar til lengri tíma. Þeir þekkja hegðun dýranna vel og eru okkar helstu sérfræðingar í að koma auga á hreindýr á löngu færi. Auk þess eru þeir vel kunnugir notkunarsvæðum hreindýra og hafa góða þekkingu á því hvaða svæði dýrin leita helst í. Með þeirra hjálp helst hlutfall kúa sem finnast í talningum eins hátt og hægt er að hafa það.

Um flug sáu helst Halldór Bergsson, Sigurbergur Ingi Jóhannsson og Tómas Kárason. Fá þeir bestu þakkir fyrir þolinmæði, nákvæmni og ljúfa lund. Starfsmönnum Landsvirkjunar og þá sérstaklega Árna Óðinssyni þökkum við veittar upplýsingar. Undirbúningur fyrir burðarflug fer mikið til fram að kvöldi þar sem liggja þarf yfir nýjustu veðurupplýsingum og heyra í aðstoðarmönnum og flugmönnum. Auk þess fer veðurspáin ekki eftir reglum um þægilega vinnutilhögun svo flug lendir allt eins á helgum eða eftir hefðbundinn vinnutíma seinnipart. Aðstandendur þurfa þá að hlaupa undir bagga með hitt og þetta og eiga þeir bestu þakkir fyrir auðsýndan skilning og umburðarlyndi.

## Heimildarskrá

- Bergerud, A. T., (1975). The reproductive season of Newfoundland caribou. *Canadian Journal of Zoology*. 53(9)
- Beverly and Qamanirjuaq caribou management board (2004). Protecting calving grounds, post-calving areas and other important habitats for Beverly and Qamanirjuaq caribou: A position paper. Beverly and Qamanirjuaq caribou management board, Stonewall MB. 26 bls.
- Bivand, R. & Lewin-Koh, N. (2020). Maptools: Tools for Handling Spatial Objects. R package version 1.0–2. Skoðað á <https://CRAN.R-project.org/package=maptools>
- Bivand, R., Keitt, T. & Rowlingson B. (2021). rgdal: Bindings for the 'Geospatial' Data Abstraction Library. R package version 1.5–23.
- Bradshaw C. J. A. & McMahon C. R. (2008). Fecundity. Í: Sven Erik Jørgensen & Brian D. Fath (Aðalritsj.), *Population Dynamics*. *Encyclopedia of Ecology*, 2:1535-1543. Oxford: Elsevier. Skoðað 14 júní 2021. Aðgengilegt á: <https://www.researchgate.net/publication/230996104>
- Bunnefeld, N., Börger, L., van Moorter, B., Rolandsen, C.M., Dettki, H., Solberg, E.J. and Ericsson, G. (2011). A model-driven approach to quantify migration patterns: individual, regional and yearly differences. *Journal of Animal Ecology*, 80: 466-476. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2010.01776.x>
- Burt W. H. (1943). Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 24: 346-352
- Cagnacci, F., Focardi, S., Ghisla, A., van Moorter, B., Merrill, E.H., Gurarie, E., Heurich, M., Myrseter, A., Linnell, J., Panzacchi, M., May, R., Nygård, T., Rolandsen, C. and Hebblewhite, M. (2016). How many routes lead to migration? Comparison of methods to assess and characterize migratory movements. *J Anim Ecol*, 85: 54-68. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12449>
- Calange, C. (2019). Home Range Estimation in R. the adehabitatHR package. March 2019. Sótt í mars 2021 á: <https://cran.r-project.org/web/packages/adehabitatHR/vignettes/adehabitatHR.pdf>
- Calange, C. (2006) The package adehabitat for the R software: a tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological Modelling*, 197: 516-519
- Copernicus Global Land Operations (2021). NDVI300\_PROBAV\_V1.0.1 Copernicus Global Land Operations. "Vegetation and Energy" "CGLOPS-1". Framework Service Contract N°939735 - JCR - 2020. [https://land.copernicus.eu/global/sites/cgls.vito.be/files/products/CGLOPS1\\_PUM\\_NDVI300m-V2\\_I1.01.pdf](https://land.copernicus.eu/global/sites/cgls.vito.be/files/products/CGLOPS1_PUM_NDVI300m-V2_I1.01.pdf) og landupplýsingagögn sótt í mars 2021 á: <https://land.copernicus.vgt.vito.be/PDF/portal/Application.html#Browse;Root=513186;Collection=1000063;Time=NORMAL,NORMAL,1,JANUARY,2014,1,MAY,2021;isReserved=false>
- Esri (1999-2020). ArcGIS Desktop 10.8.14362. Basic licence type.
- Faille, G. Dussault, C. Ouellet, J.P., Fortin, D. Courtois, R. St-Laurent, M-H. & Dussault, C. (2010). Range fidelity: The missing link between caribou decline and habitat alteration? *Biological Conservation*, Vol. 143 (11): 2840-2850, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.08.001>.
- Flydal, K. & Reimers, E. 2002. The relationship between calving time and physical condition in three wild reindeer populations in Southern Norway. *Wildl. Biol.* 8: 145-151.
- Followit Sweden AB (2020). Tellus GPS collars. Brings you closer to wildlife. Sótt í desember 2020 á: [https://www.followit.se/files/folder/magazines/tellus/tellus\\_product\\_sheet.pdf](https://www.followit.se/files/folder/magazines/tellus/tellus_product_sheet.pdf)
- Garfelt-Paulsen, I. M., Soininen, E.M., Ravolainen, V., Loe, L. E., Hansen, B. B.R., Irvine, J., Stien, A., Ropstad, E., Veiberg, V., Fuglei, E. & Pedersen Å. Ø. (2021). Don't go chasing the ghosts of the past: habitat selection and site fidelity during calving in an Arctic ungulate. *Wildlife Biology*. 2021(2)

- Giraudoux, P. (2021). *pgirmess: Spatial Analysis and Data Mining for Field Ecologists*. R package version 1.7.0. <https://CRAN.R-project.org/package=pgirmess>
- Gunn, A., Poole, K. G. & Wierzhowski, J. (2008). A geostatistical analysis for the patterns of caribou occupancy on the Bathurst calving grounds 1966-2007. Indian and Northern Affairs Canada, Yellowknife, NWT. 50 bls.
- Gunn, A., Poole, K. G., & Nishi, J. S. (2012). A conceptual model for migratory tundra caribou to explain and predict why shifts in spatial fidelity of breeding cows to their calving grounds are infrequent. The 13th North American Caribou Workshop Winnipeg, Manitoba, Canada 25–28 October 2010, *Rangifer*, Special Issue No. 20, 2012.
- Halldór Björnsson, Bjarni D. Sigurðsson, Brynhildur Davíðsdóttir, Jón Ólafsson, Ólafur S. Ástþórsson, Snjólaug Ólafsdóttir, Trausti Baldursson og Trausti Jónsson (2018). Loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi – Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar 2018. Veðurstofa Íslands.
- Hijmans, R. J. (2020). *raster: Geographic Data Analysis and Modeling*. R package version 3.3-13. <https://CRAN.R-project.org/package=raster>
- Højsgaard, S. & Halekoh, U. (2020). *doBy: Groupwise Statistics, LSmeans, Linear Contrasts, Utilities*. R package version 4.6.7. <https://CRAN.R-project.org/package=doBy>
- Jia, G.J., Epstein, H.E., and Walker, D.A. (2004). Controls over intra-seasonal dynamics of AVHRR NDVI for the Arctic tundra in northern Alaska. *International Journal of Remote Sensing*, 25(9): 1547-1564
- Joo, R., Boone, M.E., Clay, T.M., Patrick S.C., Clusella-Trullas, S. & Basille, M. (2018). Biologging: Review. Navigating through the r packages for movement. *Journal of Animal Ecology*. DOI: 10.1111/1365-2656.13116
- Jón Gunnar Ottósson, Anna Sveinsdóttir og María Harðardóttir, ritstj. (2016). *Vistgerðir á Íslandi. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 54*. 299 bls.
- Karlsen, S.R., Solheim, I., Beck, P.S.A., Høgda, K.A., Wielgolaski, F.E. and Tømmervik, H. (2007). Variability of the start of the growing season in Fennoscandia, 1982–2002. *International Journal of Biometeorology*, 51(6): 513–524.
- Kernohan, B. J., Gitzen, R. A. & Millspaugh, J. J. (2001). *Analysis of Animal Space Use and Movements. Radio Tracking and Animal Populations* (ritstj. J. J. Millspaugh & J. M. Marzluff), bls. 126-169. Academic Press, London.
- Kie John G., Matthiopoulos Jason, Fieberg John, Powell Roger A., Cagnacci Francesca, Mitchell Michael S., Gaillard Jean-Michel & Moorcroft Paul R. (2010). The home-range concept: Are traditional estimators still relevant with modern telemetry technology? *Phil. Trans. R. Soc.* B365: 2221–2231. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0093>
- Kjetil Flydal & Eigil Reimers (2002). Relationship between calving time and physical condition in three wild reindeer *Rangifer tarandus* populations in southern Norway. *Can. J. Zool.* 90(3): 393-402
- Landmælingar Íslands (2019). IS50v (útgáfa 17062019\_ISN93). Sótt í júlí 2019 á: <https://www.lmi.is/is/landupplýsingar/gagnagrunnar/nidurhal>
- Landmælingar Íslands (2020). ÍslandsDEM útgáfa 0. <https://gatt.lmi.is/geonetwork/srv/search?denominator=5000>
- Lehmann, E.L. and D’Abrera, H.J.M. (1998). *Nonparametrics: statistical methods based on ranks*. Revised edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. Luo, X., Chen, X., Xu, L., Myneni, R. and Zhu, Z. (2013). Assessing performance of NDVI and NDVI3g in monitoring leaf unfolding dates of the deciduous broadleaf forest in Northern China. *Remote Sensing*, 2013(5): 845–861.
- Markon C. J., (1999), Characteristics of the Alaskan 1km Advanced Very High Resolution Radiometer data sets used for analysis of vegetation biophysical properties. U.S. Department of the Interior of U.S. Geological Survey.

- McMahon, C. R. & Bradshaw, C. J. A. (2008). Fecundity. In: Sven Erik Jørgensen & Brian D. Fath (ritstj.), Population Dynamics. Vol. [2] of Encyclopedia of Ecology, 5 vols. pp. [1535-1543] Oxford: Elsevier. (18) (PDF) *Population Ecology: Fecundity*. Aðgengilegt á: [https://www.researchgate.net/publication/230996104\\_Population\\_Ecology\\_Fecundity](https://www.researchgate.net/publication/230996104_Population_Ecology_Fecundity)
- Náttúrufræðistofnun Íslands (2019). Vistgerðir á Íslandi: land. NI\_VG25r\_2.utg. desember 2018. Sótt í júní 2019 á: <https://gatt.lmi.is/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/5c5138ae-b21c-4288-832f-e1c1d0733f3e>
- Paoli, A., Weladiji, R.B, Holand, Ø. & Kumpula, J. (2018). Winter and spring climatic conditions influence timing and synchrony of calving in reindeer. PLoS ONE 13(4).
- Pebesma, E., (2018). Simple Features for R: Standardized Support for Spatial Vector Data. The R Journal 10 (1), 439-446, <https://doi.org/10.32614/RJ-2018-009>
- Post, E. P.S., Pedersen, C. & MacArthur, M.A. (2003). Synchrony between caribou calving and plant phenology in depredated and non-depredated populations. Canadian Journal of Zoology. 81 (10).
- 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/>.
- Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir (2015). Burðarsvæði Snæfellshjarðar 2005-2013. LV-2015-130 NA-150154
- Raynolds, M., Magnússon, B, Methúsalmesson, S. and Magnússon, S. (2014, september) S. MODIS NDVI trend in Iceland. Erindi flutt á Circumpolar Remote Sensing Symposium, Reykjavík.
- Reed, B. C., Brown J. F., Vanderzee, D., Loveland, T. R., Merchant, J. W. and Ohlen, D. O. (1994). Measuring phenological variability from satellite imagery. Journal of Vegetation Science, 5(5), 703–714.
- Reimers, E. (2002). Calving time and foetus growth among wild reindeer in Norway. Rangifer, 22(1): 61-66. <https://doi.org/10.7557/2.22.1.689>
- Reimers, E, Nieminen, M. & Tsegaye, D. (2013). Antler casting in relation to parturition in semi-domesticated female reindeer. Rangifer, 33, (1): 17-24
- Reimers, E. (1993). Antlerless Females among Reindeer and Caribou. Can. J. Zool. 71: 1319-1325.
- Samsýn (2021). Grátónakort og örnefni, sótt í janúar 2021 á: Arcgis Online. Kortið byggist á gögnum frá Samsýn. LMÍ, LUKR o.fl.
- Silverman, B.W. (1986). Density Estimation for Statistics and Data Analysis. Monographs on Statistics and Applied Probability Chapman & Hall. Sótt í maí 2021 á: <https://ned.ipac.caltech.edu/level5/March02/Silverman/paper.pdf>
- Skarphéðinn G. Þórisson (2018). Population dynamics and demography of reindeer (*Rangifer tarandus L.*) on the East Iceland highland plateau 1940-2015. MS-theses. Faculty of Environmental Sciences.
- Skarphéðinn G. Þórisson og Inga Dagmar Karlsdóttir (2001). Áhrif Kárahnjúkavirkjunar á íslenska hreindýrastofninn. Unnið fyrir NÍ og LV. NA-36 LV-2001/023. Reykjavík.
- Skarphéðinn G. Þórisson og Kristín Ágústsdóttir (2014). Snæfellshjörð. NA-140140, Egilsstaðir.
- Skarphéðinn G. Þórisson og Rán Þórarinsdóttir (2020). Vöktun hreindýra 2019 og tillaga um veiðikvóta og ágangssvæði 2020. NA-200197 Egilsstaðir.
- Skarphéðinn G. Þórisson og Rán Þórarinsdóttir (2021). Vöktun hreindýra 2020 og tillaga um veiðikvóta og ágangssvæði 2021. NA-210206 Egilsstaðir.
- Skarphéðinn Þórisson (1983). Hreindýrarannsóknir 1979-1981. Lokaskýrsla. Náttúrufræðistofnun Íslands. Gefið út af Orkustofnun, Vatnsorkudeild. Reykjavík OS-83072/VOD-06
- Skogland, T. (1994). Vekst, formering og overlevelse í: Villrein-Fra urinnvåner til miljøbarometer. Drammen: Teknologisk forlag, Tangen Grafisk Senter.

- Snorri Baldursson, Helgi Torfason og Hörður Kristinsson (2003). Náttúrufar og verndargildi náttúrufyrirbæra norðan Vatnajökuls-Yfirlit, NÍ-03002. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands, unnið fyrir umhverfissráðuneytið.
- Stabler, B. (2013). shapefiles: Read and Write ESRI Shapefiles. R package version 0.7. <https://CRAN.R-project.org/package=shapefiles>
- Strand, O., Falldorf, T. Hansen, F. (2008). A simple time series approach can be used to estimate individual wild reindeer calving dates and calving sites from GPS tracking data. The 12th North American Caribou Workshop, Happy Valley/Goose Bay, Labrador, Canada, 4-6 November 2008.
- Tamstorf, M.P. (2004). Analyse af vegetation i satellitmærkede rensdyrs kerneområder. Í: Aastrup, P. (ritstj.) 2004. Samspillet mellem rensdyr, vegetation og menneskelige aktiviteter i Grønland. Pinngortitaleriffik, Grønlands Naturinstitut, teknisk rapport nr. 49.
- Tucker, C.J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of the Environment*, 8(2), 127–150.
- Vistnes, I. & Nellemann, C. (2008). The matter of spatial and temporal scales: a review of reindeer and caribou response to human activity. *Polar Biology*. **31**:399–407. <https://doi.org/10.1007/s00300-007-0377-9>
- Vittinghoff, E., Glidden, D.V., Shiboski S.C. & McCulloch, C.E. (2012). *Regression Methods in Biostatistics. Logistic, Survival, and Repeated Measures Models. Second Edition.* Springer.
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis.* Springer-Verlag New York. <https://ggplot2.tidyverse.org>
- Worton, B. J. (1989). Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology*, 70(1), 164–168

# NÁTTÚRUSTOFA AUSTURLANDS

Bakkavegi 5 • 740 Neskaupstaður • Sími 477-1774 • Netfang: [na@na.is](mailto:na@na.is)  
Tjarnarbraut 39B • 700 Egilsstaðir • [www.na.is](http://www.na.is)