

BS – ritgerð

Desember 2013

Heimasvæði og landnotkun hreindýra í Norðurheiðahjörð

Hrafnkatla Eiríksdóttir



Landbúnaðarháskóli Íslands
Agricultural University of Iceland

Umhverfisdeild

BS – ritgerð

Desember 2013

Heimasvæði og landnotkun hreindýra í Norðurheiðahjörð

Hrafnkatla Eiríksdóttir



Leiðbeinandi: Menja von Schmalensee,
Náttúrustofu Vesturlands

Landbúnaðarháskóli Íslands
Umhverfiseild

Yfirlýsing höfundar

Hér með lýsi ég því yfir að ritgerð þessi er byggð á mínum eigin athugunum, er samin af mér og að hún hefur hvorki að hluta né í heild verið lögð fram áður til hærri prófgráðu.

Hrafnkatla Eiríksdóttir

Ágrip

Markmið þessarar rannsóknar var að kanna landnotkun þriggja hreindýrskúa úr Norðurheiðahjörð (norðvestan Jökulsár á Dal) m.t.t. áhrifa mismunandi búsvæða og árstíma. Þetta var gert með því að kortleggja heima- og kjarnasvæði dýranna á mismunandi tímabilum.

Gögn um ferðir hreindýranna komu frá Náttúrustofu Austurlands, en þeim var aflað með því að festa hálsólar með GPS-staðsetningarbúnaði á hreindýrin. Með því móti fengust upplýsingar um staðsetningar þeirra á þriggja klukkustunda fresti yfir 12-15 mánaða tímabil. Landnotkun var greind í ArcGIS með sérhannaðri HRT viðbót. Landnotkunardreifing, þ.m.t. stærð og lega heima- og kjarnasvæða, fékkst með útreikningum á 25%, 50%, 75% og 90% líkindakúrfum sem reiknaðar voru með fastri þungamiðjúlíkindadreifingu (e. *fixed kernel density estimation*) og h_{ref} jöfnun. Þetta var gert annars vegar á öllu gagnasetti hvers dýrs og hins vegar fyrir fjögur skilgreind tímabil..

Heimasvæði hreindýranna þriggja voru ólík að stærð og lögun eftir árstímum. Heimasvæði voru minnst á burðar- og fengitíma, en stærst yfir veiðitímann (að hausti), en þá var einnig minnst skörun á landnotkun dýranna. Þetta bendir til að á veiðitímanum hafi dýrin verið meira á ferðinni. Erfitt er að skýra það út frá líffræði dýranna og náttúrulegu umhverfi, en mögulega skýrist það að miklu leyti af áreiti veiðimanna. Skörun á heimasvæðum dýranna þriggja var mest um veturinn, en þá halda dýrin sig í stórum hópum á tiltölulega litlum, oft snjóléttum, svæðum.

Kringilsárrani, Jökuldalsheiði og Tunguheiði voru mikilvægustu svæðin fyrir hreindýr í Norðurheiðahjörð á rannsóknartímanum, en þar mátti oftast finna kjarnasvæði á ólíkum tímabilum. Svæðin eiga það öll sameiginlegt að vera ágætlega gróin, rík af fléttugróðri og ekki snjóþung.

Lykilorð: Hreindýr, heimasvæði, Kernel útreikningar, landnotkun, Norðurheiðahjörð.

Þakkarorð og tileinkun

Ég vil byrja á því að þakka leiðbeinanda mínum Menju von Schmalensee hjá Náttúrustofu Vesturlands, kærlega fyrir allar þær útskýringar sem hún gaf mér ásamt einstakri þolinmæði og hjálpssemi. Sömuleiðis vil ég þakka henni lán á tölvubúnaði og fyrir að taka mig inn á heimili sitt til að klára síðustu vinnuna.

Skarphéðinn G. Þórisson hjá Náttúrustofu Austurlands fær þakkir fyrir ómetanlega aðstoð og upplýsingar um allt sem snýr að hreindýrum, fyrir að veita mér aðgang að gögnunum sínum og fyrir að svara spurningum sem á mér brunnu, hvort sem þær sneru að verkefninu eða forvitni minni einni saman. Hann fær einnig þakkir fyrir yfirlestur á aðferðafræðinni.

Einnig vil ég þakka Sigmundi Helga Brink hjá Landbúnaðarháskóla Íslands fyrir ótrúlega þolinmæði og að vera alltaf boðinn og búinn að hjálpa er ArcGIS var að hrekkja mig.

Síðust en ekki síst er fjölskylda mín og aðrir sem hvöttu mig áfram til að ljúka þessu verki. Kærasti minn, Snorri Þorsteinsson fær þakkir fyrir að peppa mig upp og reka mig áfram þótt að illa gengi. Tengdamóðir mín Laufey Valsteinsdóttir fyrir prófarkalestur á ritgerðinni sem og stuðning á meðan á vinnunni stóð. Pabbi fyrir upplýsingagjöf varðandi hreindýrin á svæðinu ásamt dýrunum í verkefninu mínu og mamma fyrir að segja mér að drífa mig að klára þessa blessuðu ritgerð. Þá eru ótaldir þeir fjölmörgu vinir sem hvöttu mig, hughreystu og aðstoðuðu við túlkun erlendra fræðigreina ásamt hugmyndum af orðalagi þegar ég strandaði þar.

Þúsund þakkir öll saman, þið eruð dásamleg.

Ritgerðina vil ég tileinka íslenska hreindýrastofninum og Landbúnaðarháskóla Íslands.

Efnisyfirlit

Yfirlýsing höfundar	iv
Ágrip.....	v
Þakkarorð og tileinkun	vi
Efnisyfirlit	vii
1. Inngangur	1
1.1. Almenn um landnotkun dýra	1
1.1.1 Heimasvæði	1
1.1.2 Far.....	3
1.2. Landnotkun hreindýra.....	4
1.2.1 Heimasvæði	5
1.2.2 Far.....	6
1.3. Almenn um aðferðafræði við skoðun á landnotkun dýra	7
1.4. Rannsóknarspurningar	9
2. Efni og aðferðir	11
2.1. Rannsóknarsvæðið.....	11
2.2. Gagnaöflun	12
2.3. Úrvinnsla	14
3. Niðurstöður.....	16
3.1. Val á aðferðum	16
3.2. Landnotkun og skörun svæða	18
3.3. Lögun og lega heimasvæða	24
4. Umræður.....	27
4.1. Munur á aðferðum	27
4.2. Stærð og lega heima- og kjarnasvæða	27
4.3. Skörun.....	29
4.4. Framtíðarhorfur hreindýra hér á landi	30
5. Lokaorð	32
6. Heimildaskrá	33
7. Myndaskrá:.....	38
8. Töfluskrá:	39
9. Viðaukar:.....	40

1. Inngangur

1.1. Almennt um landnotkun dýra

Maðurinn er eina dýrið sem getur lifað á svæði sem af náttúrunnar hendi uppfyllir ekki grunnþarfir um s.s. fæðu, vatn og skjól. Þetta gerir hann með því að breyta aðstæðum svæðis sér í hag og flytja það sem skortir frá öðrum svæðum. Vegna þessa hefur maðurinn getað dreift sér um allar heimsálfur jarðar.

Landnotkun dýra hefur lengi verið manninum hugðarefni. Með því að kortleggja hana má öðlast innsýn í marga mikilvæga þætti í líffræði dýranna, eins og búsvæða- og fæðuval þeirra, ásamt samkeppni innan og milli tegunda (Morrison, Marcot & Mannan, 2006).

Þekking á landnotkun dýra er lykilforsenda þess að skilgreina og forgangsraða svæðum sem ber að vernda þegar tryggja á viðhald tegunda, auk þess sem hún getur nýst við endurheimt og endurgerð búsvæða í þeim tilgangi að endurreisa illa stadda stofna eða tegundir (Kerr & Deguise, 2004). Slík þekking getur sem sé gagnast við að reyna að bjarga tegundum úr útrýmingarhættu og þar af leiðandi viðhalda líffræðilegum fjölbreytileika, en eyðing búsvæða er ein af meginástæðum þess að tegundir lenda í útrýmingarhættu (Kerr & Deguise, 2004). Þekking á landnotkun dýra getur einnig nýst til að skilja vistfræðileg tengsl og þætti sem stýra stofnstærð og stofnbreytingum tegundar sem um ræðir, m.a. þá þætti sem takmarka stofnstærð. Upplýsingarnar geta þannig nýst við bæði verndun tegunda og veiðistjórnun þeirra.

1.1.1 Heimasvæði

Heimasvæði (e. *home range*) er það svæði sem tiltekið dýr þarf til að viðhalda sér og æxlast. Það rúmar því nauðsynlegar auðlindir auk svæða sem dýrið fer yfir til að stunda sínar daglegu athafnir á borð við fæðuöflun, mökun og uppeldi ungvíðis (Burt, 1943; Hickman o.fl., 2011). Þegar heimasvæði dýra eru greind verður að taka tillit til þess að þau geta verið mjög breytileg í tíma og því er nauðsynlegt að innlima tímaþátt í alla umfjöllun um þau. Þegar fjallað er um heimasvæði dýra verður þannig að tilgreina á hvaða tímabili heimasvæðið var greint (Kernohan, Gitzen & Millspaugh, 2001). Flest dýr og öll spendýr geyma og kortleggja upplýsingar um heimasvæðið sitt í minninu og læra að tengja hluti og viðburði við tiltekin svæði innan þess (Kie o.fl., 2010; Spencer, 2012). Dýr velur heimasvæði sitt með tilliti til ávinnings og kostnaðar þess að lifa þar og kostnaðar við að ferðast milli staða sem það heimsækir eftir þörfum (Mitchell & Powell, 2004). T.d. eru fæðuöflunarstaðir heimsóttir oft

á ævi dýrsins en staðir sem dýrið nýtir til mökunar. Þeir staðir sem dýrið nýtir mest innan heimasvæðis síns á tilteknu tímabili teljast til kjarnasvæða (e. *core areas*) (Kernohan o.fl., 2001) en þau svæði eru afar mikilvæg dýrunum vegna t.d. fæðuauðlinda, vatns, skjóls eða annarra þátta (Morrison o.fl., 2006). Hjá flestum dýrum er heimasvæðið þröngt afmarkað (Boitani & Fuller, 2000) og það eykur hæfni dýranna að þekkja sitt svæði vel og hafa staðsett auðlindir þess og hættur (Spencer, 2012). Stærð heimasvæðis á hverjum tíma ákvarðast af þörfum dýrsins annars vegar og gæðum svæðisins hins vegar. Séu gæði heimasvæðis léleg þarf dýrið stærra svæði en það færir sig þó gjarnan á milli hluta svæðisins eftir því hvaða auðlindum það þarf að hafa aðgang að á hverjum tíma (Mitchell & Powell, 2004). Stærð heimasvæðis endurspeglar því oft stærð dýrs að einhverju leyti, þ.e. lítil dýr þurfa yfirleitt mun minna heimasvæði en stór dýr til að viðhalda sér (Makarieva, Gorshkov & Li, 2005). Heimasvæði dýra er eins lítið og mögulegt er, til að spara orku við ferðalög, en þó af þeirri stærð að svæðið uppfylli lágmarksþarfir einstaklingsins eins vel og hægt er (Mitchell & Powell, 2004). Gæði búsvæða eru þó misjöfn og séu búsvæðin rýr þarf dýrið stærra heimasvæði en ella (McLoughlin, Ferguson & Messier, 2000; Mitchell & Powell, 2004). Fæðuframboð er sá þáttur sem oftast er takmarkandi og hvetur dýr til að útvíkka heimasvæði sitt svo það geti fullnægt fæðuþörfum sínum (McLoughlin o.fl., 2000) en útvíkkunin er yfirleitt tímabundin, enda fæðuþarfir dýrs ekki þær sömu t.d. á fengitíma og á meðan dýrið er með afkvæmi (Mitchell & Powell, 2004).

Heimasvæði geta skarast á milli einstakra dýra og tegunda. Séu nægar auðlindir til staðar geta slík skörunarsvæði orðið hlutlaus m.t.t. eignarhalds og margir einstaklingar notað saman sömu auðlindirnar (McLaughlin o.fl., 2000; Hickman o.fl., 2011). Þegar auðlindir svæðis eru af skornum skammti eykst samkeppni um auðlindir og líklegra verður að dýr verji þær fyrir öðrum einstaklingum, séu þær á annað borð verjanlegar (McLaughlin o.fl., 2000). Dýr verja sjaldan allt heimasvæði sitt fyrir öðrum einstaklingum (Hickman o.fl., 2011). Það svæði sem varið er fyrir ágangi annarra einstaklinga af sömu tegund kallast óðal (e. *territory*), og getur atferli dýrsins á óðali sínu haft áhrif á heimasvæðismyndun annarra einstaklinga (Mitchell & Powell, 2004). Óðal getur verið allt heimasvæðið eða lítið kjarnasvæði innan heimasvæðis og allt þar á milli (Powell, 2000) (Hickman o.fl., 2011; Reece, Taylor, Simon & Dickey, 2012). Stærð óðals fer eftir tegundum, gæðum búsvæðis og hvernig notkun óðalsins er háttað (Hickman o.fl., 2011; Reece o.fl., 2012). Spendýr merkja gjarnan útlínur óðals síns með seyti úr lyktarkirtlum, með hlandi eða saur (Hickman o.fl., 2011). Óðalshegðun (e. *territorial behaviour*) er almennt ekki eins sýnileg hjá spendýrum og hún er hjá fuglum, þar sem spendýr nýta frekar lykt og merkingar til að fæla keppinauta burt og marka sitt óðal, en

fuglar eru sýnilegri og verja svæðið með söng, sýniatferli eða því að hrekja keppinautinn á brott (Hickman o.fl., 2011).

1.1.2 Far

Dýr leggja stundum í ferðalög út úr sínum heimasvæðum til að komast á aðrar slóðir þar sem aðstæður eru hagstæðari á tilteknum tímabilum. Sé um endurteknar, reglubundnar ferðir fram og til baka milli sömu svæða að ræða eru slíkar ferðir kallaðar far (e. *migration*) (Aidley, 1981; Postlethwait & Hopson, 2006; Alerstam, 2011; Reece o.fl., 2012). Far er þekkt meðal tegunda skordýra, skriðdýra, fiska, fugla og spendýra (Quinn, 2005; Wilcove, 2008; Chapman o.fl., 2010; Egevang o.fl., 2010) en hjá skordýrum er far yfir lengri vegalengdir þó bundið við vængjaðar tegundir (Williams, 1957). Far er aðgreinanlegt frá öðrum ferðum dýra því það er ferðalag frá einum stað til annars, yfirleitt árstíðatengt og ætlunin er að snúa aftur til fyrri heimkynna (Wilcove, 2008). Far getur líka verið tengt þroskastigum eins og er t.d. hjá laxfiskum (Quinn, 2005). Kveikjan að fari eru breytingar á ljóslotu, breytingar í umhverfi eða hormónavirkni (Aidley, 1981). Það er misjafnt eftir tegundum hvernig dýr rata á milli svæða meðan far stendur yfir. Sumar tegundir treysta á segulsvið jarðar, aðrar treysta á kennileiti á borð við fjöll og strandlínur, stöðu stjarna á næturhimninum eða lyktarskynið svo eitthvað sé nefnt (Wilcove, 2008).

Dýr nota far meðal annars til að hafa aðgang að fullnægjandi fæðuauðlindum allt árið og til að ala unga sína í hagstæðu umhverfi (Reece o.fl., 2012). Farið gefur þeim tækifæri til að nýta auðlindir sem gnægð er af á afmörkuðu tímabili og forðast aðstæður sem eru þeim ekki hagstæðar (Aidley, 1981), t.d. ferðast fuglar til varps á svæði þar sem gnótt fæðu er yfir sumarið, en takmarkað framboð að vetri (Wilcove, 2008).

Far tegunda er eins misjafnt og þær eru margar. Árlega ferðast fjöldi fiðrilda frá Miðjarðarhafslöndunum til Norður-Evrópu og til baka aftur og nýta sér háloftavinda til að komast hraðar yfir (Chapman o.fl., 2010). Hjá sumum þessara tegunda eru það ekki sömu einstaklingarnir sem hefja far og sem snúa til baka heldur verða kynslóðaskipti á meðan á farinu stendur. Þetta er tilfellið hjá þistilfiðrildinu (*Vanessa atalanta*), en það ferðast frá Afríku norður til Evrópu með vorinu og fjölgar sér nokkrum sinnum á leiðinni. Með þessu móti getur tegundin framleitt fleiri einstaklinga en mögulegt væri ef hún væri alltaf á sömu slóðum (Stefanescu o.fl., 2013).

Þau skriðdýr sem nýta far ferðast flest tiltölulega stuttar vegalengdir á milli vetrarstöðva og uppeldisstöðva (e. *breeding sites*). Þó eru dýr á borð við sæskjaldbökur sem

ferðast mun lengra til að verpa eggjum sínum á öruggan stað (Russell, Bauer & Johnson, 2005).

Sama er uppi á teningnum hjá fuglum, tegundir þeirra stunda far bæði til nálægra og fjarlæggra staða og safna fituforða fyrir ferðirnar. Lengri ferðir krefjast meiri forða (Alerstam, 2011) en stundum dugir það þó ekki til. Blesgæsin (*Anser albifrons*) byrgir sig upp af fituforða áður en hún leggur af stað í farið, en þarf þó að millilenda á Íslandi á leið sinni til varpstöðva á Grænlandi til að bæta við sig forða svo hún geti klárað ferðina (Fox o.fl., 1999). Krían (*Sterna paradisaea*) ferðast frá vetrarstöðvum sínum til sumarstöðva á Íslandi og á Grænlandi, en vegalengdin nemur yfir 80.000 km árlega fyrir þá einstaklinga sem lengst fara og er þetta lengsta far sem þekkist hjá dýrum (Egevang o.fl., 2010).

Leðurblökur njóta þeirra forréttinda að vera einu fleygu spendýrin en þó stunda fáar leðurblökutegundir far (Hickman o.fl., 2011). Selir og hvalir ferðast lengst spendýra. T.a.m. ferðast sandlægja (*Eschrichtius robustus*) yfir 18.000 km árlega milli Alaska og Mexíkó (Hickman o.fl., 2011).

1.2. Landnotkun hreindýra

Hreindýr (*Rangifer tarandus*) eru dýr af hjartarætt (Cervidae) og eru einu hjartardýrin þar sem bæði kyn bera horn (Skarphéðinn Þórisson, 1993). Hreindýr hafa pólhverfa dreifingu á norðurhveli sem nær bæði yfir eyjar og meginlönd og afar ólík vistkerfi s.s. túndrur, snjóbreiður og barrskóga (Røed, Soldal & Thórisson, 1985).

Hreindýr eru framandi tegund á Íslandi (Menja von Schmalensee, 2010). Á seinni hluta 18. aldar voru hreindýr flutt til Íslands í tilraunaskyni, sem viðbót við íslenskan landbúnað (Ólafur Þorvaldsson, 1960; Helgi Valtýsson, 1973). Fjórar tilraunir voru gerðar til innflutnings á árunum 1771-1787 (Ólafur Þorvaldsson, 1960; Helgi Valtýsson, 1973; Kristbjörn Egilsson & Skarphéðinn Þórisson, 1983; Skarphéðinn Þórisson, 1984, 1993). Síðasti hópurinn, 35 dýr, kom frá Finnörku (Ólafur Þorvaldsson, 1960; Skarphéðinn Þórisson, 1984, 1993) norður í Vopnafjörð (Ólafur Þorvaldsson, 1960; Skarphéðinn Þórisson, 1993) og er talið að dýrin í núverandi stofni séu afkomendur þeirra (Ólafur Þorvaldsson, 1960). Árið 1939 var talið að hreindýr væru nánast útdauð á Íslandi. Við leit fundust nokkur dýr í Kringilsárrana og talið var að þau dýr dveldu þar allt árið um kring (Helgi Valtýsson, 1973).

Á árunum 1979-1981 voru aðalsumarstöðvar Norðurheiðahjarðarinnar í Kringilsárrana og að Sauðá vestari (Kristbjörn Egilsson & Skarphéðinn Þórisson, 1983). Árið 2012 var aðeins ein kýr ásamt kálfi í Kringilsárrana um miðjan júlí (Skarphéðinn G. Þórisson & Rán

Þórisdóttir, 2013) en önnur dýr hafa verið farin á Jökuldalsheiðina. Hreindýrin sem tilheyra Snæfellshjörðinni austan Jökulsár á Dal héldu sig á Vesturöræfum yfir sumartímann (Kristbjörn Egilsson & Skarphéðinn Þórisson, 1983). Í dag virðast hreindýrin halda sig í minna mæli á Vesturöræfunum, í það minnsta í skemmri tíma en áður (Skarphéðinn G. Þórisson & Rán Þórisdóttir, 2013).

Í dag finnast hreindýr aðeins á Austurlandi (Ólafur Þorvaldsson, 1960; Helgi Valtýsson, 1973), austan Jökulsár á Fjöllum norðan Vatnajökuls og Suðursveitar í suðri (Skarphéðinn G. Þórisson, 2010). Yfir sumartímann má finna tæplega helming stofnsins á Snæfellsöræfum og Fljótsdals- og Fellaheiði (Skarphéðinn G. Þórisson, 2010). Yfir vetrartímann var stærstur hluti dýranna dreifður um Jökuldals- og Tunguheiði (Kristbjörn Egilsson & Skarphéðinn Þórisson, 1983) og hefur það lítið breyst því nú halda dýrin sig á Jökuldalsheiði og norður í Vopnafirði yfir vetrartímann (Skarphéðinn G. Þórisson & Rán Þórisdóttir, 2013). Dýrin í Snæfellshjörð austan Jökulsár á Dal héldu sig á mörgum svæðum yfir vetrartímann en þar á meðal var Fljótsdalsheiði og Hróarstunga síðari hluta vetrar, en eitthvað af dýrum fór yfir Jökulsá (Kristbjörn Egilsson & Skarphéðinn Þórisson, 1983) til Norðurheiðahjarðarinnar. Hreindýrin halda sig á snjóléttari heiðasvæðum en sé hart í ári leita þau niður á láglendið, m.a. í byggð (Skarphéðinn Þórisson, 1980). Ekki virðist vera mikill samgangur á milli hreindýra yfir Jökulsá á Dal nú á dögum og Snæfellshjörðin er orðin að tveim nánast aðskildum hjörðum (Skarphéðinn G. Þórisson & Rán Þórisdóttir, 2013).

Árið 2012 var áætlað að íslenski hreindýrastofninn væri um 4.800 dýr á fengitíma, þar af voru 1.300 dýr í Snæfellshjörð og af þeim 700 dýr í Norðurheiðahjörð (Skarphéðinn G. Þórisson & Rán Þórarinsdóttir, 2013).

1.2.1 Heimasvæði

Heilt á lítið nýta hreindýr sér stór heimasvæði yfir árið. Heilsársheimasvæði hreindýra eru til að mynda rúmlega 2.000 km² í austurhluta Manitoba í Kanada (Schindler, 2005) og stærri en 300-600 km² í finnska Lapplandi (Kumpula & Nieminen, 1992) en uppgefnar tölur ná einungis til beitalanda þeirra. Dýrin nýta misstóra og ólíka hluta svæðisins á mismunandi árstímum (Darby, 1979; Schindler, 2005). Þekkt er að verulegur munur sé á staðsetningu vetrar- og sumarstöðva hjá sumum hjörðum, á meðan mikil skörun er á þessum svæðum hjá öðrum (Schindler, 2005). Landnotkun hreindýra er því árstíðatengd. Dýrin kjósa meiri trefjar í fæðuvali á sumrin s.s. starir og litla runna (Skogland, 1984; Mathiesen, Aagnes & Sørmo, 1999) en auðmeltar og kolvetnisríkar fléttur yfir hávetrartímann (Danell, Utsi, Palo & Eriksson, 1994; Storeheier, Mathiesen, Tyler & Olsen, 2002). Dýrin bíta þó bæði fléttur og

háplöntur yfir vetrartímamann (Skogland, 1984; Klein, 1987; Longton, 1988; Danell o.fl., 1994; Kumpula, 2001; Storeheier et al, 2002; Olofsson, Danell, Forslund & Åhman, 2011) en þekjandi fléttur (e. *mat-forming lichens*) eru meðal mikilvægustu fæðutegundanna (Longton, 1988; Kumpula, 2001; Olofsson et al, 2011). Svæðið sem hreindýrin fara yfir í beit á hverjum degi yfir veturinn er að jafnaði frá 4 m² og upp í 87 m² hvert dýr (Kumpula, 2001). Ef þau ætla að halda stöðugu líkamsástandi þurfa þau að innbyrða sem samsvarar um 2,6 kg af þurrkuðum fléttum á hverjum degi yfir háveturinn (Kumpula, 2001). Þegar vorar fylgja hreindýrin eftir næringarríkum nýgræðingnum sem brýst fram undan snjónum, til að vinna upp næringarforðann sem eytt var yfir veturinn (Skogland, 1984; Longton, 1988).

Erfitt er að alhæfa um heimasvæðanotkun hreindýra því þau hegða sér mjög ólíkt á milli hjarða. Hreindýrin í barrskógum Kanada (frá Nýfundnalandi til Bresku Kólumbíu) halda sig oft ein eða í litlum hópum sem tvístrast er kemur að burði og árstíðabundin heimasvæði þeirra geta náð yfir þúsundir ferkílómetra (Festa-Bianchet, Ray, Boutin, Côté & Gunn, 2011). Aðra sögu er að segja um nágranna þeirra, sem ferðast um norðanvert Kanada (frá Labrador til Yukon) en þau dýr safnast saman í hjarðir, tugþúsundir saman, í fari sínu til burðarsvæða (Festa-Bianchet o.fl., 2011).

1.2.2 Far

Hreindýr geta ferðast langar vegalengdir á stuttum tíma (Schindler, 2005). Hreindýrin sem lifa á tundra Kanada og Alaska eru þau landspendýr sem ferðast hvað lengst í fari sínu eða allt að 2.200 km (Hickman o.fl., 2011). Þau halda úr barrskógabeltinu yfir til burðarstöðva um vor en þegar kálfarnir stálpast halda þau lengra norður til að forðast sníkjudýr og afræningja. Í júlí og ágúst tygja þau sig suður á ný og hafa náð vetrarstöðvunum í barrskógabeltinu í september (Hickman o.fl., 2011).

Það virðist sem sumir stofnar hreindýra hafi minnkað farvegalengdir töluvert. Í skóglendi hjá Manitoba í Kanada, skarast árstíðabundin heimasvæði hreindýra töluvert og talið er að þau séu hætt að stunda reglubundið far, þrátt fyrir að þau geti tekið árstíðabundna spretti sem jafngilda allt að 65 km (Darby, 1979). Hreindýr eru þó almennt mjög hreyfanleg og ferðast töluverðar vegalengdir í haust- og vorfari sínu, bæði í Ameríku (Schindler, 2005; Hickman o.fl., 2011) og Skandinavíu (Hickman o.fl., 2011).

Far sænskra hreindýra er afar einfalt. Þau fara frá skógi vöxnum vetrarsvæðum sínum til freðmýra nálægt norsku landamærunum er vorar en þó eru dæmi um að hreindýr dvelji allt árið á svæðum nálægt Finnlandi (Suominen & Olofsson, 2000). Hreindýr í Finnmörku ferðast frá vetrarstöðvum á hálendi innarlega í Finnmörku og til sumarbeitilanda nær strandlengjunni

(Suominen & Olofsson, 2000). Í Norður-Þrándalögum eru vetrarstöðvarnar hins vegar nær ströndinni og sumarstöðvar í fjöllum (Danell o.fl., 1994).

Á Íslandi er farleiðin frekar stutt, enda fjarlægðin frá Vatnajökli að Héraðsflóa aðeins um 150 km (Skarphéðinn G. Þórisson, 2010). Farið byrjar í apríllök, en þá fara kelfdu kýrnar af stað til burðarstöðvanna (Skarphéðinn Þórisson, 1984, 2010). Í lok maí og byrjun júní mæta tarfar, geldkýr og kýr sem báru utan burðarstöðva í sumarhagana (Skarphéðinn Þórisson, 1984). Dýrin leggja af stað til vetrarstöðva seint í ágúst eða í byrjun september (Skarphéðinn Þórisson, 1984) og fengitíminn hefst svo upp úr miðjum september (Skarphéðinn G. Þórisson, 2010) og stendur yfir fram í lok október (Skarphéðinn Þórisson, 1984; Hickman o.fl., 2011). Hreindýr eru vanaföst og bera á sömu slóðum ár eftir ár, verði þau ekki fyrir truflun (Ólafur E. Friðriksson, 1996). Burður er í maí (Flydal & Reimers, 2002; Rán Þórarinsdóttir, 2013) og júní (Cameron, Smith, Fancy, Gerhart & White, 1993). Þau virðast forðast röskuð svæði þar sem þau hafa orðið fyrir ónæði, sem og önnur sambærileg röskuð svæði, þótt þau hafi ekki orðið fyrir truflun þar (Festa-Bianchet, Ray, Boutin, Coté & Gunn, 2011). Hér á landi eru helstu burðarsvæði hreindýranna í Kringilsárrana og á Snæfellsöræfum (Kristbjörn Egilsson & Skarphéðinn Þórisson, 1983; Skarphéðinn G. Þórisson & Rán Þórarinsdóttir, 2013). Þegar kemur að burði halda hreindýrskýrnar í Norðurheiðahjörð í sitt árlega vorfar á burðarstöðvarnar (Rán Þórarinsdóttir, 2013). Skipulagt far á milli Kringilsárrana og Jökuldalsheiðar virðist hafa byrjað á árunum 1955-1960 (Skarphéðinn Þórisson, 1984). Helstu farleiðir dýranna eru um Brúaröræfin (Kristbjörn Egilsson & Skarphéðinn Þórisson, 1983).

1.3. Almennt um aðferðafræði við skoðun á landnotkun dýra

Tilkoma fjarmælingabúnaðar hefur breytt miklu í upplýsingaöflun um þau dýr sem áður hafði verið erfitt að fylgjast með vegna mikillar yfirferðar eða þau sem erfitt var að finna (Kernohan o.fl., 2001).

Fjarmælingar (e. *telemetry*) eru án efa sú aðferð sem mest er notuð til að afla gagna til að skoða heimasvæði og búsvæðaval dýra (Silva-Opps & Opps, 2011). Með fjarmælingum er hægt að safna upplýsingum frá óaðgengilegum og/eða hættulegum svæðum þar sem fylgst er með úr fjarlægð, sem minnkar jafnframt líkur á að dýrin breyti atferli sínu vegna nálægðar mannsins (Silva-Opps & Opps, 2011). Til fjarmælingabúnaðar teljast m.a. radiósendar og GPS-sendar. Að safna gögnum frá dýrum með VHF-radiósendum getur verið tímafrekt og skilar yfirleitt fáum staðsetningum fyrir hvern einstakling (Pellerin, Said & Gaillard, 2008). Með tilkomu GPS-staðsetningartækja jukust möguleikar til fjarmælinga, enda hægt að fylgjast með hreyfingum dýra sama hversu fjarlæg þau voru, ásamt því að veðurfar og landslag settu

ekki strik í reikninginn (Kie o.fl., 2010; Moorcroft & Lewis, 2006). Hár upphafskostnaður veldur því þó að yfirleitt er ekki fylgst með eins stóru úrtaki dýra með GPS-staðsetningartækjum og oft er með VHF-tækjum (Pellerin o.fl., 2008; Hebblewhite & Haydon, 2010). Sömuleiðis er enn sem komið er ekki til GPS-útbúnaður fyrir margar smærri dýrategundir vegna þyngdar og stærðar búnaðarins (Wikelski o.fl., 2007).

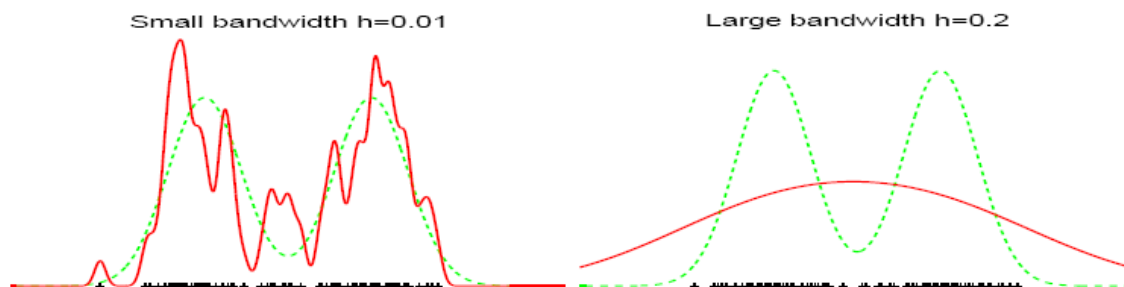
Til eru margar aðferðir til að greina landnotkun dýra út frá staðsetningum sem aflað hefur verið. Sú aðferð sem mest var notuð á síðustu öld er lágmarksmarghyrningsaðferðin (e. *minimum convex polygon*, MCP) (Powell, 2000; Kernohan o.fl., 2001). Mælt er með því að gera tvær mismunandi greiningar á gagnasettum og hafa aðra þeirra MCP til þess að auðvelda samanburð við eldri heimasvæðarannsóknir (Harris o.fl., 1990 eftir Kernohan o.fl., 2001).

MCP afmarkar heimasvæðið sem fláka (e. *polygon*), sem myndast þegar dregin er lína á milli ystu staðsetninga (Powell, 2000). Aðferðin virkar afar vel þegar skoða á útlínur heimasvæðis sem hefur skýr mörk, sem hamla hreyfingum dýrs í einhverja áttina, s.s. girðingu, klettabelti o.s.frv. (Kernohan o.fl., 2001). Gott er að nota 100% MCP til að afmarka það svæði sem staðsetningarnar féllu innan (Powell, 2000). Þessi aðferð tekur hins vegar lítið tillit til þeirra upplýsinga sem staðsetningar inni í flákanum gefa til kynna t.d. um mikinn þéttleika punkta á ákveðnu svæði (Powell, 2000). Auk þess geta stór svæði sem dýrið notaði aldrei lent innan heimasvæðisins (Powell, 2000).

Þungamiðjulíkindadreifing (e. *kernel density estimation*) er sú aðferð sem nú er talin gefast best til þess að greina landnotkun dýra (Powell, 2000; Kernohan o.fl., 2001; Hemson o.fl., 2005). Notast hefur verið við hana í rúma tvo áratugi (Kernohan o.fl., 2001) eða síðan Worton (1989) lýsti henni fyrst og er sú aðferð sem mest er notuð í dag (Pellerin o.fl., 2008). Með tilkomu þungamiðjulíkindadreifingar er horft meira á þéttleika staðsetninga og hægt er að sýna fram á að dýrin geti átt mörg kjarnasvæði víðs vegar um heimasvæðið en það er ekki hægt með MCP aðferðinni (Hemson o.fl., 2005).

Við greiningu á landfræðilegri notkunardreifingu dýrs (e. *utility distribution*) með beitingu þungamiðjulíkindadreifingar aðferðinni er það bandvídd (e. *bandwidth*) (h) sem er mesti áhrifaþátturinn (Worton, 1995 eftir Kernohan o.fl., 2001) en hún stjórnað hversu stórt áhrifasvæði er í kringum hvern staðsetningarpunkt og hversu mikil jöfnun (e. *smoothing*) er í gögnunum (Kernohan o.fl., 2001). Eins og sjá má á 1. mynd ákvarðar jöfnunarbreytan (e. *smoothing parameter*) (h -gildið) lögun þeirra þungamiðjuleilna (e. *kernel*) sem tilgreindar eru fyrir hverja staðsetningu og er því afar mikilvægur þáttur (Worton, 1989; Powell, 2000). Lág jöfnunarbreyta gefur þrönga, háa og uppmjóa þungamiðjuleilu og minna áhrifasvæði hvernar

staðsetningar, en sé jöfnunarbreytan há verður þungamiðjukeilan breið, lág og flatneskjuleg að ofan en nær yfir stærra svæði (Worton, 1989).



1. mynd. Áhrif bandviddar á útkomu þungamiðjulíkindadreifingar. Því lægri sem bandviddin er, því finni smáatriði koma fram í niðurstöðum. Hærri bandvidd gefur meiri jöfnun.

Til eru tvær megináðferðir þegar reiknaðar eru þungamiðjulíkindadreifingar, föst þungamiðjulíkindadreifing (e. *fixed kernel*) og breytileg þungamiðjulíkindadreifing (e. *adaptive kernel*). Í fastri þungamiðjulíkindadreifingu er sama bandvidd notuð fyrir alla staðsetningarpunktana, þ.e. allir punktar hafa sama gildi óháð fjarlægð til næstu staðsetningar (Powell, 2000; Kernohan o.fl., 2001). Í breytilegri þungamiðjulíkindadreifingu hefur hver staðsetningarpunktur sína bandvidd sem tekur mið af því hversu langt er í næstu punkta, þ.e. punktur sem er staðsettur í þéttu punktaneti hefur minni bandvidd heldur en punktur sem er langt frá öðrum (Worton, 1989; Powell, 2000; Kernohan o.fl., 2001).

Þegar unnið er úr staðsetningargögnum skiptir miklu máli að velja réttu jöfnunina, svo útreiknuð notkunardreifing gefi rétta mynd af raunverulegri landnotkun dýrsins (Worton, 1989). Mest notuðu jöfnunarbreyturnar í þungamiðjulíkindadreifingu eru h_{ref} og LSCV (e. *least square cross validation*) (Hemson o.fl., 2005).

1.4. Rannsóknarspurningar

Upplýsingar um landnotkun hreindýra á Íslandi geta bætt skilning okkar á áhrifaþáttum á stofninn og atferli einstaklinga og þannig auðveldað bæði veiðistjórnun og ákvarðanatöku varðandi verndun búsvæða hreindýra. Í þessari rannsókn verður leitast við að svara eftirfarandi spurningum um landnotkun hreindýra í Norðurheiðahjörð: 1) Hversu stórt svæði þurfa dýrin til að viðhalda sér og hvers konar búsvæði eru þeim mikilvæg? 2) Er árstíðamunur á landnotkun dýranna? 3) Gætir mikillar skörunar á landnotkun milli einstaklinga? Þessum spurningum verður svarað með því að kortleggja stærð og legu heima- og kjarnasvæða þriggja hreindýrskúa úr Norðurheiðahjörð. Jafnframt verður leitast við að skoða hversu vel

landnotkun þessara hreindýrskúa samræmist landnotkun hreindýra á öðrum svæðum, bæði á Íslandi og í öðrum löndum.

2. Efni og aðferðir

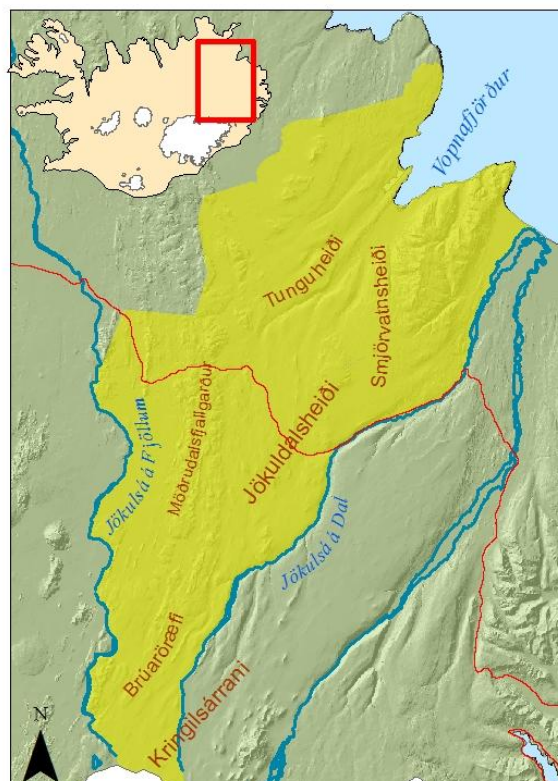
2.1. Rannsóknarsvæðið

Hreindýrin sem þessi rannsókn nær til tilheyrir Norðurheiðahjörð, sem er sá hluti Snæfellshjarðar er gengur norðan og vestan Jökulsár á Dal (Skarphéðinn G. Þórisson & Rán Þórarinsdóttir, 2013). Norðurheiðahjörð gengur á svæði sem nær yfir Vopnafjarðarhrepp ásamt þess hluta Fljótsdalshéraðs sem áður var Jökulsárhlíð og Jökuldalshreppur norðan Jökulsár á Dal (2. mynd). Flatarmál rannsóknarsvæðisins er 6.019 km² (Skarphéðinn G. Þórisson & Rán Þórisdóttir, 2013). Náttúrufar á svæðinu er mjög fjölbreytt enda er svæðið víðfeðmt. Gróðurflokkagagnagrunnurinn Nytjaland, sem heldur utan um upplýsingar um gróðurfur á Íslandi, gefur góða mynd af fjölbreytileikanum. Þar er gróðurfari skipt upp í 10 gróðurflokka og þá má alla finna á rannsóknarsvæðinu (Sigmar Metúsalemsson og Einar Grétarsson, 2003).

Vopnafjörður er breiður fjörður og ganga þrír dalir Hofsárdalur, Selárdalur og Vesturárdalur, inn af honum. Dalirnir eru allir nokkuð grösugir og aðgreindir með gróðurminni hálsunum. Inn af dölunum tekur Vopnafjarðarheiðin við þar sem gróðurlendi er víða rofið og merki um uppblástur en votlendi finnst í dældum (Helga Aðalgeirsdóttir, Gunnar H. Jóhannesson,

Hafdís Eygló Jónsdóttir, Magnús Björnsson & Ólafur Hreinsson, 2007).

Smjörvatnsheiði er á milli Jökuldals (Hofteigs), Jökulsárhlíðar (Fossvalla) og Vopnafjarðar (Hnappavalla) norðan Smjörfjalla og að Sandfelli. Svæðið er snjóþungt og veðrasamt á vetrum og rís hæst í 750 m.y.s. (NAT, á.á.).



2. mynd. Skilgreint svæði Norðurheiðahjarðar er merkt hér með gulu. Svæðið markast landfræðilega af Vopnafirði í norðri, Jökulsá á Dal í austri, Vatnajökli í suðri og Jökulsá á Fjöllum í vestri. Svæðið afmarkast einnig af sveitarfélaginu Norðurþingi. Dæmi eru um að dýr úr Norðurheiðahjörð hafi ferðast yfir Jökulsá á Dal og sömuleiðis inn í Þingeyjarsýslur og eru þá utan þessa skilgreinda svæðis.

Jökuldalsheiði er í um 500-600 m.y.s. en hæstu fell eru í um 950 m.y.s. Á heiðinni má finna mikið af flóum, mýrum, tjörnum og vötnum en einnig eru þar gróðurlitlir melar og mólendi (Náttúrumæaskrá Fljótsdalshéraðs, á.á.). Tunguheiði er í um 500 m.y.s. og er á vatnasviði Hofsár (NAT veiðivefur, á.á.). Þar er töluvert votlendi og heiðarlönd (Helga Aðalgeirsdóttir o.fl., 2007).

Brúaröræfi eru víðfeðmt svæði sem nær yfir nokkra dali. Á því er að finna gróðurvinjar á milli eyðisanda (Halldór W. Stefánsson & Skarphéðinn G. Þórisson, 2010). Öræfin tengja Jökuldalsheiðina og Kringilsárrana og ferðast hreindýrin því yfir þau í vorfari sínu.

Kringilsárrani er tunga innst á Brúaröræfum sem myndar þríhyrnda hásléttu í tæplega 700 m hæð yfir sjó (Vatnajökulsþjóðgarður, á.á.; Þorsteinn Jósepsson & Steindór Steindórsson, 1981), tæplega 64 km² að flatarmáli (Umhverfisstofnun, á.á.a). Í Kringilsárrana er mikill og fjölbreyttur gróður miðað við hversu hátt svæðið stendur (Þorsteinn Jósepsson & Steindór Steindórsson, 1981; Guðrún Áslaug Jónsdóttir & Kristín Ágústsdóttir, 2007; Gerður Guðmundsdóttir & Sigmar Metúsalemsson, 2010), en þar fundust 85 tegundir háplantna auk mosa og fléttutegunda í gróðurrannsókn árið 2006 (Guðrún Áslaug Jónsdóttir & Kristín Ágústsdóttir, 2007). Víðibrekkur liggja upp frá ánum [innskot höf.: nú frá Háslóni] en finna má mýrlendi á flatari svæðum. Raninn er allur gott beitarsvæði og í Töðuhraukum má finna mikið af grösum og sveppi (Þorsteinn Jósepsson & Steindór Steindórsson, 1981). Kringilsárrani hefur verið friðland hreindýra síðan 1975 (Umhverfisstofnun, á.á.a) en er nú kominn undir stjórn Vatnajökulsþjóðgarðs (Aagot V. Óskarsdóttir, 2011). Við byggingu Kárahnjúkavirkjunar lenti hluti ranans undir Háslón (Pétur Ingólfsson, 2006).

2.2. Gagnaöflun

Við rannsóknina voru notuð gögn frá Skarphéðni G. Þórisyni hjá Náttúrustofu Austurlands en þeirra var aflað í tengslum við viðbótarvöktun stofunnar fyrir Landsvirkjun vegna Kárahnjúkavirkjunar og í tengslum við meistaraverkefni hans við Landbúnaðarháskóla Íslands.

Sett voru GPS-senditæki á 12 hreindýrskýr á tímabilinu febrúar 2009 til mars 2010 og sendu þau upplýsingar um staðsetningu kúnna með þriggja klukkustunda millibili, átta sinnum á sólarhring. Á átta daga fresti hliðruðust tímasetningarnar til um klukkutíma, þannig að staðsetningar voru ekki alltaf teknar á sama tíma sólarhringsins. Senditækin voru innbyggð í hálskraga sem festur var á dýrin. Staðsetningartækin eru sameign Landbúnaðarháskóla Íslands

og Náttúrustofu Austurlands en þessar stofnanir keyptu búnaðinn fyrir styrk frá tækjasjóði RANNÍS.

Í þessari rannsókn var notast við staðsetningar frá þremur af þessum 12 hreindýrskúm, þeim Ánu (1918), Hlíðarendu (1922) og Röngu (1924). Þær gengu allar þrjár á veiðisvæði eitt og tilheyrðu Norðurheiðahjörðinni sem aðskilur þær frá hinum níu kúnum sem merktar voru. Aðalástæða þess að einungis kvendýr voru merkt var að hálsinn á törfum gildnar töluvert á fengitíma (Frey, Gebler, Fritsch, Nygrén & Weissengruber, 2007) og væri því hætt á að ólarnar gætu skaðað þá eða jafnvel dregið þá til dauða. Með því að merkja kýr fæst jafnframt betri yfirsýn yfir burð og burðarsvæði hreindýra.

Farið var í ferðir frá Náttúrustofu Austurlands til þess að veiða dýr til merkinga. Með í ferðunum voru Sveinn Ingimarsson skytta, sem skaut deyfilyfi í kýrnar, og Eyrún Arnardóttir dýralæknir, sem bar ábyrgð á velferð dýranna. Með von um að fá betri heildarmynd af landnotkun hreindýranna á svæðinu voru kýrnar sem voru merktar veiddar úr ólíkum hópum.

Kragarnir voru af gerðinni Tellus Basic 1D. Staðsetningar voru sendar sjálfkrafa með SMS-skilaboðum til framleiðanda tækjanna, Televilt í Svíþjóð. Þaðan barst síðan daglega tölvupóstur til rannsakenda (í þessu tilfelli Náttúrustofu Austurlands) með staðsetningum síðasta sólarhrings o.fl. upplýsingum. Staðsetningarnar voru einnig varðveittar í gagnagrunni Televilt (Televilt, 2007). Meðalnákvæmni staðsetninganna var 5-10 m (Skarphéðinn G. Þórisson, tölvupóstur, 11. desember 2013).

Ef senditækið náði ekki gervihnattarsambandi til að senda upplýsingarnar til Televilt, söfnuðust upplýsingar í minni tækisins og voru sendar um leið og samband náðist. Í hálskrögunum var einnig VHF-sendir sem gaf möguleika á að staðsetja dýrin með móttökutæki og loftneti væri hann þannig stilltur. Þegar rafhlaðan í tækjunum kláraðist létu tækin vita svo hægt væri að leita hreindýrin uppi og losa hálsböndin af þeim með fjarstýringu. Eftir að varaorka sem var í hálsólunum var búin hætti sleppibúnaðurinn að virka (Televilt, 2007).

Hlíðarenda náðist með deyfibyssu við Hlíðarenda. Sendingar frá Hlíðarendu voru stöðugar til 31. desember en töluvert slitróttar í viku eftir það og var ekki notast við þær. Senditækið af Hlíðarendu var endurheimt af henni 7. febrúar 2011 með fjarstýringu. Hún var þá staðsett við Hlíðarenda, á sömu slóðum og hún var merkt á.

Ána var veidd með deyfibyssu austan við Ánavatn. Senditækið var endurheimt af henni þann 30. ágúst 2011 þegar hún var felld norðan við Möðrudal.

Ranga fannst föst í vírgirðingu við Sænautavatn, stutt frá Rangárlóni þegar verið var að leita að áður merktum kúm úr lofti. Hún var losuð úr prísundinni og ákveðið var að setja á

hana staðsetningartæki. Fella þurfti Röngu til þess að endurheimta senditækið og var hún felld 11. desember 2012 við Arnarvatn í Vopnafirði.

2.3. Úrvinnsla

Staðsetningargögnin voru sett fram í forritinu Microsoft Excel. Aðeins voru nýttar þær staðsetningar sem teknar voru þegar samband var við að minnsta kosti fjögur gervitungl (3D sendingar) (Heselton, 1998; Anttonen, Kumpula & Colpaert, 2011), og fjarlægðar voru tvöfaldar staðsetningar (tvær eða fleiri sendingar á sama stað á sama tíma), ásamt ógildum og dauðum sendingum. Hlutfall nothæfra staðsetninga var mjög hátt eins og sjá má í 1. töflu.

1. tafla. *Upplýsingar um dýrin sem rannsóknin náði til. Hér má sjá númer senditækis, áætlaðan aldur dýrsins þegar það var veitt ásamt stað- og dagsetningu við merkingu. Einnig kemur fram í hversu marga daga sendingar stóðu yfir og hvaða dag síðasta sendingin kom. Hlutfall nothæfra staðsetninga af heildarfjölda staðsetninga er jafnframt reiknað út fyrir hvert dýr.*

	Aldur	Staður	Merkt	Lokasending	Dagafjöldi	Heildarst.	Nothæfar	Hlutfall
Ána - 1918	3-5 ár	Ánavatn	10. jan 2010	26. apríl 2011	472	3763	3747	99.57%
Hlíðarenda - 1922	4-5 ár	Hlíðarendi	8. jan 2010	31. des 2010	358	2877	2852	99.13%
Ranga - 1924	5-8 ár	Rangarlón	16. mars 2010	2. júní 2011	444	3555	3536	99.47%

Þegar búið var að yfirfara staðsetningarnar var upplýsingunum úr Excel-skránni hlaðið inn í ArcGIS og búnar til punktaþekjur út frá þeim með upplýsingar á bak við hverja staðsetningu.

Landnotkun var greind í ArcMap í ArcGIS 9.3 frá ESRI, en líkindakúrfur um notkunardreifingu hreindýra voru reiknaðar með forritinu HRT: Home Range Tools for ArcGIS, version 1.1 (Rodgers, Carr, Beyer, Smith & Kie, 2007), sem er sérhönnuð viðbót við ArcGIS 9. Reiknaðar voru út 25%, 50%, 75% og 90% líkindakúrfur (sem segja til um að 25%, 50%, 75% og 90% líkur séu á að dýrið hafi verið að finna innan viðkomandi kúrfu á tímabilinu sem verið var að skoða) með fastri þungamiðjulíkindadreifingu og jöfnunarbreytunni h_{ref} til að auðvelda samanburð við aðrar rannsóknir. Notuð var einingadreifni (e. *unit variance*) til að staðla og upplausn (e. *raster resolution*) var 150. Útlínur (e. *contour*) líkindakúrfanna voru reiknaðar út frá rúmmáli (e. *volume*). Sömuleiðis var til samanburðar reiknuð út landnotkun með MCP með fastri miðgildis (e. *fixed median*) jöfnun út frá 90% og 50% staðsetninga.

Reiknaðar voru líkindakúrfur sem lýstu landnotkun hreindýranna út frá öllum staðsetningunum alls athugunartímans, ásamt völdum afmörkuðum tímabilum þar sem landnotkun takmarkaðist við ákveðin svæði (eða tíma) innan heimasvæðis. Fjögur tímabil

voru valin til skoðunar: 1) Veiðitímabilið, sem náði frá 15. júlí – 20. september (Umhverfisstofnun, á.á.b). 2) Fengitíminn, sem var skilgreindur sem tímabilið frá 15. september – 31. október, en hann er talinn standa yfir frá septemberlokum langt fram í október, eða í 3-5 vikur (Skarphéðinn Þórisson, 1993). 3) Vetur, sem var skilgreindur frá 1. október – 31. mars. Hér var miðað við að dýrin væru komin til baka úr haustfari og að tímabilið myndi enda áður en vorfar hæfist. Einnig var miðað við að fyrsti snjór yrði að öllum líkindum kominn og að tímabilið myndi enda áður en snjóa leysti. 4) Burðartíminn var skilgreindur frá þeim tíma er dýrin komu inn fyrir Sauðá (tímabilið var frá 2. – 4. maí og stóð til 30. maí -2 júní), skoðuð var landnotkun í Kringilsárrana.

Við kortagerðina var notast við forritið ArcMap í ArcGIS 10.1 frá ESRI. Undirþekjur voru fengnar úr IS50 gagnagrunni Landmælinga Íslands. Til að reikna út skörun heimasvæða hjá dýrunum var notast við verkfærið Clip (analysis). Líkindakúrfur dýranna þriggja voru klipptar saman og þá kom í ljós hvaða svæðishlutar voru nýttir af öllum þremur dýrunum. Notast var við Microsoft Excel til að reikna út hlutfallið á milli flatarmáls nýja flákans og stærðar heimasvæðis.

3. Niðurstöður

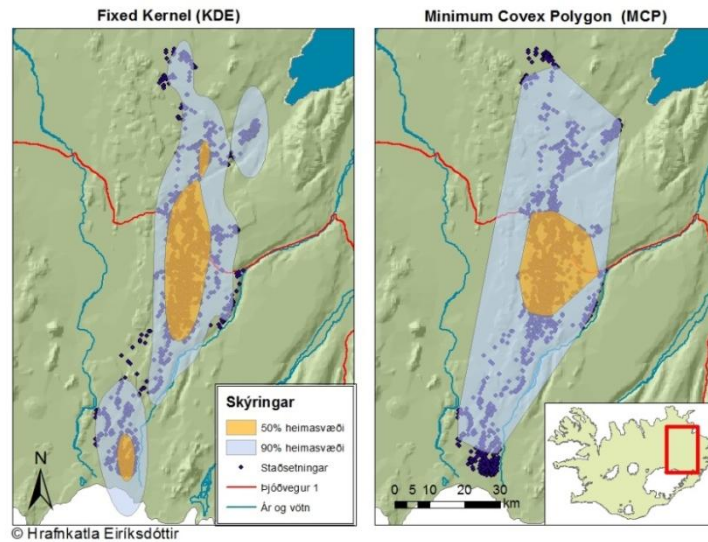
3.1. Val á aðferðum

Þegar heildarlandnotkun dýranna á öllu rannsóknartímabilinu var greind með MCP og fastri þungamiðjulíkindadreifingar aðferð kom í ljós að MCP aðferðin gaf í fjórum tilvikum af sex stærra flatarmál en föst þungamiðjulíkindadreifingaraðferðin (2. tafla). Mismunur á flatarmáli landnotkunar milli aðferða fór mest í 64% en minnstur var munurinn 3%. Athyglivert er að bæði þessi gildi voru hjá sama dýrinu, Röngu.

2. tafla. Samanburður á heildarlandnotkun hreindýranna á öllum rannsóknartímanum eftir aðferðum. Borin eru saman kjarnasvæði og heimasvæði, þ.e.a.s. flatarmál (km^2) flákanna innan 50% og 90% líkindakúrfu, reiknað með KDE aðferðinni, og flatarmál (km^2) fláka reiknað út frá 50% og 90% miðlægustu staðsetningunum með MCP aðferðinni.

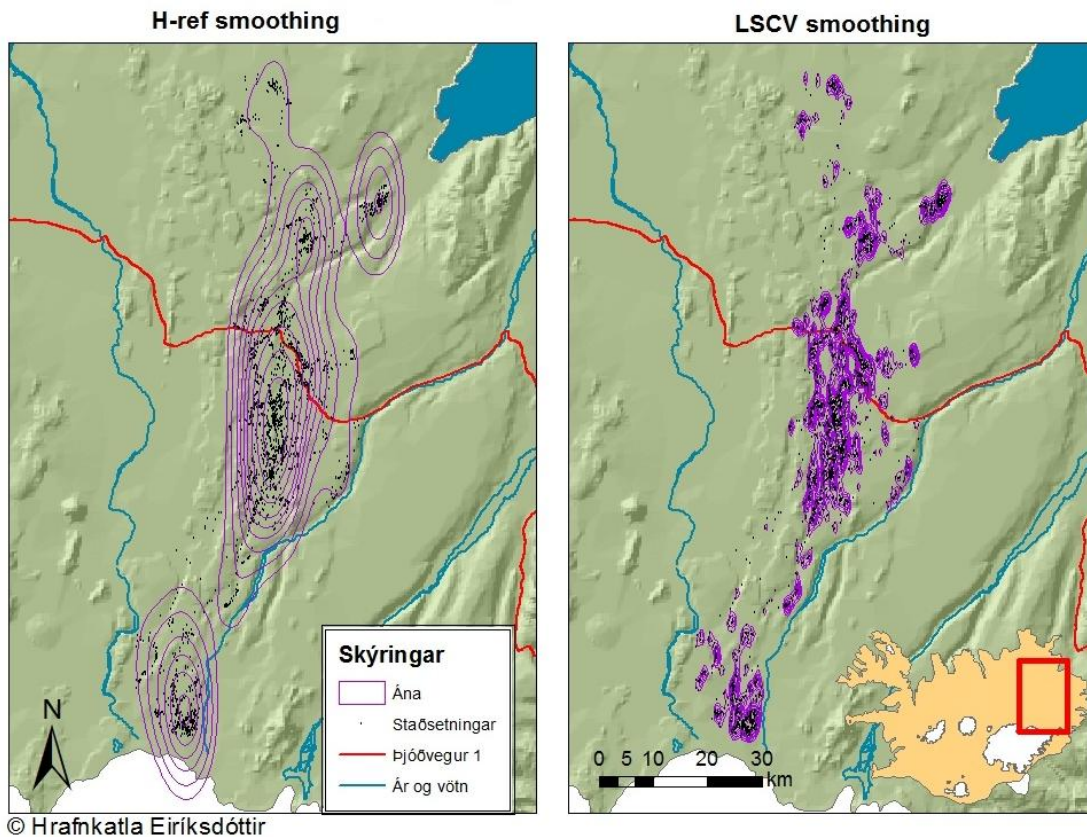
	Kjarnasvæði			Heimasvæði		
	MCP	KDE	Mismunur	MCP	KDE	Mismunur
Ána	732,31	580,35	26%	2664,02	1721,33	55%
Hlíðarenda	489,70	523,24	7%	3000,23	2233,99	34%
Ranga	1050,98	642,25	64%	2154,71	2220,45	3%

Mismunurinn milli aðferða felst ekki einungis í stærð heima- og kjarnasvæða heldur einnig í lögun þeirra og landfræðilegri legu (3. mynd). Með MCP aðferðinni innlimaðist talsvert svæði þar sem engar staðsetningar var að finna, og sömuleiðis var svæðum með miklum þéttleika staðsetninga sleppt. Þungamiðjulíkindadreifingaraðferðin nær að lýsa landnotkuninni mun betur og verður héðan í frá því eingöngu notast við þá aðferð til frekari greiningar.



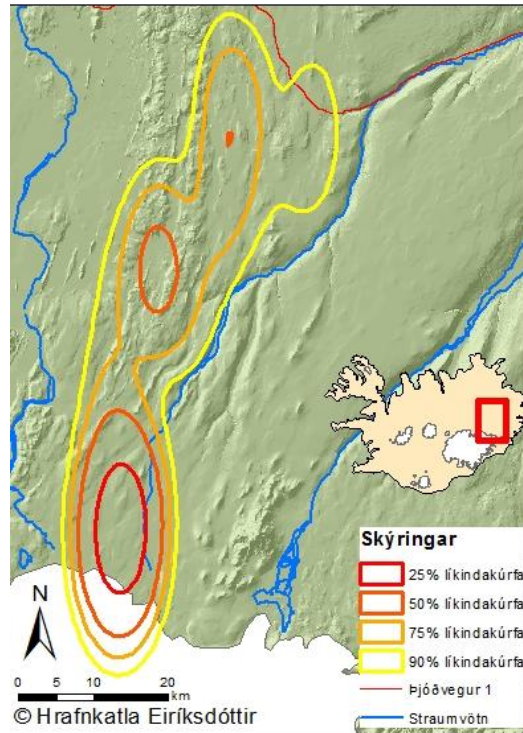
3. mynd. Heimasvæði Hlíðarendu út frá öllum staðsetningum. Samanburður á útreiknaðri landnotkun eftir KDE og MCP aðferðum. Kjarnasvæði eru gul að lit og heimasvæði blátt. Lega og stærð svæðanna er mjög ólík milli aðferða. Munur á flatarmáli heimasvæðanna er 34% milli aðferða.

Prófað var að reikna út líkindakúrfur með bæði h_{ref} og LSCV jöfnunarbreytum. H_{ref} lýsti gögnunum betur í þessu tilfalli eins og sjá má á 4. mynd og því var notast við þá jöfnunarbreytu.



4. mynd. Heimasvæði Hlíðarendu út frá öllum staðsetningum. Landnotkun Hlíðarendu reiknað með h_{ref} og LSCV jöfnunarbreytum út frá öllum staðsetningarpunktum. LSCV jöfnunarbreytan lýsti gögnunum ekki nógu vel og gæti þéttleiki staðsetningarpunkta á nokkrum svæðum, þ.á.m. jaðarsvæðum, spilað stórt hlutverk í því.

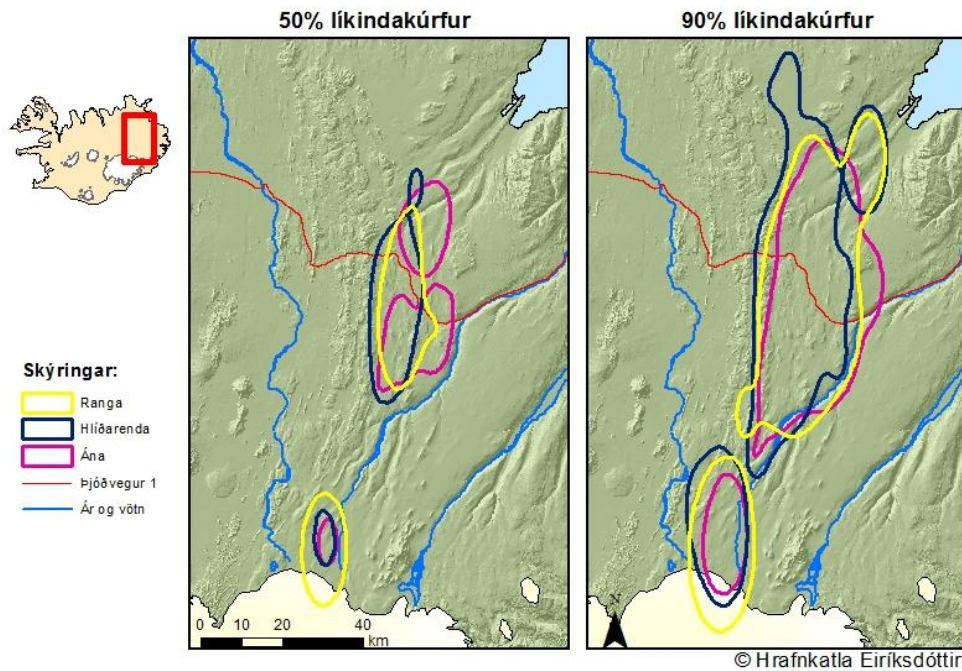
Sé h_{ref} notað eru líkur á að flatarmál líkindakúrfu sé ofmetið (Hemson o.fl., 2005) eins og sjá má á 5. mynd. Ástæðan fyrir því að h_{ref} jöfnunarbreytan ofmetur svæðið upp á jökul er sú að mikill þéttleiki punkta er við jaðar áætlaða heimasvæðisins, inni í Kringilsárrana.



5. mynd. Reiknaðar 25%, 50%, 75% og 90% líkindakúrfur fyrir Röngu á veiðitímabilinu. Hér má sjá hvernig h_{ref} jöfnunarbreyta getur mögulega ofmetið svæðisflatarmál dýrs. Líkindakúrfurnar ná allar upp á Brúarjökul og yfir Jökulsá á Dal, þrátt fyrir að dýrið hafi aldrei farið á þessi svæði.

3.2. Landnotkun og skörun svæða

Heildarheimasvæði kúnna sem reiknað var út frá öllum staðsetningum náði frá Brúarjökli, að Vopnafirði og áleiðis í Þistilfjörð. Töluverð skörun var í landnotkun kúnna þriggja (6. mynd).



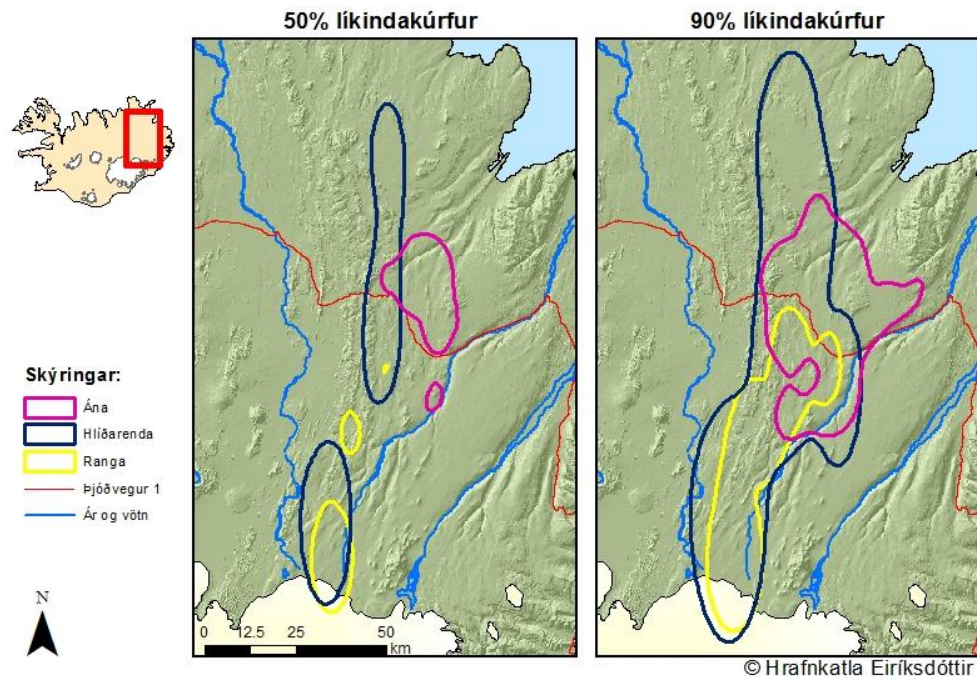
6. mynd. Kjarnasvæði (svæðið innan 50% líkindakúrfu) og heimasvæði (svæðið innan 90% líkindakúrfu) dýranna þriggja á öllum rannsóknartímanum. Þau nýttu sér greinilega öll Kringilsárrana og jafnframt notuðu allar kýrnar svipað svæði á Jökuldalsheiði, sitt hvoru megin við þjóðveg eitt.

Þegar skoðuð eru heimasvæði (svæðið innan 90% líkindakúrfu) dýranna þriggja í 3. töflu má sjá að 1.346,8 km² voru samnýttir af öllum kúnum þrem, og jafngildir það 60-78% af flatarmáli heimasvæðanna.

3. tafla. Skörun í landnotkun hreindýranna þriggja á öllu rannsóknartímabilinu. Fyrir hvert dýr er gefið upp flatarmál (km²) þess svæðis sem féll innan ákveðins prósentuhlutfalls þungamiðjulíkindadreifingarinnar, ásamt hlutfalli svæðisins sem landnotkun allra þriggja hreindýranna skaraðist (miðað við sama prósentuhlutfall).

Kýrnar þrjár		Ána		Hlíðarenda		Ranga	
Líkindakúrfu	Stærð skörunnar (km ²)	Flatarmál	Hlutfall	Flatarmál	Hlutfall	Flatarmál	Hlutfall
25%	30,1	239,96	12,6%	180,89	16,7%	233,05	12,9%
50%	221,2	580,35	38,1%	523,24	42,3%	642,25	34,4%
75%	663,5	1085,8	61,1%	1219,19	54,4%	1337,97	49,6%
90%	1346,8	1721,33	78,2%	2233,99	60,3%	2220,45	60,7%

Á hreindýraveiðitímabilinu héldu hreindýrskýrmar sig á svæðinu frá Kringilsárrana að Vopnafirði og yfir í Þingeyjarsýslu. Skörun milli dýranna var minnst á þessu tímabili (7. mynd). Þegar útlínur kjarnasvæða eru skoðaðar má sjá að ekkert svæði var samnýtt af öllum dýrunum þremur, en landnotkun Hlíðarenda skaraðist þó bæði við Ánu og Röngu á tímabilinu.



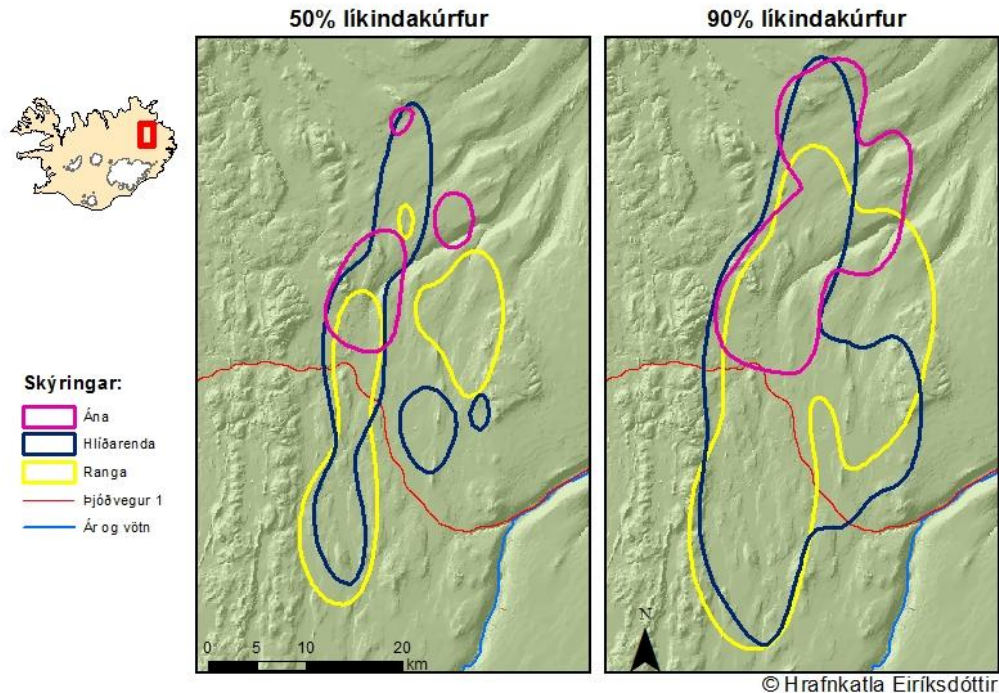
7. mynd. Kjarnasvæði (svæðið innan 50% líkindakúrfa) og heimasvæði (svæðið innan 90% líkindakúrfa) dýranna þriggja á veiðitíma. Á þessum tíma voru dýrin á víð og dreif, allt frá Kringilsárrana að Jökuldalsheiði, Smjörvatnsheiði, Tunguheiði og fóru meira að segja yfir í Þingeyjarsýslur.

Skörun á landnotkun dýranna á veiðitíma var mun minni en þegar litið var til alls rannsóknartímabilsins (4. tafla). Kjarnasvæði sköruðust aldrei á milli allra þriggja dýranna. Þegar horft er á svæðið innan 90% líkindakúrfa (heimasvæðið) er skörunin á milli allra dýranna orðin 354,9 km².

4. tafla. Skörun í landnotkun hreindýranna þriggja á veiðitímabilinu. Fyrir hvert dýr er gefið upp flatarmál (km²) þess svæðis sem féll innan ákveðins prósentuhlutfalls þungamiðjulíkindadreifingarinnar, ásamt hlutfalli svæðisins sem landnotkun allra þriggja hreindýranna skaraðist (miðað við sama prósentuhlutfall).

Kýrnar þrjár		Ána		Hlíðarenda		Ranga	
Líkindakúrfa	Skörun (km ²)	Flatarmál	Hlutfall	Flatarmál	Hlutfall	Flatarmál	Hlutfall
25%	0	162,97	0%	445,3	0%	90,99	0%
50%	0	446,4	0%	1154,47	0%	310,89	0%
75%	28,2	950,76	3%	2320,57	1,2%	800,84	3,5%
90%	354,9	1582,1	22,4%	3540,82	10%	1355,27	26,2%

Yfir fengitímamann náði heimasvæði dýranna yfir Jökuldalsheiði yfir á Tunguheiði. Dýrin héldu sig öll á svipuðum slóðum (8. mynd) en töluverður munur var á flatarmáli svæðanna sem þau nýttu (5. tafla).

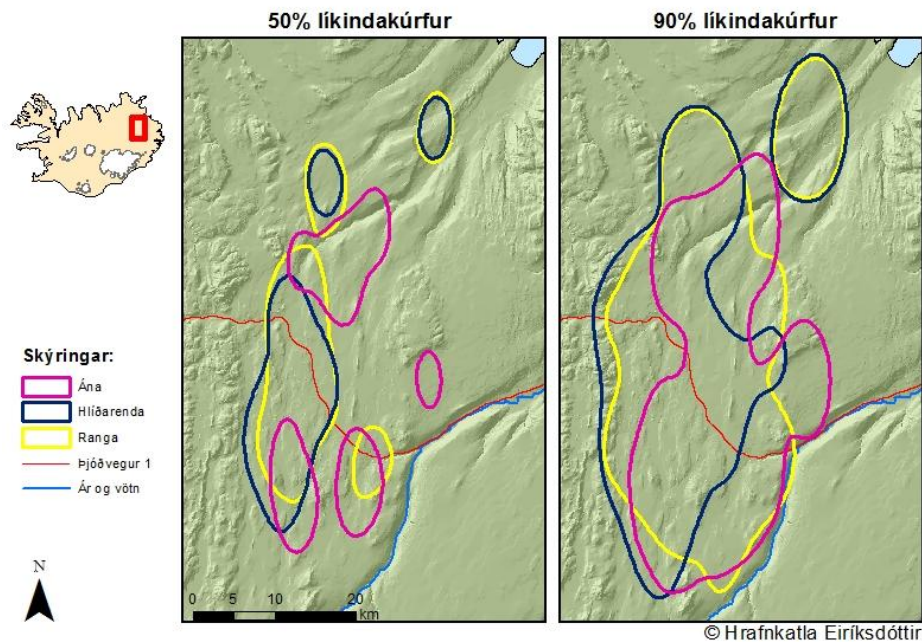


8. mynd. Kjarnasvæði (svæðið innan 50% líkindakúrfa) og heimasvæði (svæðið innan 90% líkindakúrfa) dýranna þriggja á fengitíma. Á þessum tíma voru dýrin á víð og dreif, allt frá Kringilsárrana að Jökuldalsheiði, Smjörvatnsheiði, Tunguheiði og fóru meira að segja yfir í Þingeyjarsýslur.

5. tafla. Skörun í landnotkun hreindýranna þriggja á fengitímabilinu. Fyrir hvert dýr er gefið upp flatarmál (km^2) þess svæðis sem féll innan ákveðins prósentuhlutfalls þungamiðjulíkindadreifingarinnar, ásamt hlutfalli svæðisins sem landnotkun allra þriggja hreindýranna skaraðist (miðað við sama prósentuhlutfall).

Kýrnar þrjár		Ána		Hlíðarenda		Ranga	
Líkindakúrfa	Skörun (km^2)	Flatarmál	Hlutfall	Flatarmál	Hlutfall	Flatarmál	Hlutfall
25%	2,8	29,6	9,6%	107,7	2,6%	106	2,7%
50%	23,3	97,02	24%	272,77	8,5%	258,82	9%
75%	89,7	216,46	41,4%	505,13	17,8%	481,51	18,6%
90%	178,3	345,04	51,7%	745,91	23,9%	719,55	24,8%

Yfir vetrartímam náði heimasvæði dýranna yfir Jökuldalsheiði norðan við Eiríksstaði og yfir í Vopnafjörð. Dýrin héldu sig öll á svipuðum slóðum. Talsverð skörun var á landnotkun eins og sjá má í 6. töflu. Landnotkun Röngu og Hlíðarenda var afar lík á þessum árstíma, en Ána sker sig örlítið frá þeim (9. mynd).



9. mynd. Kjarnasvæði (svæðið innan 50% líkindakúrfa) og heimasvæði (svæðið innan 90% líkindakúrfa) dýranna þriggja að vetri. Á þessum tíma voru dýrin á víð og dreif, allt frá Kringilsárrana að Jökuldalsheiði, Smjörvatnsheiði, Tunguheiði og fóru meira að segja yfir í Þingeyjarsýslur.

5. tafla. Skörun í landnotkun hreindýranna þriggja um vetur. Fyrir hvert dýr er gefið upp flatarmál (km²) þess svæðis sem féll innan ákveðins prósentuhlutfalls þungamiðjulíkindadreifingarinnar, ásamt hlutfalli svæðisins sem landnotkun allra þriggja hreindýranna skaraðist (miðað við sama prósentuhlutfall).

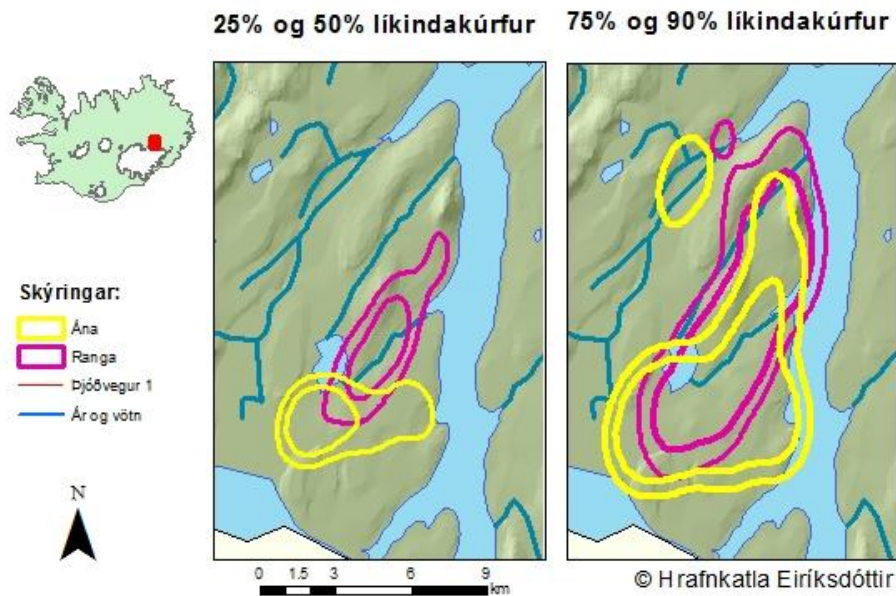
Kýrnar þrjár		Ána		Hlíðarenda		Ranga	
Líkindakúrfur	Skörun (km ²)	Flatarmál	Hlutfall	Flatarmál	Hlutfall	Flatarmál	Hlutfall
25%	5,7	105,2	5,4%	103,43	5,5%	124,54	4,6%
50%	36,6	261,03	14%	268,85	13,6%	318,9	11,5%
75%	165,2	524,07	31,5%	555,52	29,7%	652,48	25,3%
90%	420,6	795,49	52,9%	910,98	46,2%	1037,18	40,6%

Í 7. töflu er skoðuð skörun á milli aðeins tveggja dýra, þeirra Hlíðarenda og Röngu yfir vetrartímann. Þar má sjá að innan heimasvæðisins (svæðið innan 90% líkindakúrfunnar) er flatarmál skörunar tæplega tvöfalt á við skörunina þegar Ána er reiknuð með og meira en 5 sinnum meiri en þegar kjarnasvæði (svæðið innan 50% líkindakúrfa) eru skoðuð aðeins á milli Röngu og Hlíðarenda, heldur en þegar allar þrjár kýrnar eru skoðaðar.

6. tafla. Skörun í landnotkun hjá Ánu og Hlíðarenda að vetri. Fyrir hvort dýr er gefið upp flatarmál (km²) þess svæðis sem féll innan ákveðins prósentuhlutfalls þungamiðjulíkindadreifingarinnar, ásamt hlutfalli svæðisins sem landnotkun þeirra skaraðist (miðað við sama prósentuhlutfall).

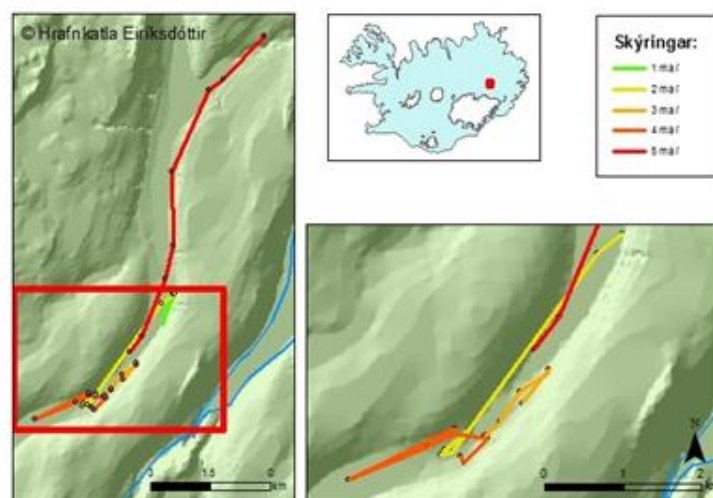
Líkindakúrfur	Skörun (km ²)	Ranga		Hlíðarenda	
		Flatarmál	Hlutfall	Flatarmál	Hlutfall
50%	226,92	318,9	71%	268,85	84%
90%	783,53	1037,18	76%	910,98	86%

Á 10. mynd má sjá landnotkun Ánu og Röngu í Kringilsárrana á burðartíma.



10. mynd. Útlínur 25%, 50% 75% og 90% líkindakúrfa út frá staðsetningum Ánu og Röngu í Kringilsárrana á burðartíma. Þegar horft er á 90% líkindakúrfuna virðast þær hafa nýtt svæðið á svipaðan hátt en þegar horft er á 25% og 50% líkindakúrfurnar sést að kjarnasvæðin eru mismunandi.

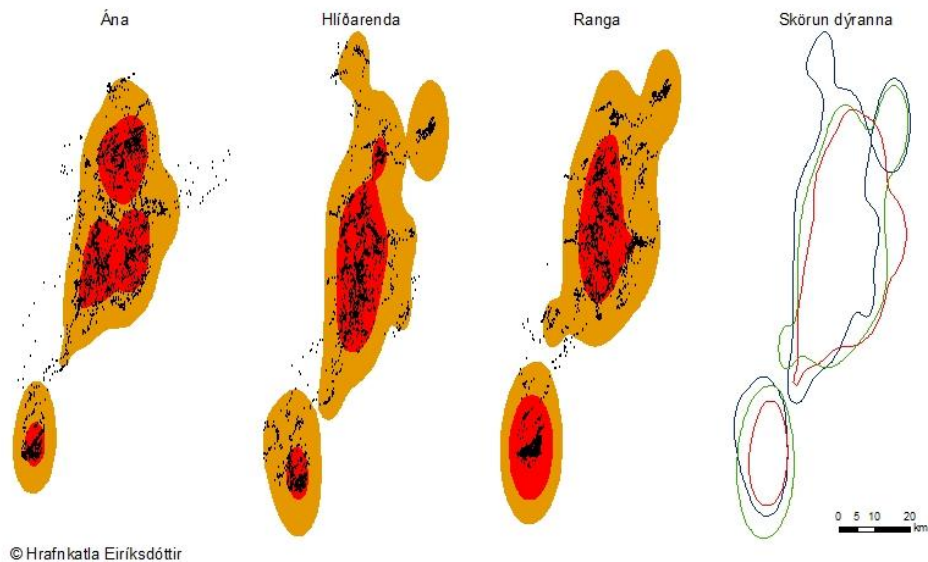
Hlíðarenda lagði einnig af stað í vorfar á svipuðum tíma og hin dýrin en eins og sjá má á 11. mynd sneri hún óvænt við þann 4. maí og hélt til baka á Jökuldalsheiðina. Hún fór að lokum inn í Kringilsárrana um mánaðamótin maí/júní, á svipuðum tíma og gelddýr og tarfar.



11. mynd. Hlíðarenda lagði af stað í vorfar inn í Kringilsárrana í apríllok, eins og Ána og Ranga gerðu en sneri við þann 4. maí og hélt aftur á Jökuldalsheiði.

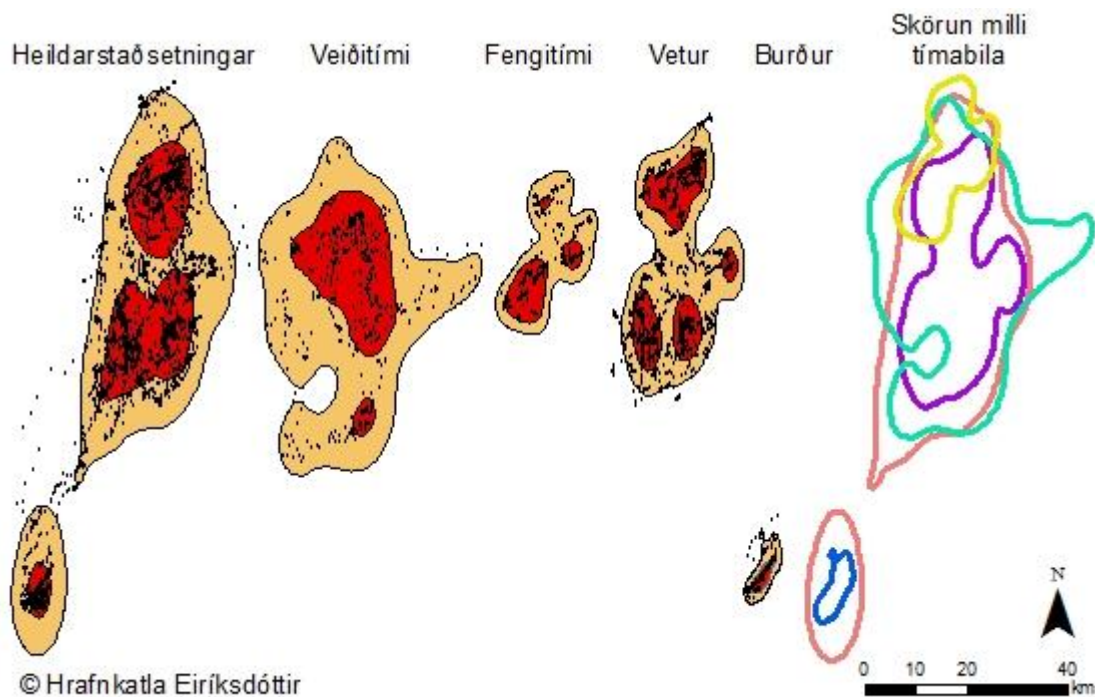
3.3. Lögur og lega heimasvæða

Landnotkun hreindýra var bæði einstaklings- og árstíðabundin. Á 12. mynd sést munur á landnýtingu og lögum heimasvæðis allra þriggja dýranna reiknað út frá öllum staðsetningum þeirra. Ána hafði það heimasvæði sem var minnst að flatarmáli.



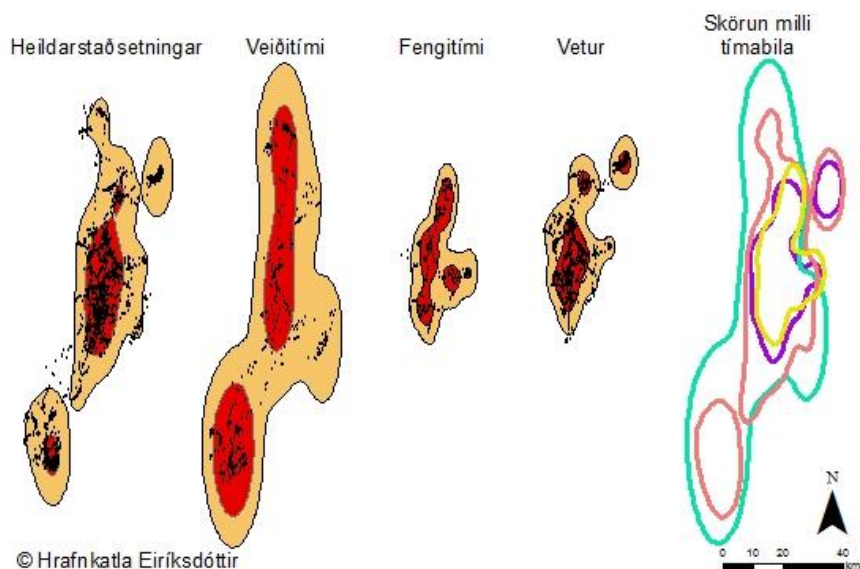
12. mynd. Samanburður á lögum heima- og kjarnasvæða hjá dýrunum þrem, reiknað út frá öllum staðsetningum alls rannsóknartímabilsins. Kjarnasvæði (svæði innan 50% líkindakúrfu) eru rauð að lit og heimasvæði (svæði innan 90% líkindakúrfu) eru appelsínugul.

Þegar litið er til stærðar heimasvæða (flatarmál) var almennt ekki marktækt meiri breytileiki innan einstaklings yfir öllu rannsóknartímabilinu en milli einstaklinga fyrir tiltekið tímabil (F-próf, sjá 8. töflu í viðauka 1). Minni breytileiki var þó á stærð vetrarheimasvæða á milli einstaklinga en á milli stærðar mismunandi heimasvæða sem reiknaðar voru fyrir sama einstaklinginn yfir allt tímabilið (F-próf, $p < 0,05$ fyrir öll 3 hreindýrin, sjá 8. töflu í viðauka 1). Á 13. mynd má sjá landnotkun Ánu eftir mismunandi tímabilum. Ekki virðist vera mikill munur á því hvaða landsvæði var notað á hverjum árstíma, enda skörun mikil milli tímabila, en lögur svæðanna var hins vegar mjög breytileg. Stærð og lögur kjarnasvæða var einnig mjög breytileg.



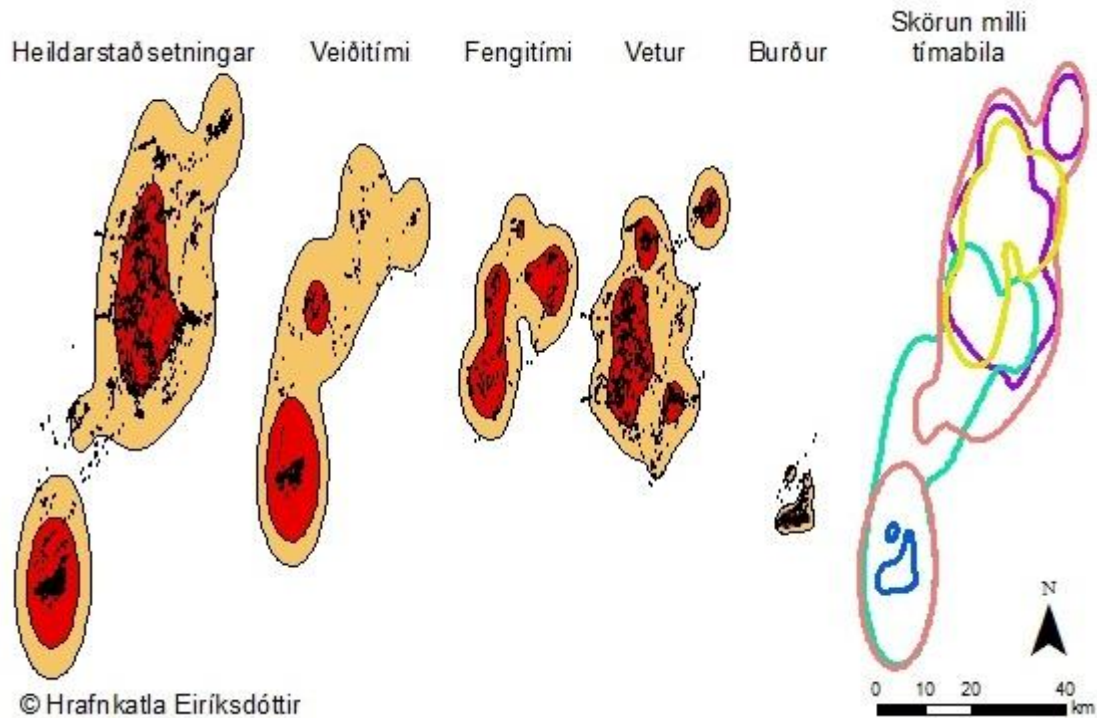
13. mynd. Landnotkun Ánu á mismunandi tímabilum. Kjarnasvæði (svæði innan 50% líkindakúrfa) eru rauð og heimasvæði (svæði innan 90% líkindakúrfa) eru drapplituð. Einnig má sjá skörun á landnotkun Ánu á milli tímabila.

Á 14. mynd sést að heildarheimasvæðið Hlíðarendu og það svæði sem hún nýtti sér yfir veiðitímamann voru víðáttumikil en svæðin sem hún nýtti sér á fengitíma og yfir vetrartímamann voru mun minni. Það sama á við um allar þrjár kýrnar (13., 14. og 15. mynd).



14. mynd. Landnotkun Hlíðarendu á mismunandi tímabilum. Kjarnasvæði (svæði innan 50% líkindakúrfa) eru rauð og heimasvæði (svæði innan 90% líkindakúrfa) eru drapplituð. Einnig má sjá skörun á landnotkun Ánu á milli tímabila.

Á 15. mynd má sjá hvernig Ranga nýtti landsvæði ólíkt eftir mismunandi árstímum. Kringilsárrani spilaði stórt hlutverk hjá henni yfir sumartímann og hún sneri ekki til baka úr honum fyrr en í ágúst.



15. mynd. Landnotkun Röngu á mismunandi tímabilum. Kjarnasvæði (svæði innan 50% líkindakúrfa) eru rauð og heimasvæði (svæði innan 90% líkindakúrfa) eru drapplituð. Einnig má sjá skörun á landnotkun Ánu á milli tímabila.

4. Umræður

4.1. Munur á aðferðum

Ástæða þess að heildarheimasvæði dýranna voru bæði reiknuð með MCP og KDE aðferðum var til að auðvelda samanburð við aðrar heimasvæðarannsóknir. Sjá má á 3. mynd hversu ólík lögun heimasvæðanna var eftir því hvor aðferðin var notuð. MCP aðferðin tekur inn stór svæði þar sem engir staðsetningarpunktar eru, en sleppir sömuleiðis út svæðum, t.d. við Kringilsárrana, þar sem fjölmargar staðsetningar voru. KDE aðferðin getur einnig í einhverjum tilfellum gert þetta (Kie o.fl., 2010) en vel sést að sú aðferð hentaði þó betur í þessa rannsókn.

Ástæðan fyrir því að h_{ref} jöfnun reyndist betur við greiningu gagnanna er líklegast sú að LSCV jöfnun á það til að reynast illa í stórum gagnasöfnum þegar margar staðsetningar eru á sömu slóðum eða þegar dýr halda mikilli tryggð við ákveðin svæði og heimsækja þau í sífellu (Hemson o.fl., 2005). Heimasvæði Röngu yfir veiðitímamann náði til dæmis langt upp á Brúarjökul (sjá 5. mynd) en engar staðsetningar frá dýrunum voru þar og því hægt að fullyrða að dýrin nýttu jökulinn ekki sem heimasvæði. Sama endurtók sig við Jökulsá á Dal. Þrátt fyrir að þekkt sé að hreindýr hafi farið yfir Jökulsá áður fyrr (Skarphéðinn G. Þórisson, 2010) var engin staðsetning hjá kúnum þrem austan við ána. Samt sem áður náði útreiknað heimasvæði dýranna nokkrum sinnum yfir hana, sem ofmetur mögulega útreiknað flatarmál heimasvæða. Hins vegar má líka sjá að ákveðin svæði þar sem staðsetningar er að finna koma ekki inn í reiknað heimasvæði, svo sennilega jafnast þetta að einhverju leyti út þegar á heildina er litið.

4.2. Stærð og lega heima- og kjarnasvæða

Stærðir heimasvæða dýranna voru breytileg eftir tímabilum, stærst voru þau á heildartímanum, en minnst á fengitíma, ef burðurinn er frátalinn. Ekki eru til neinar útgefnar íslenskar tölur um stærð heimasvæða til samanburðar við stærð heimasvæðanna í þessari rannsókn. Schindler (2005) skoðaði hreindýr á 5 mismunandi svæðum í austanverðu Manitoba í Kanada. Þar var meðalstærð heimasvæðis hreindýra (100% MCP) 2.014 km^2 yfir árið (svið: $486 - 2.980 \text{ km}^2$). Meðaltal úr 95% MCP heimasvæðis hjá Norðurheiðakúnum var 2.724 km^2 þannig að íslensku hreindýrin virtust nota heilsársheimasvæði í stærri kantinum miðað við hreindýrin í rannsókn Schindler, þó ekki sé víst að munurinn sé marktækur.

Schindler (2005) reiknaði sömuleiðis út 90% líkindakúrfu með fastri þungamiðjulíkindadreifingu og h_{ref} jöfnunarbreytu fyrir sumar (1. júlí – 31. ágúst) og vetur (1.

nóvember - 31. mars). Stærð 90% líkindakúrfunnar yfir sumarið í austanverðu Manitoba var á bilinu 185-1.827 km² en meðalstærðin 932 km². Hjá Norðurheiðadýrunum var meðalstærð heimasvæðis á veiðitíma (15. júlí – 20. september) 2.159 km². Tímabilin eru nokkuð sambærileg, en kanadísku dýrin fóru í haustfar í byrjun september, en ekkert skipulagt haustfar var hjá íslensku dýrunum og kom því ekki að sök að taldir voru með dagar í september af þeim sökum. Þótt tímabilið væri svipað, var óvíst hvort mögulegt væri að bera þau saman, þar sem að íslensku hreindýrin urðu fyrir miklu áreiti á veiðitíma sem líklega stuðlaði að meira flakki en ella og skýrði því e.t.v. meira flatarmál. Stærð 90% líkindakúrfunnar yfir vetrartímamann í austanverðu Manitoba var á bilinu 259-1.940 km² en meðalstærðin 961 km². Hjá Norðurheiðahjörðinni var flatarmálið yfir vetrartímamann 914 km² að meðaltali, sem gæti gefið til kynna að búsvæði fyrir hreindýr væru nokkuð sambærileg fyrir þennan árstíma milli þessara svæða m.t.t. þarfa dýranna.

Lögun heimasvæða var ólík eftir dýrunum, en mörkuðust þó jafnframt að miklu leyti af landfræðilegum þáttum, s.s. sjó, Vatnajökli, Jökulsá á Dal og fjallgörðum víðs vegar um rannsóknarsvæðið. Á 10. mynd er samanburður á lögun heilsársheimasvæða hreindýrskúnna þriggja ásamt því að skörun svæðanna er sýnd. Þrátt fyrir ólíka lögun voru kjarnasvæðin (rauðmerkt) á svipuðum slóðum hjá öllum dýrunum þrem. Það sýnir að þau svæði voru dýrunum mjög mikilvæg. Annað sem vakti athygli var að svæðin voru ekki samfelld. Á neðri hluta myndarinnar myndaðist bil á milli heimasvæða en báðum megin við bilið höfðum við engu að síður kjarnasvæði. Efra kjarnasvæðið var staðsett á Jökuldalsheiðinni en neðra kjarnasvæðið var staðsett í Kringilsárrana. Kringilsárranann nýttu þau á burði, en hann er afskekktur og langt frá mannabyggðum og ófær nema synt sé yfir jökulár. Hreindýr eru vanaföst við val á burðarsvæði og Kringilsárraninn hefur eflaust orðið fyrir valinu upphaflega því þar höfðu þau frið fyrir manninum og veiðum hans og svo er hann snjóléttur vegna stöðu sinnar, norðan við Vatnajökul, en þar er almennt lítil úrkoma. Dýrin héldu sig á Jökuldalsheiði á fengitíma og yfir veturinn. Þar eru mikil heiðarlandflæmi og mikið af fléttum og runnum, sem skipa stóran sess í fæðu hreindýra á þessum tíma (Kristbjörn Egilsson & Skarphéðinn Þórisson, 1983). Landsvæðið sem dýrin hlaupa yfir á milli heimasvæðanna eru hrjóstrug, uppblásin og gróðurlítill Brúaröræfin (Halldór W. Stefánsson & Skarphéðinn G. Þórisson, 2010). Það er ekki mikið sem gefur dýrunum ástæðu til þess að staldra þar við á leið sinni. Burður og burðarsvæði var ekki mikið skoðaður því aðeins fóru tvær kýr inn í Kringilsárrana til að bera. Hlíðarenda snéri við þanni 4. maí af óútskýrðum ástæðum en hugsanlegt er að hún hafi látið í kring um þennan dag og því snúið við. Því til rökstuðnings

má nefna að hún hafði sést í talningu stuttu áður og var þá hyrnd (en geldar kýr missa horn sín í mars (Skarphéðinn G. Þórisson, 2010) en í talningu um sumarið sást hún ekki með kálf.

Þegar horft var á legu heimasvæða eftir tímabilum var oft erfitt að segja nákvæmlega til um hvað orsakar legu þeirra og staðsetningu. Veiðitíminn var sérstaklega erfiður, þar sem óvarlegt var að álykta um nokkuð tengt líffræði dýranna, þar sem þau voru sífellt á flóttu undan veiðimönnum og því eflaust mjög taugatrekkt og þarf lítið til að þau stökkvi af stað. Heimasvæðið fyrir veiðitímanna var stórt, sem merkir að dýrin séu mikið á ferðinni. Líklegt er að ef dýrin væru ekki veidd á þessum tíma væru heimasvæði þeirra minni, þar sem fæðuframboð síðsumars er gott og þau þyrftu ekki að ferðast allar þessar vegalengdir til að fullnægja sínum líffræðilegu þörfum. Minnst voru heimasvæðin á burðar- og fengitíma, sem getur verið afleiðing þess að tímabilin voru stystu tímabilin sem skoðuð voru. Heimasvæði fyrir vetrartíma voru einnig lítil en álykta má að það sé m.a. til þess að eyða ekki óþarfa orku í ferðir um stærra svæði en nauðsynlegt er. Á vetrum héldu dýrin sig á Jökuldals- og Tunguheiðinni, en þar er ekki eins snjópungt og t.d. á Smjörvatnsheiðinni yfir veturinn, og mikið af fléttum, eins og áður hefur verið sagt, sem eru allt að helmingur vetrarfæðu hreindýra í Norðurheiðahjörð (Kristbjörn Egilsson, 1983).

Muninn, sem var í legu og staðsetningu heimasvæða á mismunandi árstímum, má skýra út frá þörfum hreindýra. Þau sækjast eftir mismunandi gróðri eftir árstímum og þéttleiki dýra er sömuleiðis meiri yfir vetrarmánuðina heldur en á sumartímanum.

4.3. Skörun

Skörun á landnotkun dýranna var mismikil eftir því hvaða tímabil eru skoðuð. Minnst var skörunin yfir veiðitímanna, þegar engin skörun kom fram milli kjarnasvæða (svæði innan 25% og 50% líkindakúrfa). Nokkrar ástæður gætu legið fyrir hvers vegna skörunin var minnst á veiðitíma. Það gæti verið vegna þess að þá var mikið fæðuframboð, auðvelt að fara á milli staða og stofninn dreifðastur. Ástæða þess að stofninn var dreifður á þessum er líklegast truflun vegna veiða. Skýringin á lítilli skörun gæti verið eitt þessara atriða eða einhver blanda þeirra.

Mest var skörunin yfir veturinn og þá mun meiri hjá Hlíðarendu og Röngu heldur en þegar Ána var tekin með í útreikningana, sem bendir til þess að Hlíðarenda og Ranga hafi verið í sömu hjörðinni, í það minnsta einhvern hluta vetrarins. Á vetrum halda hreindýr sig í stærri hjörðum en á öðrum árstímum sem gæti verið orsökina fyrir meiri skörun á þeim tíma.

Hreindýr verja ekki óðul, en á fengitíma verja tarfar hóp hreindýrskúa fyrir öðrum törfum (Barboza, Hartbauer, Hauer & Blake, 2004). Svæðið sem þeir verja byggist því alfarið

á staðsetningu kúnna en ekki á landsvæðinu. Hreindýr eru hjarðdýr og ferðast um í hópum sem telja allt frá örfáum dýrum og upp í þúsundir (Festa-Bianchet o.fl., 2011). Erlendis hafa dýrin ávinning af því að tilheyra hjörð að því leyti að líkur á afráni rándýra eru minni, en einnig getur það að vera í hjörð dregið úr líkum á að verða fyrir áhrifum fljúgandi sníkjudýra, sé einstaklingurinn hraustur fyrir (Mooring & Hart, 1992). Ávinningur dýranna á því að ferðast í hjörðum hérlandis er ekki eins skýr, en er hugsalega félagslegs eðlis, þar sem hreindýr eru hjarðdýr að eðlisfari.

4.4. Framtíðarhorfur hreindýra hér á landi

Hlýnandi loftslag hefur áhrif á alla vistfræðilegu þætti hreindýranna s.s. breytingu búsvæða og á plöntufánu svæða og eykur áhrif annarra ógna, t.d. aukningu sníkjudýra (Festa-Bianchet, 2011). Íslenski hreindýrastofninn hefur það fram yfir flesta aðra stofna hreindýra að hér eru engir náttúrulegir óvinir sem sækja á dýrin (Skarphéðinn Þórisson, 1983, 1993). Hér finnst sömuleiðis aðeins lítill hluti þeirra sníkjudýra sem þekkt eru í hreindýrum erlendis, en ástæður þess eru m.a. taldar vera veðurfarslegar (Berglind Guðmundsdóttir, 2006). Með hlýnandi lofslagi er þó mögulegt að fleiri sníkjudýr og jafnvel skaðvaldar á borð við brimsuflugurnar (*Oestridae*) húðbrimsu (*Hypoderma tarandi*) og kokbrimsu (*Cephenemyia trompe*) nemi hér land og fari að ásækja íslensku hreindýrin (Berglind Guðmundsdóttir, 2006). Einagrun Íslands skiptir líka máli því, eins og eyjalögmálið segir til um, þá er landnám nýrra tegunda mun hægara og erfiðara á eyjum langt undan landi, heldur en á svæðum tegdnum meginlandinu (Molles, 2008).

Önnur ógn sem fylgir hlýnandi loftslagi er tilfærsla tegunda, þ.e. arktískar tegundir sem eru aðlagðar köldu loftslagi hörfa nær pólunum meðan hlýnar á þeirra slóðum og nýjar tegundir sem lifa á hlýrri slóðum nema land, þetta á bæði við um flóru og fánu (Molles, 2008). Sumar arktískar plöntutegundir sýna í fyrstu viðnám við hlýnandi loftslagi, en þegar þolmörkum er náð verður hröð hnignun hjá tegundinni (Doak & Morris, 2010). Breytingar á útbreiðslu plöntutegunda á háum breiddargráðum vegna loftslagsbreytinga gætu því haft í för með sér alvarlegar afleiðingar fyrir byggingu og starfsemi vistkerfa þar og hnignun líffræðilegrar fjölbreytni (Doak & Morris, 2010). Mikil hlýnun getur því valdið breytingu í tegundasamsetningu beitarsvæða hreindýranna, og verði brottfall mikilvægra tegunda, gæti það haft mikil áhrif á afdrif stofnsins.

Kringilsárrani er hreindýrum í Norðurheiðahjörð mjög mikilvægur, vegna hlutverks hans sem burðarsvæðis. Árið 1939 þegar talið var að hreindýrastofninn væri nánast horfinn af landinu fundust síðustu dýrin inni í Kringilsárrana, en þar hafa þau náð að vera í friði fyrir

veiðum, enda raninn ófær fótgangandi fólki (Helgi Valtýsson, 1973). Oft dvelja dýr í Kringilsárrana fram eftir sumri (Skarphéðinn G. Þórisson & Rán Þórarinsdóttir, 2013). Við gerð Kárahnjúkavirkjunar minnkaði Kringilsárraninn, vegna tilkomu Háslóns. Ekki er vitað með vissu hversu stór hluti þessara 13 km² af Kringilsárrana sem fóru á kaf í Háslón voru grónir (Pétur Ingólfsson, 2006), en líklegt er að hreindýrin hafi þó nýtt sér þann hluta á einhvern hátt. Tilkoma Kárahnjúkavirkjunar hefur nú þegar haft áhrif á atferli hreindýranna, en burðaraterli beggja vegna lónsins hefur breyst en fjöldi dýra sem ber á skilgreindum burðarstöðvum er breytilegur eftir árum (Rán Þórarinsdóttir, 2013; Skarphéðinn G. Þórisson & Rán Þórarinsdóttir, 2013). Lónið gæti einnig haft fjölbreyttari áhrif á líf hreindýra á svæðinu. Gróðurlendin í nágrenni við Háslón flokkast sem háfjallagróður og slíkur gróður er viðkvæmur fyrir raski (Ólafur Arnalds, 2010). Áfok frá ströndum Háslóns gæti því haft mikil áhrif á gróðurfar á svæðinu í náninni framtíð bæði á gróðurþekju og tegundasamsetningu svæðisins. Lágvaxnar tegundir á borð við mosa og fléttur koma illa út úr áfoki vegna smæðar sinnar og myndu því láta undan og hverfa (Ása L. Aradóttir, Ólafur Arnalds & Harpa K. Einarsdóttir, 2010) og leiða má líkum að því að þá muni landnýting hreindýra breytast, enda fléttur mikilvægur þáttur í fæðuvali þeirra (Kumpula, 2001).

Kristbjörn Egilsson (1983) rannsakaði gróðurfar og beitolönd hreindýra á árunum 1980-1982. Þar kom fram fæðuval hreindýra norðvestan Jökulsár og þeirra sem gengu austan árinna var ólíkt. Vegna ofnýtingar á fléttum í beitolandi í Fljótsdal voru fléttur aðeins 3% af heildarfæðu hreindýranna þar, á meðan þær voru 46% á Jökuldalsheiðinni þar sem beitolöndin voru vel á sig komin. Í stað fléttu nýttu dýrin sér smárunna, en á Fljótsdalsheiðinni voru þeir 40% af heildarfæðu, en 7% á Jökuldalsheiðinni (Kristbjörn Egilsson, 1983). Ekki er þó hægt að alhæfa mikið út frá þessum gögnum í dag enda eru þau orðin 30 ára gömul og veðurfar ólíkt með tilheyrandi breytingum í gróðurfari (Aagot V. Óskarsdóttir, 2011).

Ein ógn sem verður að taka fram varðandi framtíð hreindýra á Íslandi eru eldgos. Stofninn virðist hafa komið illa út úr Öskjugosinu 1875, enda lögðust stórir hlutar beitarhaga þeirra Austanlands undir ösku- og vikurlög (Kristbjörn Egilsson & Skarphéðinn Þórisson, 1983). Komi eldgos með miklu gjóskufalli er ólíklegt að beitolöndin geti borið stofninn eins og hann er í dag auk þess sem fléttur, ein aðalfæða hreindýranna yfir vetrartímann, eru lágvaxnar og eru því fljótar að hverfa við slíkar aðstæður.

Árið 1979 voru dýr á Vesturöræfum um 1.800 og hafði fjölgað þar hlutfallslega miðað við aðra sumarhaga (Kristbjörn Egilsson & Skarphéðinn Þórisson, 1983) en undanfarin ár hefur dýrum aftur fækkað mikið á því svæði (Skarphéðinn G. Þórisson & Rán Þórarinsdóttir, 2013). Það er skýrt með auknu veiðialagi samhliða því að dýrin hafa dreift sér austur fyrir

svæðið (Rán Þórarinsdóttir, 2013). Reynt er að stjórna veiðum hér á landi með veiðikvóta, sem endurskoðaður er hvert ár af Náttúrustofu Íslands fyrir Umhverfisstofnun og tekur tillit til fjölda dýra á hverju svæði, sem og burðargetu landsvæða og kynjahlutfalls í stofninum (Skarphéðinn G. Þórisson & Rán Þórarinsdóttir, 2013). Vel er staðið að rannsóknum til að meta stofnstærð hvers árs og nýliðun í stofninum, til að þessi auðlind sem hreindýrin eru verði til staðar um ókomna framtíð. Hinsvegar er eitthvað um veiðiþjófnað á hverju ári og erfitt að segja hversu mörg dýr eru felld án leyfis. Þessar veiðar, umfram settan kvóta, gætu sett skörð í hreindýrastofninn, kæmi slæmt ár veðurfarslega, eða ef þær færðust í aukana á næstu árum.

5. Lokaorð

Landnýting hreindýra í Norðurheiðahjörð hefur breyst töluvert síðan Kristbjörn Egilsson og Skarphéðinn Þórisson (1983) rannsökuðu landnýtingu hreindýra vegna fyrirhugaðra virkjana á hálendinu. Þau nýta þó enn þá að nánast öllu leyti sömu svæði en þau gegna öðru hlutverki nú en áður. Kringilsárrani virðist til að mynda ekki eins mikilvægur í sumarheit dýranna og þau teygja sig lengra norður í Þingeyjarsýslur en áður.

Við samanburð á landnotkun dýranna þriggja sást að almennt nýttu þau að miklu leyti sömu landsvæði, þrátt fyrir að hafa upprunalega verið veidd úr mismunandi hópum innan Norðurheiðahjarðarinnar. Það þyrfti þó að rannsaka betur hverjar orsakir þess eru, til að mynda hvort þetta skýrist af fæðuframboði eða að þau sækja einfaldlega í félagsskap hvert til annars, og þá hver ávinningurinn sé af því. Það vakti einnig athygli hversu lítið landnotkunin skaraðist á veiðitíma. Skyldi áreiti af veiðum valda því að þau eru meira á ferðinni og fari því yfir stærra svæði, eða er þetta af líffræðilegum örsökum? Með hliðsjón af velferð hreindýra á veiðitíma væri æskilegt að fá betur úr því skorið með auknum rannsóknum.

Þar sem ýmsar ógnir gætu mögulega steðjað að íslenskum hreindýrum er nauðsynlegt að hafa góða þekkingu á landnotkun þeirra, svo hægt sé að stuðla að nægjanlegri vernd og fylgjast með mögulegum breytingum sem orðið geta ef umhverfisaðstæður breytast hér á komandi árum. Því er nauðsynlegt að stunda hér markvissar rannsóknir á landnotkun hreindýra nú og um ókomin ár.

6. Heimildaskrá

- Aagot V. Óskarsdóttir (ritstj.) (2011). *Náttúruvernd – Hvítbók um löggjöf til verndar náttúru Íslands*. Umhverfissráðuneytið.
- Aidley, D.J. (1981). *Animal migration*. USA: Cambridge University Press.
- Alerstam, T. (2011). Optimal bird migration revisited. *Journal of Ornithology*, 152(1), 5-23.
- Anttonen, M., Kumpula, J. & Colpaert, A. (2011). Range selection by semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) in relation to infrastructure and human activity in the boreal forest environment, Northern Finland. *Arctic*, 64(1), 1-14.
- Ása L. Aradóttir, Ólafur Arnalds & Harpa K. Einarsdóttir (2010). Áfokstilraunir. Í Ólafur Arnalds, Ása L. Aradóttir & Kristín Svavarsdóttir (ritstj.), *Gróðurrannsóknir vegna hættu á áfoki frá Háslóni*. Rit LbhÍ nr. 27, 89-110.
- Barboza, P.S., Hartbauer, D.W., Hauer, W.E. & Blake, J.E. (2004). Polygynous mating impairs body condition and homeostasis in male reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). *Journal of Comparative Physiology B*. 174(4), 309-317.
- Berglind Guðmundsdóttir (2006). *Sníkjudýr í hreindýrum á Íslandi*. Óútgefin meistaraþrófsritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Boitani, L. & Fuller, T. K. (2000). *Research techniques in animal ecology – Controversies and consequences*. New York: Columbia University Press.
- Burt, W.H. (1943). Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy*, 24, 346-352.
- Cameron, R.D., Smith, W.T., Fancy, S.G., Gerhart, K.L. & White, R.G. (1993). Calving success of female caribou in relation to body weight. *Canadian Journal of Zoology*, 71(3), 480-486.
- Chapman, J.W., Nesbit, R.L., Burgin, L.E., Reynolds, D.R., Smith, A.D., Middleton D.R. & Hill, J.K. (2010). Flight orientation behaviours promote optimal migration trajectories in high-flying insects. *Science*, 327(5966), 682-685.
- Danell, K., Utsi, P.M., Palo, R.T. & Eriksson, O. (1994). Food plant selection by reindeer during winter in relation to plant quality. *Ecography*, 17(2), 153-158.
- Darby, W.R. (1979). *Seasonal movements, habitat utilization and population ecology of woodland caribou (Rangifer tarandus caribou Gmelin) in the Wallace-Aikens Lake region of southeastern Manitoba*. Óútgefin meistaraþrófsritgerð, University of Manitoba, Manitoba.
- Doak, D.F. & Morris, W.F. (2010). Demographic compensation and tipping points in climate-induced range shifts. *Nature*, 467, 959-962.
- Egevang, C., Stenhouse, I.J., Phillips, R.A., Petersen, A., Fox, J.W. & Silk, J.R.D. (2010). Tracking of Arctic terns *Sterna paradisaea* reveals longest animal migration. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(5), 2078-2081.
- Festa-Bianchet, M., Ray, J.C., Boutin, S., Côté, S.D. & Gunn, A. (2011). Conservation of caribou (*Rangifer tarandus*) in Canada: an uncertain future. *Journal of Zoology*, 89(5), 419-434.

- Flydal, K. & Reimers, E. (2002). Relationship between calving time and physical conditions in three wild reindeer *Rangifer tarandus* populations in southern Norway. *Wildlife Biology* 8, 145-151.
- Fox, A.D., Jóhann Óli Hilmarsson, Ólafur Einarsson, Boyd, H., Kristiansen, J.N., Stroud, D.A. o.fl. (1999). Phenology and distribution of Greenland White-fronted Geese *Anser albifrons flavirostris* staging in Iceland. *Wildfowl*, 50, 29-43.
- Frey, R., Gebler, A., Fritsch, G., Nygrén, K. & Weissengruber, G.E. (2007). Nordic rattle: the hoarse vocalization and the inflatable laryngeal air sac of reindeer (*Rangifer tarandus*). *Journal of Anatomy*. 210(2), 131-159.
- Gerður Guðmundsdóttir & Sigmar Metúsalemsson (2010). *Gróðurvöktun á Vesturöræfum, Kringilsárrana og Fljótsdalsheiði með notkun gervitunglamynda – Samanburður á milli ára 2002, 2007 og 2008*. Neskaupsstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Guðrún Áslaug Jónsdóttir & Kristín Ágústsdóttir (2007). *Rannsóknir á gróðri í Kringilsárrana – Lýsing gróðurs og uppsetning vöktunarreita*. Neskaupsstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Halldór W. Stefánsson & Skarphéðinn G. Þórisson (2010). *Fuglar og spendýr á Austursvæði Vatnajökulspjóðgarðs*. Egilsstaðir: Náttúrustofa Austurlands.
- Hebblewhite, M. & Haydon, D.T. (2010). Distinguishing technology from biology: a critical review of the use of GPS telemetry data in ecology. *Philosophical Transactions of the royal society B*, 365, 2303-2312.
- Helga Aðalgeirsdóttir, Gunnar H. Jóhannesson, Hafðís Eygló Jónsdóttir, Magnús Björnsson & Ólafur Hreinsson (2007). *Norðausturvegur til Vopnafjarðar: Brunahvammsháls – Vopnafjörður: mat á umhverfisáhrifum; frummatsskýrsla*. Akureyri: Vegagerðin.
- Helgi Valtýsson (1973). *Á hreindýraslóðum – Örfatöfrar Íslands*. Akureyri: Bókaútgáfan Norðri H.F.
- Hemson, G., Johnson, P., South, A., Kenward, R., Ripley, R. & Macdonald, D. (2005). Are kernels the mustard? Data from global positioning system (GPS) collars suggest problems for kernel home-range analysis with least-squares cross-validation. *Journal of Animal Ecology*, 74, 455-463.
- Heslton, R.R. (1998). *Elevation effects on GPS positional accuracy*. Óútgefin meistaraþrófsritgerð, Virginia Tech, Blacksburg US-VA.
- Hickman, C.P., Roberts, L.S., Keen, S.L., Eisenhour, D.J., Larson, A. & I'Anson, H. (2011). *Integrated principles of zoology* (15. útg.). New York: McGraw-Hill.
- Kernohan, B.J., Gitzen, R.A. & Millspaugh, J.J. (2001). Analysis of animal space use and movements. Í Millspaugh, J.J. & Marzluff, J.M. (ritstj.), *Radio tracking and animal populations*. USA: Academic press.
- Kerr, J.T. & Deguise, I. (2004). Habitat loss and the limits to endangered species recovery. *Ecology Letters*, 7(12), 1163-1169.
- Kie, J.G., Matthiopoulos, J., Fieberg, J., Powell, R.A., Cagnacci, F., Mitchell, M.S. o.fl. (2010). The home-range concept: are traditional estimators still relevant with modern telemetry technology? *Philosophical transactions of the royal society B*, 365, 2221-2231.
- Klein, D. R. (1987). Vegetation recovery patterns following overgrazing by reindeer on St. Matthews island. *Journal of Range Management*, 40(4), 336-338.

- Kristbjörn Egilsson (1983). *Fæða og beitolönd íslensku hreindýranna*. Reykjavík: Orkustofnun.
- Kristbjörn Egilsson & Skarphéðinn Þórisson (1983). *Áhrif fyrirhugaðra virkjana á Austurlandi á hreindýr og beitolönd þeirra*. Reykjavík: Orkustofnun.
- Kumpula, J. (2001). Winter grazing of reindeer in woodland lichen pasture: Effect of lichen availability on the condition of reindeer. *Small Ruminant Research*, 39(2), 121-130.
- Longton, R. E. (1988). *Biology of polar bryophytes and lichens*. UK: Cambridge University Press.
- Makarieva, A.M., Gorshkov, V.G. & Li, B-L. (2005). Why do population density and inverse home range scale differently with body size?: Implications for ecosystem stability. *Ecological Complexity*, 2(3), 259-271.
- Mathiesen, S. D., Aagnes Utsi, T. H. & Sørmo, W. (1999). Forage chemistry and the digestive system in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) in Northern Norway and on South Georgia. *Rangifer*, 19(2), 91-101.
- McLaughlin, P.D., Ferguson, S.H. & Messier, F. (2000). Intraspecific variation in home range overlap with habitat quality: a comparison among brown bear populations. *Evolutionary Ecology*, 14, 39-60.
- Menja von Schmalensee (2010). Vágastir í vistkerfum – Seinni hluti. Framandi og ágengar tegundir á Íslandi. *Náttúrufræðingurinn*, 80(3-4), 84-102.
- Mitchell, M.S. & Powell, R.A. (2004). A mechanistic home range model for optimal use of spatially distributed resources. *Ecological Modelling*, 177(1-2), 209-232.
- Molles, M.C. (2008). *Ecology – Concepts and applications* (4. útg.). USA: McGraw Hill.
- Moorcroft, P. & Lewis, M.A. (2006). *Mechanistic home range analysis*. USA: Princeton University Press.
- Mooring, M.S. & Hart, B.L. (1992). Animal grouping for protection from parasites: selfish herd and encounter-dilution effects. *Behaviour*, 123(3-4), 173-193.
- Morrison, M.L., Marcot, B. & Mannan, V. (2006). *Wildlife-habitat relationships: Concepts and applications* (3. útg.). Washington: Islandpress.
- NAT (á.á.). *Heiðar Austanlands*. Skoðað 25. nóvember 2013 á: http://www.nat.is/travelguide/ahugav_st_heidar_austurl.htm.
- NAT veiðivefur (á.á.). *Tunguheiði veiðivötn*. Skoðað 26. nóvember 2013 á: http://www.nat.is/veidi/votn_a_tunguheidi.htm.
- Náttúrumæraskrá Fljótsdalshéraðs (á.á.). *IX. Jökuldalur*. Skoðað 26. nóvember 2013 á: <http://www.alta.is/nms/index.php?m=t&t1=9&t2=0&t3=0>.
- Olofsson, A., Danell, Ö., Forslund, P. & Åhman, B. (2011). Monitoring changes in lichen resources for range management purposes in reindeer husbandry. *Ecological Indicators*, 11(5), 1149-1159.
- Ólafur Arnalds (2010). Inngangur og forsendur verkefnis. Í Ólafur Arnalds, Ása L. Aradóttir & Kristín (ritstj.), *Gróðurrannsóknir vegna hættu á áfoki frá Háslóni*. Rit Lbhlí nr. 27, 5-14.
- Ólafur E. Friðriksson (1996). *Skotveiðar í íslenskri náttúru*. Reykjavík: Iðunn.
- Ólafur Þorvaldsson (1960). *Hreindýr á Íslandi*. Reykjavík: Bókaútgáfa menningarsjóðs.
- Pellerin, M., Said, S. & Gaillard, J.M. (2008). Roe deer *Capreolus capreolus* home-range sizes estimated from VHF and GPS data. *Wildlife Biology*, 14(1), 101-110.

- Pétur Ingólfsson (2006). *Umhverfisáhrif Kárahnjúkavirkjunar, staðreyndir og ýkjur*. Skoðað 19. apríl 2013 á: <http://www.landsvirkjun.is/frettir/frettasafn/nr/370>.
- Postlethwait, J.H. & Hopson, J.L. (2006). *Modern Biology*. USA: Holt, Rinehart and Winston.
- Powell, R.A. (2000). Animal home ranges and territories and home range estimations. Í Boitani, L. & Fuller, T.K. (ritstj.), *Research Techniques in Animal Ecology*. New York: Columbia University Press.
- Quinn, T.R. (2005). *The behaviour and ecology of pacific salmon and trout*. Kanada: University of Washington Press.
- Rán Þórarinsdóttir (2013). *Kortlagning burðarsvæða hreindýra á áhrifasvæðum Kárahnjúkavirkjunar vorið 2012*. Egilsstaðir: Náttúrustofa Austurlands.
- Reece, J.B., Taylor, M.R., Simon E.J. & Dickey, J.L. (2012). *Campbell biology – concepts & connections* (7. útg.). San Francisco: Pearson Benjamin Cummings.
- Rodgers, A.R., Carr, A.P., Beyer, H.L., Smith, L. & Kie, J.G. (2007). *HRT: Home range tools for ArcGIS. Version 1.1*. Thunder Bay, Ontario, Canada: Ontario Ministry of Natural Resources, Centre for Northern Forest Ecosystem Research.
- Russell, A.P., Bauer, A.M. & Johnson, M.K. (2005). Migration in amphibians and reptiles: An overview of patterns and orientation mechanisms in relation to life history strategies. Í Elewa, A.M.T. (ritstj.), *Migration of organisms*. Holland: Springer Berlin Heidelberg.
- Røed, K.H., Soldal, A.V. & Thórisson, S. (1985). Transferring variability and founder effect in Iceland reindeer *Rangifer tarandus* L. *Hereditas*, 103(2), 161-164.
- Schindler, D. (2005). *Determining woodland caribou home range and habitat use in eastern Manitoba – „Preliminary analysis and interim report“*. Winnipeg: University of Winnipeg.
- Sigmar Metúsalemsson & Einar Grétarsson (2003). Nyttjaland: Gróðurflokkun. *Fræðaging landbúnaðarins 2003*, 260-263. Reykjavík: Landbúnaðarháskóli Íslands.
- Silva-Opps, M. & Opps, S.B. (2011). Use of telemetry data to investigate home range and habitat selection in mammalian carnivores. Í Krejcar, O. (ritstj.), *Modern Telemetry*. Útgáfustaður óþekktur: Intech.
- Skarphéðinn Þórisson (1984). The history of reindeer in Iceland and reindeer study 1979-1981. *Rangifer*, 4(2), 22-38.
- Skarphéðinn Þórisson (1993). Hreindýr. Í Páll Hersteinsson & Guttormur Sigbjarnarson (ritstj.), *Villt íslensk spendýr* (bls. 251-285). Reykjavík: Hið íslenska náttúrufræðifélag – Landvernd.
- Skarphéðinn G. Þórisson (ábyrgðarmaður) (2010). *Hreindýr (rangifer tarandus)*. Egilsstaðir: Náttúrustofa Austurlands.
- Skarphéðinn G. Þórisson & Rán Þórarinsdóttir (2013). *Vöktun hreindýrastofnsins 2012 og tillaga Náttúrustofu Austurlands um veiðikvóta og ágangssvæði 2013*. Egilsstaðir: Náttúrustofa Austurlands.
- Skogland, T. (1984). Wild reindeer foraging-niche organization. *Ecography*, 7(4), 345-379.
- Spencer, W.D. (2012). Home ranges and the value of spatial information. *Journal of Mammalogy*, 93(4), 929-947.

- Stefanescu, C., Páramo, F., Åkesson, S., Alarcón, M., Ávila, A., Brereton, T. o.fl. (2013). Multi-generational long-distance migration of insects: studying the painted lady butterfly in the Western Palaearctic. *Ecography*, 36(4), 474-486.
- Storeheier, P. V., Mathiesen, S. D., Tyler, N. J. C. & Olsen, M. A. (2002). Nutrive value of terricolous lichens for reindeer in winter. *The Lichenologist*, 34(3), 247-257.
- Suominen, O. & Olofsson, J. (2000). Impacts of semi-domesticated reindeer on structure of tundra and forest communities in Fennoscandia: a review. *Annales Zoologici Fennici*, 37, 233-249.
- Televilt (2007). *Tellus GPS system, closer to wildlife* (User Manual). Sweden: Televilt.
- Umhverfisstofnun. (á.á.a). *Kringilsárrani*. Skoðað 19. apríl 2013 á:
<http://www.ust.is/einstaklingar/nattura/fridlyst-svaedi/austurland/kringilsarrani/>.
- Umhverfisstofnun (á.á.b). *Veðitímabil*. Skoðað 12. desember 2013 á:
<http://www.ust.is/einstaklingar/veidi/veiditimabil/>
- Vatnajökulsþjóðgarður. (á.á.). *Kringilsárrani*. Skoðað 19. apríl 2013 á:
<http://www.vatnajokulsthjodgardur.is/fraedsla/vatnajokulsthjodgardur/austursvaedi/kringilsarrani/>.
- Wikelski, M., Kays, R.W., Kasdin, N.J., Thorup, K., Smith, J.A. & Svenson, G.W. (2007). Going wild: what a global small-animal tracking system could do for experimental biologist. *The Journal of Experimental Biology*, 210, 181-186.
- Wilcove, D.S. (2008). *No way home: The decline of the world's great animal migration*. Washington DC: Island Press.
- Williams, C.B. (1957). Insect migration. *Annual Review of Entomology*, 2, 163-180.
- Worton, B.J. (1989). Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology*, 70(1), 164-168.
- Þorsteinn Jósepsson & Steindór Steindórsson (1981). *Landið þitt Ísland, H-K* (2. bindi). Reykjavík: Bókaútgáfan Örn og Örlygur.

7. Myndaskrá:

Mynd á forsiðu: Hreindýr. Skarphéðinn G. Þórisson.

Mynd 1, bls. 9: Áhrif bandvíddar á þungamiðjulíkindadreifingu. Sótt 30. nóvember 2013 á: http://www.umiacs.umd.edu/labs/cvl/pirl/vikas/Software/optimal_bw/optimal_bw_code.htm.

Mynd 2, bls. 11: Skilgreint svæði dýra í Norðurheiðahjörð. Hrafnkatla Eiríksdóttir.

Mynd 3, bls. 17: Samanburður á MCP og KDE heimasvæðisútreikningum. Hrafnkatla Eiríksdóttir.

Mynd 4, bls. 17: Samanburður á h_{ref} og LSCV jöfnunarbreytum. Hrafnkatla Eiríksdóttir.

Mynd 5, bls. 18: Reiknaðar líkindakúrfur fyrir Röngu á veiðitímabilinu. Hrafnkatla Eiríksdóttir.

Mynd 6, bls. 19: Kjarna- og heimasvæði dýranna þriggja á öllum rannsóknartímanum. Hrafnkatla Eiríksdóttir.

Mynd 7, bls. 20: Kjarna- og heimasvæði dýranna þriggja á veiðitíma. Hrafnkatla Eiríksdóttir.

Mynd 8, bls. 21: Útlínur 50% og 90% líkindakúrfa út frá staðsetningum dýranna þriggja á fengitíma. Hrafnkatla Eiríksdóttir.

Mynd 9, bls. 22: Útlínur 50% og 90% líkindakúrfa út frá staðsetningum dýranna þriggja á vetrartíma. Hrafnkatla Eiríksdóttir.

Mynd 10, bls. 23: Útlínur líkindakúrfa út frá staðsetningum Ánu og Röngu í Kringilsárrana á burðartíma. Hrafnkatla Eiríksdóttir.

Mynd 11, bls. 23: Viðsnúningur Hlíðarendu. Hrafnkatla Eiríksdóttir.

Mynd 12, bls. 24: Lögun heilsárs heimasvæða. Hrafnkatla Eiríksdóttir.

Mynd 13, bls. 25: Landnotkun Ánu á mismunandi tímabilum. Hrafnkatla Eiríksdóttir.

Mynd 14, bls. 25: Landnotkun Hlíðarendu eftir tímabilum. Hrafnkatla Eiríksdóttir.

Mynd 15, bls. 26: Landnotkun Röngu eftir tímabilum. Hrafnkatla Eiríksdóttir.

8. Töfluskrá:

Tafla 1, bls. 14: Upplýsingar um hreindýrin í rannsókninni. Hrafnkatla Eiríksdóttir.

Tafla 2, bls. 16: Samanburður á heildarlandnotkun hreindýranna á öllum rannsóknartímanum eftir aðferðum. Hrafnkatla Eiríksdóttir.

Tafla 3, bls. 19: Skörun í landnotkun hreindýranna þriggja á öllu rannsóknartímabilinu. Hrafnkatla Eiríksdóttir.

Tafla 4, bls. 20: Skörun í landnotkun hreindýranna þriggja á veiðitímabilinu. Hrafnkatla Eiríksdóttir.

Tafla 5, bls. 21: Flatarmál þess svæðis sem skarast sameiginlega hjá öllum dýrunum þremur út frá staðsetningum yfir fengitímann. Hrafnkatla Eiríksdóttir.

Tafla 6, bls. 22: Flatarmál þess svæðis sem skarast sameiginlega hjá öllum dýrunum þremur út frá staðsetningum yfir vetrartímann. Hrafnkatla Eiríksdóttir.

Tafla 7, bls. 22: Skörun hjá Röngu og Hlíðarendu yfir vetrartímann. Hrafnkatla Eiríksdóttir.

Tafla 8, bls 40: F-gildisútreikningar. Hrafnkatla Eiríksdóttir

9. Viðaukar:

Viðauki 1: F-próf á beytileika á flatarmáli heimasvæða á milli hópa og dýra, Athuga verður að úrtakið er lítið og aðeins voru 2 frítölur til að styðjast við (1 frítala í burðinum).

8. tafla. Niðurstöður úr F-prófi þar sem breytileiki á flatarmáli heimasvæða var skoðaður á milli tímabila og einstaklinga. Hér er að sjá útreiknað *p*-gildi, *F*-gildi og svo hvort *p*-gildið sé markdækt.

Heimasvæði (90% líkindakúrfa) - (p-gildi)					
	Burður	Veiðitími	Fengitími	Vetur	Heild
Ána	0.006	0.18	0.086	0.032	0.14
Hlíðarenda		0.49	0.02	0.008	0.048
Ranga	0.005	0.22	0.07	0.022	0.12
Heimasvæði (90% líkindakúrfa) - (F-gildi)					
	Burður	Veiðitími	Fengitími	Vetur	Heild
Ána	15326,54	0,38	10,81	30,33	6,37
Hlíðarenda		1,18	33,86	116,49	19,94
Ranga	17928,25	0,44	12,64	43,49	7,45
Heimasvæði (90% líkindakúrfa) - (p-gildi)					
	Burður	Veiðitími	Fengitími	Vetur	Heild
Ána	<i>p</i> < 0,05	<i>p</i> > 0,05	<i>p</i> > 0,05	<i>p</i> < 0,05	<i>p</i> > 0,05
Hlíðarenda		<i>p</i> > 0,05	<i>p</i> < 0,05	<i>p</i> < 0,05	<i>p</i> < 0,05
Ranga	<i>p</i> < 0,05	<i>p</i> > 0,05	<i>p</i> > 0,05	<i>p</i> < 0,05	<i>p</i> > 0,05
Heimasvæði (90% líkindakúrfa)					
	Burður	Veiðitími	Fengitími	Vetur	Heild
Ána	0.006	0.18	0.086	0.032	0.14
Hlíðarenda		0.49	0.02	0.008	0.048
Ranga	0.005	0.22	0.07	0.022	0.12
Heimasvæði (90% líkindakúrfa)					
	Burður	Veiðitími	Fengitími	Vetur	Heild
Ána	<i>p</i> < 0,05	<i>p</i> > 0,05	<i>p</i> > 0,05	<i>p</i> < 0,05	<i>p</i> > 0,05
Hlíðarenda		<i>p</i> > 0,05	<i>p</i> < 0,05	<i>p</i> < 0,05	<i>p</i> < 0,05
Ranga	<i>p</i> < 0,05	<i>p</i> > 0,05	<i>p</i> > 0,05	<i>p</i> < 0,05	<i>p</i> > 0,05