



Landsvirkjun

LV-2020-052

Áhrif þeistareykjavirkjunar á mófugla



Lykilsíða



Skýrsla LV nr: LV-2020-052

Dags: Desember 2020

Fjöldi síðna: 18

Upplag:

Dreifing:

- ☒ Birt á vef LV
- ☒ Opin
- ☐ Takmörkuð til

Titill: Áhrif þeistareykjavirkjunar á mófugla

Höfundar/fyrirtæki: Aðalsteinn Örn Snæpórsson Náttúrustofa Norðausturlands / NNA-2007

Verkefnisstjóri: Sveinn Kári Valdimarsson

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: _____

Útdráttur: Til að fylgjast með áhrifum framkvæmda við þeistareykjavirkjun voru mófuglar vaktaðir á svæðinu frá árinu 2012 til 2019.

Niðurstöður sýna að framkvæmdir hafa haft neikvæð áhrif á mófugla og eru færri fuglar í næsta nágrenni virkjunarinnar en fjær.

Engar af þeim fuglategundum sem urðu fyrir áhrifum eru á valista og snerta í raun aðeins nokkra tugi einstaklinga. Þeistareykjavirkjun mun því ekki hafa áhrif á stofnstærðir þessara fugla.

Lykilorð: Fuglar, mófuglar, heiðlóa, spói, þúfutittlingur, þeistareykir, Norðausturland, háhiti

ISBN nr:

Samþykki verkefnisstjóra
Landsvirkjunar

A handwritten signature in black ink, appearing to read "S. Kári", written over a horizontal line.

 N á t t ú r u s t o f a Norðausturlands		Hafnarstétt 3 640 Húsavík Sími: 464 5100 www.nna.is nna@nna.is
Skýrsla nr. NNA-2007	Dags. Desember 2020	Dreifing: Opin
Heiti skýrslu/aðal- og undirtitill: Áhrif þeistareykjavirkjunar á mófugla		Útgáfa: Rafræn
		Síðufjöldi: 18
		Fjöldi viðauka: 1
Höfundar: Aðalsteinn Örn Snæþórsson		
Unnið fyrir: Landsvirkjun		
Samstarfsaðilar:		
Samantekt: Að beiðni Landsvirkjunar hóf Náttúrustofa Norðausturlands (NNA) að vakta mófugla á Þeistareykjum árið 2012 vegna áætlana um byggingu gufuaflsvirkjunar á svæðinu. Settir voru út 20 fastir talningapunktur í næsta nágrenni fyrirhugaðs stöðvarhúss. Auk þess var talið á 14 talningapunktum eftir gamla Þeistareykjaveginum, sem NNA hefur talið á í tengslum við vöktun mófugla á héraðsvísu allt frá árinu 2010 (Yann Kolbeinsson o.fl. 2019). Niðurstöður þessara rannsókna eru hér dregnar saman. Auk búsvæðataps virðist Þeistareykjavirkjun og framkvæmdir henni tengdar hafa haft neikvæð áhrif á mófugla. Bendir þessi rannsókn til þess að færri mófuglar séu í næsta nágrenni virkjunarinnar og þann mun megi líklega skýra með truflun. Umfang áhrifanna er erfitt að meta með nákvæmum hætti en þau munu aldrei snerta fleiri en nokkra tugi mófugla. Einkum væru það fuglar af þremur tegundum; heiðlóa, spói og þúfuttlingur. Þessar tegundir hafa allar mjög stóra varpstofna hérlandis og eru ekki á válista. Heiðlóa og spói teljast þó ábyrgðartegundir Íslands og heiðlóa er í viðauka II við Bernarsamninginn. Áhrif Þeistareykjavirkjunar einnar og sér mun því ekki hafa merkjanleg áhrif á stofnstærðir, hvorki á lands- né héraðsvísu. Hafa ber þó í huga að hún er einn margra áhrifaþátta tengdum umsvifum manna og rýrnun náttúrulegra búsvæða þessara tegunda. Áhugavert væri að halda vöktuninni áfram og sjá hvort frekari breytingar verði á svæðinu þegar lengra líður frá aðal framkvæmdatímanum á svæðinu.		
Lykilorð: heiðlóa, spói, þúfuttlingur, truflun, hávaði, framkvæmdir, Þingeyjarsýslur, Norðausturland		Yfirfarið: ÞLP, SGS

Áhrif Þeistareykjavirkjunar á mófugla

Efnisyfirlit

INNGANGUR.....	3
RANNSÓKNARSVÆÐI OG AÐFERÐIR.....	3
NIÐURSTÖÐUR	5
UMRÆÐUR	8
NIÐURSTAÐA.....	10
HEIMILDIR	11
VIÐAUKI – NIÐURSTÖÐUR TÖLFRÆÐIPRÓFANA	12

INNGANGUR

Að beiðni Landsvirkjunar hóf Náttúrustofa Norðausturlands (NNA) að vakta mófugla á Þeistareykjum árið 2012 vegna áætlana um byggingu gufuaflsvirkjunar á svæðinu. Framkvæmdir voru þá þegar hafnar. Virkjunin var síðan gangsett haustið 2017. Settir voru út 20 fastir talningapunktar í næsta nágrenni fyrirhugaðs stöðvarhúss. Auk þess var talið á 14 talningapunktum á fjarsvæði virkjunarinnar, eftir gamla Þeistareykjaveginum, sem NNA hefur talið á í tengslum við vöktun mófugla á héraðsvísu allt frá árinu 2010 (Yann Kolbeinsson o.fl. 2019).

Vöktunin stóð til ársins 2019 þegar virkjunin hafði verið starfrækt í tvö ár. Niðurstöður hvers árs hafa verið birtar í árlegum skýrslum og minnisblöðum um vöktunina (Sigprúður Stella Jóhannsdóttir o.fl. 2012, 2013 og 2014, Sigprúður Stella Jóhannsdóttir og Aðalsteinn Örn Snæþórsson 2015, 2016, 2017, 2018 og 2019). Hér verður niðurstöðum gerð ítarlegri skil og athugað hvort greina megi áhrif þeistareykjavirkjunar og framkvæmdum henni tengdum á mófugla.

RANNSÓKNARSVÆÐI OG AÐFERÐIR

Rannsóknarsvæðið á Þeistareykjum liggur í um 280–350 m hæð yfir sjávarmáli (1. mynd). Landslag svæðisins einkennist af flötum og grónum hraunum þar sem hraunkollar standa víða upp úr. Svæðið er þurrt og er samfelldur mólendisgróður ríkjandi. Gróðurfar er fremur fjölbreytt og helstu gróðurlendi á rannsóknarsvæðinu og í næsta nágrenni þess eru fjalldrapamói, lyngmói og fléttumói (Guðmundur Guðjónsson o.fl. 2008).

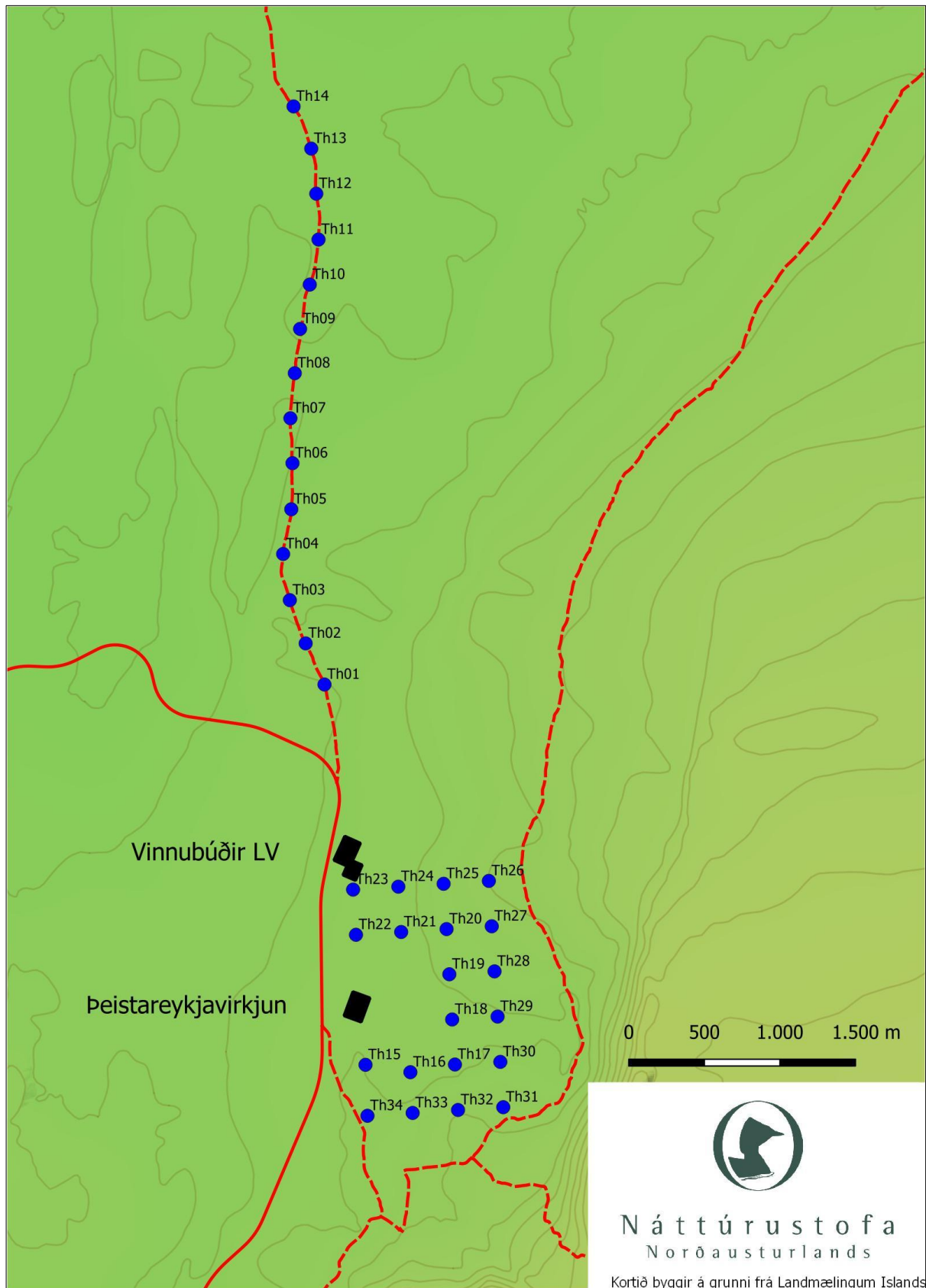
Punktalningar voru notaðar til að meta þéttleika mófugla. Mófuglar eru ekki vel skilgreindur hópur innan fuglafræðinnar en hér er miðað við rjúpu, kjóa og allar vaðfugla- og spörfuglategundir að hrafni undanskildum. Talningapunktar voru staðsettir á tveimur svæðum. Annars vegar 14 talningapunktar á gamla Þeistareykjaveginum og verður það svæði kallað „fjarsvæði“ hér eftir. Þessir punktar tilheyra stærra vöktunarverkefni NNA á héraðsvísu og eru þeir staðsettir í 2,1 til 6,0 km fjarlægð frá Þeistareykjavirkjun. Hins vegar 20 punktar í kring um Þeistareykjavirkjun, austan Þeistareykjavegar og verður það hér eftir verður kallað „nærsvæði“. Punktar á nærsvæði voru í 350 til 1150 m fjarlægð frá Þeistareykjavirkjun. Á nærsvæði var gengið á milli talningapunkta en ekið á milli þeirra á fjarsvæði. GPS tæki var notað til að finna nákvæma staðsetningu talningapunkta.

Á hverjum punkti var fuglalíf kannað í nákvæmlega 5 mínútur. Á þeim tíma voru allir fuglar sem sáust innan 200 m frá punktinum skráðir á þar til gert eyðublað. Einnig var fjarlægð í hvern fugl mæld með fjarlægðarmæli með nákvæmni upp á 1 m. Atferli fuglsins var einnig skráð til að meta hvort um varpfugl væri að ræða.

Reynt var að takmarka skekkju vegna umhverfisaðstæðna á milli ára með því að telja á því sem næst sama degi ársins hverju sinni, sama tíma sólarhrings og einungis við staðlaðar veðurfarsaðstæður þ.e. úrkomulaust og vindstyrk innan við 6 m/s. Viðmiðunardagsetning var 13. júní og var reynt að hnika því ekki til um meira en 7 daga. Athugendur voru tveir og taldi annar á nærsvæði en hinn á fjarsvæði. Talningar áttu að hefjast því sem næst á sama tíma og byrjað var að telja í fyrsta skiptið sem talið var, kl. 16:13, og mátti vikið ekki vera meira en 30 mínútur.

Við útreikninga voru einungis notaðir fuglar sem taldir voru búa á svæðinu þ.e. sitjandi fuglar og fuglar á flugi sem sýndu varp- eða óðalsatferli. Fuglar sem flugu í gegnum svæðið án þess að virðast eiga þar heima voru ekki teknir með. Niðurstöðurnar eru birtar sem fjöldi fugla sem fjarlægðarmældir eru á hverjum punkti. Til samanburðar voru notuð gögn frá öðrum svæðum í Þingeyjarsýslum sem talin hafa verið í árlegri mófuglavöktun NNA (sjá Yann Kolbeinsson o.fl. 2019). Þau ná til sama tímabils og gögnin

frá svæðunum tveimur á Þeistareykjum. Vísað verður til þessara gagna hér eftir sem „mófuglavöktun NNA“.



1. mynd. Fuglatalningapunktur á Þeistareykjasvæðinu og skipting þeirra í tvö talningasvæði. Fjarsvæði = Th01-Th14 og nærsvæði = Th15-Th34.

Talningar á fjarsvæði hófust árið 2010 þegar mófuglavöktun NNA á héraðsvísu hófst en á nærsvæði hófust talningar árið 2012 þegar vöktun á lífríki í nágrenni þeistareykjavirkjunar byrjuðu. Vegna ófærðar var fjarsvæðið ekki talið árið 2013 en annars var talið á báðum stöðum árlega (1. tafla). Ýmsir utanaðkomandi þættir geta haft áhrif á niðurstöður talninga en auk veðurfarsþátta má nefna snjóhulu og hávaða frá blásandi holum. Þessir þættir voru ekki mældir með stöðluðum aðferðum en athugasemdir er varða þessa þætti voru skráðar niður samhliða talningum ef ástæða þótti til.

1. tafla. Talningadagar, hitastig og aðstæður sem gætu haft áhrif á talningar.

Ár	Fjarsvæði	Nærsvæði	Meðalhiti (°C)	Aðstæður
2010	13. júní	ekki talið	11,4	
2011	26. júní	ekki talið	8,4	
2012	13. júní	13. júní	8,8	
2013	ekki talið	21. júní	8,1	Hávaði frá holum og mikill snjór
2014	18. júní	18. júní	11,8	Meiri snjór en nokkru sinni og víða pollar
2015	17. júní	17. júní	10,8	Hávaði frá holum og lítilsháttar úrkoma
2016	15. júní	15. júní	12,8	Tveir skaflar við talningu á nærsvæði
2017	13. júní	13. júní	4,5	
2018	16. júní	16. júní	5,3	Lítilsháttar úrkoma
2019	10. júní	14. júní	14,2 (10. júní) 5,7 (14. júní)	

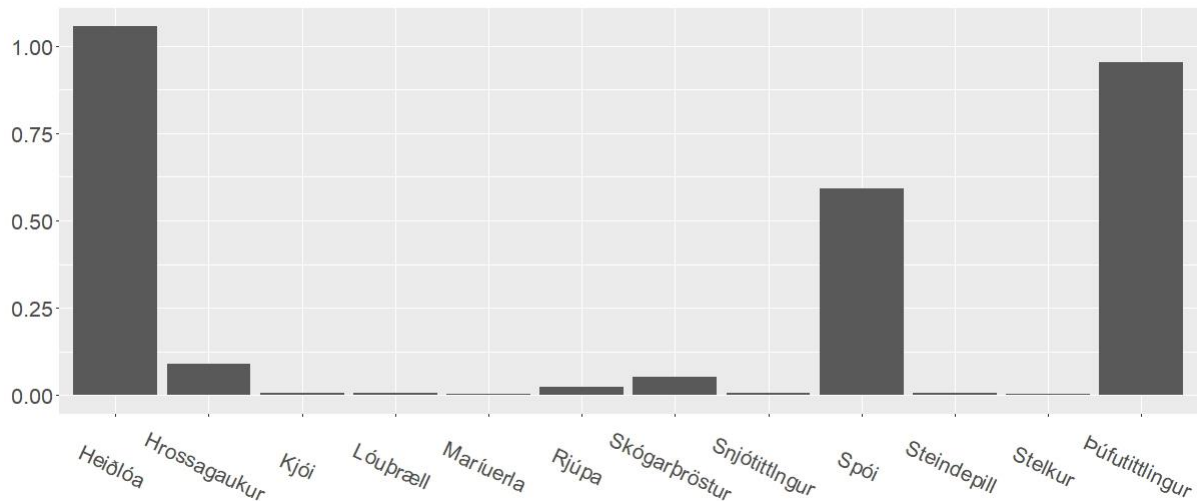
Öll tölfræðiúrvinnsla fór fram í tölfræðiforritinu R, útgáfu 4.0.3. Gögnin voru skoðuð með tilliti til normaldreifingar bæði sjónrænt með normaldreifingarríti af leifum (Q-Q plot) og eins með Shapiro prófi. Þar sem gögnin fylgdu ekki normaldreifingu var notast við Sheirer Ray Hare próf við fjölþátta greiningu á þéttleika fugla eftir árum og svæðum en Wilcoxon próf milli einstakra mælinga. Línuleg aðhvarfsgreining var gerð til að skoða tengsl breyta. Hæð talningapunkta yfir sjávarmáli var fundin í landupplýsingakerfi (Qgis 3.16.0) þar sem til grundvallar var hæðarlíkanið ÍslandsDEM, útgáfa 0, sem hefur nákvæmni upp á innan við metra. Veðurgögn frá sjálfvirkri athugunarstöð á Þeistareykjum fengust frá Veðurstofu Íslands. Til einföldunar verða niðurstöður tölfræðiprófana birtar í viðauka en þeirra ekki getið í niðurstöðum.

NIÐURSTÖÐUR

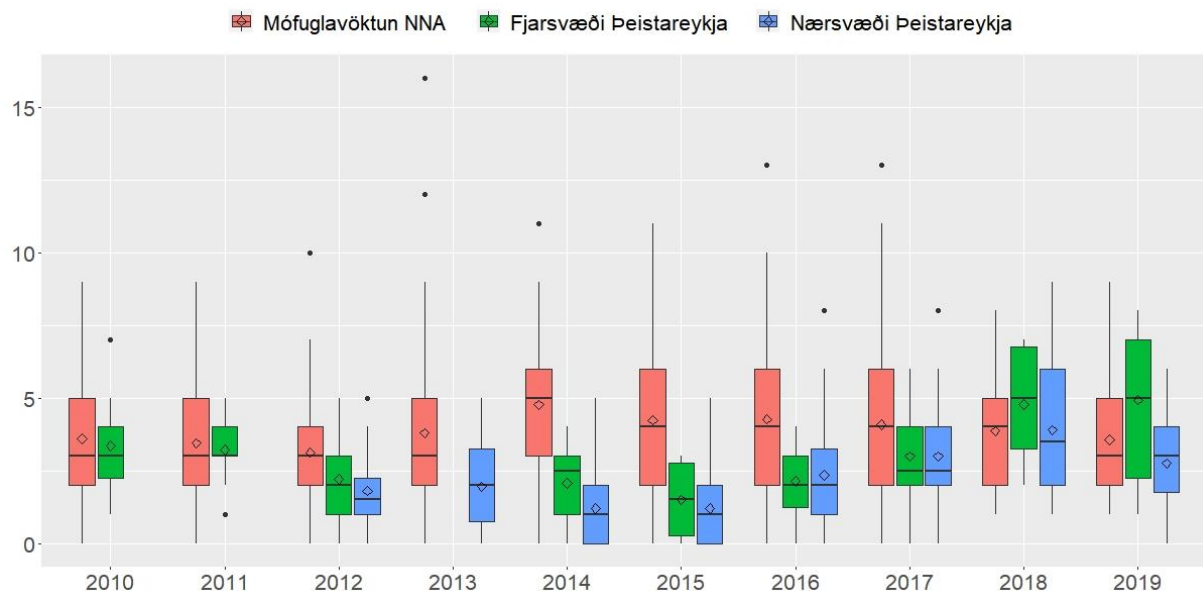
Að meðaltali var mælt í 2,8 fugla á hverjum talningapunkti á Þeistareykjum frá því talningar hófust árið 2010. Á nærsvæðinu var mælt í 2,5 fugla að meðaltali en 3,2 á fjarsvæðinu. Þrjár tegundir skáru sig úr hvað varðar algengi; heiðlóa, spói og þúfuttlingur (2. mynd). Við áframhaldandi úrvinnslu gagnanna og samanburð milli svæða var einungis miðað við þessar þrjár tegundir, enda aðrar of sjaldgæfar til að geta gefið gagnlegar niðurstöður.

Meðalfjöldi á nærsvæði (2,35) var lægri en bæði á fjarsvæði (2,90) og í mófuglavöktun NNA (3,99). Meðalfjöldinn var breytilegur milli ára og fylgdust árlegar breytingar að á nær- og fjarsvæði (3. mynd). Nærsvæði sker sig einungis frá fjarsvæði árið 2019 en frá mófuglavöktun NNA árin 2012 – 2016.

Á fjarsvæði fjölgaði fuglum með aukinni fjarlægð talningapunkts frá virkjun (4. mynd). Að sama skapi fækkaði fuglum með aukinni hæð yfir sjávarmáli enda voru þessar breytur tengdar. Talningapunktar á fjarsvæði liggja til norðurs frá virkjuninni og landið hallar niður í þá átt.

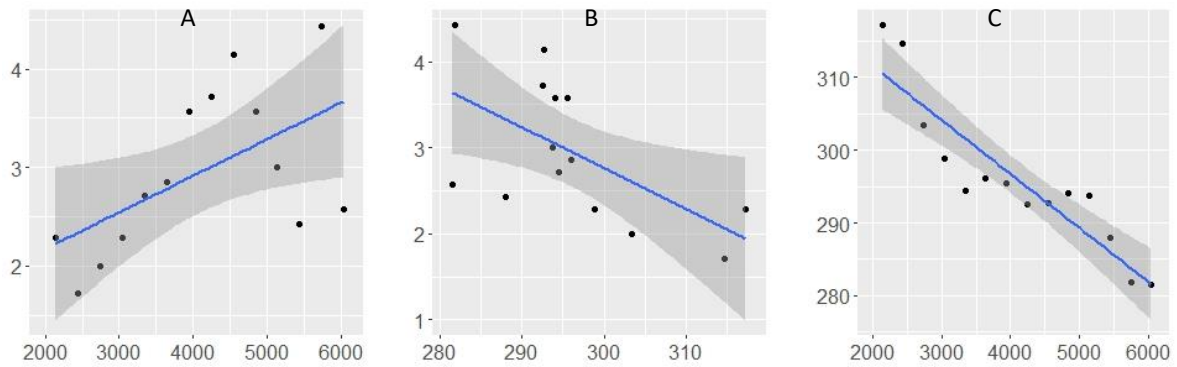


2. mynd. Meðalfjöldi fugla sem sáust í hverri punktatalningu á Þeistareykjum frá 2010 – 2019, skipt eftir tegundum.

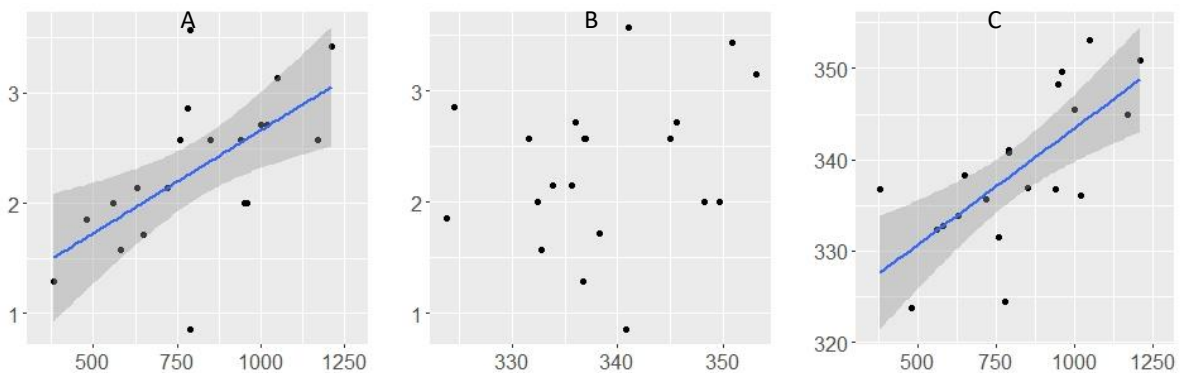


3. mynd. Meðalfjöldi fugla (heiðlóu, spóa og þúfuttittlings) á talningarpunktum á tveimur svæðum á Þeistareykjum og mófuglasniðum NNA utan Þeistareykja. Gögnin eru sýnd í kassariti þar sem sá helmingur gagnanna sem er næstur miðju er inni í kassanum en lægsti og hæsti fjórðungurinn er táknaður með lóðréttum línum utan kassans. Lína sem dregin er þvert yfir kassan táknað miðgildið en meðaltalið er sýnt með tígli. Útgildi eru táknað með punkti en þau eru fjær kassanum en sem nemur 1,5 faldri hæð hans.

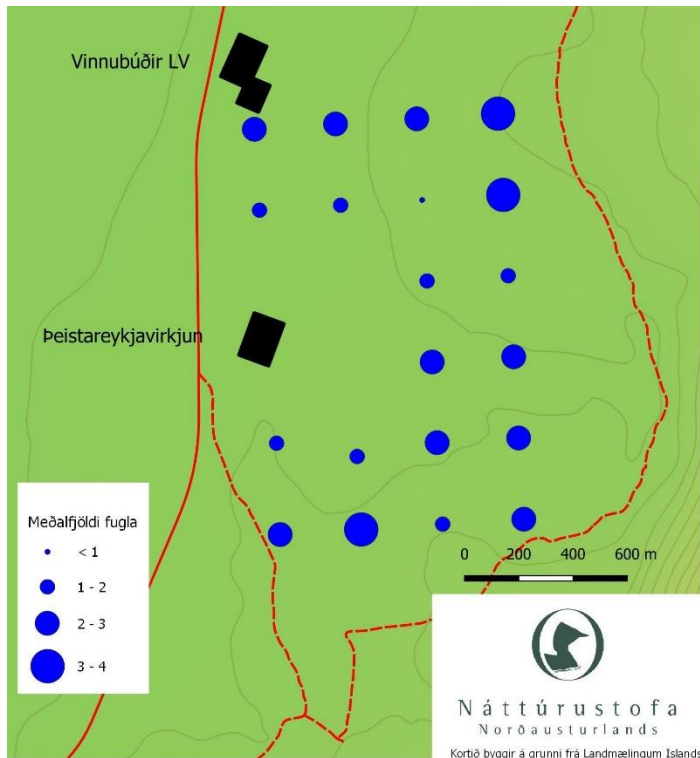
Fuglum fjölgaði líka með aukinni fjarlægð frá virkjun á nærsvæði þrátt fyrir að samband milli fjölda fugla og hæðar yfir sjó greindist ekki marktækt (5. mynd). Á því svæði var heldur ekki eins greinilegur stefnuviss fallandi í hæð yfir sjó. Á 6. mynd sést vel hvernig meðalfjöldi fugla var hærri nær virkjun en fjær henni.



4. mynd. Meðalfjöldi fugla (heiðlóu, spóa og þúfutittlings) á talningarpunkti á fjarlægð frá þeistareykjavirkjun (A) og hæð yfir sjávarmáli (B). Mynd C sýnir samband fjarlægðar talningapunkta frá þeistareykjavirkjun og hæðar yfir sjávarmáli. Þar sem marktæk fylgni greindist er aðhvarfslína sýnd með bláum lit og 95% öryggismörk sem skyggt svæði.



5. mynd. Meðalfjöldi fugla (heiðlóu, spóa og þúfutittlings) á talningarpunkti á nærsvæði þeistareykja eftir fjarlægð frá þeistareykjavirkjun (A) og hæð yfir sjávarmáli (B). Mynd C sýnir samband fjarlægðar talningapunktanna frá þeistareykjavirkjun og hæðar yfir sjávarmáli. Þar sem marktæk fylgni greindist er aðhvarfslína sýnd með bláum lit og 95% öryggismörk sem skyggt svæði.



6. mynd. Meðalfjöldi heiðlóu, spóa og þúfuttillings á talningapunktum á nærsvæði Þeistareykja.

UMRÆÐUR

Fuglalíf á Þeistareykjasvæðinu er fábreytt miðað við önnur svæði í mófuglavöktun NNA í Þingeyjarsýslum og þéttleiki lítill (Yann Kolbeinsson o.fl. 2019). Fjöldi fugla á hverjum punkti á Þeistareykjum er innan við helmingur þess sem að jafnaði gerist í mófuglavöktuninni og tegundir færri. Nokkuð færri fuglar sjást á nærsvæði Þeistareykjavirkjunar en fjarsvæði hennar, sem gæti stafað af meiri hæð yfir sjó eða áhrifum frá virkjuninni.

Það að þéttleiki fugla á nær- og fjarsvæði sveiflist í takt og frábrugðið þéttleika í mófuglavöktun NNA bendir til að staðbundin þættir hafi mikið að segja, svo sem veðurfar og umhverfisaðstæður. Milli svæðanna reyndist einungis marktækur munur árið 2019 sem var eina skiptið sem nær- og fjarsvæði voru ekki talin á sama tíma. Þá var hitastigmunur 8,5° milli talninga sem gæti skýrt mun milli svæða.

Hæð yfir sjávarmáli virðist hafa áhrif á þéttleika fugla á Þeistareykjum en þrátt fyrir þessi tengsl á svæðinu í heild voru þau ekki marktæk innan nærsvæðis. Þó ómarktæknin gæti mögulega stafað af lítilli sýnastærð og litlum hæðarmun innan svæðisins er ekki ólíklegt að hún geti ráðist af öðrum þáttum. Þó búsvæði fugla á svæðinu virðist nokkuð einsleitt eru aðstæður ekki eins við alla punkta. Breytileikinn getur falist í ýmsum náttúrulegum þáttum sem fuglar meta til gæða s.s. hentugir varpstadir, fæða og skjól. Þá geta þættir af mannavöldum einnig haft áhrif og einn af þeim er hávaði og truflun. Fjölmargar erlendar rannsóknir hafa sýnt fram á að fuglar forðast svæði með miklum hávaða af mannavöldum og varpárangur og heilsa fugla verður lakari eftir því sem hávaði er meiri (Francis o.fl. 2009, Barber o.fl. 2010, Halfwerk o.fl. 2011 og Blickley o. fl. 2011). Hérlandis hefur verið sýnt fram á minni þéttleika fugla nærri umferðapungum vegum en fjær þeim (Böðvar Þórinnsson o. fl. 2019).

Á því tímabili sem fuglar voru taldir á nærsvæðinu voru mikil umsvif í nágrenninu. Verið var að byggja virkjun, bora holur, leggja vegi, pípur og raflínur auk þess sem stöðugur hvinur var frá virkjuninni eftir gangsetningu. Hljóðmælingar við þeistareykjavirkjun á árunum 2014 til 2018 sýna mikinn hljóðstyrk, sem var þó breytilegur milli svæða og tímabila (Gunnar Birnir Jónsson 2019). Jafngildishljóðstig mældist allt að 70 dB og meðaltals hámarkshljóðstig tæplega 90 dB. Mestur hávaði var þegar holur voru í blæstri. Til samanburðar eru viðmiðunarmörk leyfilegs hávaða frá umferð við íbúðir 45 dB í frístundabyggð, 55 dB í íbúðahverfi og 65 dB í verslunar-, þjónustu- og miðsvæðum (reglug. 72/2008). Mælistöðvar voru ekki mjög nærri talningapunktum, sú næsta í um 500 m fjarlægð.

Það verður því að teljast líklegt að umsvif mannsins á þeistareykjum, með tilheyrandi hávaða, sé að minnsta kosti hluti af skýringunni hvers vegna fjöldi fugla er minni nær virkjuninni en fjær á líklegu áhrifasvæði hennar. Erfitt er að skera endanlega úr um áhrif virkjunarinnar þar sem sýnast er lítil. Ef áframhald verður á þessum rannsóknum væri kostur að bæta við nokkrum talningapunktum á nærsvæði. Þeir geta þó aldrei orðið margir vegna þess að áhrifasvæðið er talið afmarkast við næsta nágrenni virkjanasvæðisins. Nákvæm greining á gæðum búsvæða við talningapunkta gæti styrkt niðurstöður en slík greining gæti reynst flókin.

Ef gert er ráð fyrir að virkjunin sé eini þátturinn sem valdi minni þéttleika og að áhrifin nái allt að 1 km frá henni eða um 3 km² svæði má áætla hvað áhrifin nái til magra fugla. Þéttleiki mófugla á þeistareykjum er allt að 60 fuglar/km² (Sigprúður Stella Jóhannsdóttir og Aðalsteinn Örn Snæþórsson 2018) og því gætu allt að 180 mófuglar hafa verið á áhrifasvæði virkjunarinnar áður en framkvæmdir hófust á svæðinu. Færri fuglar næst virkjuninni bendir til þess að einhverjir fuglar hafi flúið svæðið og óvíst er hve mikil áhrif verða á þá sem eftir eru. Bein áhrif virkjunarinnar ná því líklega ekki til nema nokkurra tuga mófugla. Áhrifin verða fyrst og fremst á þrjár tegundir sem allar hafa stóra stofna hér á landi, varpstofn heiðlóu er metinn 400 þúsund pör, spóa 250 þúsund pör og þúfuttillings 1,5 milljón pör (Kristinn Haukur Skarphéðinsson o.fl. 2017). Engar mófuglategundir á válista eru taldar verpa á nærsvæði þeistareykjavirkjunar en bæði heiðlóa og spói eru taldar til ábyrgðartegunda Íslands vegna þess hve stór hluti heimsstofnsins er á Íslandi (Náttúrufræðistofnun Íslands 2020). Heiðlóa er auk þess í viðauka II við Bernarsamningin sem Ísland er aðili að (Stjórnarráðið 2020). Það merkir að Íslandi ber að friða tegundina og vernda búsvæði hennar.

Þeistareykir eru nýttir af fleiri tegundum fugla en mófuglum. Andfuglar sjást þar reglulega og varp hefur verið staðfest hjá bæði álft og grafönd (óbirt gögn NNA). Breytingar á tjörnum á svæðinu vegna rennslis frá borholum gætu líka haft áhrif á fjölda andfugla. Hrafnar, fálkar og smyrlar eiga það til að verpa í klettaveggjum í nágrenni virkjunarinnar (Guðmundur A. Guðmundsson og Ólafur K. Nielsen 2004). Hávaði og truflun gæti gert þá varpstaði sem næstir eru minna eftirsóknaverða fyrir tegundirnar. Þá skal bent á að þó rjúpur hafi verið taldar í þessari mófuglavöktun þá eru þær nær örugglega vantaldar þar sem þær eru lítt sýnilegar á þeim tíma sem talningin fór fram. Til að ná til þeirra þyrfti sérstaka talningu mun fyrr að vori.

Rétt er að halda til haga að þeistareykjavirkjun er ekki einangrað eyland, heldur fylgja henni vegir, raflínur og fleiri þættir sem allir taka sinn toll af fuglum, vegna búsvæðamissis, áflugs og truflunar. Þó líklega hafi enginn einn þáttur tengdur virkjuninni merkjanleg áhrif á stofnstærðir fugla á lands- eða héraðsvísu eru þeir allir hluti af stærri heild manngerðra áhrifa sem hafa neikvæð áhrif á fugla. Því er mikilvægt að reynt sé eftir fremsta megni að meta áhrif hvers og eins þáttar, svo hægt sé að meta uppsöfnuð áhrif tengd þeistareykjavirkjun. Áhugavert væri að halda mófuglarannsóknum á þeistareykjum áfram, m.a. til að meta áhrif virkjunarframkvæmda til lengri tíma litið. Í því sambandi er ágætt að hafa í huga að þessi rannsókn hófst eftir að framkvæmdir (boranir o.fl.) hófust á svæðinu og náði aðeins til tveggja ára eftir að aðal framkvæmdatímanum lauk.

NIÐURSTAÐA

Auk búsvæðataps virðist þeistareykjavirkjun og framkvæmdir henni tengdar hafa haft neikvæð áhrif á mófugla. Bendir þessi rannsókn til þess að færri mófuglar séu í næsta nágranni virkjunarinnar og þann mun megi líklega skýra með truflun. Umfang áhrifanna er erfitt að meta með nákvæmum hætti en þau munu þó ekki snerta fleiri en nokkra tugi mófugla. Einkum væru það fuglar af þremur tegundum; heiðlóa, spói og þúfuttlingur. Þessar tegundir hafa allar mjög stóra varpstofna hérlandis og eru ekki á válista. Heiðlóa og spói teljast þó ábyrgðartegundir Íslands og heiðlóa er í viðauka II við Bernarsamninginn. Áhrif þeistareykjavirkjunar einnar og sér mun því ekki hafa merkjanleg áhrif á stofnstærðir, hvorki á lands- né héraðsvísu. Hafa ber þó í huga að hún er einn margra áhrifaþátta tengdum umsvifum manna og rýrnun náttúrulegra búsvæða þessara tegunda. Áhugavert væri að halda þessari vöktun áfram og sjá hvort frekari breytingar verði á svæðinu þegar lengra líður frá aðal framkvæmdatímanum á svæðinu.

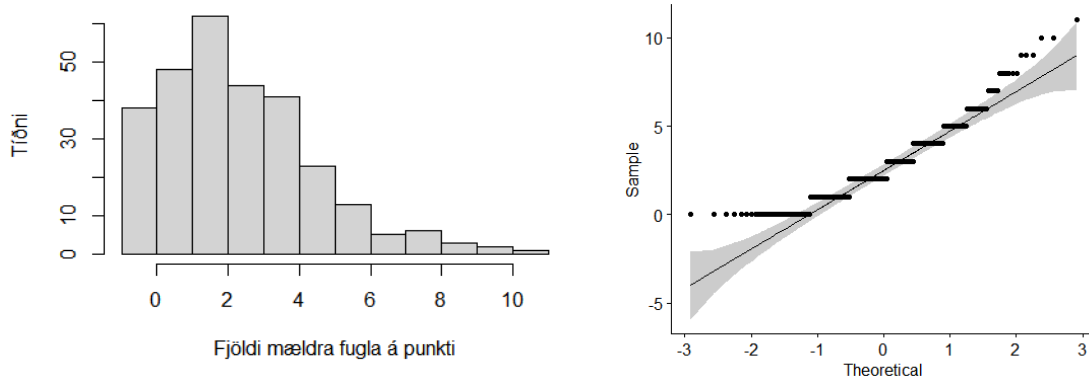
HEIMILDIR

- Barber J.R., Crooks K.R. & Fristrup K.M. 2010. The cost of chronic noise exposure for terrestrial organisms. *Trends in Ecology and Evolution* 25: 180-189.
- Blickley, J.L., Blackwood D. & Patricelli G.L. 2011. Experimental evidence for the effects of chronic anthropogenic noise on abundance of greater sage-grouse at leks. *Conservation Biology* 26(3): 461-471.
- Böðvar Þórisson, Aldís E. Pálsdóttir og Tómas G. Gunnarsson 2019. Áhrif umferðar á fuglalíf. Styrkt af rannsóknasjóði Vegagerðarinnar. Háskóli Íslands
- Francis C.D., Ortega C.P. & Cruz A. 2009. Noise pollution changes avian communities and species interaction. *Current Biology* 19: 1415-1419.
- Guðmundur Guðjónsson, Kristbjörn Egilsson og Rannveig Thoroddsen 2008. Gróðurfar á háhitasvæðum og fyrirhuguðum línu- og vegstæðum á Norðausturlandi. Unnið fyrir Landsvirkjun, Landsnet hf. og Þeistareyki ehf. Náttúrufræðistofnun Íslands. NÍ-08009.
- Gunnar Birgir Jónsson 2019. Vöktun hljóðstigs við jarðvarmavirkjanir. Samantekt á niðurstöðum hljóðmælinga árin 2014-2018. Unnið af Mannviti fyrir Landsvirkjun. Landsvirkjun LV-2019-050.
- Halfwerk W., Holleman L.J.M., Lessells C.M. & Slabbekoorn H. 2011. Negative impact of traffic noise on avian reproductive success. *Journal of Applied Ecology* 48, 210-219.
- Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Borgný Katrínardóttir, Guðmundur A. Guðmundsson og Svenja N.V. Aughage 2016. Mikilvæg fuglasvæði á Íslandi. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 55. Rafræn útgáfa leiðrétt í nóvember 2017. http://utgafa.ni.is/fjolrit/Fjolrit_55.pdf.
- Náttúrufræðistofnun Íslands 2020. Forgangstegundir fugla. Skoðað þann 1.12.2020: <https://www.ni.is/greinar/forgangstegundir-fugla>.
- Sigbrúður Stella Jóhannsdóttir og Aðalsteinn Örn Snæþórsson 2015. Gróður- og fuglavöktun á háhitasvæðum í Þingeyjarsýslum árið 2015. Minnisblað sent Landsvirkjun 7. október 2015.
- Sigbrúður Stella Jóhannsdóttir og Aðalsteinn Örn Snæþórsson 2016. Gróður- og fuglavöktun á háhitasvæðum í Þingeyjarsýslum árið 2016. Minnisblað sent Landsvirkjun 21. nóvember 2016.
- Sigbrúður Stella Jóhannsdóttir og Aðalsteinn Örn Snæþórsson 2017. Gróður- og fuglavöktun á háhitasvæðum í Þingeyjarsýslum árið 2017. Náttúrustofa Norðausturlands, NNA-1704.
- Sigbrúður Stella Jóhannsdóttir og Aðalsteinn Örn Snæþórsson 2018. Lífríkisvöktun á háhitasvæðum í Suður-Þingeyjarsýslu árið 2018. Unnið fyrir Landsvirkjun. Náttúrustofa Norðausturlands, NNA-1803.
- Sigbrúður Stella Jóhannsdóttir og Aðalsteinn Örn Snæþórsson 2019. Lífríkisvöktun á háhitasvæðum í Suður-Þingeyjarsýslu árið 2019. Unnið fyrir Landsvirkjun. Náttúrustofa Norðausturlands, NNA-1903.
- Sigbrúður Stella Jóhannsdóttir, Aðalsteinn Örn Snæþórsson og Þorkell Lindberg Þórarinsson 2012. Gróður- og fuglavöktun á háhitasvæðum í Þingeyjarsýslum. Skýrsla unnin fyrir Landsvirkjun og Þeistareyki ehf. Náttúrustofa Norðausturlands, NNA-1205.
- Sigbrúður Stella Jóhannsdóttir, Aðalsteinn Örn Snæþórsson og Þorkell Lindberg Þórarinsson 2013. Gróður- og fuglavöktun á háhitasvæðum í Þingeyjarsýslum árið 2013. Skýrsla unnin fyrir Landsvirkjun. Náttúrustofa Norðausturlands, NNA-1305.
- Sigbrúður Stella Jóhannsdóttir, Aðalsteinn Örn Snæþórsson og Þorkell Lindberg Þórarinsson 2014. Gróður- og fuglavöktun á háhitasvæðum í Þingeyjarsýslum árið 2014. Skýrsla unnin fyrir Landsvirkjun. Náttúrustofa Norðausturlands, NNA-1406.
- Stjórnarráð Íslands 2020. Alþjóðlegir umhverfissamningar – Bernarsamningur. Skoðað á vef Stjórnarráðs Íslands 16.12.2020. <https://www.stjornarradid.is/efst-a-baugi/frettir/stok-frett/2002/12/27/Althjodlegir-umhverfissamningar-Bernarsamningur/>.
- Yann Kolbeinsson, Árni Einarsson, Arnþór Garðarsson, Aðalsteinn Örn Snæþórsson og Þorkell Lindberg Þórarinsson 2019. Ástand fuglastofna í Þingeyjarsýslum árið 2018. Unnið fyrir Umhverfis- og auðlindaráðuneytið. Náttúrustofa Norðausturlands, NNA-1902.

VIÐAUKI – NIÐURSTÖÐUR TÖLFRÆÐIPRÓFANA

Normaldreifing gagna á þeistareykjum

Athugun á normaldreifingu gagna með sjónrænni skoðun (tíðnirit og normaldreifingarrit) og shapiro prófi:



```
## Shapiro-Wilk normality test
##
## data: DATA_Teg$Fjoldi
## W = 0.91672, p-value = 1.609e-11
```

Niðurstaðan sýnir marktæk frávik frá normaldreifingu.

Fjölpáttagreining milli nær- og fjarsvæðis á þeistareykjum

Fjölpáttagreining með Sheirer Ray Hare prófi á þeistareykjum þar sem þéttleiki á punkti er borinn saman eftir árum og svæðum (nærsvæði og fjarsvæði). Aðeins eru notuð gögn yfir þrjár algengustu tegundirnar, heiðlóu, spóa og þúfutittling og þau ár þar sem talið var á báðum svæðum (2012 og 2014-2019).

```
scheirerRayHare(Total ~ AR + Svaedi, data = Teist_Algengar)

##
## DV: Total
## Observations: 238
## D: 0.9711314
## MS total: 4740.167

##           Df Sum Sq      H p.value
## AR           6 254487 55.283 0.00000
## Svaedi         1  27562  5.987 0.01441
## AR:Svaedi      6  15872  3.448 0.75088
## Residuals  224 793067
```

Niðurstaðan sýnir marktækan mun bæði á milli ára og svæða. Munur milli svæða er ekki frábrugðinn eftir árum (engin víxlverkun).

Athugun á mun á þéttleika milli nær- og fjarsvæðis fyrir hvert ár

Notað er raðsummuþróf Wilcoxons (einnig þekkt sem Mann-Whitney próf) fyrir hvert ár sem bæði svæðin voru talin (2012 og 2014-2019).

```
## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data: Samanb_teist_2012$Fjoldi[Samanb_teist_2012$Svaedi == "1"] and Samanb_teist_2012$Fjoldi[Samanb_teist_2012$Svaedi == "2"]
## W = 164.5, p-value = 0.3847
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data: Samanb_teist_2014$Fjoldi[Samanb_teist_2014$Svaedi == "1"] and Samanb_teist_2014$Fjoldi[Samanb_teist_2014$Svaedi == "2"]
## W = 181, p-value = 0.1457
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data: Samanb_teist_2015$Fjoldi[Samanb_teist_2015$Svaedi == "1"] and Samanb_teist_2015$Fjoldi[Samanb_teist_2015$Svaedi == "2"]
## W = 164, p-value = 0.3937
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data: Samanb_teist_2016$Fjoldi[Samanb_teist_2016$Svaedi == "1"] and Samanb_teist_2016$Fjoldi[Samanb_teist_2016$Svaedi == "2"]
## W = 145.5, p-value = 0.8577
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data: Samanb_teist_2017$Fjoldi[Samanb_teist_2017$Svaedi == "1"] and Samanb_teist_2017$Fjoldi[Samanb_teist_2017$Svaedi == "2"]
## W = 145, p-value = 0.8721
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data: Samanb_teist_2018$Fjoldi[Samanb_teist_2018$Svaedi == "1"] and Samanb_teist_2018$Fjoldi[Samanb_teist_2018$Svaedi == "2"]
## W = 175.5, p-value = 0.2154
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data: Samanb_teist_2019$Fjoldi[Samanb_teist_2019$Svaedi == "1"] and Samanb_teist_2019$Fjoldi[Samanb_teist_2019$Svaedi == "2"]
## W = 198, p-value = 0.04164
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

Marktækur munur milli nær- og fjarsvæðis er árið 2019 en ekki hin árin.

Fjölpáttagreining milli nærsvæðis og vöktunar NNá á mófuglum á héraðsvísu

Fjölpáttagreining með Sheirer Ray Hare prófi þar sem þéttleiki á punkti er borinn saman eftir árum og svæðum (nærsvæði og vöktun mófuglar NNA á héraðsvísu). Aðeins eru notuð gögn yfir þrjár algengustu tegundirnar, heiðlóu, spóa og þúfutittling og þau ár þar sem talið var á báðum svæðum (2012-2019).

```
scheirerRayHare(Total ~ Year + Area, data = NNA_naersvaedi)
```

```
##
## DV: Total
## Observations: 744
## D: 0.9828079
## MS total: 46190

##           Df    Sum Sq      H  p.value
## Year       7   757779 16.693 0.019489
## Area       1  3107851 68.461 0.000000
## Year:Area   7  1285844 28.325 0.000192
## Residuals 728 28577677
```

Niðurstaðan sýnir marktækan mun bæði á milli ára og svæða. Víxlverkun er marktæk sem merkir að munur á þéttleika milli svæða er ekki eins öll árin.

Athugun á mun á þéttleika milli nærsvæðis og vöktunarsvæða NNA á mófuglum á héðraðsvísu einstök ár

Notað er raðsummupróf fyrir hvert ár sem bæði svæðin voru talin (2012-2019).

```
## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data: Prof_2012$Total[Prof_2012$Area == "NNA"] and Prof_2012$Total[Prof_2012$Area == "Nærsvæði"]
## W = 1058.5, p-value = 0.001762

## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data: Prof_2013$Total[Prof_2013$Area == "NNA"] and Prof_2013$Total[Prof_2013$Area == "Nærsvæði"]
## W = 1037.5, p-value = 0.003752
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data: Prof_2014$Total[Prof_2014$Area == "NNA"] and Prof_2014$Total[Prof_2014$Area == "Nærsvæði"]
## W = 1306, p-value = 6.005e-08
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data: Prof_2015$Total[Prof_2015$Area == "NNA"] and Prof_2015$Total[Prof_2015$Area == "Nærsvæði"]
## W = 1226.5, p-value = 2.971e-06
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data: Prof_2016$Total[Prof_2016$Area == "NNA"] and Prof_2016$Total[Prof_2016$Area == "Nærsvæði"]
## W = 1061, p-value = 0.001827
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data: Prof_2017$Total[Prof_2017$Area == "NNA"] and Prof_2017$Total[Prof_2017$Area == "Nærsvæði"]
## W = 887, p-value = 0.1393
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data: Prof_2018$Total[Prof_2018$Area == "NNA"] and Prof_2018$Total[Prof_2018$Area == "Nærsvæði"]
## W = 767, p-value = 0.7288
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data: Prof_2019$Total[Prof_2019$Area == "NNA"] and Prof_2019$Total[Prof_2019$Area == "Nærsvæði"]
## W = 877, p-value = 0.1645
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

Marktækur munur á svæðum árin 2012-2016 en ekki árin 2017 til 2019.

Línuleg aðhvarfsgreining þéttleika á þeistareykjum og fjarlægðar frá virkjun

Gögnin miðast við þrjár algengustu tegundirnar þau ár sem talið var á báðum svæðunum á þeistareykjum (meðalfjöldi fugla á punkti). Fjarlægð frá virkjun var mæld í metrum frá miðju stöðvarhúsi.

```
## Call:
## lm(formula = Fjarlaegd2_fjarsvaedi$Total ~ Fjarlaegd2_fjarsvaedi$Distance)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.10204 -0.42033  0.05259  0.59458  1.02669
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)      1.4294087   0.6627722    2.157  0.0520 .
## Fjarlaegd2_fjarsvaedi$Distance 0.0003715   0.0001554    2.391  0.0341 *
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.7032 on 12 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.3227, Adjusted R-squared:  0.2662
## F-statistic: 5.716 on 1 and 12 DF, p-value: 0.03408
```

Marktækt línulegt samband sem miðar við að meðalfjöldi fugla á punkti hækki um 0,37 fyrir hvern km sem farið er frá virkjun.

Línuleg aðhvarfsgreining þéttleika á fjarsvæði þeistareykja og hæðar yfir sjávarmáli

Gögnin miðast við þrjár algengustu tegundirnar þau ár sem talið var á báðum svæðunum á þeistareykjum (meðalfjöldi fugla á punkti). Hæð yfir sjávarmáli er í metrum.

```
## Call:
## lm(formula = Fjarlaegd2_fjarsvaedi$Total ~ Fjarlaegd2_fjarsvaedi$Altitude)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.06946 -0.48307 -0.07628  0.57848  1.03601
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)      17.02706    5.49736    3.097  0.00924 **
## Fjarlaegd2_fjarsvaedi$Altitude -0.04755    0.01856   -2.562  0.02490 *
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.6869 on 12 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.3536, Adjusted R-squared:  0.2998
```

Marktækt línulegt samband sem miðar við að meðalfjöldi fugla á punkti lækki um 0,48 fyrir hverja 10 m hækkun í landi.

Línuleg aðhvarfsgreining fjarlægðar frá virkjun og hæðar yfir sjávarmáli á fjarsvæði

Báðar breytur eru mældar í metrum. Hæð yfir sjávarmáli er frá 282 m í 353 m. Fjarlægð frá virkjun er frá 380 m í 6040 m.

```
## Call:
## lm(formula = Fjarlaegd2_fjarsvaedi$Altitude ~ Fjarlaegd2_fjarsvaedi$Distance)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -7.1640 -2.5987 -0.8757  3.2213  6.7008
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    3.265e+02  4.200e+00  77.727 < 2e-16 ***
## Fjarlaegd2_fjarsvaedi$Distance -7.434e-03  9.848e-04  -7.549 6.77e-06 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 4.456 on 12 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.8261, Adjusted R-squared:  0.8116
## F-statistic: 56.99 on 1 and 12 DF, p-value: 6.773e-06
```

Marktækt línulegt samband sem miðar við 7,4 m lækkun yfir sávarmál fyrir hvern km sem farið er frá virkjuninni.

Línuleg aðhvarfsgreining þéttleika á nærsvæði og fjarlægðar frá virkjun

```
## Call:
## lm(formula = Fjarlaegd2_naersvaedi$Total ~ Fjarlaegd2_naersvaedi$Distance)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.41318 -0.29712  0.03581  0.23095  1.30110
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.7924842  0.4804809   1.649  0.11642
## Fjarlaegd2_naersvaedi$Distance 0.0018707  0.0005702   3.281  0.00415 **
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.5608 on 18 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.3742, Adjusted R-squared:  0.3395
## F-statistic: 10.76 on 1 and 18 DF, p-value: 0.004152
```

Marktækt línulegt samband sem miðar við að meðalfjöldi fugla á punkti hækki um 1,87 fyrir hvern km sem farið er frá virkjun.

Línuleg aðhvarfsgreining þéttleika á nærsvæði og hæðar yfir sjávarmáli

```
## Call:
## lm(formula = Fjarlaegd2_naersvaedi$Total ~ Fjarlaegd2_naersvaedi$Altitude)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.50455 -0.53952  0.02589  0.42933  1.20271
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)      -5.3722      6.5030  -0.826   0.420
## Fjarlaegd2_naersvaedi$Altitude  0.0227      0.0192   1.182   0.252
##
## Residual standard error: 0.6828 on 18 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.07206, Adjusted R-squared:  0.02051
## F-statistic: 1.398 on 1 and 18 DF, p-value: 0.2525
```

Ekkert marktækt samband.

Línuleg aðhvarfsgreining fjarlægðar frá virkjun og hæðar yfir sjávarmáli, á nærsvæði

```
## Call:
## lm(formula = Fjarlaegd2_naersvaedi$Altitude ~ Fjarlaegd2_naersvaedi$Distance)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -13.3001  -3.3344   0.0847   3.1942   9.1297
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)      3.179e+02  5.101e+00  62.328 < 2e-16 ***
## Fjarlaegd2_naersvaedi$Distance 2.547e-02  6.053e-03   4.207 0.00053 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 5.954 on 18 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.4958, Adjusted R-squared:  0.4678
## F-statistic: 17.7 on 1 and 18 DF, p-value: 0.0005299
```

Marktækt línulegt samband sem miðar við hækkun um 25 m fyrir hvern km sem farið er frá virkjun.