



HÁSKÓLI ÍSLANDS

Rannsóknasetur Háskóla Íslands á Suðurlandi

# Áhrif vega á þéttleika fugla

Styrkt af rannsóknasjóði Vegagerðarinnar

Böðvar Þórisson

Aldís E. Pálsdóttir

Tómas G. Gunnarsson

Apríl 2020

## Útdráttur

Með stuðningi Rannsóknasjóðs Vegagerðarinnar voru áhrif vega á fuglalíf könnuð árin 2018 og 2019. Áhersla var lögð á að skoða breytileika í þéttleika fugla út frá vegum en þekkt er erlendis að nánd við vegi hefur áhrif á þéttleika sumra fugla. Þetta hefur ekki verið kannað hérlandis áður en íslenski úthaginn er varpsvæði nokkurra stofna fugla sem verpa óvíða í heiminum í jafn miklum mæli. Gengin voru 122 snið út frá vegum á svæðinu frá Kirkjubæjarklaustri að Snæfellsnesi. Hvert snið var 400 m og reynt var að ganga í gegnum einsleit búsvæði. Hverju sniði var skipt í 50 m bil á lengdina og var fjöldi fugla í hverju bili talinn. Áhrif vega, umferðarþunga og búsvæða á þéttleika fugla voru reiknuð með almennum líkönum (e. *generalized linear mixed models*). Átta tegundir fugla komu fyrir í nægum þéttleika til að meta áhrif, sex vaðfuglategundir (lóupræll, jaðrakan, heiðlóa, spói, stelkur og hrossagaukur) og tvær spörfuglategundir (þúfutittlingur og skógarpröstur). Heildarþéttleiki þessara átta tegunda jókst marktækt með aukinni fjarlægð frá vegum eða að meðaltali um 11 fugla/km<sup>2</sup> við hverja 50 m er farið var frá vegi. Er áhrif á einstakar tegundir voru greind sérstaklega sást að lóupræll, heiðlóu, þúfutittlingi og spóa fjölgaði marktækt er fjær dró frá vegum en aðrar tegundir sýndu ekki marktæka breytingu á þéttleika með fjarlægð frá vegi. Næst var vegum skipt eftir umferðarþunga á vegum sem voru með sumardagsumferð (SDU)  $\leq 250$  og  $> 250$  SDU. Við vegi með  $\leq 250$  SDU sýndu engar tegundir breytingu á þéttleika við vegi. Við vegi með meiri umferð en 250 SDU, fækkaði lóupræll, jaðrakan, heiðlóu, stelk, spóa og þúfutittlingi marktækt. Lækkun á þéttleika fugla með vegum virðast vera mest á 200 m næst vegi en minni eftir það. Miðað við þau gögn sem hér var aflað má gera ráð fyrir að tap á þeim tegundum sem hér voru til skoðunar sé um 20 fuglar á hvern 1 km af vegi á næstu 200 m við veginn. Ef áhrif veglagningar á fuglaþéttleika við vegi eru borin saman við áhrifin af því að flatarmál tapast undir veginn sjálfan má sjá að jaðaráhrifin eru líklega mun meiri en þau áhrif sem verða af beinu tapi á búsvæðum undir veginn. Samandregið þá virðast vegir hafa talsverð áhrif á þéttleika algengra mófugla í grennd við veginn. Áhrifin eru mest næst veginum og einkum við umferðarþyngri vegi. Þannig má segja að fáfarnari sveitavegir hafa hverfandi áhrif á útbreiðslu fugla en umferðarþyngri vegir hafa talsverð áhrif sem taka ætti tillit til við mat á áhrifum vegagerðar á fugla.

## Efnisyfirlit

Útdráttur .....	2
Inngangur .....	4
Aðferðir .....	5
Vegir og umferð .....	5
Fuglatalningar.....	5
Talningarsnið.....	5
Rannsóknarsvæði, búsvæði .....	5
Úrvinnsla .....	7
Niðurstöður.....	8
Áhrif allra vega saman .....	8
Áhrif vega með mismikilli umferð.....	9
Umræður.....	10
Þakkir .....	11
Heimildaskrá .....	12
Viðauki I. Sniðtalningar 2018 (1-61) og 2019 (62-122) og sumardagsumferð 2018. ....	14
Viðauki II. Tegundir og fjöldi einstaklinga 2018 og 2019.....	16
Viðauki III. Meðalfjöldi átta tegunda eftir fjarlægð og umferð. ....	17

Höfundar skýrslunnar bera ábyrgð á innihaldi hennar. Niðurstöður hennar ber ekki að túlka sem yfirlýsta stefnu Vegagerðarinnar eða álit þeirra stofnana eða fyrirtækja sem höfundar starfa hjá.

## Inngangur

Líffræðilegri fjölbreytni hnignar nú á heimsvísu með meiri hraða en áður hefur þekkt í jarðsögunni (Steffen, Crutzen og McNeill 2007). Líffræðileg fjölbreytni stendur undir virkni vistkerfa og tilvist mannsins (Chapin III o.fl. 2000). Það sem einkum veldur þessari hnignun eru samanlögð áhrif af land- og auðlindanotkun manna sem hefur fjölbreytt neikvæð áhrif á búsvæði og lífsskilyrði lífvera (Foley o.fl. 2005). Fuglar eru ofarlega í fæðukeðjum og endurspeгла áhrif manna á ýmsa vistkerfisþætti á breiðari grunni en á við um ýmsa aðra hópa lífvera. Þessi sérstaða fugla sést til dæmis í því að ástand fuglastofna er notað í samsettum mælikvörðum á lífsgæði í Bretlandi og um hvernig gengur að ná markmiðum sjálfbærrar þróunar hjá OECD (Staff 2001). Það er vel þekkt að mannvirki geta haft áhrif á fugla (Fernández og Lank 2008; Longcore o.fl. 2013; Pearce-Higgins, Stephen, Langston, Bainbridge og Bullman 2009). Áhrifin eru einkum þrenns konar: a) Mannvirki skerða búsvæði fugla beint með því að þekja svæði sem áður voru til reiðu, b) mannvirki geta fælt fugla frá því að nota búsvæði í nágrenni mannvirkis eða laðað fugla að mannvirkjum og breytt þannig útbreiðslu, c) þá geta mannvirki haft bein áhrif á dánartíðni, t.d. með árekstrum. Vegir eru dæmi um mannvirki sem hafa fjölbreytt áhrif á fugla. Vegir leggja undir sig búsvæði og umferð um þá getur haft áhrif á útbreiðslu fugla í grennd. Þá drepst fjöldi fugla í árekstrum við bifreiðar. Í Evrópu drepast milljónir fugla árlega vegna árekstra við ökutæki (Erritzoe, Mazgajski og Rejt 2003) og í Bandaríkjunum allt að 340 milljónir á ári (Loss, Will og Marra 2014). Fyrir utan þessi beinu áhrif á lífslíkur fugla hafa vegir líka áhrif á þéttleika fugla. Athuganir erlendis hafa sýnt að þéttleiki margra fuglategunda minnkar nær vegum og þættir sem geta haft áhrif eru t.d. umferðarpungi og gróðurfar við vegi (Forman, Reineking og Hersperger 2002; Summers, Cunnington og Fahrig 2011). Hávaði frá umferð getur haft áhrif á fugla sem treysta á söng til að halda óðali og ná sér í maka (Rheindt 2003).

Íslenski úthaginn er heimili margra fuglastofna sem eru einstakir á heimsvísu og endurspeglast þessi sérstaða í fjölda alþjóðlegra samninga sem Íslendingar eru aðilar að (BirdLife International 2004; Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Borgný Katrínardóttir, Guðmundur A. Guðmundsson og Svenja Auhage 2016; Menja von Schmalensee o.fl. 2013; Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2019). Rannsókn ein í Hollandi, sem fjallaði um þéttleika fugla við vegi þar sem meðalumferð var annars vegar 5.000 bílar og hins vegar 50.000 bílar á dag, leiddi í ljós að flestum tegundum fuglum fækkar innan 500 m frá vegi þegar umferð er um 50.000 bílar. Einnig fækkar hjá nokkrum tegundum næst vegi þegar umferðin er um 5.000 bílar (Reijnen, Foppen og Meeuwssen 1996) Til samanburðar eru víða vegkaflar á þjóðvegi 1 með sumardagsumferð (SDU) á bilinu 1.000-5.000 bílar á dag (Vegagerðin e.d.). Þrátt fyrir að umferðarpungi á Íslandi sé lítil í samanburði við flest önnur lönd hefur umferð aukist jafnt og þétt síðustu ár. Umferð vestan við Hvolsvöll hefur til dæmis farið úr 3.200 SDU í júní 2012 í tæplega 5.500 júní 2018 (Vegagerðin e.d.).

Varptími fugla hér á landi er breytilegur eftir tegundum og búsvæðum en flestir fuglar eru í varpi frá byrjun maí til loka júlí. Varptími fugla er því á sama tíma og umferðarpungi nær hámarki yfir árið. Vænta má að aukin umferð á varptíma geti haft áhrif á þéttleika fugla næst vegi en engar athuganir hafa verið gerðar á áhrifum umferðar á fugla hér á landi. Athuganir hafa aðallega beinst að beinum áhrifum veglagningar þ.e. hvað stórt búsvæði raskast vegna vegagerðar og hver eru hugsanlega áhrif á fugla vegna þessa. Reynt hefur verið að ákvarða stærð áhrifasvæðis vegagerðar á þéttleika fugla og athuganir hér á landi hafa t.d. miðað við 200 og 500 m frá miðlínu vegar (Kristinn J. Albertsson, Hörður Kristinsson, Ólafur K. Nielsen og Guðmundur Guðjónsson 2004; Regína Hreinsdóttir, Guðmundur A. Guðmundsson, Kristbjörn Egilsson og Guðmundur Guðjónsson 2006).

Hér á Íslandi voru gerðar fyrstu athuganir sumarið 2018 á því hvort vegir og umferð um þá hefðu áhrif á þéttleika fugla (Böðvar Þórisson, Aldís E. Pálsdóttir og Tómas G. Gunnarsson 2019). Þessi rannsókn er framhald af athuguninni 2018 og byggir þessi skýrsla á samanlögðum gögnum frá 2018 og 2019. Hér var þéttleiki algengra mófugla kannaður við vegi með mismikla umferð. Valdir voru vegkaflar á Suðurlandi og Vesturlandi með sumardagsumferð (SDU) frá 10 og allt að 20.000 bílar.

## Aðferðir

Notuð voru gögn sem aflað var 2018 og 2019. Athuganir voru gerðar frá 24. maí til 13. júní 2018, og 27. maí til 27. júní 2019. Nánari lýsing á aðferðum má sjá hér í undirköflum.

## Vegir og umferð

Talið var bæði frá malarvegum og vegum með bundnu slitlagi. Allir vegkaflar með mól voru með SDU undir 250 bílum á dag. Umferðartölur voru fengnar af heimasíðu Vegagerðarinnar og umferð sumarið 2018 er notuð fyrir bæði talningarárin (Vegagerðin e.d.). Nokkrir vegkaflar í athuguninni höfðu ekki umferðateljara en reiknað var með að þessir vegkaflar væru með svipaða umferð og líkir vegkaflar í nágrenninu (sjá viðauka I).

## Fuglatalningar

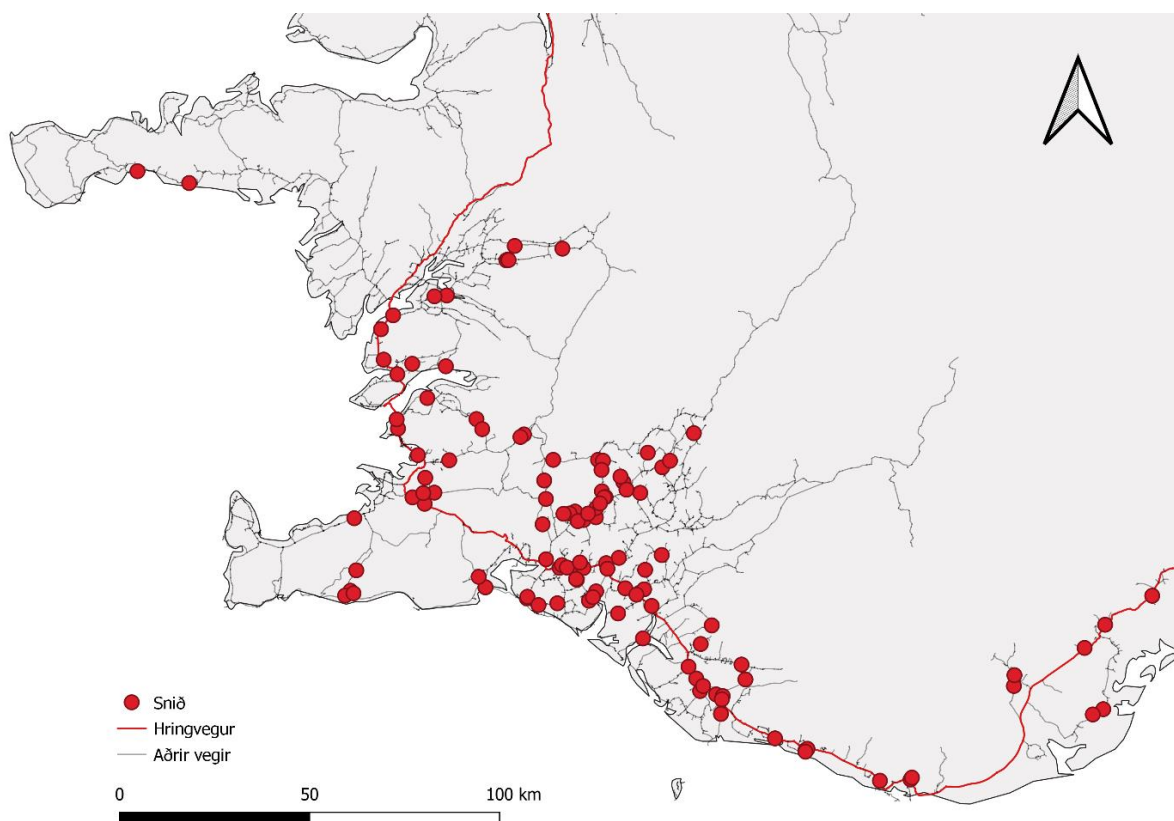
### Talningarsnið

Talið var á sniðum sem voru gengin hornrétt út frá vegum, og var hvert snið 400 m langt. Öll sniðin voru í svipuðu hæðarplani og sjálfur vegurinn sem þau voru gengin út frá. Samanlagt voru gengin 122 snið bæði sumurin (sjá sniðnúmer og heiti vegkafla í viðauka I). Sniðum var skipt upp eftir fjarlægð frá vegi í 50 m bil og voru taldir fuglar skráðir á fjarlægðarbil. Fuglar eru á hreyfingu og óraunhæft er að notast við nákvæmari staðsetningar þegar verið er að mæla breytingu eftir sniðinu endilöngu. Frá miðlínu sniðs voru allir fuglar innan 100 m fjarlægðar til beggja handa skráðir en fjarlægð í hvern fugl var metin með laser fjarlægðarmæli. Allir fuglar voru taldar innan hvers sniðs. Ekki var talið ef vindur var yfir 6 m/s eða í mikilli rigningu þar sem slík veðurskilyrði hafa áhrif á virkni og sýnileika fugla. Þess var gætt að hlusta og horfa vel á milli þess sem bílar fóru framhjá því mögulegt er að hávaði frá umferð hefði annars áhrif á mælingar við umferðarþyngri vegi.

Ýmsir aðrir þættir en vegir hafa áhrif á sýnileika og þéttleika fugla. Þar má nefna tíma dags, veður og gerð búsvæða (Tómas G. Gunnarsson og Böðvar Þórisson 2019). Ekki er raunhæft að taka nógu stórt sýni til að hægt sé að leiðrétta fyrir öllum þessum þáttum í sama tölfræðilíkaninu og því þarf að skipuleggja talningar þannig að sem flestir aðrir áhrifaþættir en þeir sem eru til athugunar, séu að mestu útilokaðir. Til að einangra áhrif fjarlægðar frá vegi á þéttleika fugla sem best frá öðrum áhrifaþáttum, var reynt að telja á svipuðum tíma dags og í svipuðum búsvæðum við vegi með mismunandi umferðarþyngna.

### Rannsóknarsvæði, búsvæði

Rannsóknarsvæðið náði rétt austur fyrir Kirkjubæjarklaustur og vestur að Snæfellsnesi (mynd 1). Mest var talið á undirlendi Suðurlands.



Mynd 1. Yfirlitskort af rannsóknarsvæðinu. Staðsetning fuglasniða er táknud með rauðum punktum. Þjóðvegur nr. 1 er rauð lína.



Mynd 2. Votlendi (Pollengi í Biskupstungum) á Suðurlandi.

Talið var í opnum búsvæðum: votlendi (mynd 2), hálfdeigja, graslendi, ríkt mólendi og rýrt mólendi (mynd 3) en þetta eru algengustu gerðir af grónum úthaga og þær sem líklegast er að skörun verði milli landnotkunar og náttúruverndar (Lilja Jóhannesdóttir o.fl. 2014). Reynt var eftir föngum að taka hvert snið í einsleitu búsvæði en þó er alltaf nokkur mósaík í landinu.



Mynd 3. Mólendi í Landeyjum á Suðurlandi.

## Úrvinnsla

Beitt var almennum línulegum líkönum (e. *generalized linear mixed models*) við úrvinnslu gagna til að skoða hvernig fjarlægð frá vegi og umferðarpungi hafði áhrif á fjölda fugla. Þetta var bæði gert fyrir heildarfjölda fugla sem og hverja tegund fyrir sig. Leifar (e. *residuals*) voru poisson dreifðar eins og á oft við um talningargögn (mikið af núllum) og notast var við log tengifall (e. *link-function*). Talningarsvæði (svæði þar sem talið var á sniði við vegi með mismikilli umferð) var sett inn sem slembibreyta (e. *random factor*). Líkanið tekur tillit til áhrifa slembibreytunnar en reiknar ekki magnbundið framlag hennar til breytileika í fuglafjölda.

Við skoðun gagna var prófað hvort að athugendur og búsvæðagerðir hefðu áhrif á fjölda talinna fugla á sniðum. Athugendur höfðu ekki áhrif og var því ekki leiðrétt fyrir því hver taldi í líkönum. Nokkur munur var á meðalþéttleika milli búsvæða sem er vel þekkt (Lilja Jóhannesdóttir o.fl. 2014). Samband þéttleika fugla við vegi var þó svipað milli búsvæða (sami halli en mismunandi skurðpunktur, sjá mynd 6 í viðauka III) og var búsvæði því einnig fjarlægt úr líkaninu. Einnig var samverkun milli fjarlægðar frá vegi og búsvæðagerðar á fjölda fugla könnuð og hafði ekki marktæk áhrif. Fjöldi fugla er gefinn upp sem fall af fjarlægð frá öllum vegum saman (50 m bil). Til þess að athuga áhrif umferðarpunga var vegum skipt niður eftir umferð og hliðstæð líkön keyrð á hluta gagnanna. Bornir voru saman vegir með umferð yfir og

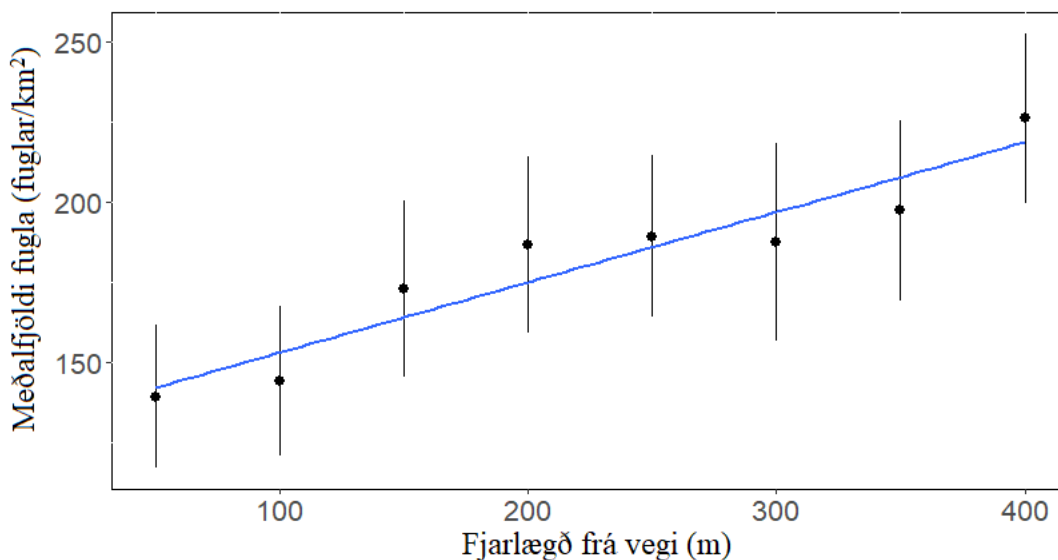
undir 250, 500 og 1000 SDU. Á grundvelli þeirra niðurstaðna var lagt mat á hversu margir fuglar tapast meðfram mislöngum vegaköflum sem lagðir eru um gróið láglandi.

## Niðurstöður

### Áhrif allra vega saman

Alls sáust 1897 fuglar í talningum á sniðum árin 2018 og 2019. Algengustu tegundir voru lóupræll (*Calidris alpina*), jaðrakan (*Limosa limosa*), heiðlóa (*Pluvialis apricaria*), þúfutittlingur (*Anthus pratensis*), stelkur (*Tringa totanus*), skógarþröstur (*Turdus iliacus*), hrossagaukur (*Gallinago gallinago*) og spói (*Numenius phaeopus*) og voru þessar tegundir notaðar við úrvinnslu gagna (tafla 1, viðauki II).

Heildarfjöldi þessara átta tegunda jókst marktækt með aukinni fjarlægð frá vegi eða að meðaltali um 11 fugla/km<sup>2</sup> við hverja 50 m er farið var frá vegi (mynd 4). Þegar hver tegund var skoðuð fyrir sig sást að lóupræl, heiðlóa, þúfutittlingi og spóa fjölga marktækt er fjær dregur vegum en aðrar tegundir sýndu ekki marktæka breytingu á þéttleika (tafla 1).



Mynd 4. Heildarfjöldi átta tegunda eftir fjarlægð frá vegi.

Tafla 1. Fjöldabreyting átta algengustu tegundanna við hverja 50 m<sup>2</sup> er farið er fjær vegi. Raunbreyting er reiknuð með einfaldri aðhvarfsgreiningu (e. *linear regression*). Hlutfallsleg breyting á hverja 50 m frá vegi út frá almennu líkani og marktæknigildi á við hlutfallslega breytingu. Algengni tegunda endurspeglast í mun á raunbreytingu og hlutfallslegri breytingu. Þúfutittlingi, sem er algengastur, fækkar t.d. um flesta fugla en hlutfallsleg breyting er lítil. Marktæk tengsl miðast við  $P < 0,05$ . óm = ómarktækt.

Tegund	Raunbreyting fuglar/km <sup>2</sup> /50m	p-gildi úr línulegu líkani	Hlutfallsleg breyting/50 m
Þúfutittlingur	+4	0.0028	5%
Spói	+3	$3.06 \cdot 10^{-8}$	25%
Lóupræll	+1	0.004	13%
Heiðlóa	+1	0.035	9%
Jaðrakan	+1	0.08	óm
Stelkur	+1	0.099	óm
Hrossagaukur	+1	0.396	óm
Skógarþröstur	-1	0.69	óm



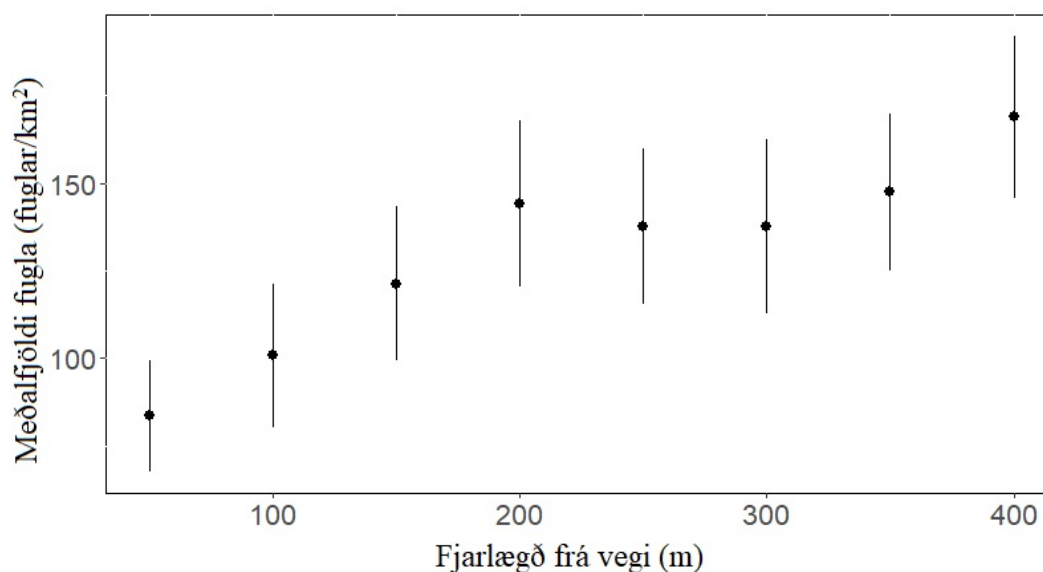
## Áhrif vega með mismikilli umferð

Næst var skoðað hver áhrif umferðarþunga var á mismunandi tegundir. Þegar miðað var við 500 eða 1000 SDU til að skipta vegunum upp voru einstaka tegundir sem sýndu áhrif af vegum í báðum flokkum (undir/yfir viðmiðunartöluna) en mestu áhrifin fundust þegar notast var við 250 SDU sem viðmið og verða þær niðurstöður kynntar hér. Við vegi  $\leq 250$  SDU sýndu engar tegundir breytingu á þéttleika við vegi. Við vegi með meiri umferð en 250 SDU, fækkaði lóupræll, jaðrakan, heiðlóa, stelk, þúfutittlingi og spóa marktækt og mest hjá þeim tveimur síðustu (tafla 2).

Tafla 2. Breyting á fjölda fugla af mismunandi tegundum við hverja 50 m er farið er fjær vegum með  $\leq 250$  SDU og vegum með  $>250$  SDU. Marktæk tengsl miðast við  $P < 0,05$ .

Tegund	$> 250$ SDU		$\leq 250$ SDU	
	Breyting fuglar/km <sup>2</sup> /50m	p-gildi	Breyting fuglar/km <sup>2</sup> /50m	p-gildi
Þúfutittlingur	+4	0.009	+3	0.14
Spói	+4	$7.12 \cdot 10^{-9}$	+1	0.25
Lóupræll	+2	0.0006	+1	0.59
Heiðlóa	+1	0.01	-	0.97
Jaðrakan	+1	0.017	-	0.74
Stelkur	+1	0.015	-	0.63
Hrossagaukur	+2	0.1	-2	0.33
Skógarþröstur	-1	0.22	+1	0.28

Til að meta hversu margir fuglar tapast við mislanga vegarkafli voru beygjuskil (e. *breaking point*) reiknuð fyrir fall af fjölda fugla á fjarlægð frá vegi (pakki „segmented“ í R). Með þessu má meta hvar áhrif veganna fjara út. Þetta var reiknað fyrir tegundirnar sex sem sýndu neikvæð áhrif af nálægð við vegi (þúfutittlingur, spói, lóupræll, heiðlóa, jaðrakan og stelkur) þar sem líklegt er að hvorki hrossagaukur né skógarþröstur verði fyrir áhrifum. Þetta var einungis reiknað fyrir vegi með  $> 250$  SDU þar sem að vegir með minni umferð virðast hafa lítil áhrif á fugla í nærliggjandi umhverfi. Niðurstöðurnar sýndu að fjöldi fugla jókst marktækt upp í 200 m fjarlægð frá vegum en eftir það hélst fjöldinn sá sami út sniðið (mynd 5).



Mynd 5. Meðalfjöldi fugla (sex tegundir) með  $> 250$  SDU, eftir fjarlægð frá vegi.

Út frá þessum tölum reiknuðum við hversu margir fuglar af þessum tegundum tapast á fyrstu 200 m sniðsins þar sem mesta tapið virðist vera. Þá gerum við ráð fyrir að þéttleikinn milli 200-400 m sé jafn þeim þéttleika sem væri á svæðinu ef vegurinn væri ekki til staðar og reiknum þannig tap fugla per snið með jöfnunni:

$$\text{Heildartap á sniði} = \text{Meðalfjöldi fugla milli 200-400 m} - \text{Meðalfjöldi fugla 0-200 m}$$

Út frá því fáum við að á hverju sniði tapast að meðaltali tveir fuglar. Með því að uppreikna þetta og gera ráð fyrir að vegkafla með  $> 250$  SDU sé með 200 m áhrifasvæði til beggja átta, þá tapast 20 fuglar á hvern kílómetur af vegi (tafla 3) eða 50 fuglar á km<sup>2</sup>.

Tafla 3. Dæmi um uppreiknuð heildaráhrif (fjöldi tapaðra fugla) af mislögum vegum.

Lengd (km)	Tap fugla ( $\pm$ staðalskekkja)
1	20 ( $\pm 2,6$ )
5	100 ( $\pm 13$ )
10	200 ( $\pm 26$ )
50	1000 ( $\pm 130$ )

## Umræður

Heildarfjöldi fugla jókst með aukinni fjarlægð frá vegum (mynd 4). Þessi aukning er að mestu drifin áfram af lóupræl, heiðlóu, þúfutittlingi og spóa (tafla 1). Þegar vegum er skipt upp eftir umferð má sjá að jaðrakan og stelki fækkar einnig við umferðarþyngri vegi ( $> 250$  SDU). Skógarpróstur og hrossagaukur sýndu engar marktækar breytingar (tafla 2) en aðrar tegundir voru of sjaldgæfar til greina áhrif á þær sérstaklega. Fyrir þær tegundir sem eru í lægri þéttleika nær vegum virðist áhrifasvæðið ná um 200 m út frá vegum en þá fara áhrifin að þverra. Lítið er um sambærilegar rannsóknir erlendis frá þar sem umferðarþyngri þar er yfirleitt töluvert meiri sem og umferðarhraði. Í Hollandi fengust þó svipaðar niðurstöður og hér varðandi jaðrakan en þar var áhrifasvæðið fyrir jaðrakan metið 230 m (100-560 m) með meðalumferð um 5000 bílar/dag og hámarkshraði 120 km/klst (Reijnen o.fl. 1996). Við vegi með  $\leq 250$  SDU var engin marktæk breyting á fjölda fugla eftir fjarlægð frá vegi. Um helmingur sniðanna með  $\leq 250$  SDU voru malarvegir en þeir eru mjórri (4-6 m) og umferðarhraði líklega minni en þeir sem eru með bundið slitlag ( $\geq 7$ m) (Vegagerðin e.d.). Umferðarþyngri er þannig nátengdur yfirborði vegar og umferðarhraða en erfitt er að skilja áhrif þessara þátta að.

Ýmsir þættir geta valdið því að fuglar eru í lægri þéttleika nær vegum. Bæði eru breytingar á byggingu búsvæða nær vegum og hávaði sem frá þeim stafar. Hávaði einn og sér getur haft áhrif á fugla og gerðar hafa verið tilraunir með hljódupptökur sem líkja eftir hávaða frá vegum þar sem engir vegir eru nærri. Þá sést að umferðarhljóð geta lækkað þéttleika margra fugla, væntanlega því merkjasendingar berast verr í hávaða (McClure, Ware, Carlisle, Kaltenecker og Barber 2013). Flestir íslensku mófuglarnir eru aðlagðir að opnu landi. Veglagningu fylgja oft breytingar á búsvæðum í nánasta umhverfi vegarins, t.d. aukin runnagróður, vegaskurðir og girðingar. Þær tegundir sem hörfa fyrst eru einmitt tegundirnar sem nota opnustu svæðin á Íslandi og því er ekki ólíklegt að búsvæðabreytingar við vegi hafi þessi áhrif. Ekki er hægt að útiloka að lægri þéttleiki fugla nær vegum skýrist af lýðfræðilegum þáttum. Ef svæði nær vegum framleiða færri unga (t.d. vegna meira afráns nær vegum eða árekstra við ökutæki) má gera ráð fyrir að þéttleiki nær vegum verði lægri með tímanum því flestir fuglar sýna áthgáttryggð (McClure o.fl. 2013). Sérstakar rannsóknir þarf til að kanna hvort lægri þéttleiki fugla meðfram vegum stafar af atferlissvörum eða lýðfræði en einnig er mögulegt að hvort

tveggja leggi til áhrifa. Ef um atferlissvörun er að ræða má spyrja hvort að fuglarnir færa sig ekki bara fjær. Engar upplýsingar liggja fyrir sem benda til að þeir geti bætt sér upp töpuð búsvæði. Gera má ráð fyrir að aðrir fuglar séu fyrir á öðrum svæðum og að þéttleikaháðra áhrifa (lækkuð frjósemi eða lífslíkur við aukinn þéttleika) gæti ef fuglar reyna að þetta raðir sínar vegna búsvæðataps (Burton, Rehfish, Clark og Dodd 2006). Með hliðsjón af varúðarreglu verður því að gera ráð fyrir að lækkun á þéttleika mófugla meðfram vegum endurspegli raunverulegt tap á búsvæðum sem er líklegt til að hafa afleiðingar á stofnvísu.

Þegar áætla þarf áhrif veglagningar á fuglalíf þarf bæði að huga að þeim búsvæðum sem fara undir vegi og þeim áhrifum sem lýst er hér þegar þéttleiki fugla lækkar nær vegunum. Ef gert er ráð fyrir að meðalfjöldi fugla í 200-400 m fjarlægð frá vegi (200 fuglar/km<sup>2</sup>, sjá mynd 4) í þessari rannsókn sé viðmiðunarþéttleiki má gera ráð fyrir að 2 fuglar tapist undir flatarmál vegarins á 1 km vegkafla, ef gert er ráð fyrir 10 m breiðum vegi (sjá vegtegundir, Vegagerðin e.d.). Þéttleiki mófugla mælist mismikill eftir rannsóknum en það stafar af ýmsum þáttum, svo sem aðferðafræði, samsetningu landgerða á talningasvæðum og fleiru. Því er varasamt að bera saman tölur úr mismunandi rannsóknum með beinum hætti en aðrar rannsóknir gefa þó til kynna að þéttleiki mófugla geti verið bæði minni eða meiri en mældist í þessari rannsókn (Aðalsteinn Örn Snæþórsson, Þorkell Lindberg Þórarinsson og Yann Kolbeinsson 2018, Lilja Jóhannesdóttir o.fl. 2014, Kristinn J. Albertsson o.fl. 2004). Okkar mat á tapi á fuglum með vegum og vegna þess flatarmáls sem fer undir vegi verður að skoðast í þessu ljósi. Það má slá því föstu að tap á fuglum meðfram vegum er líklega mun meira en sem nemur því sem tapast undir flatarmál vegarins og þessi áhrif eru líklega mest 200 m næst vegi. Ef rannsakendur ætla að yfirfæra þessar niðurstöður á tiltekin svæði eða vegspotta væri æskilegt að hafa til viðmiðunar þéttleikamælingar á fuglum á þeim tilteknu svæðum sem verið er að meta.

Ýmsar tegundir eru of sjaldgæfar eða hnappdreifðar til að koma fram í þessari rannsókn. Þó er ekki útilokað að slíkt geti skipt máli meðfram sumum vegum. Sérstaklega væri ástæða til að huga að vatnafuglum þar sem vegir eru lagðir í gegnum votlendi. Hægt væri að kanna áhrif á slíka fugla með því að bera saman fjölda fugla á vötnum og tjörnum sem eru undir mismiklum áhrifum frá vegum og full ástæða væri til að kanna slíkt. Þær tegundir sem hér voru rannsakaðar eru einkum okkar algengustu mófuglar. Þetta eru tegundir sem eru algengar á Íslandi en ekki á heimsvísu (Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2019). Íslendingar bera mikla ábyrgð á viðgangi þessara stofna og full ástæða er til að huga að áhrifum vegagerðar og annarar landnotkunar á þessa stofna en samlagningaráhrif vegakerfisins og fleiri gerða landnotkunar eru mikil og eru aukast (Wald 2012).

## Þakkir

Rannsóknasjóði Vegagerðarinnar er þakkað fyrir veittan styrk.

## Heimildaskrá

- Aðalsteinn Örn Snæþórsson, Þorkell Lindberg Þórarinnsson og Yann Kolbeinsson, 2018. *Fuglalíf á fyrirhugaðri leið Hólasandslínu 3*. Náttúrustofa Norðausturlands, Húsavík. Unnið fyrir Landsnet.
- BirdLife International. 2004. *Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status*. Cambridge: BirdLife International.
- Burton, N. H., Rehfisch, M. M., Clark, N. A. og Dodd, S. G. 2006. Impacts of sudden winter habitat loss on the body condition and survival of redshank *Tringa totanus*. *Journal of Applied Ecology*, 43(3), 464-473.
- Böðvar Þórisson, Aldís E. Pálsdóttir og Tómas G. Gunnarsson. 2019. *Áhrif umferðar á fuglalíf*. Laugarvatn: Háskóli Íslands.
- Chapin III, F. S., Zavaleta, E. S., Eviner, V. T., Naylor, R. L., Vitousek, P. M., Reynolds, H. L. ... Hobbie, S.E. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405(6783), 234.
- Erritzoe, J., Mazgajski, T. D. og Rejt, L. 2003. Bird Casualties on European Roads — A Review. *Acta Ornithologica*, 38(2), 77-93.
- Fernández, G. og Lank, D. B. 2008. Effects of habitat loss on shorebirds during the non-breeding season: Current knowledge and suggestions for action. *Ornitol. Neotrop*, 19, 633-640.
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R. ... Gibbs, H.K. 2005. Global consequences of land use. *science*, 309(5734), 570-574.
- Forman, R. T. T., Reineking, B. og Hersperger, A. M. 2002. Road traffic and nearby grassland bird patterns in a suburbanizing landscape. *Environmental Management*, 29(6), 782-800.
- Lilja Jóhannesdóttir, Ólafur Arnalds, Sigmundur Brink og Tómas Grétar Gunnarsson. 2014. Identifying important bird habitats in a sub-arctic area undergoing rapid land-use change. *Bird Study*, 61(4), 544-552.
- Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Borgný Katrínardóttir, Guðmundur A. Guðmundsson og Svenja Auhage. 2016. *Mikilvæg fuglasvæði á Íslandi*. Fjölrit nr. 55. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Kristinn J. Albertsson, Hörður Kristinsson, Ólafur K. Nielsen og Guðmundur Guðjónsson. 2004. *Norðausturvegur um Melrakkasléttu – Náttúrufræðiskönnun vegna vegagerðar II. hluti*. Akureyri: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Longcore, T., Rich, C., Mineau, P., MacDonald, B., Bert, D. G., Sullivan, L. M. ... Crawford, R.L. 2013. Avian mortality at communication towers in the United States and Canada: which species, how many, and where? *Biological Conservation*, 158, 410-419.
- Loss, S. R., Will, T. og Marra, P. P. 2014. Estimation of bird-vehicle collision mortality on U.S. roads. *The Journal of Wildlife Management*, 78(5), 763-771.
- McClure, C. J., Ware, H. E., Carlisle, J., Kaltenecker, G. og Barber, J. R. 2013. An experimental investigation into the effects of traffic noise on distributions of birds: avoiding the phantom road. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 280(1773), 20132290.
- Menja von Schmalensee, Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Hildur Vésteinsdóttir, Tómas Grétar Gunnarsson, Páll Hersteinsson, Auður Lilja Arnþórsdóttir o.fl. 2013. *Vernd, velferð og veiðar villtra fugla og spendýra. Lagaleg og stjórnsýsluleg staða og tillögur um úrbætur. Skýrsla unnin fyrir umhverfis- og auðlindaráðherra*. Reykjavík.
- Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Ásrún Elmarsdóttir, Borgþór Magnússon, Guðmundur Guðmundsson, Ingvar Atli Sigurðsson, Kristinn Haukur Skarphéðinsson ... Trausti Baldursson. 2019. *Framkvæmdaáætlun náttúruminjaskrár 2018: svæðaval og ávinningur verndar*. Garðabær. Náttúrufræðistofnun Íslands.

- Pearce-Higgins, J. W., Stephen, L., Langston, R. H., Bainbridge, I. P. og Bullman, R. 2009. The distribution of breeding birds around upland wind farms. *Journal of Applied ecology*, 46(6), 1323-1331.
- Regína Hreinsdóttir, Guðmundur A. Guðmundsson, Kristbjörn Egilsson og Guðmundur Guðjónsson. 2006. *Gróður og fuglalíf á rannsóknasvæði fyrirhugaðrar vega- og brúargerðar við Hornafjarðarfljót*. Reykjavík. Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Reijnen, R., Foppen, R. og Meeuwsen, H. 1996. The effects of traffic on the density of breeding birds in Dutch agricultural grasslands. *Biological Conservation*, 75(3), 255-260.
- Rheindt, F. E. 2003. The impact of roads on birds: Does song frequency play a role in determining susceptibility to noise pollution? *Journal für Ornithologie*, 144(3), 295-306.
- Staff, O. 2001. *OECD Environmental Indicators 2001: Towards Sustainable Development*: Organization for Economic Cooperation & Development.
- Steffen, W., Crutzen, P. J. og McNeill, J. R. 2007. The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 36(8), 614-622.
- Summers, P. D., Cunnington, G. M. og Fahrig, L. 2011. Are the negative effects of roads on breeding birds caused by traffic noise? *Journal of Applied Ecology*, 48(6), 1527-1534. af <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02041.x>
- Tómas G. Gunnarsson og Böðvar Þórisson. 2019. Talningar á Íslenskum mófuglum. *Náttúrufræðingurinn*, 89(3-4), 118-129.
- Vegagerðin. e.d. Umferð á þjóðvegum.  
Sótt 9.12.2019 af:  
[http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Banki\\_2018\\_a\\_netid/\\$file/Banki\\_%C3%A1\\_neti%C3%B0\\_2018.pdf](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Banki_2018_a_netid/$file/Banki_%C3%A1_neti%C3%B0_2018.pdf)
- Vegagerðin. e.d. Vegteguindir.  
Sótt 9.12.2019 af: <http://www.vegagerdin.is/vegakerfid/vegteguindir/>
- Elke Christine Wald. 2012. *Land-use development in South Iceland 1900-2010*. Meistaraprófsritgerð. Líf- og umhverfisvísindadeild. Háskóli Íslands, 95 bls.

Viðauki I. Sniðtalningar 2018 (1-61) og 2019 (62-122) og sumardagssumferð 2018 við ákveðna vegkafla (vegagerdin.is).

Vegir	Snið nr	SDU 2018	Malarvegur	Athugasemd
Ásavegur 275-01	40	40		Enginn teljari
Bakkavegur 253-01	55, 99	241		
Biskupstungnabraut 35-01	18	5944		
Biskupstungnabraut 35-02	64	4300		
Biskupstungnabraut 35-03	25, 69, 70	3180		
Biskupstungnabraut 35-04	23, 50, 92	2737		
Borgarfjarðarbraut 50-02	114	1237		
Bræðratunguvegur 359-01	85	1113		
Búrfellsvegur 351-01	20, 26, 67	360		
Dímonarvegur 250-01	57, 76	75	x	
Einholtsvegur 358-01	86	229	x	
Eyjavegur 364-01	49	40		Enginn teljari
Eyrbakkavegur 34-02	31, 71	3087		
Eyrbakkavegur 34-05	120, 121	2192		
Eyvindarhólavegur 2313-01	59, 83	50	x	Enginn teljari
Fljótshlíðarvegur 261-03	75	335		
Grafningsvegur neðri 350-01	19	274		
Hafravatnsvegur	118	200	x	Enginn teljari
Hagabraut 286-01	46	135		
Hagabraut 286-02	44	102		
Hagavegur 3630-01	51, 53	40	x	Enginn teljari
Hálsasveitarvegur 518-01	1	1360		
Hálsasveitarvegur 518-02	2, 93	1013		
Hálsasveitarvegur 518-03	3	614		
Hálsasveitarvegur 519-01	94	85		
Hamarsvegur 308-01	32	89	x	
Holtsvegur 314-01	72, 73	102	x	
Hringvegur, 1-a3	103	2351		
Hringvegur, 1-a4	95	2569		
Hringvegur, 1-a6	105	2524		
Hringvegur, 1-b4	79	3748		
Hringvegur 1-b5	81	3688		
Hringvegur 1-b6	58, 82	3897		
Hringvegur 1-b7	60	4048		
Hringvegur, 1-b8	78	4107		
Hringvegur 1-b9	56	4402		
Hringvegur 1-c0	54, 100	4709		
Hringvegur 1-c5	41	5709		
Hringvegur 1-c8	39, 45	5835		
Hringvegur 1-d1	89	5791		
Hringvegur 1-d2	27, 29, 33, 35	7616		
Hringvegur 1-e1	11	14612		

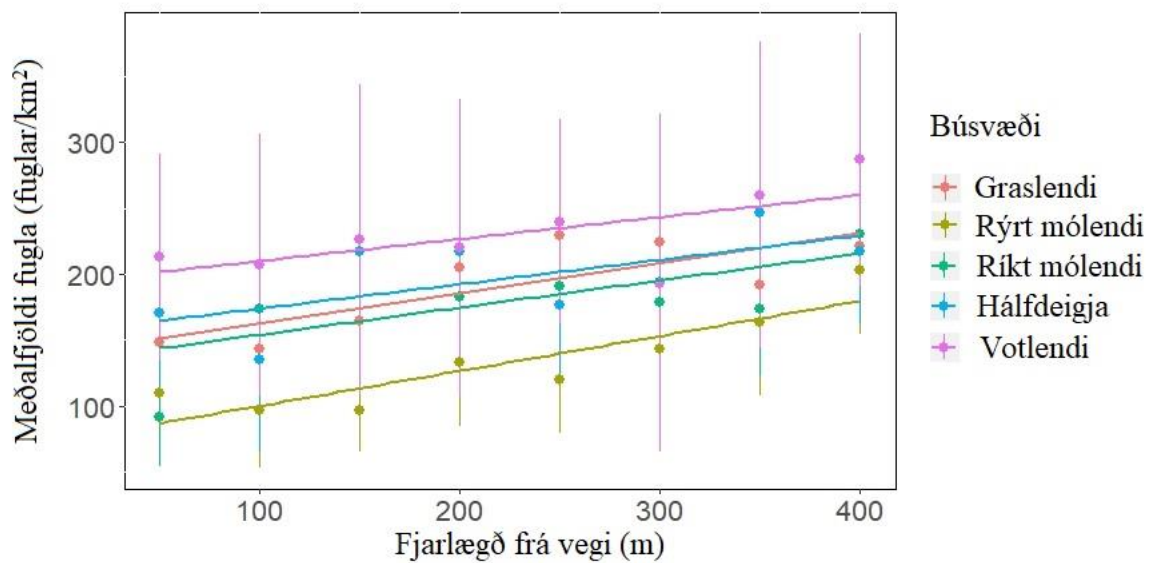
Hringvegur 1-e2	117	15644		
Hringvegur 1-f6	7	10192		
Hringvegur 1-f7	107	9200		
Hringvegur 1-g2	101	7338		
Hringvegur 1-g3	116	6980		
Hringvegur 1-g4	112, 115	6878		
Hrífunesvegur 209-02	104	197		
Hvalfjarðarvegur 47-02	6	1176		
Hvalfjarðarvegur 47-11	5	619		
Kiðjabergsvegur 353-01	22	300		Enginn teljari
Kjósarskarðsvegur 48-02	14, 15	250		
Krýsuvíkurvegur 42-02	97	538		
Krýsuvíkurvegur 42-03	8, 98	537		
Landeyjarhafnarvegur, 254-01	77	879		
Landvegur 26-01	43	978		
Laugarvatnsvegur 37-01	21, 48, 65, 68	1382		
Leirnavegur 243-01	61	41	x	
Litla-Heiði 2208	80	50	x	Enginn teljari
Lyngdalsheiðavegur 365-01	62	2343		
Meðallandsvegur 204-03	106, 109	49		
Nesjavallaleið 435-00	119	947		
Nesjavallaleið 435-01	12	405		
Oddgeirshólavegur 318-01	28, 38	100		Enginn teljari
Rangárvallavegur 264-01	96	179		
Reykjanesbraut 41-15	10	20221		
Skaftártunguvegur 208-01	108	244		
Skálholtsvegur 31-03	52	1017		
Skeiða- og Hrunamannavegur 30-01	37, 88	2795		
Skeiða- og Hrunamannavegur 30-07	87	515		
Snæfellsnesvegur 54-08	110	1126		
Snæfellsnesvegur 54-09	111	1183		
Sólheimavegur 354-01	24	362		
Suðurstrandarvegur 427-05	9	1103		
Svínadalsvegur 502-01	4	133	x	
Uxahryggjavegur 52-02	113	168		
Vonarholtsvegur 4771	102	200	x	Enginn teljari
Þingvallavegur 36-02	63, 66	684		
Þingvallavegur 36-06	16, 17	3020		
Þingvallavegur 36-12	13	3862		
Þorlákshafnarvegur 38-02	122	2340		
Þykkvabæjarvegur 25-02	42	268		
Tjarnarvegur 356	84	39	x	
Urriðafossvegur 302-01	34	208		
Vallarvegur 262	74	50	x	Enginn teljari
Villingaholtsvegur 305-01	30, 36, 90, 91	412		
Villingaholtsvegur 305-02	47	113		

Viðauki II. Tegundir og fjöldi einstaklinga sem sáust í talningum á sniðum út frá vegum sumarið 2018 og 2019. Tegundir sem eru litaðar voru notaðar í nánari úrvinnslu.

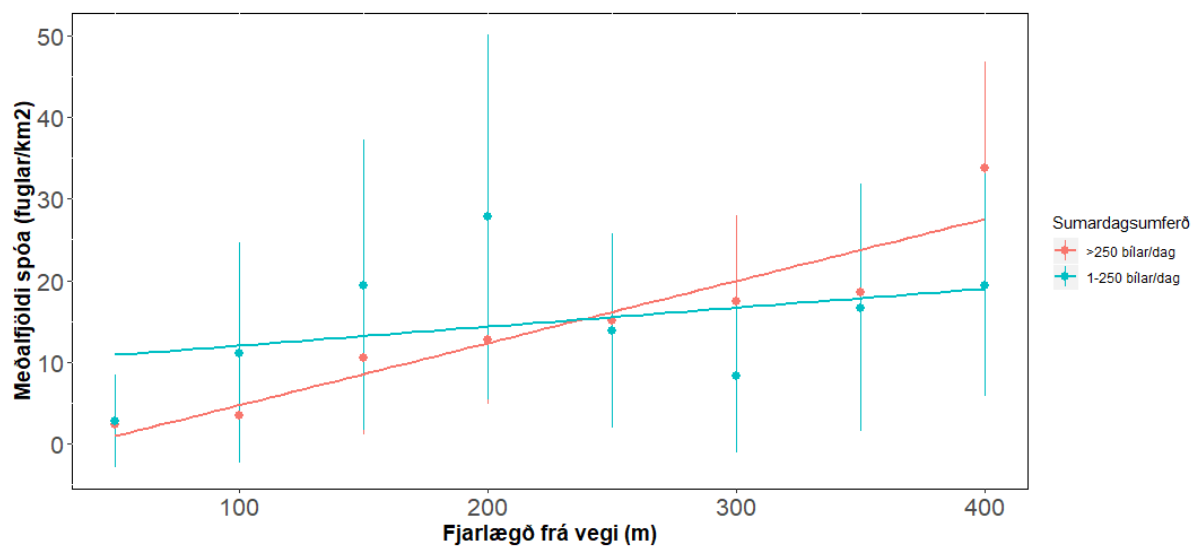
Tegund	Latína	Fjöldi		
		2018	2019	Samtals
Púfutittlingur	<i>Anthus pratensis</i>	359	363	722
Hrossagaukur	<i>Gallinago gallinago</i>	247	144	391
Jaðrakan	<i>Limosa limosa</i>	71	35	106
Spói	<i>Numenius phaeopus</i>	65	76	141
Skógarþröstur	<i>Turdus iliacus</i>	52	48	100
Lóuþræll	<i>Calidris alpina</i>	51	56	107
Heiðlóa	<i>Pluvialis apricaria</i>	47	55	102
Stelkur	<i>Tringa totanus</i>	32	61	93
Tjaldur	<i>Haematopus ostralegus</i>	18	8	26
Kjói	<i>Stercorarius parasiticus</i>	11	13	24
Stökkönd	<i>Anas platyrhynchos</i>	10	4	14
Grágæs	<i>Anser anser</i>	9	8	17
Álft	<i>Cygnus cygnus</i>	6	4	10
Rjúpa	<i>Lagopus muta</i>	5	1	6
Óðinshani	<i>Phalaropus lobatus</i>	4	11	15
Hettumáfur	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	3	1	4
Sílamáfur	<i>Larus fuscus</i>	2	9	11
Hrafn	<i>Corvus corax</i>	2	3	5
Skúfönd	<i>Aythya fuligula</i>	2	0	2
Maríuerla	<i>Motacilla alba</i>	1	0	1
<b>Alls</b>		<b>997</b>	<b>900</b>	<b>1897</b>



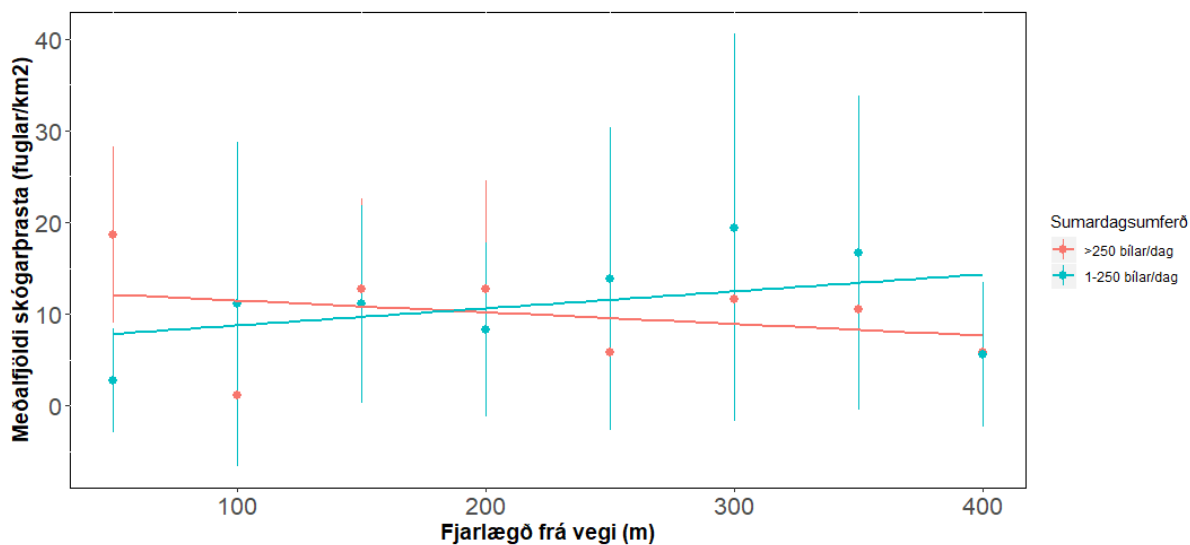
### Viðauki III. Meðalfjöldi átta tegunda eftir fjarlægð og umferð.



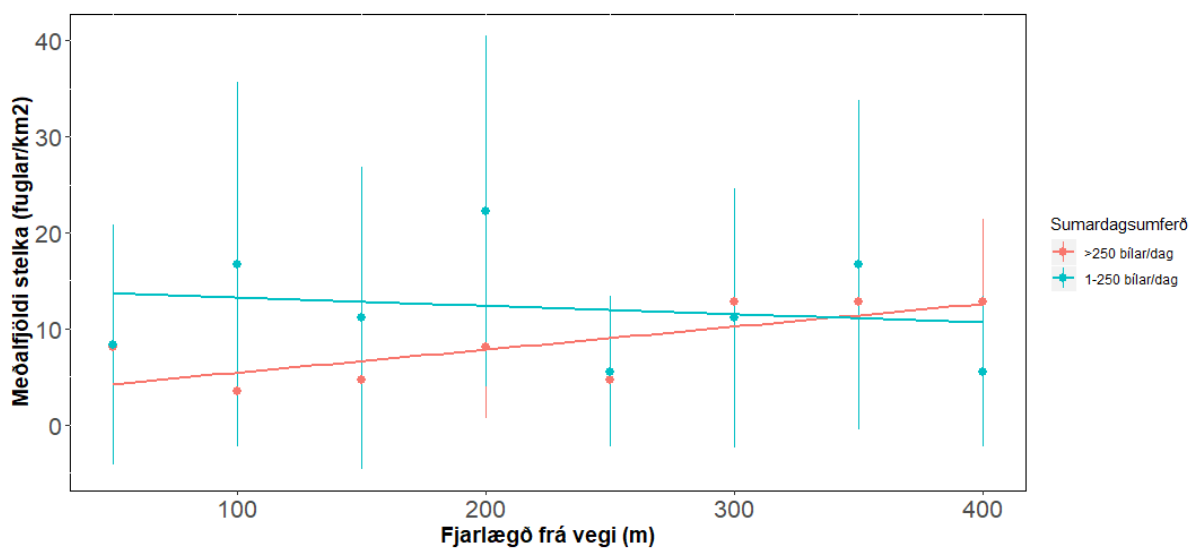
Mynd 6. Meðalfjöldi fugla eftir fjarlægð frá vegi með tilliti til búsvæða.



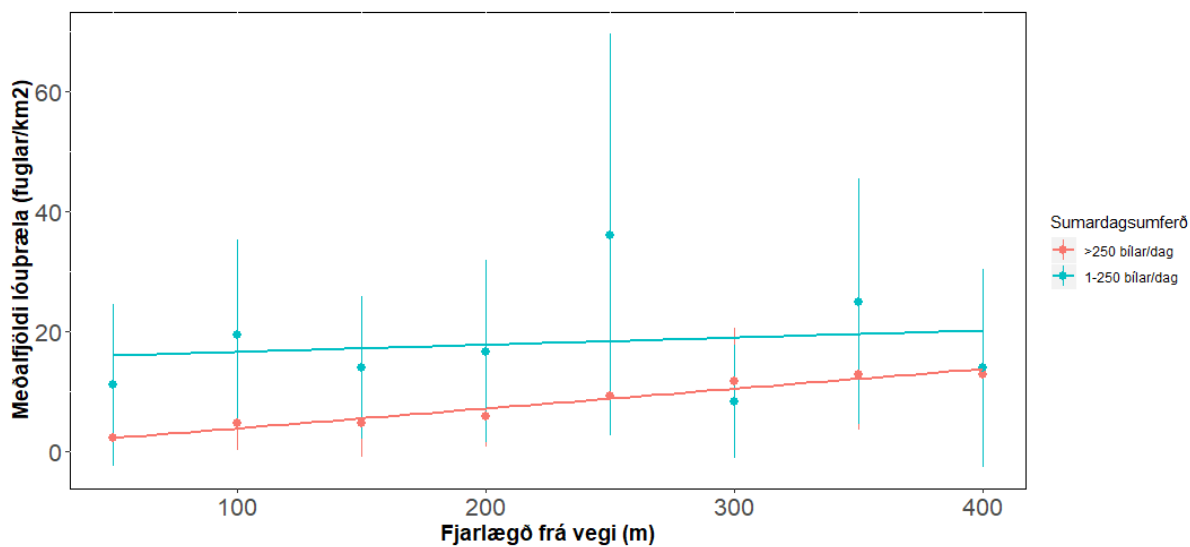
Mynd 7. Meðalfjöldi spóa eftir fjarlægð frá vegi með tilliti til umferðar.



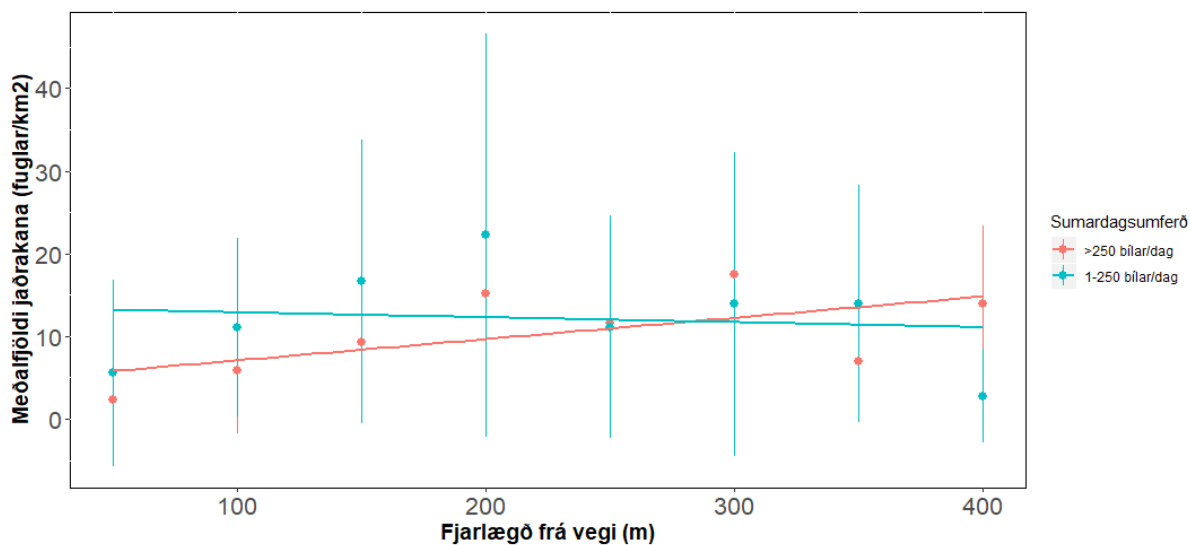
Mynd 8. Meðalfjöldi skógarþrasta eftir fjarlægð frá vegi með tilliti til umferðar.



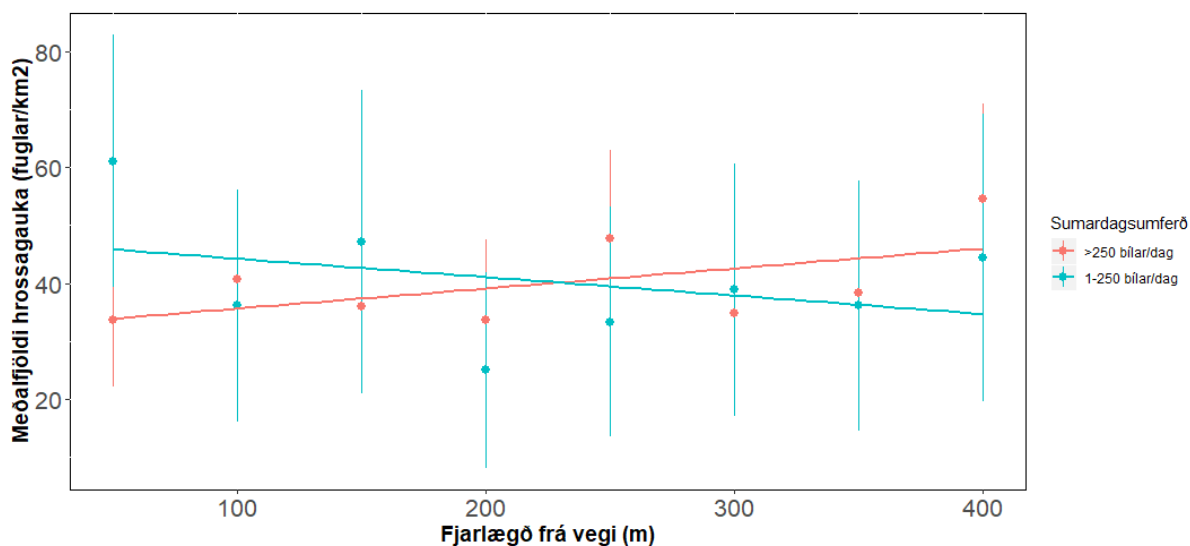
Mynd 9. Meðalfjöldi stelka eftir fjarlægð frá vegi með tilliti til umferðar.



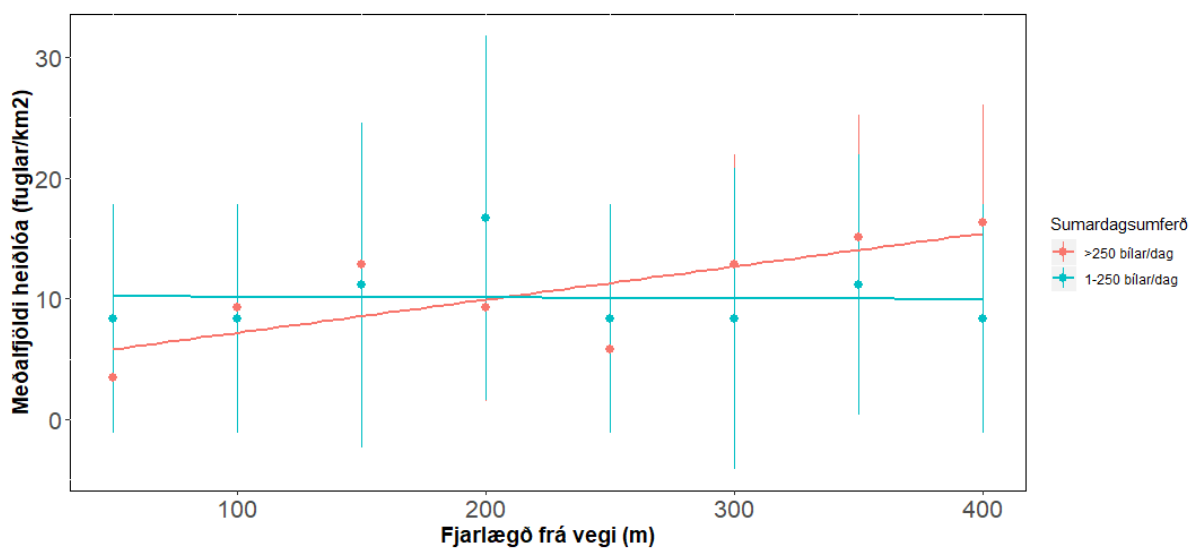
Mynd 10. Meðalfjöldi lóupræla eftir fjarlægð frá vegi með tilliti til umferðar.



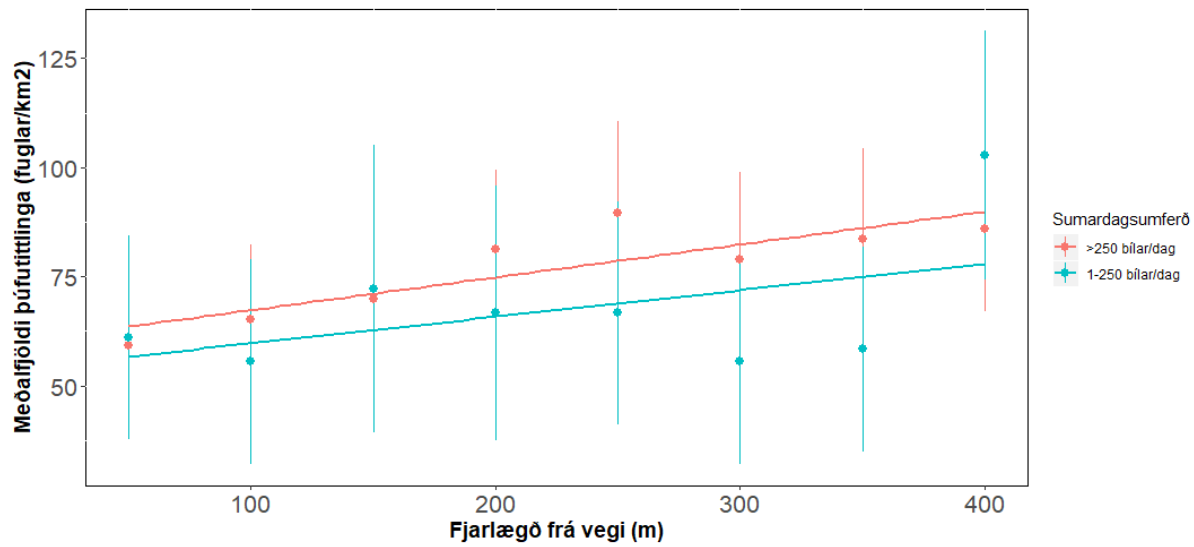
Mynd 11. Meðalfjöldi jaðrakana eftir fjarlægð frá vegi með tilliti til umferðar.



Mynd 12. Meðalfjöldi hrossagauka eftir fjarlægð frá vegi með tilliti til umferðar.



Mynd 13. Meðalfjöldi heiðlóa eftir fjarlægð frá vegi með tilliti til umferðar.



Mynd 14. Meðalfjöldi þúfutittlinga eftir fjarlægð frá vegi með tilliti til umferðar.