



HÁSKÓLI ÍSLANDS

Áhrif umferðar á fuglalíf

Styrkt af rannsóknasjóði Vegagerðarinnar

Böðvar Þórisson

Aldís E. Pálsdóttir

Tómas G. Gunnarsson

Janúar 2019

Útdráttur

Ýmis konar mannvirki geta haft áhrif á þéttleika og útbreiðslu fugla. Dæmi um slík mannvirki eru vegir en þeir leggja undir sig búsvæði og auk þess getur umferð um þá haft áhrif á fugla í grennd. Þá drepst fjöldi fugla í árekstrum við bifreiðar. Athuganir erlendis hafa sýnt að þéttleiki margra fuglategunda minnkar nær vegum og þættir sem geta haft áhrif eru t.d. umferðapungur. Hér á Íslandi hefur ekki verið athugað hvort vegir og umferð um þá hafi áhrif á fugla enda umferðin hér á landi mun minni en erlendis að jafnaði. Þó er full ástæða til að kanna slíkt því íslenski úthaginn er heimili margra fuglastofna sem eru einstakir á heimsvísu og endurspeglast þessi sérstaða í fjölda alþjóðlegra samninga sem Íslendingar eru aðilar að.

Í þessari rannsókn var þéttleiki algengra mófugla kannaður við vegi með mismikla umferð. Gengin voru snið út frá vegköflum á Suðurlandi með <500 bíla SDU að meðaltali og >1000 bíla SDU. Einnig voru skoðuð vöktunargögn (punkttalningar) frá 2011-2018 sem var safnað meðfram vegum á Suðurlandi.

Við útreikninga var einungis notast við gögn um níu algengustu tegundirnar. Niðurstöður úr vegasniðunum sýndu að spói, stelkur, jaðrakan og lóupræll voru marktækt algengari er fjær dró vegum. Engar tegundir voru marktækt algengari nær vegum en skógarþröstur sýndi þó tilhneigingu í þá átt. Lóupræll var eina tegundin sem var marktækt sjaldgæfari við vegi með meiri umferð.

Niðurstöður úr vöktunargögnunum sýndu að sex fuglategundir (lóupræll, tjaldur, jaðrakan, spói, heiðlóa og þúfuttlingur) voru í lægri þéttleika við vegi þar sem var meiri umferð en mynstrið var marktækt fyrir lóupræl, tjald og spóa. Þrjár tegundir, hrossagaukur, skógarþröstur og stelkur voru í hærri þéttleika við vegi með meiri umferð en mynstrið var marktækt fyrir skógarþröst. Í líkani með öllum tegundum saman voru áhrifin ekki marktæk en áhrifin urðu marktæk þegar tegundunum sem voru í hærri þéttleika við vegi voru teknar úr líkaninu. Niðurstöður líkananna benda til að sumum tegundum mófugla fækki um meira en helming við vegi þegar umferð fer frá því að vera lítil upp í það að vera um 4000 bíla SDU.

Niðurstöður benda til að vegir lækki þéttleika sumra mófugla langt út fyrir veginn. Flestir vaðfuglarnir eru sjaldgæfari nær vegum og sumum þeirra fækkar meira nær umferðarþyngri vegum. Misjafnt er þó eftir tegundum hversu sterk þessi mynstur eru en frekari gagna er þörf til að styrkja líkönin. Auk þess verður að hafa í huga að vegur er margslungið fyrirbæri og þeim fylgja gjarnan skurðir, girðingar og gróðurbreytingar og erfitt er að skilja áhrif þessara þátta frá öðrum þáttum. Flestar vaðfuglategundirnar kjósa opin búsvæði til varps og á þetta t.d. við um spóa, lóupræl og heiðlóu sem eru algengir fuglar á Íslandi en fer fækkandi á heimsvísu.

Efnisyfirlit

Útdráttur	2
Inngangur	4
Aðferðir	5
Umferð	5
Fuglatalningar.....	5
Fjöldi fugla út frá vegum.....	5
Vöktunarpunktar við vegi.....	5
Úrvinnsla	6
Fjöldi fugla út frá vegum.....	6
Vöktunarpunktar við vegi.....	6
Niðurstöður.....	6
Fjöldi fugla út frá vegum.....	6
Vöktunarpunktar við vegi.....	8
Umræður.....	9
Næstu skref.....	10
Þakkir	10
Heimildaskrá	11
Viðauki	13
Viðauki 1. Sniðtalningar 2018 og sumardagsumferð 2017 við ákveðna vegkafla.....	13
Viðauki 2. Tegundir og fjöldi einstaklinga sem sáust á sniðum 2018	14

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 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 endurspeglar 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 (OECD Staff 2001). Það er vel þekkt að mannvirki geta haft áhrif á fugla. 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. umferðarþungi 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). Hér á Íslandi hefur ekki verið athugað hvort vegir og umferð um þá hafi áhrif á fugla enda umferðin hér á landi mun minni en erlendis að jafnaði. Þó er full ástæða til að kanna slíkt því íslenski úthaginn er heimili margra fuglastofna sem eru einstakir á heimsvísu og endurspeglar þessi sérstaða í fjölda alþjóðlegra samninga sem Íslendingar eru aðilar að (Birdlife International 2004, 2017, Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Borgný Katrínardóttir, Guðmundur A. Guðmundsson og Svenja Auhage 2016, Menja von Schmalensee o.fl. 2013). Rannsókn, á sömu eða skyldum tegundum, í Hollandi fjallaði um þéttleika fugla við vegi þar sem meðalumferð var annars vegar 5.000 bílar og hins vegar 50.000 bílar á dag (Reijnen, Foppen og Meeuwssen 1996). Til samanburðar eru víða vegkafar á þjóðvegi 1 með sumardagsumferð (SDU) á bilinu 1.000-5.000 bílar á dag (vegagerdin.is, sótt 28.01.2019). Í rannsókninni í Hollandi kom fram 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 o.fl. 1996). Eins og hefur komið fram þá er umferðarþungi á Íslandi lítill í samanborið við útlönd en umferð hefur 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 (vegagerdin.is, sótt 28.01.2019).

Varptími fugla hér á landi er breytilegur eftir tegundum og búsvæðum en flestir fuglar verpa frá byrjun maí til loka júlí. Varptími fugla er því á sama tíma og umferðarþungi nær hámarki yfir árið. Vænta má að aukin umferð á varptíma hafi 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 vegna veglagningar og hafa rannsóknir metið að það geti náð allt að 500 m frá miðlinu vegar (Kristinn J. Albertsson o.fl. 2004, Regína o.fl. 2006).

Í þessari rannsókn var þéttleiki algengra mófugla kannaður við vegi með mismikla umferð. Valdir voru vegkaflar á Suðurlandi með <500 bíla SDU að meðaltali og >1000 bíla SDU. Einnig voru skoðuð talningargögn frá 2011-2018 sem var safnað af starfsmönnum rannsóknasetursins meðfram vegum á Suðurlandi.

Aðferðir

Notast var við tvenns konar gagnasett, annars vegar talningar á sniðum frá vegum sem voru gerðar sumarið 2018, frá 24. maí til 13. júní. Og hins vegar vöktunargögn (punktatalningar) við vegi frá árinu 2011 til 2018. Nánari lýsing á aðferðum má sjá hér í undirköflum.

Umferð

Fuglar voru taldir á sniðum frá vegi með <500 SDU og >1000 SDU. Þess var vænst að ef umferð á Íslandi hefur náð því marki að hafa áhrif á útbreiðslu fugla með fram vegum, þá myndi samanburður á svo ólíkum umferðarflokkum leiða slíkt í ljós. Nokkrir vegkaflar í athugininni höfðu ekki umferðateljara en reiknað var með að þessir vegkaflar væru <500 SDU miðað við staðsetningu þeirra og fjölda bíla á svipuðum vegköflum. Þrjú vegkaflar voru með um 600 SDU en þeir látnir fylgja með <500 SDU (sjá viðauka 1). Umferðartölur voru fengnar af heimasíðu Vegagerðarinnar (sótt 28.01.2019, <http://umferd.vegagerdin.is/>).

Fyrir vöktunargögnin fengust upplýsingar um umferð á árunum 2011-2017 á heimasíðu Vegagerðarinnar (sótt 28.01.2019, <http://umferd.vegagerdin.is/>). Umferð sumarið 2017 er notuð til samanburðar við fuglatalningar sumarið 2018 þar sem umferðartölur fyrir 2018 eru ekki komnar á heimasíðu Vegagerðarinnar þegar þessi skýrsla er skrifuð.

Fuglatalningar

Fjöldi fugla út frá vegum

Talið var á sniðum frá vegum, hornrétt út frá vegi, og var hvert snið 400 m langt. Alls voru tekin 61 snið. Sniðum var skipt í fjarlægðarbil frá vegi og var hvert bil 50 m. 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 fuglar skráðir í eitt bil til beggja átta, 0-100 m en fuglar voru staðsettir með laser fjarlægðarmæli. Einnig var atferli fugla skráð.

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 sem mest útilokaðir. Til að einangra áhrif fjarlægðar frá veg á þéttleika fugla sem best frá öðrum áhrifaþáttum, voru snið, utan fjögur, talin í þörum (<500 SDU og >1000 SDU). Snið í hverju pari voru talin á svipuðum tíma dags og bæði voru talin í gegnum sömu og einsleitu búsvæðagerð, t.d. bæði í graslendi eða bæði í votlendi.

Vöktunarpunktar við vegi

Vöktun á mófuglum á vegum rannsóknasetursins hefur staðið yfir á Suðurlandi síðan 2011. Vöktunarpunktar voru 63 á árunum 2011-2015 en 60 punktar bættust við sumarið 2016. Alls voru því greind gögn fyrir 123 punkta. Punktarnir eru staðsettir við vegi á Suðurlandi og eru valdir eftir kerfi sem tryggir að þeir endurspegli búsvæði í þeim hlutföllum sem þau koma fyrir meðfram vegum. Reglan er sú að það eru u.þ.b. 3 km á milli punkta. Vegirnir voru mismunandi,

frá fáförnum vegum að stofnvegum t.d. þjóðvegi nr 1. Talið er í 5 mínútur í vegkanti á hverjum stað og allir fuglar taldir í 200 radíus frá athuganda. Hver talningablettur er því 12,56 ha. Segja má að talningin nái 200 m út fyrir veg og eftir honum þar sem talið er í vegkanti. Talið var dagana 20-29. júní á hverju ári en þá er sýnileiki margra mófugla í hámarki. Talið var í tiltölulega þurru veðri og þegar vindur var minni en 7 m/s. Talningar fóru fram á mismunandi tímum dags. Þær eru því ekki staðlaðar miðað við tíma dags líkt og talningar á fuglum frá vegum, en eru hins vegar staðlaðar miðað við árstíma. Fuglar sem voru greinilega í hópum (fimm eða fleiri) voru undanskildir í úrvinnslu.

Úrvinnsla

Fjöldi fugla út frá vegum

Beitt var línlegum líkönum (e. *generalized linear mixed models*) við úrvinnslu gagna til að skoða hvernig fjarlægð frá vegi og umferðarþungi hafði áhrif á fjölda fugla. Leifar (e. *residuals*) voru poisson dreifðar eins og oft er um talningargögn (mikið af núllum) og notast var við log tengifall (e. *link-function*). Við skoðun gagna var prófað hvort að athugendur og búsvæðagerðir hefðu áhrif á fjölda talinna fugla á sniðum. Athugendur höfðu ekki áhrif en dálíttill munur var á meðalþéttleika milli búsvæða sem er vel þekkt (Jóhannesdóttir, Arnalds, Brink og Gunnarsson, 2014). Samband við vegi var þó svipað milli búsvæða (sami halli en mismunandi skurðpunktur) og vegna sýnastærðar voru niðurstöður því reiknaðar fyrir öll búsvæði saman. Í loka líkönum var fjöldi fugla reiknaður sem fall af fjarlægð frá vegi (50 m bil), umferð (SDU) og samvirkni (e. *interaction*) þessara þátta og talningarsvæði (svæði þar sem talið var á pari af sniðum 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.

Vöktunarpunkturar við vegi

Til að kanna tengsl umferðarþunga (SDU) við fjölda fugla sem töldust við vegi var einnig beitt línulegum líkönum (poisson dreifð, log-link). Líkönin spáðu fyrir um fjölda fugla á bletti út frá umferðarþunga á veginum, talningarblettur og ár voru sett inn sem slembibreytur svo leiðrétt er fyrir þeim en magnbundið framlag þeirra til breytileika í fuglafjölda er ekki reiknað. Niðurstöður eru gefnar upp sem breyting á fjölda fugla á punktum á hverja þúsund bíla sem SDU eykst. Fyrirhugað var að skoða einnig hvernig umferðaraukning síðustu ár hefði áhrif á fuglafjölda meðfram umferðarþyngri vegum en sýnið reyndist ekki nógu stórt.

Niðurstöður

Fjöldi fugla út frá vegum

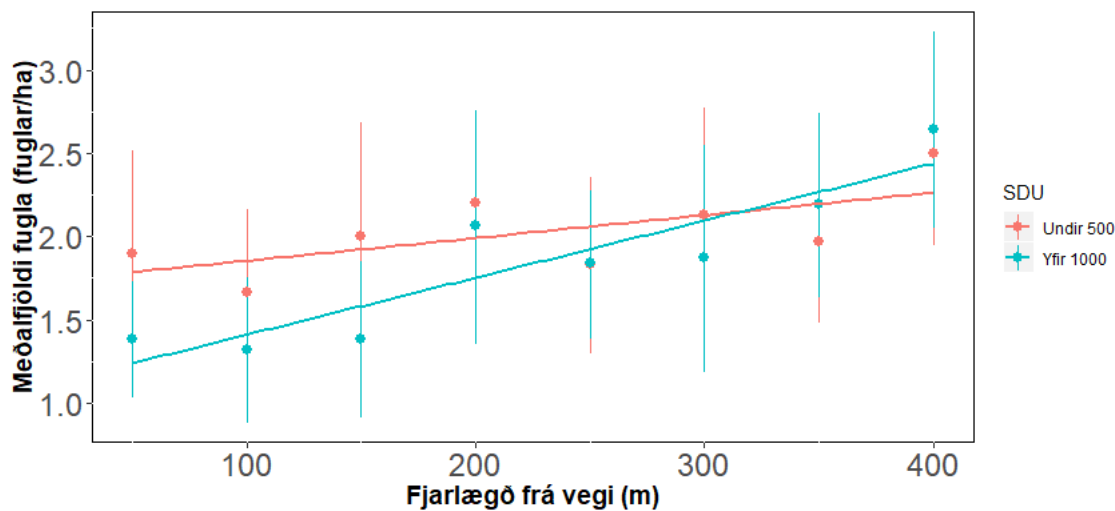
Alls sáust tæplega þúsund fuglar í talningum á sniðum út frá vegum en frekari úrvinnsla fór fram á gögnum um níu algengustu tegundirnar (viðauki 2, tafla 1). Spói, stelkur, jaðrakan og lóupræll voru marktækt algengari er fjær dró vegum (tafla 1). Engar tegundir voru marktækt algengari nær vegum en skógarþröstur sýndi þó tilhneigingu í þá átt. Lóupræll var eina tegundin sem var marktækt sjaldgæfari við vegi með meiri umferð og sem sýndi marktæk áhrif af samverkun milli umferðar og fjarlægðar frá vegi. Samverkun er gott að skoða myndrænt en halli sambands milli fuglafjölda og fjarlægðar frá vegi er meiri fyrir umferðarþyngri vegi (1. mynd).

Sambærilegt líkan var einnig gert fyrir allar níu tegundirnar saman og annað líkan þar sem skógarþrösti var sleppt, en hann var eina tegundin sem hneigðist til að vera algengari nær

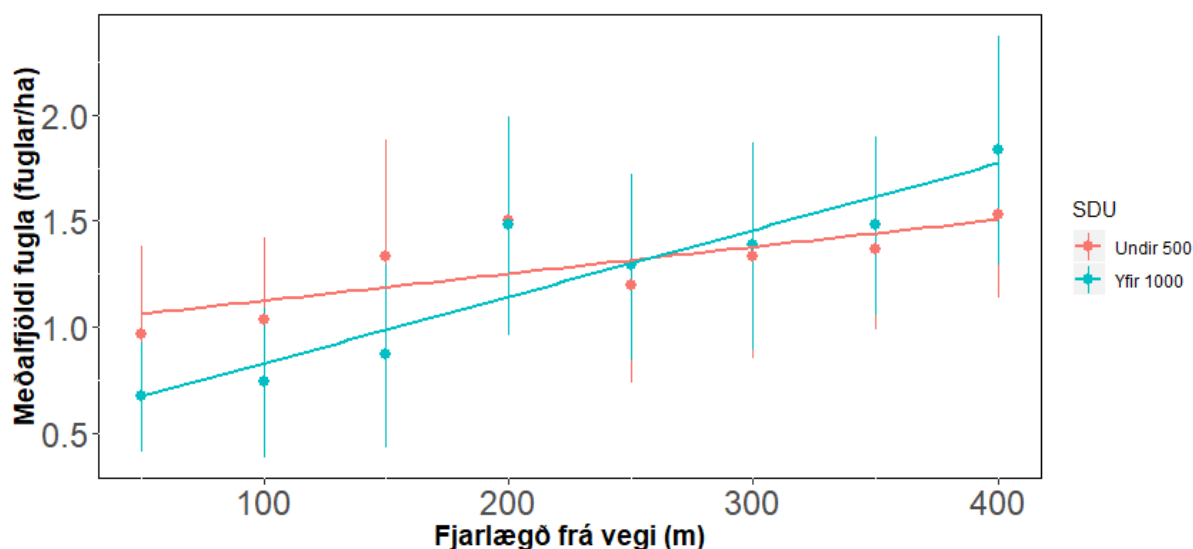
vegum. Bæði líkönin sýndu að fuglum fækkaði almennt nær vegum og fækkaði meira nær umferðarþyngri vegum (tafla 1). Í líkani með öllum fuglum nema skógarþresti var einnig marktæk samvirkni milli fjarlægðar frá vegum og umferðarþunga, á þann hátt að fuglum fækkaði meira nær umferðarþyngri vegum en léttari (2. mynd).

Tafla 1. Niðurstöður líkana þar sem fjöldi fugla af níu algengustu tegundum var skoðaður sem fall af fjarlægð frá vegi, umferð og samverkan þessara þátta. Einnig eru gefnar niðurstöður líkans með öllum tegundum saman og með öllum nema skógarþresti en það var eina tegundin sem virtist vera algengari nær vegum. Jákvæð hallatala merkir að fuglar eru hærri þéttleika fjær vegum. Marktæknistig $P < 0,05$ (*), $P < 0,01$ (**), $P < 0,001$ (***).

Tegund	Hallatala fuglar/ha/50m	Interval p-gildi fyrir hallatölu, stjarna merkir marktækan mun	SDU p-gildi, munur á milli <500 og >1000 SDU	Samverkun fjarlægðar frá vegi (interval) og umferðar (SDU)
Spói <i>Numenius phaeopus</i>	0.37628	9.07e-05 ***	0.0711	0.0659
Hrossagaukur <i>Gallinago gallinago</i>	0.02173	0.590	0.426	0.702
Skógarþröstur <i>Turdus iliacus</i>	-0.13598	0.130	0.457	0.212
Stelkur <i>Tringa totanus</i>	0.3530	0.0116 *	0.0634	0.0645
Tjaldur <i>Haematopus ostralegus</i>	0.1580	0.209753	0.160358	0.667123
Heiðlóa <i>Pluvialis apricaria</i>	0.13406	0.171	0.296	0.455
Jaðrakan <i>Limosa limosa</i>	0.23523	0.00448 **	0.07437	0.07361
Lóuþræll <i>Calidris alpina</i>	0.4288	0.000673 ***	0.0068 **	0.01279 *
Þúfuttlingur <i>Anthus pratensis</i>	0.05111	0.11039	0.68718	0.58071
Allir saman	0.09578	1.96e-06 ***	0.0233 *	0.0542
Allir nema skógarþröstur	0.112067	3.07e-07 ***	0.0135 *	0.119



1. Mynd. Tengsl milli heildarþéttleika allra fuglategunda og fjarlægðar frá vegi fyrir umferðarflokka sem til skoðunar voru. Rauð lína SDU < 500 bílar á dag og blágræn lína, SDU > 1000 bílar á dag.



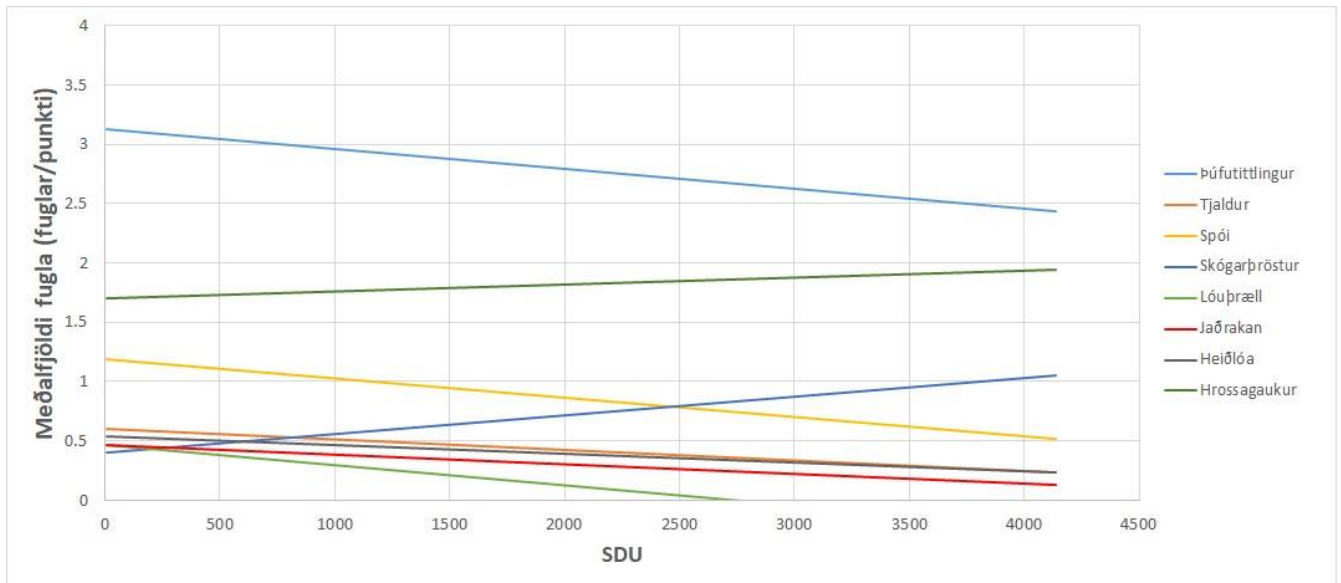
2. Mynd. Tengsl milli þéttleika þeirra fuglategunda (allar nema skógarþröst) sem voru í hærri þéttleika fjær vegum og fjarlægðar frá vegi fyrir umferðarflokka sem til skoðunar voru. Rauð lína, SDU < 500 bílar á dag og blágræn lína, SDU > 1000 bílar á dag.

Vöktunarpunkturar við vegi

Sex fuglategundir (lóupræll, tjaldur, jaðrakan, spói, heiðlóa og þúfutittlingur) voru í lægri þéttleika við vegi þar sem var meiri umferð en mynstrið var marktækt fyrir lóupræll, tjald og spóa (tafla 2). Þrjár tegundir, hrossagaukur, skógarþröstur og stelkur voru í hærri þéttleika við vegi með meiri umferð en mynstrið var marktækt fyrir skógarþröst. Í líkani með öllum tegundum saman voru áhrifin ekki marktæk (tafla 2). Áhrifin voru marktæk í líkani með öllum tegundum sem voru sjaldgæfari við umferðarþyngri vegi (tafla 2). Niðurstöður líkananna benda til að sumum tegundum mófugla fækki um meira en helming við vegi þegar umferð fer frá því að vera lítil upp í það að vera eins og hún er á þjóðvegi nr. 1 á Suðurlandi (um 4000 bíla SDU) (3. mynd).

Tafla 2. Hallatölur úr línulegum líkönum sem skoðuðu samband fuglafjölda á blettum (með 200 m radíus) við veg og umferðarþyngna (SDU). Marktæknistig $P < 0,05$ (*), $P < 0,01$ (**), $P < 0,001$ (***)

Tegund/hópur	Breyting í fjölda fugla við 1000 bíla aukningu	Marktækni (p)
Lóupræll	-0,8930	0,0039 **
Tjaldur	-0,3611	0,0299*
Jaðrakan	-0,2493	0,1350
Spói	-0,2242	0,0376 *
Heiðlóa	-0,1731	0,1470
Þúfutittlingur	-0,0397	0,3510
Hrossagaukur	0,0454	0,4490
Skógarþröstur	0,1336	0,0099 **
Stelkur	0,1520	0,0586
Allar tegundir saman	-0,0159	0,564
Tegundir sem fækkar saman	-0,1103	0,0022 **



3. Mynd. Áhrif umferðarþunga (SDU) á meðalfjölda fugla á talningapunktum við vegi (punktar eru 12,56 ha). Línurnar sýna spáð (e. *predicted*) gildi úr línulegum líkönum (sjá töflu 2).

Umræður

Þær niðurstöður sem hér liggja fyrir byggja á takmörkuðum gögnum en benda sterklega til að vegir lækki þéttleika sumra mófugla langt út fyrir veginn. Mynstur voru skoðuð á tvennan hátt. Í fyrsta lagi voru fuglar taldir á sniðum, hornrétt út frá vegum, til að meta hvernig þéttleiki fugla breytist út frá veginum, og í öðru lagi voru notuð fyrirbyggjandi gögn þar sem fuglar hafa verið taldir við vegi til að tengja fuglaþéttleika við umferðarþunga. Báðar nálganirnar gefa hliðstæða niðurstöðu. Skógarþrestir virðast vera í hærri þéttleika nær vegum og við þyngri umferð en flestir vaðfuglarnir eru sjaldgæfari nær vegum og sumum þeirra fækkar meira nær umferðarþyngri vegum. Misjafnt er þó eftir tegundum hversu sterk þessi mynstur eru en frekari gagna er þörf til að styrkja líkönin.

Hafa verður í huga að vegur er margslungið fyrirbæri. Vegum fylgja gjarnan skurðir, girðingar og gróðurbreytingar og erfitt er að skilja áhrif þessara þátta frá öðrum þáttum eins og hávaða. Viðbrögð mismunandi tegunda við vegum geta þó gefið vísbendingar. Skógarþrestir voru t.d. algengari nær vegum en þeir sækja í skurðbakka og runnagróður í varpi (Sigurður Björn Alfreðsson, 2018). Hvort tveggja er algengara nær vegum og því er líklegt að þær umhverfisbreytingar sem vegagerð felur í sér hafi jákvæð áhrif á þessa tegund. Flestar vaðfuglategundirnar kjósa opin búsvæði til varps þar sem þeir sjá vel í kringum sig af hreiðrinu. Þetta á t.d. við um spóa, lóuþræl og heiðlóu sem eru algengir fuglar á Íslandi en fer fækkandi á heimsvísu (Jóhannesdóttir o.fl., 2014; Jóhannesdóttir o.fl., 2019). Slíkir fuglar eru líklegri til að forðast það uppbot á opnu landi sem fylgir vegum. Einnig er vel þekkt að hávaði frá vegum hefur neikvæð áhrif á fuglafjölda en sýnt hefur verið fram á slíkt með hljóðupptökum þar sem önnur áhrif vega eru hvergi nærri (McClure, Ware, Carlisle, Kaltenecker og Barber 2013). Að aðskilja þau áhrif sem vegir hafa á fugla t.d. vegna breytinga á búsvæðum, hávaða, ákeyrslu og mengunar getur verið erfitt án tilrauna. Það hefur hagnýtt gildi að þekkja áhrif vega á fugla, jafnvel þó framlag einstakra drifkrafta sé ekki þekkt.

Næstu skref

Niðurstöður þessarar forkönnunar benda eindregið til að hægt sé að afla greinagóðra upplýsinga um tengsl vega og fuglafjölda á einfaldan hátt. Með frekari gagnaöflun væri hægt að smíða líkön sem sýna tengsl vega og fugla með meiri tölfræðilegri vissu en hér var gert. Slík líkön gætu tekið tillit til mismunandi fuglategunda, búsvæða og vega. Þá mætti t.d. áætla með töluverðri vissu, hvaða áhrif það hefði á mismunandi fuglategundir að leggja veg af tiltekinni lengd um búsvæði af tiltekinni gerð. Slík nálgun myndi nýtast mjög vel til dæmis við umhverfismat.

Þakkir

Rannsóknasjóði Vegagerðarinnar er þakkað fyrir veittan styrk.

Heimildaskrá

- Birdlife International. 2004. *Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status*. Cambridge: BirdLife International.
- Birdlife International. 2017. *European birds of conservation concern: populations, trends and national responsibilities*: BirdLife International Cambridge, UK.
- Chapin, F. S., Zavaleta, E. S., Eviner, V. T., Naylor, R. L., Vitousek, P. M., Reynolds, H. L. o.fl. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405(6783), 234-242.
- Erritzoe, J., Mazgajski, T. D. og Rejt, Ł. 2003. Bird Casualties on European Roads — A Review. *Acta Ornithologica*, 38(2), 77-93.
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R. o.fl. 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.
- Jóhannesdóttir, L., Arnalds, Ó., Brink, S. og Gunnarsson, T. G. 2014. Identifying important bird habitats in a sub-arctic area undergoing rapid land-use change. *Bird Study*, 61(4), 544-552.
- Jóhannesdóttir, L., Gill, J. A., Alves, J. A., Brink, S. H., Arnalds, Ó., Méndez, V. o.fl. 2019. Interacting effects of agriculture and landscape on breeding wader populations. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 272, 246-253.
- 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 Karl Nielsen og Guðmundur Guðjónsson. 2004. Norðausturvegur um Melrakkasléttu: náttúrufræðiskönnun vegna vegagerðar. Unnið fyrir Vegagerðina á Akureyri. NI-04008. Náttúrufræðistofnun Íslands.
- 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.
- 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.
- Sigurður Björn Alfreðsson. 2018. *The effects of shrub encroachment on avian communities in lowland Iceland*. Óbirt MS, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- OECD Staff. 2001. *OECD Environmental Indicators 2001: Towards Sustainable Development*: Organization for Economic Cooperation & Development.
- Regína Hreinsdóttir, Guðmundur A. Guðmundsson, Kristbjörn Egilsson og Guðmundur Guðjónsson. 2006. Gróður og fuglalíf á rannsóknasvæði fyrirhugaðrar vega- og brúargerðar við Hornafjarðarfljót. NI-06015. Náttúrufræðistofnun Íslands.

- Steffen, W., Crutzen, P. J. og McNeill, J. R. 2007. The Anthropocene: Are humans now overwhelming the great forces of nature. *Ambio*, 36(8), 614-621.
- 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.
- Tómas G. Gunnarsson og Böðvar Þórisson. 2019. Talningar á Íslenskum mófuglum. Handrit. *Náttúrufræðingurinn*.

Viðauki

Viðauki 1. Sniðtalningar 2018 og sumardagsumferð 2017 við ákveðna vegkafla.

Snið	Vegir	SDU 2017	Athugasemd
1	Hálsasveitarvegur 518-01	1.427	
2	Hálsasveitarvegur 518-02	1.063	
3	Hálsasveitarvegur 518-03	644	
4	Svínadalsvegur 502-01	132	
5	Hvalfjarðarvegur 47-11	631	
6	Hvalfjarðarvegur 47-02	1.213	
7	Hringvegur 1-f6	9.940	
8	Krýsuvíkurvegur 42-03	473	
9	Suðurstrandarvegur 427-05	1.052	
10	Reykjanesbraut 41-15	19.330	
11	Hringvegur 1-e1	14.177	
12	Nesjavallaleið 435-01	599	
13	Þingvallavegur 36-12	3.665	
14	Kjósarskarðsvegur 48-02	255	
15	Kjósarskarðsvegur 48-02	255	
16	Þingvallavegur 36-06	3.008	
17	Þingvallavegur 36-06	3.008	
18	Biskupstungnabraut 35-01	5.641	
19	Grafningsvegur neðri 350-01	233	
20	Búrfellsvegur 351-01	360	
21	Laugarvatnsvegur 37-01	1.000	
22	Kiðjabergsvegur 353-01	300	Enginn teljari
23	Biskupstungnabraut 35-04	2.100	
24	Sólheimavegur 354-01	350	
25	Biskupstungnabraut 35-03	3.300	
26	Búrfellsvegur 351-01	360	
27	Hringvegur 1-d2	7.700	
28	Oddgeirshólavegur 318-01	100	Enginn teljari
29	Hringvegur 1-d2	7.700	
30	Villingaholtsvegur 305-01	460	
31	Eyrarbakkavegur 34-02	2.800	
32	Hamarsvegur 308-01	95	
33	Hringvegur 1-d2	7.000	
34	Urriðafossvegur 302-01	230	
35	Hringvegur 1-d2	7.700	
36	Villingaholtsvegur 305-01	460	
37	Skeiða- og Hrunamannavegur 30-01	2.800	
38	Oddgeirshólavegur	100	Enginn teljari
39	Hringvegur 1-c8	5.900	
40	Ásavegur 275-01	40	Enginn teljari
41	Hringvegur 1-c5	5.800	

42	<i>Þykkvabæjarvegur 25-02</i>	270	
43	<i>Landvegur 26-01</i>	1.000	
44	<i>Hagabraut 286-02</i>	100	
45	<i>Hringvegur 1-c8</i>	5.900	
46	<i>Hagabraut 286-01</i>	140	
47	<i>Villingaholtsvegur 305-02</i>	180	
48	<i>Laugarvatnsvegur 37-01</i>	2.700	
49	<i>Eyjavegur 364-01</i>	40	Enginn teljari
50	<i>Biskupstungnabraut 35-04</i>	2.100	
51	<i>Hagavegur 3630-01</i>	40	Enginn teljari
52	<i>Skálholtsvegur 31-03</i>	1.000	
53	<i>Hagavegur 3630-01</i>	40	Enginn teljari
54	<i>Hringvegur 1-c0</i>	4.000	
55	<i>Bakkavegur 253-01</i>	280	
56	<i>Hringvegur 1-b9</i>	3.900	
57	<i>Dímonarvegur 250-01</i>	75	
58	<i>Hringvegur 1-b6</i>	3.400	
59	<i>Eyvindarhólavegur 2313-01</i>	40	Enginn teljari
60	<i>Hringvegur 1-b7</i>	3.700	
61	<i>Leirnavvegur 243-01</i>	40	

Viðauki 2. Tegundir og fjöldi einstaklinga sem sáust í talningum á sniðum út frá vegum sumarið 2018. Tegundir sem eru litaðar voru notaðar í nánari úrvinnslu.

Tegund	Latína	Fjöldi
Púfutittlingur	<i>Anthus pratensis</i>	359
Hrossagaukur	<i>Gallinago gallinago</i>	247
Jaðrakan	<i>Limosa limosa</i>	71
Spói	<i>Numenius phaeopus</i>	65
Skógarþröstur	<i>Turdus iliacus</i>	52
Lóupræll	<i>Calidris alpina</i>	51
Heiðlóa	<i>Pluvialis apricaria</i>	47
Stelkur	<i>Tringa totanus</i>	32
Tjaldur	<i>Haematopus ostralegus</i>	18
Kjói	<i>Stercorarius parasiticus</i>	11
Stökkönd	<i>Anas platyrhynchos</i>	10
Grágæs	<i>Anser anser</i>	9
Álft	<i>Cygnus cygnus</i>	6
Rjúpa	<i>Lagopus muta</i>	5
Óðinshani	<i>Phalaropus lobatus</i>	4
Hettumáfur	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	3
Sílamáfur	<i>Larus fuscus</i>	2
Hrafn	<i>Corvus corax</i>	2
Skúfönd	<i>Aythya fuligula</i>	2
Maríuerla	<i>Motacilla alba</i>	1
Alls		997