



Opna fjallvegir fyrir landnám innfluttra plöntutegunda á hálendi Íslands?

**Pawel Wasowicz, Rannveig Thoroddsen, Starri Heiðmarsson,
Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Járngerður Grétarsdóttir,
Einar. Ó. Þorleifsson, Brynjólfur Brynjólfsson**

Styrkt af Rannsóknasjóði Vegagerðarinnar



Opna fjallvegir fyrir landnám innfluttra plöntutegunda á hálendi Íslands?

**Pawel Wasowicz, Rannveig Thoroddsen, Starri Heiðmarsson,
Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Járngerður Grétarsdóttir,
Einar Ó. Þorleifsson, Brynjólfur Brynjólfsson**

Styrkt af Rannsóknasjóði Vegagerðarinnar

NÍ-23001

Garðabær, mars 2023



NÁTTÚRUFRÆÐISTOFNUN ÍSLANDS

*Mynd á kápu: Mosavaxið Bleikáluhraun sunnan við áfangastaðinn Hólaskjól á Landmannaleið.
Ljósmynd. Olga Kolbrún Vilmundardóttir, 16. ágúst 2022.*

ISSN 1670-0120

	Náttúrufræðistofnun Íslands Urriðaholtsstræti 6–8 210 Garðabæ Borgum við Norðurslóð 600 Akureyri	Sími 590 0500 http://www.ni.is ni@ni.is	Skýrsla nr. NÍ-23001
			Dags, Mán, Ár Mars 2023
			Dreifing Opin
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill Opna fjallvegir fyrir landnám innfluttra plöntutegunda á hálendi Íslands?			Fjöldi síðna 36
			Kort / Mælikvarði
Höfundar Pawel Wasowicz, Rannveig Thoroddsen, Starri Heiðmarsson, Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Járngerður Grétarsdóttir, Einar Ó. Þorleifsson, Brynjólfur Brynjólfsson			Verknúmer 2874
			Málsnúmer
Styrkt af Rannsóknasjóði Vegagerðarinnar. <i>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.</i>			
Útdráttur <p>Vegir og slóðar geta auðveldað landnám aðfluttra plöntutegunda inn á svæði þar sem þær hafa haft lítil áhrif í sögulegu samhengi vegna samvirkni nokkurra þátta meðfram vegum: aukin röskun, sundrung búsvæða, breyting á efnafræði jarðvegs, vatnafar og aukid rof, minni samkeppni og aukid magn fjölgunareininga (fræ og plöntuhlutar). Dreifing aðfluttra plöntutegunda á Miðhálandi Íslands hefur aldrei verið skoðuð áður á skipulagðan hátt. Miðhálandið, með erfiðum veðurskilyrðum og mjög stuttum vaxtartíma, er talið eitt af stærstu víðernum sem eftir eru í Evrópu. Hálandið er talið vera stærsta svæðið í Evrópu sunnan heimskauntsbaugsins þar sem maðurinn hefur aldrei haft fasta búsetu. Engu að síður hefur hálandið verið undir áhrifum manna í meira en árþúsund og leiddu þau áhrif, ásamt síðasta kuldatímabili (1600–1900), til verulegra breytinga á gróðurþekju vegna aukins rofs og eyðimerkurmyndunar. Fyrri rannsóknir sýna að áhrif mannsins hafa ekki breytt samsetningu flórunnar og að svæðið gegnir því lykilhlutverki við að viðhalda náttúrulegu útbreiðslumynstri margra innlenda plöntutegunda á Íslandi.</p> <p>Rannsókn okkar leið í ljós að 21 aðflutt æðplöntutegund af 12 ættum skráðar voru í öllum rannsóknarreitum sem er 20% af öllum aðfluttum æðplöntutegundum sem skráðar eru á Íslandi. Landfræðilegur uppruni aðfluttra tegunda sem við höfum skráð meðfram hálandisvegum er svipaður og staðfest hefur verið á sambærilegum svæðum um allan heim þar sem evrópskar og asískar plöntur eru algengastar. Athyglisvert er að tré voru yfir 20% af aðfluttum tegundum meðfram hálandisvegum sem er mun herra en heildarhlutfall trjáa í flóru Íslands, einnig mjög hátt í samanburði við aðflutta flóru fjallendis/hálandis annars staðar í heiminum, þar sem aðfluttar trjátegundir eru mjög sjaldgæfar.</p> <p>Rannsóknir okkar sýndu að tegundaauðgi aðfluttra plantna meðfram vegum er fyrst og fremst stjórnað af veðurfari og að hlýnunin mun vafalaust stuðla að breytingum í dreifingu framandi plantna með aukinni hæð sem og skilvirkari útbreiðslu núverandi stofna. Við komumst líka að því að innfluttum tegundum fjölgaði verulega með aukinni umferð og auknum meðalíbúáþéttleika.</p> <p>Það er enginn vafi á því að vegakerfið innan hálandissvæðisins nýtist sem leið fyrir landnám aðfluttra plantna og útbreiðslu þeirra í kjölfarið og að áhrif vegakerfisins á viðkvæm vistkerfi hálandisins munu aukast verulega á næstu áratugum með hlýnun lofstags. Til að lágmarka áhættu sem tengist þessu ferli og forðast umhverfisspjöll eru lagðar fram sjö ráðleggingar sem gott er að hafa í huga við skipulagningu og framkvæmd hvers kyns starfsemi sem tengist vegamannvirkjum á íslenska hálandinu.</p>			
Lykilorð Aðfluttar plöntur, ágengar plöntur, hálandið, vegakerfi, ferðamennska			Yfirfarið MH

EFNISYFIRLIT

1 INNGANGUR	7
2 AÐFERÐIR	8
2.1 Dreifing og fjöldi reita	8
2.2 Mælingar í reitum	8
2.3 Önnur gögn	10
2.3.1 Loftslagsbreytur (climatic variables)	10
2.3.2 Íbúabéttleiki	10
2.3.3 Hæðargögn	11
2.3.4 Umferðargögn	11
2.3.5 Gögn um lífsform/lífmyndir tegunda og önnur vistfræðileg einkenni	11
2.4 Gagnagreining	11
3 NIÐURSTÖÐUR	12
4 UMRÆÐUR	16
4.1 Flokkunar- og vistfræðileg samsetning aðfluttrar flóru meðfram hálendisvegum	16
4.2 Hvaða umhverfisþættir stjórna tegundaauðgi aðfluttra æðplantna meðfram hálendisvegum?	18
4.3 Er íslenskt hálendi jafn ónæmt fyrir aðfluttum plöntum og hálendissvæði/fjalllendi á lægri breiddargráðum?	19
4.4 Áhrif loftslagsbreytinga	19
4.5 Leiðbeiningar fyrir stefnumótandi aðila í náttúruvernd	20
5 ÞAKKIR	20
6 HEIMILDIR	21
7 VIÐAUKAR	26
1. viðauki. Ljósmyndir teknar við rannsóknina.	26
2. viðauki. Staðsetning rannsóknarreita.	31

1 INNGANGUR

Framandi plöntutegundir eru ein mesta ógnunin við innlendan líffræðilegan fjölbreytileika (Pyšek o.fl. 2020). Þær geta haft margvísleg áhrif á innlendar tegundir og þannig stuðlað að verulegum umhverfisbreytingum. Áhrif aðfluttra tegunda fela meðal annars í sér breytingar á samsetningu og uppbyggingu plöntusamfélaga, hringrás næringarefna og vatns, gróðureldahættu, breytingar á hitastigi í umhverfi plantnanna og jafnvel útrýmingu innlendra tegunda (Vilà o.fl. 2011, Pyšek o.fl. 2012). Aðfluttar plöntutegundir geta breytt ásýnd svæða sem þær leggja undir sig sem stuðlar að rýrnun á gildi svæðanna fyrir ferðamenn, tapi á beitilandi búfjár, aukinni veðrun o.s.frv. (De Wit o.fl. 2001).

Á Íslandi, sem er einangruð eyja í Norður-Atlantshafi með lítinn mannfjölda og erfiðar veðurfarsaðstæður, hafa áhrif af innrásum plantna verið minni en í suðlægari löndum á meginlandi Evrópu (Wasowicz o.fl. 2013). Landið passar því inn í hnattrænt mynstur þar sem hlutfall aðfluttra framandi tegunda er lægra á heimskautasvæðunum en á svæðum á lægri breiddargráðum (Ellis o.fl. 2012, Taylor o.fl. 2020). Almenn útbreiðslumynstur aðfluttra plöntutegunda á Íslandi, eins og rannsóknir hafa sýnt fram á (Wasowicz o.fl. 2013), er svipað því mynstri sem þekktist annars staðar í heiminum þar sem láglandssvæði verða fyrir mestum áhrifum (Pauchard o.fl. 2009, Zefferman o.fl. 2015).

Miðhálendi Íslands, með erfiðum veðurskilyrðum og mjög stuttum vaxtartíma, er talið eitt af stærstu víðernum sem eftir eru í Evrópu (Sæþórsdóttir og Saarinen 2015). Hálendið er talið vera stærsta svæðið í Evrópu sunnan heimskautsbaugsins þar sem maðurinn hefur aldrei haft fasta búsetu. Svæðið er einstakt hvað varðar landslagsgildi og líffræðilegan fjölbreytileika sem það býr yfir. Engu að síður hefur hálendið, rétt eins og önnur svæði á Íslandi, verið undir áhrifum manna í meira en árþúsund og vega þar beitaráhrif þyngst (Arnalds 1987). Þessi áhrif, ásamt síðasta kuldatímabili sem kallast Litla ísöld (1600–1900), leiddu til verulegra breytinga á gróðurþekju vegna aukins rofs og eyðimerkurmyndunar (Hallsdóttir og Caseldine 2005, Eddudóttir o.fl. 2020). Hins vegar hafði þetta lítil áhrif á samsetningu flórunnar (Wasowicz 2016) og hálendið gegnir því lykilhlutverki við að viðhalda náttúrulegu útbreiðslumynstri margra innlenda plöntutegunda á Íslandi (Wasowicz o.fl. 2014).

Gera má ráð fyrir að þar til nýlega séu tvær meginástæður sem hafa viðhaldið flóru þessara köldu svæða: óblítt loftslag og lítil umferð fólks (Walther o.fl. 2009, Thuiller o.fl. 2007). Hins vegar hafa aðstæður breyst hratt á síðustu áratugum. Ísland, eins og mörg önnur svæði á norðurslóðum, hefur vaxandi aðdráttarafl fyrir ferðamenn. Fjöldi erlendra gesta hefur aukist verulega síðustu ár eða úr 21.000 árið 1995 í rúmlega 2.000.000 árið 2018 (Ferðamálastofa 2022), sem er um hundraðföld aukning á rúmum tveimur áratugum. Miðhálendið, vegna einstaks landslags og náttúru, er einn helsti ferðamannastaðurinn og dregur að sér allt að 30% af heildarfjölda ferðamanna sem heimsækja Ísland (Ferðamálastofa 2017). Nær allir ferðamenn koma á hálendið í einkabílum eða hópferðabílum sem eykur verulega líkur á útbreiðslu innfluttra plantna meðfram vegakerfi hálendisins.

Íslenskt loftslag er líka að breytast mjög hratt. Eftir hlýrra tímabil um miðja 20. öld hófst veruleg kólnun á sjöunda áratugnum og hélst loftslagið kaldara fram á níunda áratuginn (Hanna o.fl. 2004, Björnsson o.fl. 2018). Frá því á níunda áratugnum hefur hins vegar verið stöðug hlýnun, þar sem meðalhiti hefur hækkað um 0,47°C á áratug. Þessi hraði hlýnunar er um þrisvar sinnum meiri en meðalhraði hlýnunar jarðar (Hanna o.fl. 2004, Björnsson o.fl. 2018).

Vegir og stígar hafa orðið mjög vinsælir sem líkan til að rannsaka aðflutning plantna, sérstaklega á fjallasvæðum, en með þeim gefst tækifæri til að rannsaka dreifileiðir/aðkomuleiðir plantna í gegnum mismunandi gróðurgerðir og fallanda í umhverfi með stöðugu raski (Pauchard og Alaback 2004, Haider o.fl. 2022). Vegir eru ekki aðeins þungamiðja rasks af mannavöldum, heldur má einnig líta á þá sem mannvirki sem stórauka útbreiðslukraft (propagule pressure) fræja sem flytjast með bílum, dýrum, fatnaði og skóbúnaði manna og stuðla þannig að útbreiðslu aðfluttra plöntutegunda á ónumdum svæðum (Zwaenepoel o.fl. 2006, Taylor o.fl. 2012).

Vegir og slóðar geta auðveldað landnám aðfluttra plöntutegunda inn á svæði þar sem þær hafa haft lítil áhrif í sögulegu samhengi vegna samvirkni nokkurra þátta meðfram vegum: aukin röskun, sundrung búsvæða, breyting á efnafræði jarðvegs, vatnafar og aukið rof, minni samkeppni og aukið magn fjölgunareininga (fræ og plöntuhlutar) (Müllerová o.fl. 2011, Medvecká o.fl. 2018). Þrátt fyrir að rannsóknir á áhrifum framandi plöntutegunda á norðurslóðum séu enn af skornum skammti þá eru til rannsóknir sem sýna að í vistkerfum norðurslóða áttu tegundir, sem eru algengar í vegköntum, mun auðveldar með að nema land í fjallendi en á láglandi (Lembrechts o.fl. 2014). Hröð útbreiðsla framandi plöntutegunda í fjallendi/hálendi í öllum heimsálfum (Iseli o.fl. 2023) gefur sterka vísbendingu um að sama ferli kunni að vera að þróast á norðurslóðum.

Markmið rannsóknarinnar var að greina útbreiðslumynstur framandi plöntutegunda á hálendi Íslands með sérstakri áherslu á þátt vega í aðflutningi tegundanna. Okkur langaði til að svara eftirfarandi spurningum:

1. Virka fjallvegir sem leið fyrir framandi plöntutegundir inn á hálendi Íslands?
2. Hvaða tegundir nota þessa leið og hafa þær einhver sameiginleg einkenni?
3. Hver eru áhrif ýmissa umhverfisþátta (svo sem hæðar yfir sjó, veðurfars og mismunandi vegeiginleika) á tegundaauðgi aðfluttra plantna meðfram hálendisvegum?

Í rannsókn okkar bárum við saman þrjú mismunandi vegi sem tengja láglandissvæði við vinsæla ferðamannastaði á íslenska hálendinu. Rannsóknir okkar auka þekkingu á mynstri plöntuflutninga meðfram vegum í köldu umhverfi/loftslagi.

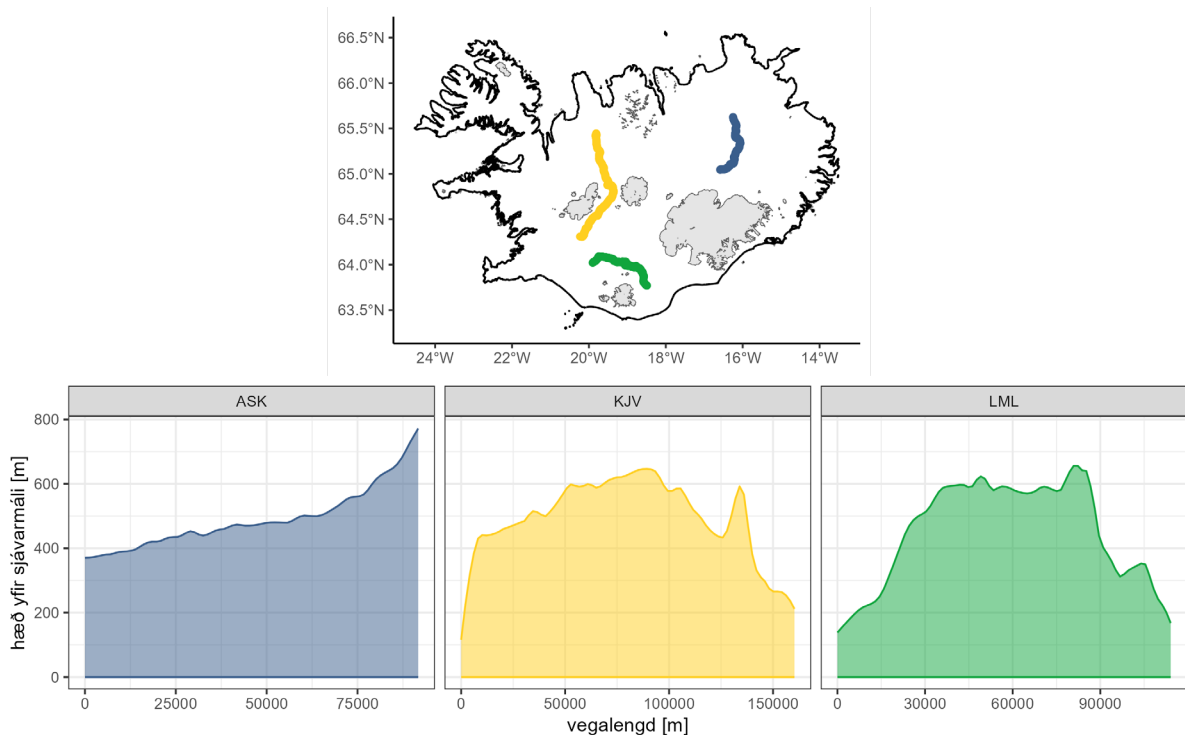
2 AÐFERÐIR

2.1 Dreifing og fjöldi reita

Rannsóknin fór fram í ágúst 2022 meðfram þremur fjallvegum sem liggja frá láglandi inn á hálendið (1. mynd): **Landmannaleið** (LML) – sem tengir láglandi við Landmannalaugar, **Kjalveg** (KJV) – gamall vegur sem var mikið notaður sem reiðvegur á miðöldum og einn vinsælasti fjallvegurinn nú á dögum, veitir bílum aðgang að nokkrum ferðamannastöðum eins og Hveravöllum, og **Öskjuvegur** (ASK) – fjallvegur sem tengir Hringveginn við Öskju og aðra ferðamannastaði á NA-hálendinu.

2.2 Mælingar í reitum

Staðsetning rannsóknarreita var ákvörðuð með gps-punktum sem voru staðsettir meðfram fjallvegum með 700 metra millibili (2. viðauki). Með þessari aðferð urðu til 132 punktar meðfram Öskjuvegi, 164 punktar meðfram Landmannaleið og 230 punktar meðfram Kjalvegi.

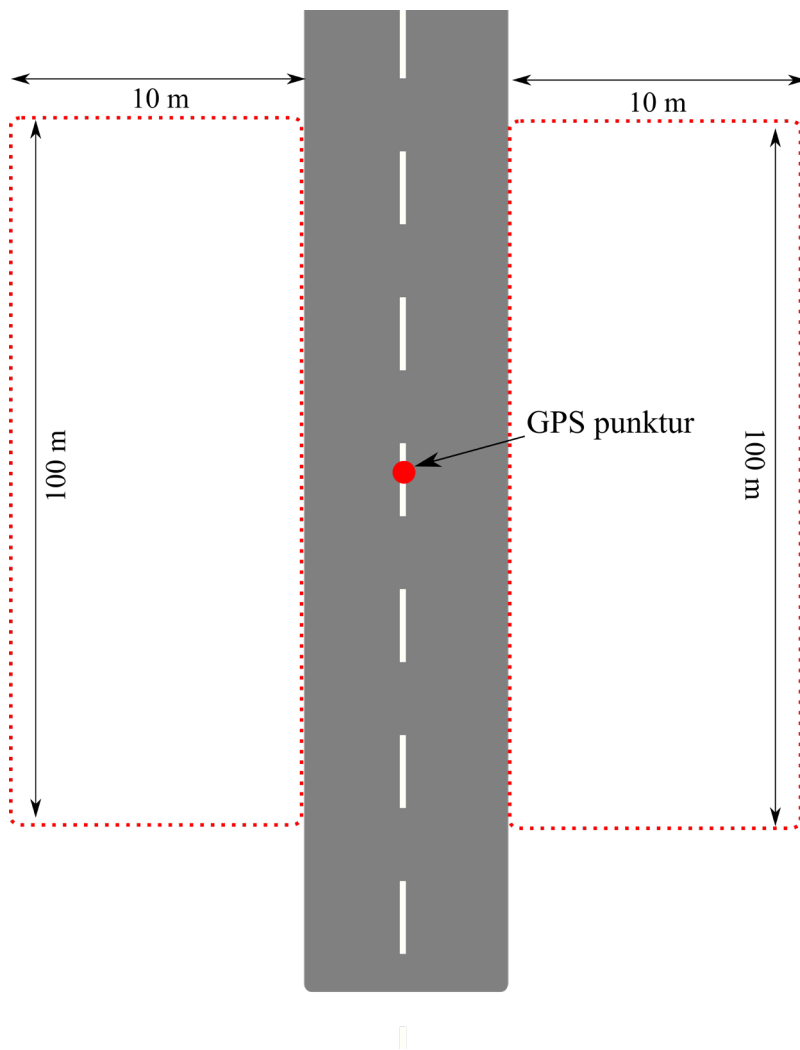


1. mynd. Staðsetning vega sem skoðaðar voru árið 2022 og hæðarsnið þeirra. Hvert hæðarsnið byrjar við norðurenda vegarins.

Í hverjum punkti var settur upp rannsóknarreitur og var punkturinn staðsettur í miðju reitsins en reiturinn náði yfir svæðið frá vegarbrún og 10 metra út fyrir veginn beggja vegna hans. Lengd hvers rannsóknarreits var 100 metrar, þannig að heildarflatarmálið var 2000 m² (2. mynd). Í hverjum reit voru framandi æðplöntutegundir greindar (Wasowicz 2020) og þekja þeirra metin og sömuleiðis heildarþekja gróðurs, heildarþekja æðplantna, heildarþekja mosa og heildargrýtniþekja. Vistgerðir voru greindar og heildarþekja þeirra metin í hverjum reit. Vistgerðaflokkun var samkvæmt Jóni Gunnari Ottósyni o.fl. (2016). Í öllum tilfellum var þekja metin með Braun-Blanquet kvarða (1. tafla). Fyrir utan þessa þætti skráðum við einnig staðsetningu vegarins, halla hans og staðsetningu rannsóknarreits í tengslum við mismunandi eiginleika eins og beygjur, þverun o.s.frv. (sjá 1. töflu). Hver rannsóknarreitur var greindur af tveim rannsóknamönnum. Í rannsókninni voru alls 526 rannsóknarreitir skráðir en heildarflatarmál þeirra var 1.052.000 m² (1,052 km²).

1. tafla. Braun-Blanquet-þekjuskali sem notaður var við mat á þekju æðplöntutegunda í rannsókninni (Goldsmith and Harrison 1976).

Flokkur	Þekjubil	Miðgildi
•	0–0,5	0,25%
+	0,5–1%	0,75%
1	1–5%	3%
2	5–25%	15%
3	25–50%	37,5%
4	50–75%	62,5%
5	75–100%	87,5%



2. mynd. Staðsetning gps-punkts og lögun og staðsetning rannsóknarreits.

2.3 Önnur gögn

2.3.1 Loftslagsbreytur (climatic variables)

Við notuðum sett af 19 lífloftslagsbreytum (bioclimatic variables) með mikilli staðbundinni upplausn og alheimsútbreiðslu úr WorldClim-gagnagrunninum (Fick og Hijmans 2017, Worldclim). Breyturnar eru með ákveðna líffræðilega þýðingu og eru reiknaðar út frá mánaðarlegum hita- og úrkomumælingum (afleiddar breytur). Þær eru oft notaðar við gerð líkana um útbreiðslu lífvera og í allskyns vistfræðilegri líkanagerð. Lífloftslagsbreyturnar tákna árstíðarsveiflu, öfgakennda eða takmarkandi umhverfisþætti, árlega þróun (t.d. ársmeðalhita, ársúrkomu) og hitastig og úrkomu yfir árið (t.d. hitastig kaldasta og hlýjasta mánaðarins og úrkomu blautasta og þurrasta ársfjórðungs) (2. tafla).

2.3.2 Íbúaþéttleiki

Gögn um íbúaþéttleika í 1×1 km upplausn voru fengnar frá Húsnæðis- og mannvirkjastofnun og byggjast á gögnum úr Þjóðskrá frá desember 2019. Gildi íbúaþéttleika fyrir hvern rannsóknarreit var reiknað út sem meðalgildi úr öllum 1×1 km reitum í 10 km radíus frá hverjum rannsóknarpunkti. Útreikningar á meðalþéttleika íbúa voru gerðar með QGIS (QGIS Development Team 2021).

2.3.3 Hæðargögn

Gögn um hæð yfir sjávarmáli voru dregin út úr ArcticDEM v3.0 hæðarlíkani (Porter o.fl. 2018).

2.3.4 Umferðargögn

Opinber gögn um umferð um vegi sem voru til skoðunar í rannsókninni (fjöldi bíla á ári) voru sótt á vef Vegagerðarinnar. Gögn sem notuð voru í okkar rannsóknum byggja á mælingum sem gerðar voru á árunum 2017 til 2021. Notuð voru meðalgildi tímabilsins fyrir hvern vegkafla.

2.3.5 Gögn um lífsform/lífmyndir tegunda og önnur vistfræðileg einkenni

Annotated Checklist of Vascular Plants of Iceland (Wasowicz, 2020) og önnur viðeigandi rit voru notuð til að ákvarða stöðu tegundar (innlend eða aðflutt). Aðfluttar tegundir voru flokkaðar í eftirfarandi flokka: nýaáfluttar tegundir (naturalized non-native taxon), tegundir með óþekktu landnámssögu (non-native taxons of unknown age), fornaáfluttar tegundir (archaeophytes), óvissar innlendar tegundir (doubtfully native taxons) (Wasowicz 2018, 2020). Upplýsingar um eiginleika tegunda (hámarkshæð, fjölgun, lífmynd, klónvöxt, líflandafræðilegir þættir (biogeographic element) og uppruni tegunda voru fengnar frá Hill o.fl. (2004) eða úr öðrum viðeigandi ritum ef um var að ræða tegundir sem eru ekki skráðar í Hill o.fl. (2004).

2.4 Gagnagreining

Við greindum eftirfarandi gagnasett:

Gagnasett 1 – upplýsingar um þekju aðfluttra tegunda og önnur einkenni rannsóknarreits eins og: vistgerð samkvæmt EUNIS-flokkun (Davies o.fl. 2004, Jón Gunnar Ottósson o.fl. 2016), heildarþekju gróðurs, þekju mosa, æðplantna, grýtniþekju og upplýsingar um einkenni viðeigandi vegakafla (sjá 2. töflu).

Gagnasett 2 – upplýsingar um tegundaaúðgi (tegundafjölda) aðfluttra æðplötutegunda og umhverfiseiginleika viðeigandi rannsóknarreits (2. tafla).

Línuleg samröðun milli ýmissa breyta sem einkenna rannsóknareitina var athuguð með því að nota Spearman's-fylgnistuðla, en mjög tengdar breytur (Spearman's $\rho \geq 0,8$) voru undanskildar úr greiningunni.

Línulegt líkan var notað til að meta tengsl milli tegundaaúðgi aðfluttra plöntutegunda og annarra breytna. Við notuðum fjölþátta aðhvarfsgreiningu með stigskiptingu (stepwise regression) til að finna breytur sem skila bestu niðurstöðu líkansins. Aðhvarfsgreiningin var gerð í tölfræðiforritinu R með stepAIC()-skipun MASS-pakkans (Venables and Ripley 2002) en þar er besta líkanið valið með Akaike Information Criterion AIC-gildi. Notað var bæði fram- og afturábak val í stigskiptu greiningunni. Spáð var fyrir um áhrif ólíkra líkansbreyttna á tegundaaúðgi aðfluttra plöntutegunda með því að nota *effects*-pakka (Fox and Sanford 2019) í R. Til að búa til gröf og línurit í R var ggplot2 pakkinn (Wickham 2016) notaður.

Fjölbreytugreiningaraðferðin non-metric multidimensional scaling (NMDS) var notuð til að skoða breytileika milli rannsóknarreita. Gögnum var umbreytt með kvaðratrót og Wisconsin double standardization-umbreytingu. Bray-Curtis-skyldleikaprófið var notað til að bera saman tegundasamsetningu reita. Allir útreikningar voru gerðir með vegan-pakkanum (Oksanen o.fl. 2022) í R.

2. tafla. Breytur sem notaðar voru við líkanagerð.

Breyta [eining]	Mæliaðferð/heimild	Gagnasett
Hæð yfir sjó [m]	ArticDEM v3.0	Gagnasett 2
Heildapekja gróðurs[%]	Mat sérfræðings (Braun-Blanquet kvarðinn)	Gagnasett 1
Æðplötupekja [%]	Mat sérfræðings (Braun-Blanquet kvarðinn)	Gagnasett 1
Mosapekja [%]	Mat sérfræðings (Braun-Blanquet kvarðinn)	Gagnasett 1
Grýtnipekja [%]	Mat sérfræðings (Braun-Blanquet kvarðinn)	Gagnasett 1
Vistgerðir	Mat sérfræðings (Braun-Blanquet kvarðinn)	Gagnasett 1
Staðsetning vegar (jafnlendi, hlið, hryggur-aflöng hæð, gil)	Mat sérfræðings	Gagnasett 1
Vegahalli (til staðar/ekki)	Mat sérfræðings	Gagnasett 1
Staðsetning reitsins(vegamót, á sveigju, á milli sveigja, beinn vegur	Mat sérfræðings	Gagnasett 1
Bio 1 ársmeðalhiti [°C]	BioClim	Undanskilin*
Bio 2 – árlegt meðaldægurbil hitastigs [°C]	BioClim	Gagnasett 2
Bio 3 – breytileikabil hitastigs [%]	BioClim	Gagnasett 2
Bio 4 – árstíðabundin breytileiki hitastigs [°C]	BioClim	Undanskilin*
Bio 5 – hámarkshitastig hlýjasta mánaðarins [°C]	BioClim	Undanskilin*
Bio 6 – lágmarkshitastig kaldasta mánaðarins [°C]	BioClim	Undanskilin*
Bio 7 – spönn árhita [°C]	BioClim	Gagnasett 2
Bio 8 – meðalhiti blautasta ársfjórðungs [°C]	BioClim	Gagnasett 2
Bio 9 – meðalhiti þurrasta ársfjórðungs [°C]	BioClim	Gagnasett 2
Bio 10 – meðalhiti hlýjasta ársfjórðungs [°C]	BioClim	Undanskilin*
Bio 11 – meðalhiti kaldasta ársfjórðungs [°C]	BioClim	Undanskilin*
Bio 12 – ársúrkoma [mm]	BioClim	Gagnasett 2
Bio 13 – úrkoma blautasta mánaðarins [mm]	BioClim	Undanskilin*
Bio 14 – úrkoma þurrasta mánaðarins [mm]	BioClim	Undanskilin*
Bio 15 – árstíðabundin breytileiki úrkomu [%]	BioClim	Gagnasett 2
Bio 16 – úrkoma blautasta ársfjórðungs [mm]	BioClim	Undanskilin*
Bio 17 – úrkoma þurrasta ársfjórðungs [mm]	BioClim	Undanskilin*
Bio 18 – úrkoma hlýjasta ársfjórðungs [mm]	BioClim	Undanskilin*
Bio 19 – úrkoma kaldasta ársfjórðungs [mm]	BioClim	Undanskilin*
Meðalíbúaþéttleiki [íbúar/km ²]	Húsnaðis- og mannvirkjastofnun	Gagnasett 2
Fjöldi bíla á ári [fjöldi bíla]	Vegagerðin	Gagnasett 2

*) Spearman's $\rho \geq 0,8$

3 NIÐURSTÖÐUR

Alls var 21 aðflutt æðplöntutegund af 12 ættum skráð í öllum rannsóknarreitum. Allar skráðar aðfluttar tegundir voru ílendar (naturalized): ein óviss innlend tegund (doubtfully native), tvær aðfluttar tegundir með óþekkta landnámssögu (non-native taxon of unknown age), sjö fornaðfluttar tegundir (archaeophytes) og 11 nýaðfluttar tegundir (neophytes), þar á meðal tvær ágengar.

Meirihluti framandi tegunda sem voru skráðar meðfram hálendisvegum tilheyrðu grasætt (Poaceae) (24%), hjartagrasætt (Caryophyllaceae) (14%), víðisætt (Salicaceae) (14%) og ertublómaætt (Fabaceae) (9%). Aðrar ættir voru með eina tegund hver.

Sautján aðfluttar tegundir voru lágvaxnar með hámarkshæð undir 100 cm en hámarkshæð fjögurra tegunda var undir 200 cm. Fjórar trjákenndar tegundir sem fundust meðfram hálendisvegum tilheyrðu flokki með hámarkshæð yfir þremur metrum (3. tafla). Fimmtán skráðar tegundir voru fjölærar en sex tegundir voru einærar (3. tafla). Hlutföll lífmynda voru eftirfarandi:

Svarðplöntur (hemicryptophytes) var algengasta lífmyndin eða 48% allra skráðra innfluttra tegunda, einærar plötur (therophytes) voru 29%, loftplöntur (phanerophytes) 19% og runn- og þófaplöntur (chamaephytes) 5% (3. tafla). Fimm tegundir geta fjölgað sér með klónvexti (clonal growth) (3. tafla). Tegundir með útbreiðslu í barrskóga-tempraða beltinu voru algengastar (52%), svo komu tegundir með útbreiðslu í tempraða beltinu (33%) og í barrskógabeltinu (14%). Evrasía var upprunasvæði langflestra tegunda (38%), svo komu evrópskar tegundir (24%), norður-amerískar tegundir (14%), pólhverfar (circumpolar) tegundir (14%) og tegundir með uppruna í Austur-Asíu (10%) (3. tafla).

3. tafla. Eiginleikar tegunda sem hafa fundist meðfram hálendisvegum.

Tegundaheiti	Ætt	Hámarks- hæð (cm)	Fjölær/ einær	Lífmynd	Klónvöxtur	Útbreiðslu- mynstur	Uppruni
Háliðagras (<i>Alopecurus pratensis</i>)	Poaceae	105	Fjölær	Svarðplanta		Barrskóga-tempraða beltíð	Evrasía
Ununarreyr (<i>Anthoxanthum odoratum</i>)	Poaceae	50	Fjölær	Svarðplanta		Tempraða beltíð (útbreidd)	Evrasía
Skógarkerfill (<i>Anthriscus sylvestris</i>)	Apiaceae	100	Fjölær	Svarðplanta		Barrskóga-tempraða beltíð	Evrasía
Vegarfi (<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>)	Caryophyllaceae	30	Fjölær	Runn og þófaplanta	Stuttir skriðulir jarðstönglar	Barrskóga-tempraða beltíð	Evrópa
Beringspuntutur (<i>Deschampsia cespitosa</i> subsp. <i>beringensis</i>)	Poaceae	150	Fjölær	Svarðplanta		Barrskógabeltið (útbreidd)	Pólhverf
Vætuðúnurt (<i>Epilobium ciliatum</i> subsp. <i>ciliatum</i>)	Onagraceae	75	Fjölær	Svarðplanta		Tempraða beltíð (útbreidd)	N America
Rauðvingull (<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>rubra</i>)	Poaceae	72	Fjölær	Svarðplanta	Langir skriðulir jarðstönglar	Barrskógabeltið (útbreidd)	Pólhverf
Lækjasef (<i>Juncus bufonius</i>)	Juncaceae	25	Einær	Einær		Tempraða beltíð (útbreidd)	Pólhverf
Hlaðkolla (<i>Lepidothea suaveolens</i>)	Asteraceae	35	Einær	Einær		Tempraða beltíð (útbreidd)	Austur-Asía/ Norður-Ameríka
Alaskalúpína (<i>Lupinus nootkatensis</i>)	Fabaceae	150	Fjölær	Svarðplanta		Barrskóga-tempraða beltíð	Norður-Ameríka
Gleym-mér-ei (<i>Myosotis arvensis</i>)	Boraginaceae	40	Einær	Einær		Barrskóga-tempraða beltíð	Evrasía
Stafafura (<i>Pinus contorta</i>)	Pinaceae	2500	Fjölær	Loftplanta		Barrskóga-tempraða beltíð	Norður-Ameríka
Varpasveifgras (<i>Poa annua</i>)	Poaceae	20	Einær	Einær		Tempraða beltíð (útbreidd)	Evrasía
Skriðsóleý (<i>Ranunculus repens</i>)	Ranunculaceae	60	Fjölær	Svarðplanta	Langir skriðulir jarðstönglar	Barrskóga-tempraða beltíð	Evrasía
Alaskaviðir (<i>Salix alaxensis</i>)	Salicaceae	500	Fjölær	Loftplanta		Barrskógabeltið (útbreidd)	Austur-Asía / Norður-Ameríka
Viðja (<i>Salix borealis</i>)	Salicaceae	300	Fjölær	Loftplanta		Barrskóga-tempraða beltíð	Evrópa
Selja (<i>Salix caprea</i>)	Salicaceae	1000	Fjölær	Loftplanta		Barrskóga-tempraða beltíð	Evrópa
Skurfa, <i>Spergula arvensis</i> subsp. <i>sativa</i>)	Caryophyllaceae	30	Einær	Einær		Tempraða beltíð (útbreidd)	Evrópa
Haugarfi (<i>Stellaria media</i>)	Caryophyllaceae	50	Einær	Einær		Tempraða beltíð (útbreidd)	Evrasía
Hvítsmári (<i>Trifolium repens</i>)	Fabaceae	20	Fjölær	Svarðplanta	Langir jarðstönglar sem mynda rætur á stöngullídamótum	Barrskóga-tempraða beltíð	Evrópa
Lækjadepla (<i>Veronica serpyllifolia</i>)	Plantaginaceae	10	Fjölær	Svarðplanta	Langir jarðstönglar sem mynda rætur á stöngullídamótum	Barrskóga-tempraða beltíð	Evrópa

Aðfluttar æðplöntutegundir fundust í 123 reitum (23% af heildarfjölda rannsakaðra reita). Mjög hægri skekkt tíðnidreifing á fjölda tegunda í rannsóknarreitum sýndi að meirihluti skráðra aðfluttra tegunda var með mjög takmarkaða útbreiðslu í rannsóknarreitum. Sjö tegundir voru aðeins skráðar í einum reit en aðeins tvær tegundir, rauðvingull (*Festuca rubra*) og vegarfi (*Cerastium fontanum* subsp. *vulgare*), voru skráðar í meira en 60 reitum. Aðrar tegundir voru skráðar í innan við 27 reitum en meirihlutinn var skráður innan 10 reita.

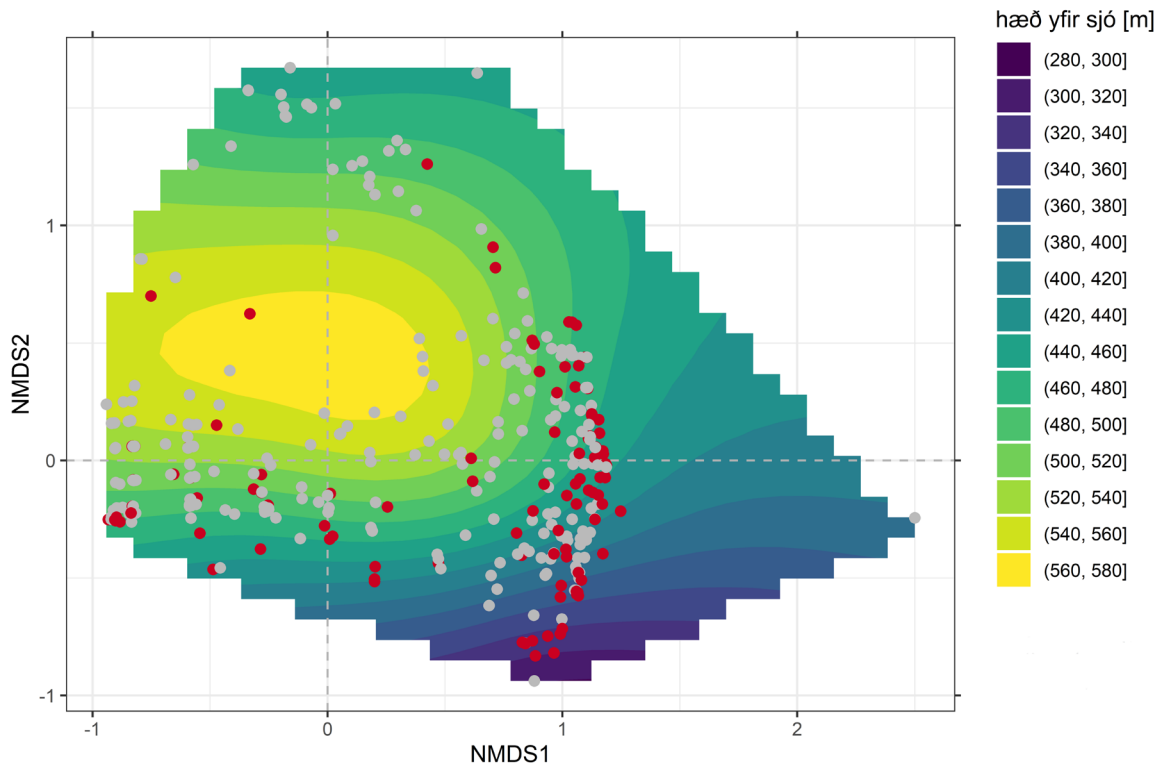
Hálendisvegirnir í rannsókninni urðu ekki fyrir jöfnum áhrifum af landnámi aðfluttra plöntutegunda (4. tafla). Þannig voru alls 13 aðfluttar tegundir skráðar meðfram Kjalvegi og Landmannaleið en engin aðflutt tegund meðfram Öskjuvegi. Hlutfall tegunda sem voru meðfram báðum vegunum var 38% af heildarfjölda skráðra tegunda en þar var um að ræða snarrótarpunt (*Deschampsia cespitosa* subsp. *beringensis*), rauðvingul (*Festuca rubra*), alaskalúpínu (*Lupinus nootkatensis*), viðju (*Salix borealis*) og haugarfa (*Stellaria media*). Heildartegundaauði var sú sama á báðum vegum, 13 tegundir. Meðaltíðni aðfluttra tegunda í reitum var tvöfalt hærrí á Landmannaleið en við Kjalveg (4. tafla).

4. tafla. Aðfluttar tegundir skráðar meðfram Kjalvegi og Landmannaleið og hlutfallstíðni þeirra í könnuðum reitum.

Tegundaheiti	Staða	Kjalvegur (n=230)	Landmanna- leið (n=164)	Öskjuvegur (n=132)	Samtals (n=526)
Háliðagras, <i>Alopecurus pratensis</i>	Nýaðflutt	0,9	0,0	0,0	0,4
Ununarreyt, <i>Anthoxanthum odoratum</i>	Tegund með óþekkta landnámssögu	0,4	0,0	0,0	0,2
Skógarkerfill, <i>Anthriscus sylvestris</i>	Ágeng	0,4	0,0	0,0	0,2
Vegarfi, <i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>	Tegund með óþekkta landnámssögu	0,0	38,4	0,0	12,0
Beringspuntur, <i>Deschampsia cespitosa</i> subsp. <i>beringensis</i>	Nýaðflutt	3,0	4,3	0,0	2,7
Vætudúnurt, <i>Epilobium ciliatum</i> subsp. <i>ciliatum</i>	Nýaðflutt	0,0	0,6	0,0	0,2
Rauðvingull, <i>Festuca rubra</i> subsp. <i>rubra</i>	Nýaðflutt	17,0	15,9	0,0	12,4
Lækjasef, <i>Juncus bufonius</i>	Fornaðflutt	0,0	0,6	0,0	0,2
Hlaðkolla, <i>Lepidotheca suaveolens</i>	Nýaðflutt	0,9	0,0	0,0	0,4
Alaskalúpína, <i>Lupinus nootkatensis</i>	Ágeng	5,2	9,2	0,0	5,1
Gleym-mér-ei, <i>Myosotis arvensis</i>	Fornaðflutt	3,9	0,0	0,0	1,7
Stafaþura, <i>Pinus contorta</i>	Nýaðflutt	0,4	0,0	0,0	0,2
Varpasveifgras, <i>Poa annua</i>	Fornaðflutt	0,0	7,9	0,0	2,5
Skríðsóley, <i>Ranunculus repens</i>	Fornaðflutt	0,0	0,6	0,0	0,2
Alaskaviðir, <i>Salix alaxensis</i>	Nýaðflutt	3,0	0,0	0,0	1,3
Viðja, <i>Salix borealis</i>	Nýaðflutt	1,3	1,2	0,0	1,0
Selja, <i>Salix caprea</i>	Nýaðflutt	0,0	1,2	0,0	0,4
Skurfa, <i>Spergula arvensis</i> subsp. <i>sativa</i>	Fornaðflutt	0,0	0,6	0,0	0,2
Haugarfi, <i>Stellaria media</i>	Fornaðflutt	0,9	0,6	0,0	0,6
Hvítmári, <i>Trifolium repens</i>	Óviss innlend tegund	3,0	0,0	0,0	1,3
Lækjadepla, <i>Veronica serpyllifolia</i>	Fornaðflutt	0,0	0,6	0,0	0,2
	Meðaltíðni	1,9	3,9	0,0	2,1

Fjölbreytugreining (NMDS) framkvæmd fyrir tvær víddir ($k = 2$) gaf stressgildi (stress value) upp á 0,12 sem bendir til þess að greiningin hafi náð vel utan um breytileika gagnasafnsins.

Niðurstöður NMDS-greiningarinnar (3. mynd) sýndu enga greinilega skiptingu reita. Þegar gögnum um hæð yfir sjó í hverjum reit var varpað yfir á hnitakerfið mátti sjá að reitir sem staðsettir eru í lægri hæð yfir sjó virtust verða fyrir meiri áhrifum aðfluttra tegunda.

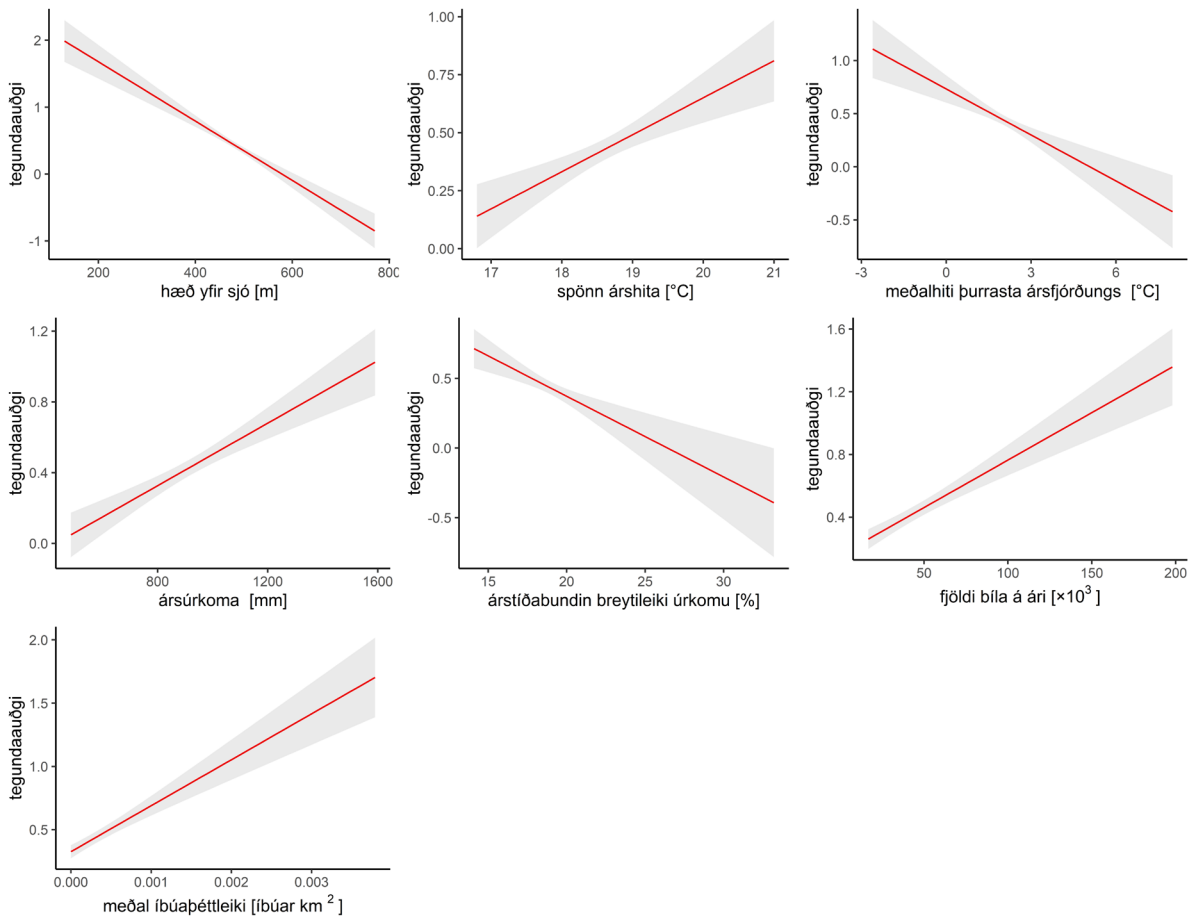


3. mynd. Niðurstöður NMDS-greiningar með Bray-Curtis-skyldleikaprófi. Reitir þar sem aðfluttar plöntutegundir eru skráðar eru merktir með rauðum lit.

Hæð yfir sjávarmáli, meðalhiti þurrasta ársfjórðungs og árstíðabundin breytileiki úrkomu sýndu marktæka neikvæða fylgni við tegundaauðgi aðfluttra plöntutegunda (5.tafla, 4. mynd). Spönn árshita og ársúrkomu sýndu marktæka jákvæða fylgni við tegundaauðgi aðfluttra plöntutegunda, einnig fjöldi bíla á ári og meðalíbúapéttleiki (5. tafla, 4. mynd).

5. tafla. Umhverfisþættir með marktæk áhrif á tegundaauðgi aðfluttra plöntutegunda meðfram hálendisvegum á Íslandi.

	Gildi stuðuls (estimate)	Staðalskekking	t-gildi	p-gildi (> t)
(Intercept)	$-1,981 \times 10^{-1}$	$8,043 \times 10^{-1}$	-0,246	0,806
Hæð yfir sjávarmáli	$-4,433 \times 10^{-3}$	$4,467 \times 10^{-4}$	-9,923	$< 2 \times 10^{-16}$
Spönn árshita	$1,596 \times 10^{-1}$	$3,623 \times 10^{-2}$	4,405	$1,29 \times 10^{-5}$
Alhiti þurrasta ársfjórðungs	$-1,444 \times 10^{-1}$	$2,921 \times 10^{-2}$	-4,943	$1,04 \times 10^{-6}$
Ársúrcoma	$8,828 \times 10^{-4}$	$1,378 \times 10^{-4}$	6,406	$3,36 \times 10^{-10}$
Árstíðabundin breytileiki úrkomu	$-5,788 \times 10^{-2}$	$1,386 \times 10^{-2}$	-4,175	$3,49 \times 10^{-5}$
Fjöldi bíla á ári	$6,057 \times 10^{-3}$	$7,982 \times 10^{-4}$	7,588	$1,52 \times 10^{-13}$
Meðalíbúapéttleiki	$3,632 \times 10^2$	$4,517 \times 10^1$	8,040	$6,13 \times 10^{-15}$



4. mynd. Áhrif umhverfisþátta á tegundaaúgi aðfluttra plöntutegunda meðfram hálendisvegum á Íslandi. Skyggðu böndin gefa til kynna 95% bilið milli vikmarka.

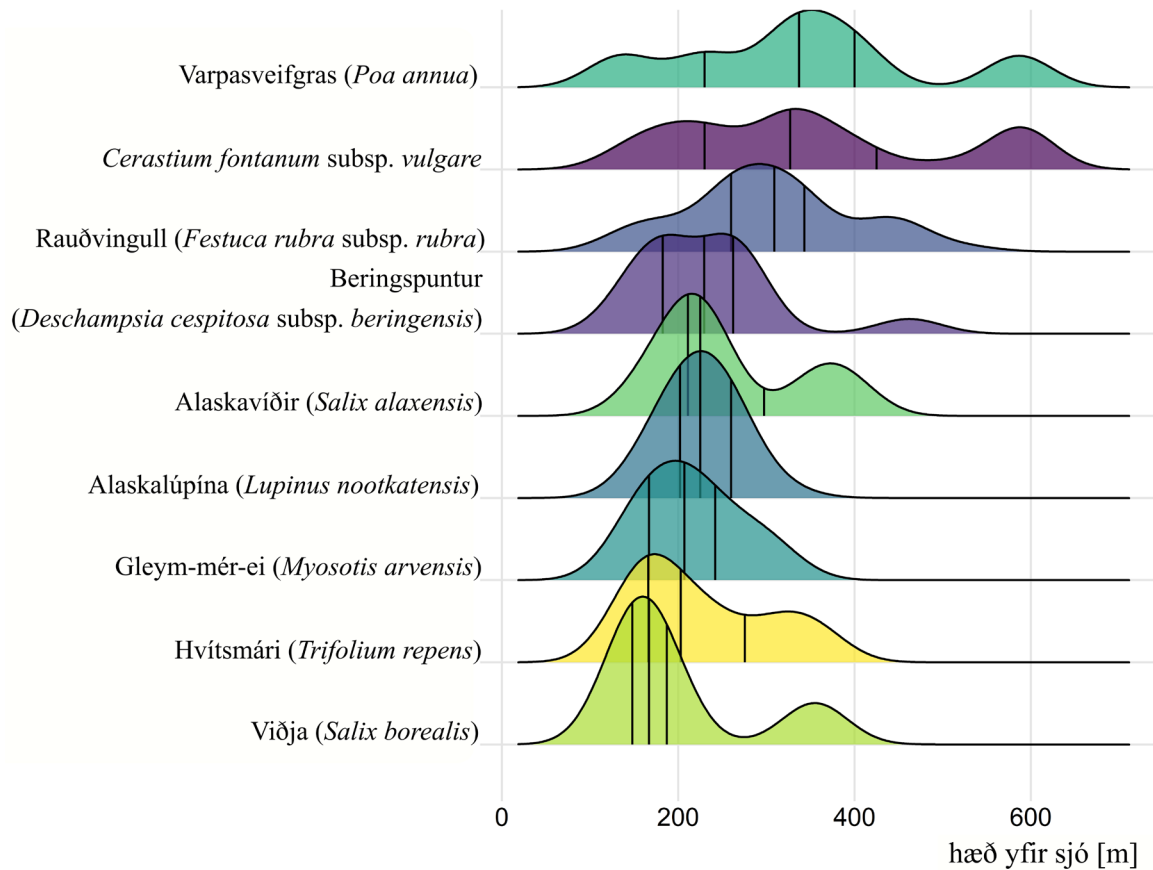
Nákvæm greining á hæðarmörkum níu algengustu plöntutegundanna sem finnast meðfram hálendisvegum sýndi að flestar þeirra hafa ekki dreifst yfir 400 m hæð (5. mynd). Vegarfi (*Cerastium fontanum* subsp. *vulgare*), varpasveifgras (*Poa annua*), og rauðvingull (*Festuca rubra*) voru þær tegundir sem náðu hæstu hæð yfir sjávarmáli. Fyrir þær tegundir sem eftir eru var fjöldi skráninga of lágur til að hægt væri að fá áreiðanlegar tölur.

4 UMRÆÐUR

4.1 Flokkunar- og vistfræðileg samsetning aðfluttrar flóru meðfram hálendisvegum

Niðurstöður okkar sýna að fjöldi aðfluttra plöntutegunda getur nýtt hálendisvegi sem flutningsleið inn á íslenska hálendið. Á Íslandi eru 104 æðplöntutegundir og undirtegundir (taxa) sem teljast aðfluttar og geta þær haldið uppi stofnum yfir lengri tímabil og myndað lífvænlega stofna (óvissar innlendar tegundir, aðfluttar tegundir með óþekkta landnámssögu, fornaðfluttar tegundir og tegundir sem hafa numið land á Íslandi og teljast nú ílendar) (Wasowicz 2020). Af þeim var 21 tegund (20%) skráð í reitum okkar meðfram hálendisvegum.

Flokkunarfræðileg samsetning aðfluttu flórunnar meðfram hálendisvegum er mjög svipuð flokkunarfræðilegri samsetningu aðfluttu flórunnar sem Alexander o.fl. (2016) tóku saman fyrir fjallandi víða um heim. Á hálendi Íslands, rétt eins og á öðrum hálendisvæðum, eru grasætt



5. mynd. Myndir sem sýna hæðarmörk níu algengustu aðfluttra plöntutegunda meðfram hálendisvegum. Lóðréttar línur samsvara fyrsta, öðru og þriðja hlutfallsmarki

(Poaceae), hjartagrasætt (Caryophyllaceae) og ertublómaætt (Fabaceae) meðal algengustu ætta sem finna má í aðfluttri flóru. Mjög lágt hlutfall tegunda af körfublómaætt (Asteraceae) og óvenju hátt hlutfall tegunda víðisættarinnar (Salicaceae) eru meðal einkenna aðfluttru hálendisflórunnar hérlandis sem víkur frá þeirri mynd sem þekkist á hálendisvæðum og fjalllendi um allan heim. Alexander o.fl. (2016) skráðu körfublómaætt (Asteraceae) sem næstalgengustu ætt aðfluttrar flóru í fjalllendi en víðisætt (Salicaceae) (sem nær 14% hlutdeild á Íslandi) var ekki meðal 20 algengustu ætta sem náðu til fjallendis og hálendisvæða á heimsvísu. Landfræðilegur uppruni aðfluttra tegunda sem við höfum skráð meðfram hálendisvegum er svipaður og staðfest hefur verið á sambærilegum svæðum um allan heim þar sem evrópskar og asískar plöntur eru algengastar (Alexander o.fl. 2016). Breytileiki í lífssögueiginleikum tegunda sem skráðar voru í þessari rannsókn var svipaður og mynstrið sem staðfest var frá öðrum fjallsvæðum þar sem fjölærar plöntur eru algengastar. Hlutfall einærra tegunda var lægra í rannsókn okkar en í aðfluttri flóru í fjallendi/hálendi annars staðar í heiminum (Alexander o.fl. 2016).

Tré voru yfir 20% af aðfluttum tegundum meðfram hálendisvegum sem er mun herra en heildarhlutfall trjáa í flóru Íslands (Wasowicz 2020). Hlutfall trjáa er einnig mjög hátt í samanburði við aðfluttra flóru fjallendis/hálendis annars staðar, þar sem trjátegundir eru mjög sjaldgæfar (Alexander o.fl. 2016). Þetta háa hlutfall aðfluttra trjáa getur gefið nokkrar vísbendingar um framtíðarhorfur á dreifingu plantna inn á hálendi Íslands. Ljóst er að umhverfi meðfram sumum hálendisvegum skapar aðstæður sem eru hentugar fyrir útbreiðslu aðfluttra víðitegunda, t.d. viðju (*S. borealis*) og alaskaviðis (*S. alaxensis*). Það á eftir að koma í ljós hvort önnur aðflutt tré með mikla dreifingargetu eins og stafafura (*Pinus contorta*) og sitkagreni (*Picea sitchensis*)

fylgi í kjölfarið. Að því er við vitum eru rannsóknir okkar þær fyrstu sem staðfesta útbreiðslu aðfluttra trjáa meðfram vegum í fjallahéruðum eða í norðurskautsumhverfi (subarctic).

Við fundum ekki slæðinga (casual aliens) í þessari rannsókn, jafnvel ekki meðfram hálendisvegum þar sem umferðarpungi er mikill. Rannsóknir sem gerðar hafa verið í fjalllendi utan Íslands hafa sýnt að flestar aðfluttar plöntutegundir sem ná fótfestu í meiri hæð yfir sjávarmáli nema fyrst land á láglandi og dreifast þaðan hærra upp í landið eins og loftslagskröfur þeirra leyfa (Alexander o.fl. 2011). Rannsókn okkar sýnir að svipað mynstur má finna meðfram hálendisvegum hérlendis. Fræ og aðrir plöntuhlutar dreifast aðallega með bílum frá láglandi þar sem aðfluttar plöntur eru mun útbreiddari (Wasowicz o.fl. 2013).

4.2 Hvaða umhverfispættir stjórna tegundaauðgi aðfluttra æðplantna meðfram hálendisvegum?

Svo virðist sem tegundaauðgi aðfluttra plantna meðfram vegum sé fyrst og fremst stjórnað af veðurfari. Neikvæð fylgni tegundafjölda aðfluttra tegunda við hæð (meðalhita) hefur verið staðfest með mörgum rannsóknum um allan heim (Becker o.fl. 2005, Ahmad o.fl. 2018). Flestar aðfluttar tegundir meðfram hálendisvegum voru skráðar í minni hæð yfir sjávarmáli og aðeins nokkrar þeirra gátu stækkað útbreiðslusvæði sitt í meiri hæð. Í nokkrum tilfellum voru einstakar tegundir skráðar í hærri hæð nálægt ferðamannastöðum. Þessar stöku skráningar sýna getu aðfluttra tegunda til að ná enn lengra inn á hálendið eftir þeim leiðum sem vegir, slóðar og áningarstaðir ferðamanna opna fyrir dreifingu þeirra.

Samkvæmt Alexander o.fl. (2011) eru sterk áhrif hæðar afleiðing af vistfræðilegri síun. Slíkt gerist þegar aðfluttar tegundir sem eru fluttar inn á röskuð svæði (venjulega staðsett í lægri hæð) eru smám saman síaðar út af erfiðari loftslagsskilyrðum eftir aukinni hæð. Þetta virðist eiga sérstaklega við á svæðum þar sem hitastig lækkar hratt með hækkuninni. Nokkrar frekari rannsóknir styðja þessa tilgátu (t.d. Seipel o.fl. 2012, Marini o.fl. 2013, Dainese o.fl. 2014).

Í rannsókn okkar sýndi tegundaauðgi aðfluttra plantna marktæka jákvæða fylgni við spönn árshita. Það sýnir að tegundaauðgi hefur tilhneigingu til að vera meiri á svæðum þar sem þetta bil milli hæsta og lægsta hitastigs er hærra. Mikil fylgni var einnig milli úrkomutengdra breyta við tegundaauðgi aðfluttra tegunda meðfram hálendisvegum. Mikil úrkoma og lítill breytileiki í úrkomusummu yfir árið eru þær aðstæður sem skapa ákjósanleg umhverfisskilyrði fyrir aðfluttar plöntutegundir meðfram vegum á íslensku hálendi. Þær tvær breytur sem eftir eru (meðalíbúapöttleiki og fjöldi bíla á ári) er hægt að tengja bæði við rasktíðni og framboð á fræi og öðrum plöntuhlutum sem auka útbreiðslu aðfluttra plantna. Fjöldi aðfluttra tegunda jókst verulega með aukinni umferð og auknum meðalíbúapöttleika.

Öskjuvegur var eini vegurinn í rannsókninni sem reyndist ekki verða fyrir áhrifum af landnámi aðfluttra plantna. Svo virðist sem það séu að minnsta kosti nokkrir þættir sem stuðla að því að þessi áberandi munur kom fram. Öskjuvegur er mjög afskekktur, ólíkt hinum tveimur hálendisvegum sem voru til rannsókna, og er upphaf og endir hans á svæðum þar sem rask af mannavöldum er aðeins lítills háttar. Öskjuvegur byrjar einnig í mun hærri hæð en Landmannaleið og Kjalvegur og liggur einnig hæst yfir sjávarmáli sem þýðir að veðurskilyrði þar eru mun óhagstæðari. Samkvæmt gögnum Vegagerðarinnar er Öskjuvegur einnig minnst notaði vegurinn miðað við fjölda bíla á ári. Því virðist sem lítið framboð á fræi og/eða fjölgunareiningum nálægt vegamótum Öskjuvegur og Hringvegur, lítil umferð og óblítt loftslag séu meginástæður þess að ekki fundust aðfluttar plöntutegundir við veginn.

4.3 Er íslenskt hálendi jafn ónæmt fyrir aðfluttum plöntum og hálendissvæði/fjalllendi á lægri breiddargráðum?

Sumar rannsóknir hafa sýnt að fjalllendi á lægri breiddargráðum eru í eðli sínu minna næm fyrir landnámi aðfluttra plöntutegunda en láglandissvæði vegna lágs hitastigs, stutts vaxtarskeiðs og þurrka (Pollnac og Rew 2014). Hins vegar hefur verið sýnt fram á að í köldu norrænu umhverfi hafa aðfluttar tegundir, sem bárust eftir vegum inn á hálendissvæði, náð fótfestu í plöntusamfélögum á mun skilvirkari hátt en á láglandi (Lembrechts o.fl. 2014). Þessar rannsóknir sýndu að plöntusamfélög á hálendi eða í fjalllendi brugðust öðruvísi við vegaröskun en lík samfélög á láglandi (Lembrechts o.fl. 2014). Rannsóknin leiddi í ljós að þrátt fyrir að áhrif vega á flóru virðist vera milduð í fjallaumhverfinu í heild, eru fjallaplöntusamfélög næmari fyrir landnámi aðfluttra plöntutegunda en vistkerfi láglandis. Niðurstöðurnar benda til þess að ekki sé hægt að heimfæra áhrif vega á láglandi á útbreiðslu framandi plöntutegunda á afdrif þeirra meðfram vegum í umhverfi fjalla og heimskautasvæðanna. Svo virðist sem í tilviki íslenska hálendisins geti áhrif ágengra plöntutegunda verið sérstaklega mikill. Hæsta hlutfall lítt gróinna svæða (vistgerða) á landinu er innan hálendisins (Jón Gunnar Ottósson o.fl. 2016) sem getur aukið líkurnar á frumframvindu aðfluttra plöntutegunda þar sem lítil eða engin samkeppni er frá innlendum tegundum. Þessir staðir eru oft með miklu víðsýni og laða að ferðamenn vegna sérstöðu sinnar. Fábreytt æðplöntuflóra og gisinn lágvaxinn gróður er mun viðkvæmari fyrir ágengni plantna en gamalgrónir skógar eða þéttur fjallagróður á fjalla/hálendissvæðum á lægri breiddargráðum.

Fjöldi rannsókna hafa sýnt að blettir í vegkanti, með framandi tegundum, geta virkað sem uppspretta fyrir útbreiðslu þeirra (Tyser og Worley 1992, Pauchard og Alaback 2004, Pollnac o.fl. 2012, Seipel o.fl. 2012). Gera má ráð fyrir sama dreifingarmynstri fyrir íslenska hálendið þar sem blettir í vegkanti munu þjóna sem aðalsvæði landnáms og útbreiðslu aðfluttra tegunda.

4.4 Áhrif loftslagsbreytinga

Breytingar á efri útbreiðslumörkum eru lykilviðbrögð fjallagróðurs við loftslagsbreytingum (Rumpf o.fl. 2018). Hröð útbreiðsla með aukinni hæð er ekki bundin við innlendar tegundir, en nýlega hefur verið staðfest að hún sé til staðar í stofnum aðfluttra tegunda í fjalllendi um allan heim (Iseli o.fl. 2023). Hér að framan er fjallað um að veðurfar er enn helsta hindrunin fyrir útbreiðslu framandi plöntutegunda inn á hálendið. Þær aðstæður eru nú að breytast hratt með hlýnun loftslags, sem gerist um þrisvar sinnum hraðar á Íslandi en meðalhraði á heimsvísu (Hanna o.fl. 2004, Björnsson o.fl. 2018). Hlýnunin mun vafalaust stuðla að breytingum í dreifingu framandi plantna með aukinni hæð sem og skilvirkari útbreiðslu núverandi stofna. Breytingarnar einar og sér, að því gefnu að aðrir þættir breytist ekki, hafa tilhneigingu til að auka mjög getu aðfluttra plantna til að ná fótfestu á hálendi Íslands. Tilraunir með notkun loftslagslíkana hafa ítrekað sýnt að víðfeðm svæði innan íslenska hálendisins verða tiltæk fyrir landnám framandi plöntutegunda jafnvel fyrir lok aldarinnar (Wasowicz o.fl. 2013, Vetter o.fl. 2018). Áframhaldandi hlýnun mun einnig hafa áhrif á láglandissvæði sem verða enn stærri uppspretta fyrir útbreiðslu aðfluttra plöntutegunda inn á hálendið. Gera má ráð fyrir að með hlýnun fjölgi, fremur en fækki, tækifærum fyrir plöntur að berast inn á hálendið með lengri vaxtartíma, meiri röskun af mannavöldum og auknum umsvifum tengdum byggð, landbúnaði og iðnaði (Rumpf o.fl. 2018). Á Íslandi mun kröftug fjölgun framandi plantna sem hófst seint á 19. öld (Wasowicz o.fl. 2013) áreiðanlega stuðla að því að nýjar aðfluttar tegundir munu ná fótfestu á hálendissvæðinu. Margar tegundir, sem hugsanlega geta orðið ágengar hérlandis, eru hins vegar þegar ílendar á láglandi (Wasowicz o.fl. 2013, Wasowicz 2020), þar á meðal trjátegundir og hávaxnir runnar (eins og alaskavíðir, viðja, stafafura, sem voru einnig skráðar í rannsóknarreitum okkar) með mikla útbreiðslugetu (Wasowicz o.fl. 2022).

4.5 Leiðbeiningar fyrir stefnumótandi aðila í náttúruvernd

Það er enginn vafi á því að vegakerfið innan hálandissvæðisins nýtist sem leið fyrir landnám aðfluttra plantna og útbreiðslu þeirra í kjölfarið. Til að lágmarka áhættu sem tengist þessu ferli og forðast umhverfisspjöll skal hafa eftirfarandi ráðleggingar í huga við skipulagningu og framkvæmd hvers kyns starfsemi sem tengist vegamannvirkjum á íslenska hálandinu:

1. Lágmarka ætti fjölda bíla sem nota hálandisvegi (þar sem hægt er) til að lágmarka líkur á innflutningi framandi plantna.
2. Beina umferð að núverandi vegum.
3. Á svæðum þar sem aðgengi fyrir bíla/umferð er nauðsynlegt væri ráðlegt að grípa til fyrirbyggjandi aðgerða.
4. Hvetja ætti frekar til gönguferða þar sem minni hættu stafar af því að aðfluttar plöntur dreifist til viðkvæmra vistkerfa með þeim ferðamáta .
5. Skipuleggja skal lagningu nýrra vega með mikilli varúð: Forðast skal að skipta upp afskekkt og veglaus svæði og mikilvægt er að skilja eftir eins stór og samfelld svæði án truflana eins og mögulegt er.
6. Koma þarf í veg fyrir notkun framandi plöntutegunda meðfram vegum og velja innlendar tegundir í staðinn.
7. Allar nýframkvæmdir ættu að fara fram með því að nota staðbundið efni þegar mögulegt er. Forðast skal notkun hvers kyns efnis (eins og jarðvegs, steina og svo framvegis) sem geta haft í för með sér innflutning á framandi plöntutegundum tegundum frá láglendi. (Alaskalúpína og ýmsir slæðingar eru algengir á efnistökusvæðum!)

5 ÞAKKIR

Við erum þakklát Friðriki Bjarnasyni starfsmanni Húsnaðis- og mannvirkjastofnunar fyrir aðstoð hans við að afla gagna um íbúapétteleika. Páll Valdimar Kolka Jónsson frá Vegagerðinni hefur veitt okkur aðstoð við framkvæmt verkefnisins.

6 HEIMILDIR

- Ahmad, M., S.K. Uniyal og R. Singh 2018. Patterns of alien plant species richness across gradients of altitude: analyses from the Himalayan state of Himachal Pradesh. *Tropical Ecology* 59: 35–43.
- Alexander, J.M., Lembrechts, J.J., Cavieres, L.A, Daehler, C., Haider, S., Kueffer, C., Liu, G., McDougall, K., Milbau, A., Pauchard, A., L.J. Rew og T. Seipel 2016. Plant invasions into mountains and alpine ecosystems: current status and future challenges. *Alpine Botany* 126: 89–103. <https://doi.org/10.1007/S00035-016-0172-8/TABLES/2>
- Alexander, J.M., Kueffer, C., Daehler, C.C., Edwards, P.J., Pauchard, A., Seipel, T., Arévalo, J., Cavieres, L., Dietz, H., Jakobs, G., McDougall, K., Naylor, B., Otto, R., Parks, C.G., L. Rew og N. Walsh 2011. Assembly of nonnative floras along elevational gradients explained by directional ecological filtering. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 108: 656–661. <https://doi.org/10.1073/pnas.1013136108>
- Arnalds, A 1987. Ecosystem disturbance in Iceland. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 19: 508–513. <https://doi.org/10.2307/1551417>
- Becker, T., Dietz, H., Billeter, R., H. Buschmann og P.J. Edwards 2005 Altitudinal distribution of alien plant species in the Swiss Alps. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 7: 173–183. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2005.09.006>
- Halldór Björnsson, Bjarni D. Sigurðsson, Brynhildur Davíðsdóttir, Jón Ólafsson, Ólafur S. Ástþórsson, Snjólaug Ólafsdóttir, Trausti Baldursson, Trausti Jónsson. 2018. Loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi – Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar 2018. Veðurstofa Íslands. <https://www.vedur.is/media/loftslag/Skyrsla-loftslagsbreytingar-2018-Vefur-NY.pdf> [skoðað 09.03.2023]
- Dainese, M., I. Kühn and L. Bragazza 2014. Alien plant species distribution in the European Alps: influence of species' climatic requirements. *Biological Invasions* 16: 815–831. <https://doi.org/10.1007/s10530-013-0540-x>
- Davies, C.E., D. Moss og M.O. Hill 2004. EUNIS habitat classification revised 2004. https://inpn.mnhn.fr/docs/ref_habitats/Davies_&_Moss_2004_EUNIS_habitat_classification.pdf [skoðað 09.03.2023]
- Eddudóttir, S.D., E. Erlendsson og G. Gísladóttir 2020. Landscape change in the Icelandic highland: A long-term record of the impacts of land use, climate and volcanism. *Quaternary Science Reviews* 240: 106363. <https://doi.org/10.1016/J.QUASCIREV.2020.106363>
- Ellis, E.C., E.C Antill og H. Kreft 2012. All Is Not Loss: Plant Biodiversity in the Anthropocene. *PLoS ONE* 7: e30535. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0030535>
- Ferðamálastofa 2017. Ferðaþjónusta á Íslandi í tölum. <https://www.ferdamalastofa.is/static/files/ferdamalastofa/Frettamyndir/2017/juli/ferdatjonusta-i-tolum-2017-9.pdf> [skoðað 09.03.2023]
- Ferðamálastofa 2022. Heildarfjöldi erlendra ferðamanna. <https://www.ferdamalastofa.is/is/gogn/fjoldi-ferdamanna/heildarfjoldi-erlendra-ferdamanna> [skoðað 09.03.2023]
- S.E. Fick og R.J. Hijmans 2017. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37: 4302–4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>

- J. Fox og W. Sanford 2019. *An R Companion to Applied Regression*. 3rd Editio. Sage Publications, Thousand Oaks, CA, 1–608 pp. <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/index.html> [skođađ 09.03.2023]
- F. Goldsmith og C. Harrison 1976. Description and analysis of vegetation. In: Chapman S (Ed.), *Methods in Plant Ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Haider, S., Lembrechts, J.J., McDougall, K., Pauchard, A., Alexander, J.M., Barros, A., Cavieres, L.A., Rashid, I., Rew, L.J., Aleksanyan, A., Arévalo, J.R., Aschero, V., Chisholm, C., Clark, V.R., Clavel, J., Daehler, C., Dar, P.A., Dietz, H., Dimarco, R.D., Edwards, P., Essl, F., Fuentes-Lillo, E., Guisan, A., Gwate, O., Hargreaves, A.L., Jakobs, G., Jiménez, A., Kardol, P., Kueffer, C., Larson, C., Lenoir, J., Lenzner, B., Padrón Mederos, M.A., Mihoc, M., Milbau, A., Morgan, J.W., Müllerová, J., Naylor, B.J., Nijs, I., Nuñez, M.A., Otto, R., Preuk, N., Ratier Backes, A., Reshi, Z.A., Rumpf, S.B., Sandoya, V., Schroder, M., Speziale, K.L., Urbach, D., Valencia, G., Vandvik, V., Vitková, M., Vorstenbosch, T., Walker, T.W.N., Walsh, N., Wright, G., S. Zong og T. Seipel 2022. Think globally, measure locally: the MIREN standardized protocol for monitoring plant species distributions along elevation gradients. *Ecology and Evolution* 12: e8590. <https://doi.org/10.1002/ece3.8590>
- M. Hallsdottir og C.J. Caseldine 2005. The Holocene vegetation history of Iceland, state-of-art and future reserach. In: Caseldine, C., Russel, A., J. Hardardottir og O. Knudsen O (Eds), *Iceland - Modern Processes and Past Environments*. Elsevier, Amsterdam, 319–334.
- Hanna, E., T. Jónsson og J.E. Box 2004. An analysis of Icelandic climate since the nineteenth century. *International Journal of Climatology* 24: 1193–1210. <https://doi.org/10.1002/JOC.1051>
- Hill, M.O., C.D Preston og D.B. Roy 2004. PLANTATT: Attributes of British and Irish plants: status, size, life history, geography and habitats for use in connection with the New Atlas of the British and Irish Flora. Centre for Ecology and hydrology, Huntingdon. <https://www.brc.ac.uk/biblio/plantatt-attributes-british-and-irish-plants-spreadsheet> [skođađ 09.03.2023]
- Iseli, E., Chisholm, C., Lenoir, J., Haider, S., Seipel, T., Barros, A., Hargreaves, A.L., Kardol, P., Lembrechts, J.J., McDougall, K., Rashid, I., Rumpf, S.B., Arévalo, J.R., Cavieres, L., Daehler, C., Dar, P.A., Endress, B., Jakobs, G., Jiménez, A., Küffer, C., Mihoc, M., Milbau, A., Morgan, J.W., Naylor, B.J., Pauchard, A., Ratier Backes, A., Reshi, Z.A., Rew, L.J., Righetti, D., Shannon, J.M., Valencia, G., Walsh, N., G.T. Wright og J.M. Alexander 2023. Rapid upwards spread of non-native plants in mountains across continents. *Nature Ecology & Evolution* 2023 (in press) <https://doi.org/10.1038/s41559-022-01979-6>
- Lembrechts, J.J., A. Milbau og I. Nijs 2014. Alien roadside species more easily invade alpine than lowland plant communities in a subarctic mountain ecosystem. *PLoS One* 9: e89664. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089664>
- Marini, L., Bertolli, A., Bona, E., Federici, G., Martini, F., F. Prosser og R. Bommarco 2013. Beta-diversity patterns elucidate mechanisms of alien plant invasion in mountains. *Global Ecology and Biogeography* 22: 450–460. <https://doi.org/10.1111/geb.12006>
- Medvecká, J., Zaliberová, M., Májeková, J., D. Senko og I. Jarolímek 2018. Role of infrastructure and other environmental factors affecting the distribution of alien plants in the Tatra Mts. *Folia Geobotanica* 53: 349–364. <https://doi.org/10.1007/s12224-018-9319-2>
- Müllerová, J.M., Vitková og O. Vitek 2011. The impacts of road and walking trails upon adjacent vegetation: Effects of road building materials on species composition in a nutrient poor environment. *Science of The Total Environment* 409: 3839–3849. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2011.06.056>

- Oksanen, J., Simpson, G., Blanchet, F., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P., O'Hara, R., Solymos, P., Stevens, M., Szoecs, E., Wagner, H., Barbour, M., Bedward, M., Bolker, B., Borcard, D., Carvalho, G., Chirico, M., De Caceres, M., Durand, S., Evangelista, H., FitzJohn, R., Friendly, M., Furneaux, B., Hannigan, G., Hill, M., Lahti, L., McGlinn, D., Ouellette, M., Ribeiro Cunha, E., Smith, T., Stier, A., C. Ter Braak og J. Weedon 2022. *vegan: Community Ecology Package*. 2.6-4. R package. <https://cran.r-project.org/package=vegan> [skoðað 09.03.2023]
- Jón Gunnar Ottósson, Anna Sveinsdóttir og María Harðardóttir 2016. Vistgerðir á Íslandi. *Fjölrit Náttúrufræðistofnunar* 54: 1–169. https://utgafa.ni.is/fjolrit/Fjolrit_54.pdf
- Pauchard, A., Kueffer, C., Dietz, H., Daehler, C.C., Alexander, J., Edwards, P.J., Arévalo, J.R., Cavieres, L.A., Guisan, A., Haider, S., Jakobs, G., McDougall, K., Millar, C.I., Naylor, B.J., Parks, C.G., L.J. Rew og T. Seipel 2009. Ain't no mountain high enough: Plant invasions reaching new elevations. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7: 479–486. <https://doi.org/10.1890/080072>
- A. Pauchard og P. Alaback 2004. Influence of elevation, land use, and landscape context on patterns of alien plant invasions along roadsides in protected areas of south-central Chile. *Conservation Biology* 18: 238–248. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00300.x>
- Pollnac, F., Seipel, T., C. Repath og L.J. Rew 2012. Plant invasion at landscape and local scales along roadways in the mountainous region of the Greater Yellowstone Ecosystem. *Biological Invasions* 14: 1753–1763. <https://doi.org/10.1007/s10530-012-0188-y>
- F.W. Pollnac og L.J. Rew 2014. Life after establishment: factors structuring the success of a mountain invader away from disturbed roadsides. *Biological Invasions* 16: 1689–1698. <https://doi.org/10.1007/s10530-013-0617-6>
- Porter, C., Morin, P., Howat, I., Noh, M.-J., Bates, B., Peterman, K., Keesey, S., Schlenk, M., Gardiner, J., Tomko, K., Willis, M., Kelleher, C., Cloutier, M., Husby, E., Foga, S., Nakamura, H., Platson, M., Wethington, M.J., Williamson, C., Bauer, G., Enos, J., Arnold, G., Kramer, W., Becker, P., Doshi, A., D'Souza, C., Cummins, P., F. Laurier og M. Bojesen 2018. ArcticDEM. Harvard Dataverse, V1. <https://doi.org/10.7910/DVN/OHHUKH> [skoðað 09.03.2023]
- Pyšek, P., Hulme, P.E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T.M., Carlton, J.T., Dawson, W., Essl, F., Foxcroft, L.C., Genovesi, P., Jeschke, J.M., Kühn, I., Liebhold, A.M., Mandrak, N.E., Meyerson, L.A., Pauchard, A., Pergl, J., Roy, H.E., Seebens, H., Kleunen, M., Vilà, M., M.J. Wingfield og D.M. Richardson 2020. Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews* 95: 1511–1534. <https://doi.org/10.1111/brv.12627>
- Pyšek, P., Jarošík, V., Hulme, P.E., Pergl, J., Hejda, M., U. Schaffner og M. Vilà 2012. A global assessment of invasive plant impacts on resident species, communities and ecosystems: the interaction of impact measures, invading species' traits and environment. *Global Change Biology* 18: 1725–1737. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02636.x>
- QGIS Development Team (2021) QGIS Geographic Information System. <https://qgis.org/> [skoðað 09.03.2023]
- Rumpf SB, Hülber K, Klöner G, Moser D, Schütz M, Wessely J, Willner W, Zimmermann NE, Dullinger S (2018) Range dynamics of mountain plants decrease with elevation. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 115: 1848–1853. <https://doi.org/10.1073/pnas.1713936115>

- A.D. Sæþórsdóttir og J. Saarinen 2015. Challenges due to changing ideas of natural resources: tourism and power plant development in the Icelandic wilderness. *Polar Record* 52: 82-91. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1017/S0032247415000273>
- Seipel, T., Kueffer, C., Rew, L.J., Daehler, C.C., Pauchard, A., Naylor, B.J., Alexander, J.M., Edwards, P.J., Parks, C.G., Arevalo, J.R., Cavieres, L.A., Dietz, H., Jakobs, G., Mcdougall, K., R. Otto and N. Walsh 2012. Processes at multiple spatial scales determine non-native plant species richness and similarity in mountain regions around the world. *Global Ecology and Biogeography* 21: 236–246. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2011.00664.x>
- Taylor, J.J., Lawler, J.P., Aronsson, M., Barry, T., Bjorkman, A.D., Christensen, T., Coulson, S.J., Cuyler, C., Ehrich, D., Falk, K., Franke, A., Fuglei, E., Gillespie, M.A., Heiðmarsson, S., Høye, T., Jenkins, L.K., Ravolainen, V., Smith, P.A., P. Wasowicz og N.M. Schmidt 2020. Arctic terrestrial biodiversity status and trends: A synopsis of science supporting the CBMP State of Arctic Terrestrial Biodiversity Report. *Ambio* 49: 833-847. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01303-w>
- Taylor, K., Brummer, T., Taper, M.L., A. Wing og J.L. Rew 2012. Human-mediated long-distance dispersal: an empirical evaluation of seed dispersal by vehicles. *Diversity and Distributions* 18: 942–951. <https://doi.org/10.1111/J.1472-4642.2012.00926.X>
- R. Tyser og C. Worley 1992. Alien flora in grasslands adjacent to road and trail corridors in Glacier National-Park, Montana (USA). *Conservation Biology* 6: 253–262. <https://www.jstor.org/stable/2386247>
- W.N. Venables og B.D. Ripley 2002. Modern Applied Statistics with S. 4th Editio. Springer, New York. <https://www.stats.ox.ac.uk/pub/MASS4/> [skoðað 09.03.2023]
- Vetter, V.M.S., Tjaden, N.B., Jaeschke, A., Buhk, C., Wahl, V., P. Wasowicz og A. Jentsch 2018. Invasion of a legume ecosystem engineer in a cold biome alters plant biodiversity. *Frontiers in Plant Science* 9: 715. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00715>
- Vilà, M., Espinar, J., Hejda, M., Hulme, P., Jarošík, V., Maron, J., Pergl, J., Schaffner, U., Y. Sun og P. Pyšek 2011. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology Letters* 14: 702–708.
- Walther, G.R., Roques, A., Hulme, P.E., Sykes, M.T., Pyšek, P., Kühn, I., Zobel, M., Bacher, S., Botta-Dukát, Z., Bugmann, H., Czúcz, B., Dauber, J., Hickler, T., Jarošík, V., Kenis, M., Klotz, S., Minchin, D., Moora, M., Nentwig, W., Ott, J., Panov, V.E., Reineking, B., Robinet, C., Semchenko, V., Solarz, W., Thuiller, W., Vilà, M., K. Vohland og J. Settele 2009. Alien species in a warmer world: risks and opportunities. *Trends in Ecology and Evolution* 24. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.06.008>
- Pawel Wasowicz 2016. Non-native species in the vascular flora of highlands and mountains of Iceland. *PeerJ* 4: e1559. <https://doi.org/10.7717/peerj.1559>
- Pawel Wasowicz 2018. The first attempt to list the archaeophytes of Iceland. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 87: 3608. <https://doi.org/https://doi.org/10.5586/asbp.3608>
- Pawel Wasowicz 2020. Annotated checklist of vascular plants of Iceland. *Fjölrit Náttúrufræðistofnunar* 57: 1–193. <https://doi.org/10.33112/1027-832X.57>
- Wasowicz, P., E.M. Przedpelska-Wasowicz og H. Kristinsson 2013. Alien vascular plants in Iceland: Diversity, spatial patterns, temporal trends, and the impact of climate change. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 208: 648–673. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2013.09.009>

- Wasowicz, P., Pasierbiński, A., E.M. Przedpelska-Wasowicz og H. Kristinsson 2014. Distribution patterns in the native vascular flora of Iceland. *PLoS ONE* 9: e102916. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102916>
- Wasowicz, P., Óskarsdóttir, G., G. Gísladóttir og Þ.E. Þórhallsdóttir 2022. Stafafura (*Pinus contorta*) í Steinadal – mat á ágengni. Unnið fyrir Kvískerjasjóð, Náttúrufræðistofnun Íslands NI-220004. <https://utgafa.ni.is/skyrslur/2022/NI-22004.pdf> [skoðað 09.03.2023]
- H. Wickham 2016. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer Verlag, New York. <https://ggplot2.tidyverse.org> [skoðað 09.03.2023].
- De Wit, M.P., D.J. Crookes og B.W. Van Wilgen 2001. Conflicts of Interest in Environmental Management: Estimating the Costs and Benefits of a Tree Invasion. *Biological Invasions* 3: 167–178. <https://doi.org/10.1023/A:1014563702261>
- Zefferman, E., Stevens, J.T., Charles, G.K., Dunbar-Irwin, M., Emam, T., Fick, S., Morales, L.V., Wolf, K.M., D.J.N. Young og T.P. Young 2015. Plant communities in harsh sites are less invaded: a summary of observations and proposed explanations. *AoB Plants* 7: 056. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plv056>
- Zwaenepoel, A., P. Roovers og M. Hermy 2006. Motor vehicles as vectors of plant species from road verges in a suburban environment. *Basic and Applied Ecology* 7: 83-93. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2005.04.003>

7 VIÐAUKAR

1. viðauki. Ljósmyndir teknar við rannsóknina.



1. ljósmynd. Lítt gróið land á Landmannaleið. Hæsta hlutfall lítt gróinna svæða er innan hálendisins sem getur aukið líkurnar á frumframvindu aðfluttra plöntutegunda þar sem lítil/engin samkeppni er frá innlendum tegundum. Ljós. Rannveig Thoroddsen, 16. ágúst 2022.



2. ljósmynd. Lúpínubreiður meðfram Landvegi á vestasta hluta Landmannaleiðar. Bjólfell fyrir miðju. Tilraunir með notkun loftslagslíkana hafa ítrekað sýnt að viðfeðm svæði innan íslenska hálendisins verða útsett fyrir landnámi framandi plöntutegunda, jafnvel fyrir lok aldarinnar. Ljós. Olga Kolbrún Vilmundardóttir, 19. ágúst 2022.



3. Ljósmynd. Alaskalúpína (*Lupinus nootkatensis*) meðfram Landvegi á Landmannaleið. Ljós Hekluvikur er áberandi á yfirborði. Fjöldi rannsókna hefur sýnt að blettir með framandi tegundum í vegkanti geta virkað sem uppspretta fyrir frekari útbreiðslu þeirra eftir að þær hafa fest sig í sessi. Ljós. Olga Kolbrún Vilmundardóttir, 19. ágúst 2022.



4. Ljósmynd. Lúpínufræ geta dreifst langt frá vegkantinum. Gera má ráð fyrir sama dreifingarmynstri fyrir íslenska hálendið þar sem blettir með framandi tegundum í vegkanti munu þjóna sem aðaluppsprettusvæði frekara landnáms og útbreiðslu aðfluttra tegunda. Ljós. Olga Kolbrún Vilmundardóttir, 19. ágúst 2022.



5. ljósmynd. Viðja (*Salix borealis*) meðfram Landmannaleið (við Landveg). Margar tegundir, sem hugsanlega geta orðið ágengar hérlandis, eru þegar ilendar, þar á meðal trjátegundir og hávaxnir runnar. Ljós. Rannveig Thoroddsen, 19. ágúst 2022.



6. ljósmynd. Alaskaviðir (*Salix alaxensis*) meðfram Landmannaleið (við Landveg). Tré voru yfir 20% af aðfluttum tegundum sem fundust meðfram hálandisleiðum, sem er mun hærra en heildarhlutfall trjáa í flóru Íslands. Ljós. Rannveig Thoroddsen, 19. ágúst 2022.



7. Ljósmynd. A. *Beringspuntur* (*Deschampsia cespitosa* subsp. *beringensis*) meðfram Landmannaleið, við Landveg. B. *Varpasveifgras* (*Poa annua*) meðfram Landmannaleið. Mestur fjöldi framandi tegunda sem voru skráðar meðfram hálendisvegum tilheyrðu grasætt (*Poaceae*). Ljós. Olga Kolbrún Vilmundardóttir, 19. ágúst 2022, 16. ágúst 2022.



8. Ljósmynd. A. *Háliðagras* (*Alopecurus pratensis*) og B. *Repja* (*Brassica napus* subsp. *napus*) fundust á ferðamannastað við Landmannaleið. Í nokkrum tilfellum voru einstakar tegundir skráðar í meiri hæð nálægt ferðamannastöðum. Þessar stöku skráningar sýna getu aðfluttra tegunda til að ná enn lengra inn á hálendið eftir þeim leiðum sem vegir, slóðar og áningarstaðir ferðamanna opna fyrir dreifingu þeirra. Ljós. Rannveig Thoroddsen, 19. ágúst 2022.



9. ljósmynd. Hvítmári (*Trifolium repens*) meðfram Kjalvegi. Hvítmári er ein af fornaðfluttum tegundum sem fundust meðfram hálandivegum en alls sjö slíkar plöntutegundir fundust í rannsókninni. Ljós. Starri Heiðmarsson, 8. ágúst 2022.



10. ljósmynd. Haugarfi (*Stellaria media*) meðfram Landmannaleið. Haugarfi er ein af fornaðfluttum tegundum sem fundust meðfram hálandivegum en alls sjö fornaðfluttar plöntutegundir fundist í rannsókninni. Ljós. Rannveig Thoroddsen, 15. ágúst 2022.

2. viðauki. Staðsetning rannsóknarreita.

Rannsóknarreitur	Lengdargráða	Breiddargráða	Rannsóknarreitur	Lengdargráða	Breiddargráða
ASK1	-16.2504	65.62599	ASK21	-16.1736	65.51229
ASK10	-16.2075	65.57477	ASK22	-16.1767	65.50621
ASK100	-16.235	65.11692	ASK23	-16.184	65.50088
ASK101	-16.2464	65.1129	ASK24	-16.1859	65.49491
ASK102	-16.2583	65.10996	ASK25	-16.1823	65.48885
ASK103	-16.2728	65.10954	ASK26	-16.1801	65.48271
ASK104	-16.287	65.10919	ASK27	-16.1769	65.47658
ASK105	-16.3006	65.10685	ASK28	-16.1657	65.47353
ASK106	-16.3107	65.10901	ASK29	-16.1672	65.46855
ASK107	-16.3247	65.1095	ASK3	-16.2442	65.61384
ASK108	-16.3309	65.10388	ASK30	-16.173	65.46288
ASK109	-16.337	65.09822	ASK31	-16.1788	65.45748
ASK11	-16.2006	65.5692	ASK32	-16.1878	65.45302
ASK110	-16.3368	65.09225	ASK33	-16.1939	65.44759
ASK111	-16.3389	65.08663	ASK34	-16.1954	65.44149
ASK112	-16.3497	65.08271	ASK35	-16.1969	65.43529
ASK113	-16.3614	65.07905	ASK36	-16.1938	65.42938
ASK114	-16.3727	65.07508	ASK37	-16.199	65.42378
ASK115	-16.3843	65.07155	ASK38	-16.199	65.41768
ASK116	-16.3953	65.06789	ASK39	-16.1953	65.41173
ASK117	-16.3975	65.06274	ASK4	-16.2421	65.60766
ASK118	-16.4092	65.06171	ASK40	-16.1905	65.40663
ASK119	-16.4223	65.06153	ASK41	-16.185	65.40121
ASK12	-16.1943	65.56351	ASK42	-16.1741	65.3981
ASK120	-16.4342	65.05953	ASK43	-16.1623	65.39521
ASK121	-16.4463	65.0567	ASK44	-16.148	65.39648
ASK122	-16.4527	65.05196	ASK45	-16.1344	65.39492
ASK123	-16.4667	65.05082	ASK46	-16.1247	65.39067
ASK124	-16.4796	65.04913	ASK47	-16.1127	65.38699
ASK125	-16.4934	65.05096	ASK48	-16.1072	65.38115
ASK126	-16.5072	65.04974	ASK49	-16.0974	65.3769
ASK127	-16.5215	65.04935	ASK5	-16.241	65.60153
ASK128	-16.5359	65.04881	ASK50	-16.0852	65.37348
ASK129	-16.5493	65.04965	ASK51	-16.0741	65.3693
ASK13	-16.186	65.55828	ASK52	-16.0701	65.36338
ASK130	-16.563	65.05108	ASK53	-16.0681	65.35715
ASK131	-16.5753	65.0496	ASK54	-16.0644	65.35109
ASK132	-16.5863	65.04563	ASK55	-16.0619	65.34491
ASK14	-16.1767	65.55334	ASK56	-16.061	65.33866
ASK15	-16.1723	65.54742	ASK57	-16.0616	65.33369
ASK16	-16.1684	65.54136	ASK58	-16.0742	65.33044
ASK17	-16.1637	65.5355	ASK59	-16.0822	65.32535
ASK18	-16.1614	65.52988	ASK6	-16.234	65.59655
ASK19	-16.1653	65.52396	ASK60	-16.0833	65.31914
ASK2	-16.2473	65.61994	ASK61	-16.0822	65.3129
ASK20	-16.1679	65.51786	ASK62	-16.0838	65.30719

Rannsóknarreitir	Lengdargráða	Breiddargráða	Rannsóknarreitir	Lengdargráða	Breiddargráða
ASK63	-16.0869	65.30127	KJV106	-19.3859	64.75908
ASK64	-16.0834	65.29528	KJV107	-19.3847	64.76515
ASK65	-16.0899	65.28977	KJV108	-19.3811	64.77114
ASK66	-16.0976	65.28441	KJV109	-19.3806	64.77733
ASK67	-16.105	65.27897	KJV11	-20.1249	64.33381
ASK68	-16.1112	65.27326	KJV110	-19.3779	64.78306
ASK69	-16.1178	65.26767	KJV111	-19.3697	64.78805
ASK7	-16.2267	65.59139	KJV112	-19.3605	64.79221
ASK70	-16.1272	65.26287	KJV113	-19.3578	64.79778
ASK71	-16.1417	65.26236	KJV114	-19.3568	64.80394
ASK72	-16.1529	65.25839	KJV115	-19.3559	64.81001
ASK73	-16.1624	65.2546	KJV116	-19.3575	64.81517
ASK74	-16.1616	65.24978	KJV117	-19.3661	64.82029
ASK75	-16.1654	65.24559	KJV118	-19.3737	64.82551
ASK76	-16.1721	65.24082	KJV119	-19.3761	64.8317
ASK77	-16.1789	65.23644	KJV12	-20.1308	64.33933
ASK78	-16.1864	65.23185	KJV120	-19.3769	64.83796
ASK79	-16.1896	65.22639	KJV121	-19.3743	64.84413
ASK8	-16.2208	65.58595	KJV122	-19.3769	64.85028
ASK80	-16.1889	65.22017	KJV123	-19.3784	64.85646
ASK81	-16.1901	65.21403	KJV124	-19.3849	64.86091
ASK82	-16.1969	65.20856	KJV125	-19.3965	64.86425
ASK83	-16.198	65.20274	KJV126	-19.4053	64.86891
ASK84	-16.2078	65.19807	KJV127	-19.4117	64.87435
ASK85	-16.2155	65.19283	KJV128	-19.4246	64.87695
ASK86	-16.225	65.18848	KJV129	-19.4365	64.88059
ASK87	-16.2297	65.18407	KJV13	-20.1311	64.34522
ASK88	-16.2271	65.1788	KJV130	-19.4486	64.87847
ASK89	-16.222	65.17461	KJV131	-19.4603	64.87502
ASK9	-16.2136	65.58046	KJV132	-19.4735	64.87259
ASK90	-16.2184	65.16913	KJV133	-19.4878	64.87317
ASK91	-16.2121	65.16403	KJV134	-19.5019	64.87446
ASK92	-16.2063	65.16041	KJV135	-19.5159	64.87481
ASK93	-16.2134	65.1558	KJV136	-19.5208	64.87777
ASK94	-16.2157	65.14966	KJV137	-19.5143	64.88334
ASK95	-16.224	65.14504	KJV138	-19.5024	64.8862
ASK96	-16.2308	65.13975	KJV139	-19.4984	64.8922
ASK97	-16.2247	65.13429	KJV14	-20.128	64.35108
ASK98	-16.2263	65.12833	KJV140	-19.4921	64.89737
ASK99	-16.2297	65.12233	KJV141	-19.4894	64.90315
KJV1	-20.2307	64.30954	KJV142	-19.4936	64.90911
KJV10	-20.1284	64.32794	KJV143	-19.4989	64.9149
KJV100	-19.4225	64.72849	KJV144	-19.5004	64.92107
KJV101	-19.4114	64.73118	KJV145	-19.5094	64.92554
KJV102	-19.4101	64.73735	KJV146	-19.5128	64.93163
KJV103	-19.4062	64.7434	KJV147	-19.5199	64.93707
KJV104	-19.3988	64.74842	KJV148	-19.5309	64.94125
KJV105	-19.391	64.75336	KJV149	-19.5449	64.94314

Rannsóknarreitur	Lengdargráða	Breiddargráða	Rannsóknarreitur	Lengdargráða	Breiddargráða
KJV15	-20.1191	64.35602	KJV193	-19.7356	65.19501
KJV150	-19.5535	64.94783	KJV194	-19.7318	65.20093
KJV151	-19.5597	64.95349	KJV195	-19.7345	65.20697
KJV152	-19.5653	64.95929	KJV196	-19.7349	65.21318
KJV153	-19.5693	64.96531	KJV197	-19.7273	65.21843
KJV154	-19.5722	64.97138	KJV198	-19.7207	65.22399
KJV155	-19.5723	64.9776	KJV199	-19.7154	65.2298
KJV156	-19.5714	64.98378	KJV2	-20.2165	64.30845
KJV157	-19.5762	64.98971	KJV20	-20.0883	64.38283
KJV158	-19.5792	64.99582	KJV200	-19.7061	65.23469
KJV159	-19.5849	65.00156	KJV201	-19.7079	65.24058
KJV16	-20.1089	64.36041	KJV202	-19.7146	65.24619
KJV160	-19.5911	65.0072	KJV203	-19.7217	65.25172
KJV161	-19.5962	65.0131	KJV204	-19.7297	65.25702
KJV162	-19.6028	65.01872	KJV205	-19.7406	65.26118
KJV163	-19.6092	65.02432	KJV206	-19.7499	65.26609
KJV164	-19.6152	65.02994	KJV207	-19.7588	65.27114
KJV165	-19.6148	65.03617	KJV208	-19.769	65.27566
KJV166	-19.6184	65.0422	KJV209	-19.7804	65.27957
KJV167	-19.6172	65.04843	KJV21	-20.0829	64.38822
KJV168	-19.6129	65.05442	KJV210	-19.7847	65.28554
KJV169	-19.6092	65.06042	KJV211	-19.7875	65.29171
KJV17	-20.1025	64.36591	KJV212	-19.7893	65.29794
KJV170	-19.6098	65.06668	KJV213	-19.7882	65.30419
KJV171	-19.6159	65.07236	KJV214	-19.7882	65.31039
KJV172	-19.6244	65.07749	KJV215	-19.7952	65.31595
KJV173	-19.6338	65.08229	KJV216	-19.8021	65.32151
KJV174	-19.641	65.08778	KJV217	-19.8038	65.3277
KJV175	-19.6472	65.09349	KJV218	-19.8052	65.33392
KJV176	-19.6525	65.09934	KJV219	-19.7982	65.33945
KJV177	-19.657	65.10533	KJV22	-20.0869	64.39422
KJV178	-19.6603	65.11139	KJV220	-19.7995	65.34543
KJV179	-19.6695	65.1163	KJV221	-19.8033	65.35149
KJV18	-20.1028	64.37217	KJV222	-19.8046	65.35774
KJV180	-19.6791	65.12105	KJV223	-19.8043	65.36401
KJV181	-19.6876	65.12608	KJV224	-19.8035	65.37028
KJV182	-19.6958	65.13134	KJV225	-19.8065	65.37642
KJV183	-19.7052	65.13621	KJV226	-19.8063	65.38265
KJV184	-19.7117	65.14182	KJV227	-19.8095	65.38879
KJV185	-19.7185	65.1474	KJV228	-19.8126	65.39493
KJV186	-19.7252	65.15301	KJV229	-19.8177	65.40082
KJV187	-19.73	65.15879	KJV23	-20.0807	64.39965
KJV188	-19.7343	65.16476	KJV230	-19.8214	65.4069
KJV189	-19.7357	65.17058	KJV231	-19.8225	65.41316
KJV19	-20.0967	64.37782	KJV232	-19.8267	65.41918
KJV190	-19.7341	65.17663	KJV233	-19.8268	65.42515
KJV191	-19.7321	65.18262	KJV234	-19.8133	65.42623
KJV192	-19.7331	65.18882	KJV235	-19.8032	65.42165

Rannsóknarreitir	Lengdargráða	Breiddargráða	Rannsóknarreitir	Lengdargráða	Breiddargráða
KJV236	-19.8016	65.42711	KJV64	-19.7435	64.57033
KJV237	-19.8022	65.43338	KJV65	-19.739	64.57625
KJV238	-19.8073	65.43923	KJV66	-19.7336	64.58209
KJV239	-19.811	65.44532	KJV67	-19.7279	64.58773
KJV24	-20.0669	64.40101	KJV68	-19.7219	64.59335
KJV25	-20.0533	64.40226	KJV69	-19.7169	64.5989
KJV26	-20.0445	64.4071	KJV7	-20.1526	64.31329
KJV27	-20.0333	64.411	KJV70	-19.7099	64.60439
KJV28	-20.0257	64.41632	KJV71	-19.6993	64.60824
KJV29	-20.0179	64.42162	KJV72	-19.6918	64.61321
KJV3	-20.2022	64.30737	KJV73	-19.6791	64.61606
KJV30	-20.0106	64.42687	KJV74	-19.6654	64.61786
KJV31	-20.0082	64.43306	KJV75	-19.6524	64.62047
KJV32	-20.0097	64.43889	KJV76	-19.6448	64.62551
KJV33	-20.0094	64.44482	KJV77	-19.6346	64.62971
KJV34	-20.0047	64.45044	KJV78	-19.626	64.63452
KJV35	-19.9951	64.45494	KJV79	-19.6194	64.63977
KJV36	-19.9886	64.46029	KJV8	-20.1419	64.31735
KJV37	-19.9848	64.46615	KJV80	-19.6088	64.64401
KJV38	-19.976	64.46944	KJV81	-19.5962	64.64708
KJV39	-19.9634	64.47229	KJV82	-19.5869	64.65151
KJV4	-20.188	64.30613	KJV83	-19.5741	64.65424
KJV40	-19.955	64.4772	KJV84	-19.5629	64.65814
KJV41	-19.9476	64.48244	KJV85	-19.5517	64.66164
KJV42	-19.937	64.48664	KJV86	-19.5451	64.66675
KJV43	-19.9304	64.49175	KJV87	-19.5388	64.6723
KJV44	-19.9239	64.49713	KJV88	-19.5306	64.67683
KJV45	-19.9237	64.5031	KJV89	-19.5209	64.68068
KJV46	-19.9154	64.50808	KJV9	-20.1345	64.3223
KJV47	-19.9054	64.51222	KJV90	-19.5128	64.6858
KJV48	-19.894	64.51606	KJV91	-19.5067	64.69145
KJV49	-19.8818	64.51947	KJV92	-19.4973	64.69596
KJV5	-20.1737	64.30556	KJV93	-19.4906	64.70142
KJV50	-19.8708	64.52351	KJV94	-19.4827	64.70635
KJV51	-19.8609	64.52771	KJV95	-19.4743	64.71119
KJV52	-19.85	64.53146	KJV96	-19.4644	64.71572
KJV53	-19.8371	64.53394	KJV97	-19.4581	64.72117
KJV54	-19.8282	64.53811	KJV98	-19.4465	64.72443
KJV55	-19.8158	64.54132	KJV99	-19.4365	64.72784
KJV56	-19.8017	64.54035	LML1	-18.491	63.77042
KJV57	-19.79	64.53664	LML10	-18.5779	63.80644
KJV58	-19.7765	64.5376	LML100	-19.1713	64.0272
KJV59	-19.7708	64.54324	LML101	-19.1852	64.02626
KJV6	-20.1618	64.30844	LML102	-19.1981	64.02893
KJV60	-19.7694	64.54897	LML103	-19.2114	64.03105
KJV61	-19.7613	64.55351	LML104	-19.2245	64.03319
KJV62	-19.757	64.55926	LML105	-19.2356	64.03123
KJV63	-19.7503	64.56479	LML106	-19.2456	64.02694

Rannsóknarreitir	Lengdargráða	Breiddargráða	Rannsóknarreitir	Lengdargráða	Breiddargráða
LML107	-19.259	64.02554	LML150	-19.7596	64.07863
LML108	-19.2727	64.02728	LML151	-19.7647	64.07277
LML109	-19.2829	64.03157	LML152	-19.7707	64.06708
LML11	-18.5813	63.81206	LML153	-19.7802	64.06237
LML110	-19.2936	64.03562	LML154	-19.7914	64.05865
LML111	-19.3073	64.03735	LML155	-19.801	64.05408
LML112	-19.3208	64.03925	LML156	-19.8092	64.04892
LML113	-19.3338	64.03883	LML157	-19.8186	64.04426
LML114	-19.347	64.04036	LML158	-19.8306	64.04079
LML115	-19.3542	64.04575	LML159	-19.8425	64.03734
LML116	-19.358	64.05163	LML16	-18.5798	63.84094
LML117	-19.3618	64.05735	LML160	-19.8546	64.03399
LML118	-19.3735	64.06067	LML161	-19.8683	64.03219
LML119	-19.3826	64.06511	LML162	-19.8814	64.02982
LML12	-18.5846	63.81705	LML163	-19.892	64.02557
LML120	-19.3959	64.06597	LML164	-19.9014	64.02084
LML121	-19.4089	64.06778	LML17	-18.5765	63.84705
LML122	-19.4214	64.06996	LML18	-18.576	63.8531
LML123	-19.4344	64.06946	LML19	-18.5785	63.85903
LML124	-19.4484	64.06873	LML2	-18.5044	63.7717
LML125	-19.4619	64.06924	LML20	-18.5768	63.86442
LML126	-19.4718	64.07321	LML21	-18.5683	63.86934
LML127	-19.4848	64.07552	LML22	-18.5733	63.8752
LML128	-19.4983	64.07725	LML23	-18.5753	63.8813
LML129	-19.5102	64.07434	LML24	-18.5856	63.88542
LML13	-18.5819	63.8229	LML25	-18.5914	63.89114
LML130	-19.5243	64.07364	LML26	-18.5989	63.89642
LML131	-19.5382	64.07466	LML27	-18.6014	63.90232
LML132	-19.5417	64.0804	LML28	-18.5979	63.90819
LML133	-19.5551	64.08154	LML29	-18.5994	63.91442
LML134	-19.5627	64.08469	LML3	-18.5154	63.77559
LML135	-19.5766	64.08367	LML30	-18.6053	63.91932
LML136	-19.5882	64.08128	LML31	-18.6182	63.9167
LML137	-19.6017	64.08305	LML32	-18.6274	63.91976
LML138	-19.6152	64.08496	LML33	-18.6338	63.92524
LML139	-19.6291	64.08616	LML34	-18.6366	63.93071
LML14	-18.5807	63.82883	LML35	-18.6369	63.93661
LML140	-19.6416	64.08858	LML36	-18.6465	63.93906
LML141	-19.6553	64.08928	LML37	-18.6561	63.94143
LML142	-19.6692	64.08786	LML38	-18.6543	63.94667
LML143	-19.6831	64.08698	LML39	-18.6604	63.95178
LML144	-19.6974	64.08739	LML4	-18.525	63.77992
LML145	-19.7117	64.08776	LML40	-18.6694	63.95557
LML146	-19.7256	64.08924	LML41	-18.6783	63.95986
LML147	-19.7384	64.09204	LML42	-18.6898	63.96315
LML148	-19.7494	64.09036	LML43	-18.7033	63.96263
LML149	-19.7545	64.0845	LML44	-18.7167	63.96182
LML15	-18.5795	63.83499	LML45	-18.7282	63.96319

Rannsóknarreitir	Lengdargráða	Breiddargráða	Rannsóknarreitir	Lengdargráða	Breiddargráða
LML46	-18.7377	63.96752	LML9	-18.5673	63.80298
LML47	-18.7433	63.97315	LML90	-19.0535	64.03258
LML48	-18.7533	63.97746	LML91	-19.0661	64.03205
LML49	-18.7625	63.98195	LML92	-19.0795	64.03052
LML5	-18.5343	63.7846	LML93	-19.0912	64.02974
LML50	-18.7677	63.98469	LML94	-19.1029	64.02986
LML51	-18.778	63.98571	LML95	-19.1154	64.03097
LML52	-18.7792	63.98083	LML96	-19.1254	64.03491
LML53	-18.7858	63.97573	LML97	-19.1356	64.03127
LML54	-18.7971	63.97211	LML98	-19.1486	64.02874
LML55	-18.8092	63.97002	LML99	-19.1583	64.02669
LML56	-18.821	63.96901			
LML57	-18.832	63.97265			
LML58	-18.845	63.97481			
LML59	-18.8468	63.98045			
LML6	-18.5414	63.78975			
LML60	-18.8583	63.98265			
LML61	-18.8695	63.98033			
LML62	-18.8814	63.98066			
LML63	-18.8937	63.98026			
LML64	-18.8957	63.97823			
LML65	-18.9069	63.98111			
LML66	-18.9102	63.98683			
LML67	-18.9223	63.98949			
LML68	-18.9351	63.99131			
LML69	-18.9486	63.99005			
LML7	-18.5476	63.79501			
LML70	-18.9618	63.98778			
LML71	-18.9735	63.98552			
LML72	-18.9862	63.9861			
LML73	-18.997	63.98954			
LML74	-18.994	63.99397			
LML75	-18.9884	63.99945			
LML76	-18.9957	64.00478			
LML77	-19.0006	64.00951			
LML78	-19.0108	64.00759			
LML79	-19.0207	64.00428			
LML8	-18.5572	63.79959			
LML80	-19.0342	64.00458			
LML81	-19.0461	64.00179			
LML82	-19.0539	63.99736			
LML83	-19.0587	63.99256			
LML84	-19.041	64.00691			
LML85	-19.0424	64.01284			
LML86	-19.046	64.01748			
LML87	-19.0364	64.02164			
LML88	-19.0356	64.02734			
LML89	-19.0407	64.0329			