

# Samskipti fólks um Héðinsfjarðargöng: Umferð og samanburður við umferðarspá

Jón Þorvaldur Heiðarsson  
*Háskólanum á Akureyri*

**Útdráttur:** Fyrir opnun Héðinsfjarðarganga milli Siglufjarðar og Ólafsfjarðar árið 2010 var gerð umferðarspá fyrir umferðina um þau. Spáin byggði á umferðarkönnun þar sem allir bílar á leið um norðanverðan Tröllaskaga voru stöðvaðir samtals fjóra daga að sumri og vetri. Spáin tók ekki einungis til heildarumferðar heldur var spáð fyrir um breytingar á samskiptum milli einstakra bæja eftir að göngin voru opnuð. Sambærileg umferðarkönnun eftir göng sýndi fram á að þyngdarlíkan (e. *gravity model*) í sinni einföldustu mynd spáði vel fyrir um heildarumferð um göngin. Þyngdarlíkanið eitt og sér gaf hins vegar ekki góða niðurstöðu um umferð milli einstakra bæja. Þar gaf skalað þyngdarlíkan gott mat á hlutdeild einstakra umferðarstrauma. Skalaða þyngdarlíkanið reyndist hins vegar ekki gott til að spá fyrir um heildarumferð. Skölunin byggðist á því að gert var ráð fyrir að hefðir í samskiptum héldu sér eftir opnun ganganna. Sem dæmi mældist meiri hefð fyrir samskiptum milli Siglufjarðar og Ólafsfjarðar fyrir göng heldur en þyngdarlíkan sagði til um. Í skalaða þyngdarlíkaninu var gert ráð fyrir að þessi samskipti myndu áfram vera meiri en líkanið gaf en það varð einmitt raunin.

*Lykilorð:* Samskipti ■ umferð ■ þyngdarlíkan ■ umferðarspá ■ jarðgöng  
vegir ■ vegstyttingar ■ samgöngur ■ Fjallabyggð

**Abstract:** A traffic forecast was made prior to the opening of the Héðinsfjörður-tunnels between the towns Siglufjörður and Ólafsfjörður in 2010. The forecast was based on a traffic survey where all traffic in the northern Tröllaskagi peninsula was stopped on a total four days in summer and winter. The forecast did not only involve total traffic but also predicted changes in interactions between towns after the tunnels. The same kind of traffic survey after the tunnels showed that the gravity model in its simplest form gave a good estimate of the total tunnel traffic. It did, however, not give good results regarding traffic between different towns. In that case the scaled gravity model gave a good estimate of the proportions of each leg of the total traffic. The scaling was based on traditions of communication continuing after the opening of the tunnels. For instance, there was a greater tradition for communication between Siglufjörður and Ólafsfjörður before the tunnels than predicted by the gravity model. The scaled gravity model correctly assumed that such traditions would continue after the tunnels.

*Keywords:* Communication ■ traffic ■ gravity model ■ traffic forecast ■ traffic prediction ■ tunnels ■ roads ■ shortcuts ■ transportation ■ Fjallabyggð

## Inngangur

Í lok nítjándu aldar benti Charles H. Cooley (1893) á að flutningur fólks og hluta milli staða væri undirstaða félagsgerðarinnar og forsenda allra stofnana samfélagsins. Á síðustu 120 árum hafa rafræn samskipti í gegnum síma og síðar tölvur valdið straumhvörfum í samskiptum fólks en samgöngur í raunheimum gegna enn lykilhlutverki í viðgangi og þróun samfélaga. Innan félagsfræði samtímans eru áhrif samgöngubóta og tækniþyltingar á hnattvæðingu vel þekkt (Stefán Ólafsson og Kolbeinn Stefánsson, 2005), en samfélagsleg áhrif tiltekinna samgöngubóta hafa einkum verið viðfangsefni landfræðinga og hagfræðinga.

Þær miklu þjóðfélagsbreytingar sem áttu sér stað á Íslandi alla 20. öldina eru samfléttadar bættum samgöngum sem leiddu af sér meiri samskipti (Þóroddur Bjarnason og Kjartan Ólafsson, 2014). Ísland var afar einangrað frá umheiminum og einstök landsvæði voru einangruð hvert frá öðru. Vegakerfi landsins var byggt frá grunni á 20. öldinni og tengdi landsvæði saman (Helgi Skúli Kjartansson, 2002). Vissum áfanga var náð í þessari uppbyggingu þegar hringveginum var lokað 1974. Flugsamgöngur og rafræn samskipti hafa síðan fært Ísland nær miðju hins vestræna heims.

Hina síðari áratugi má segja að viðfangsefnið hafi verið að bæta þetta vegakerfi sem var búið til á síðustu öld. Umferðarmestu vegir hafa verið lagðir bundnu slitlagi, firðir hafa verið brúaðir og síðast en ekki síst hafa jarðgöng verið grafin. Allt þetta hefur stýtt leiðir og stýtt ferðatíma auk þess að stuðla að bættu umferðaröryggi. Samgöngur hafa stórauðist á vegum en samgöngur á sjó og loftleiðina innanlands hafa dregist saman (Axel Hall, Ásgeir Jónsson og Sveinn Agnarsson, 2002). Þrátt fyrir miklar samgöngubætur síðustu áratugi er mikið verk óunnið í vegagerð á Íslandi. Í jarðgangaaætlun (Vegagerðin, 2000a) voru nefndir 24 jarðgangakostir og af þeim er fjórum lokið en framkvæmdir hafnar við aðra tvo. Verkefnalistinn í vegagerð mun hins vegar aldrei tæmast. Bættar samgöngur virðast leiða af sér kröfu um enn bættari samgöngur (Andrea Hjálmsdóttir o.fl., 2011; Janelle, 1969).

Þessi þróun hefur ekki verið átakalaus og með reglulegu millibili hafa orðið harðar deilur um forgangsörðun og kostnað við framkvæmdir í vegakerfi landsins. Eftir síðari heimsstyrjöld var þannig deilt um nauðsyn þess að tengja sjávarbyggðir við vegakerfið (Smári Geirsson, 2007) og síðar urðu umtalsverðar deilur og gagnkvæmar ásakanir um kjördæmapot vegna malbikunar einstakra kafla hringvegarins (Sigurdór Sigurdórsson, 1993). Á síðari árum hafa deilur einkum spunnist um forsendur dýrari samgönguframkvæmda á borð við jarðgangagerð. Þannig komu til dæmis fram verulegar efasemdir um að væntanleg umferð um fyrirhuguð Hvalfjarðargöng gæti staðið undir kostnaði við þau (Jónas Kristjánsson, 1996) og kannanir bentu til þess að verulegur hluti vegfarenda myndi áfram fara um Hvalfjörðinn í stað ganganna (Atli Rúnar Halldórsson, 2008). Nýlegasta dæmið er Vaðlaheiðargöng þar sem Vegagerðin hefur spáð því að umferð muni vaxa og fara að mestu um göngin (Friðleifur Ingi Brynjarsson, 2011) en aðrir hafa spáð hnignun í umferð og umtalsverðum áframhaldandi akstri um Víkurskarð framhjá göngunum (Pálmi Kristinsson, 2011). Það eru mismunandi rök fyrir því að fara í framkvæmdir í vegakerfinu. Algeng rök eru arðsemi, umferðaröryggi (fækkun slysa) og byggðapróun en þau eru fjölmörg fleiri (sjá t.d. Hjalti Jóhannesson og Kjartan Ólafsson 2003). Í öllum tilvikum þurfa stjórnámálamenn að vega og meta þessi rök og taka pólitíska ákvörðun um hvaða framkvæmdir er ráðist í. Héðinsfjarðargöngin eru gott dæmi um framkvæmd þar sem væntanleg áhrif á byggðapróun vógu þungt við ákvörðun yfirvalda.

Ítarlegar upplýsingar um umferð og vandaðar umferðarspár eru forsenda þess að hægt sé að taka upplýstar ákvarðanir um uppbyggingu vegakerfisins. Í því sambandi er mikilvægt að hafa í huga að akstur um vegi landsins er í eðli sínu félagslegt mynstur atvinnu- og þjónustu-



**Mynd 1.** Tröllaskagi milli Eyjafjarðar og Skagafjarðar og vegir um hann

sóknar, verslunar og þjónustu, samskipta við vini og fjölskyldu og afþreyingar af ýmsu tagi. Skilningur á eðli umferðar og líklegri þróun hennar er því ekki einungis verkfræðilegt úrlausnarefni heldur krefst hann þverfaglegrar nálgunar í samstarfi félagsfræðinga, hagfræðinga, landfræðinga og annarra sérfræðinga í samfélagslegum efnum.

Umferðarspár á Íslandi hafa fram til þessa fyrst og fremst verið gerðar af Vegagerðinni

eða verkfræðistofum fyrir Vegagerðina og hafa yfirleitt verið heldur varfærnar (Friðleifur Ingi Brynjarsson, 2011). Þannig spáði Vegagerðin t.d. 60% umferðaraukningu vegna ganga milli Ísafjarðar, Suðureyrar og Flateyrar á Vestfjörðum en í raun jókst umferðin um 120% (Vegagerðin, 2000a). Með sama hætti varð umferð um Hvalfjarðargöng eftir fyrsta árið 70% meiri en fyrstu spár gerðu ráð fyrir (Axel Hall, Hreinn Haraldsson og Sigurbergur Björnsson, 2003; Eyþing, 2002).

Opnun Héðinsfjarðarganganna milli Ólafsfjarðar og Siglufjarðar haustið 2010 veitti einstakt tækifæri til að prófa og þróa í framhaldinu aðferðafræði til að spá fyrir um áhrif stórra samgönguframkvæmda á magn og mynstur umferðar á Íslandi. Í þessari jarðgangagerð fólst meiri vegstytting en í öðrum samgönguframkvæmdum á Íslandi á síðari tímum (216 km stytting að vetri milli Siglufjarðar og Ólafsfjarðar), jafnframt því sem hún tengdi endastöðvar saman inn á hringleið og skapaði ný tengsl milli landshluta.

Opinberar spár um þróun umferðar frá samráðshópi um endurbyggingu vegar um Lágheiði og tengd málefni gerðu ráð fyrir því að með tilkomu Héðinsfjarðarganganna yrði umferð á ársgrundvelli milli Siglufjarðar og Ólafsfjarðar 175 bílar á dag, milli Siglufjarðar og Dalvíkur 55 bílar á dag og milli Siglufjarðar og Akureyrar 120 bílar á dag (Hreinn Haraldsson o.fl., 1999). Samtals myndu því 350 bílar fara að meðaltali um göngin á dag yfir allt árið um þessa leggi. Ekki var sett fram spá um aðra umferð né sagt hvort gert væri ráð fyrir að sú umferð yrði hverfandi. Spáin var ekki gerð með þyngdarlíkani heldur með hliðsjón af „þekktri umferð milli ýmissa annarra staða á landinu með svipaða fjarlægð sín á milli“. Á sama tíma, þ.e. árið 1999, var umferðin til og frá Siglufirði austan við Almenningsnöf hins vegar einungis ÁDU 180 en ári síðar var hún ÁDU 182 (Vegagerðin, 2000b). Ársdagsumferð (ÁDU) er fjöldi bíla að meðaltali á dag yfir heilt ár.

Í þjóðfélagsumræðu þess tíma komu fram miklar efasemdir um þessa umferðarspá fyrir fyrirhuguð Héðinsfjarðargöng. Þannig birti einn þingmaður blaðagrein sem bar nafnið „Fáránleikinn á ferð“, en þar kom fram að þingmaðurinn taldi að áætluð umferð um Héðinsfjarðargöngin væri „teygð mjög upp á við“ (Kristinn H. Gunnarsson, 2005). Annar þingmaður lýsti því yfir að göngin væru ein sú vitlausasta framkvæmd sem hann hefði heyrt um í langan tíma (Gunnar Birgisson, 2005). Afstaða almennings, sérstaklega á höfuðborgarsvæðinu, var einnig gegn göngunum (Fréttablaðið, 2005) og voru þau meðal annars kölluð „Kjördæmagöngin“ í umfjöllun DV (2003).

Fyrir opnun ganganna birti Jón Þorvaldur Heiðarsson (2010) spá um væntanlega umferð um Héðinsfjarðargöng og breytingar á umferð milli einstakra byggðarlaga á Norðurlandi eystra. Annars vegar spáði hann fyrir um umferð með því að nota einfalt þyngdarlíkan (e. *gravity model*) sem aðeins tók tillit til mannfjölda og breytinga á vegalengdum og hins vegar skalaði hann þyngdarlíkanið til en á þann hátt var einnig tekið tillit til samskiptahefða milli byggðarlaga á þessu svæði. Í þessari grein er metið hversu vel þessi líkön spáðu fyrir um raunverulega umferð fyrstu árin eftir opnun ganganna og hvernig samfélagið brást við samgöngubótinni, m.a. hvort hefðir héldust í samskiptum bæja eða brotnuðu upp. Jafnframt eru ályktanir dregnar um þýðingu ganganna fyrir fræðilega og pólitíska umræðu um samgönguframkvæmdir á Íslandi.

## Notkun þyngdarlíkans við skoðun á samskiptum manna á millum

Þyngdarlíkön í mismunandi útfærslum hafa talsvert verið notuð til að skoða mannleg samskipti þar sem fjarlægð eða önnur hindrun er á milli fólks. Auk þess að vera notuð til að skýra umferð hafa slík líkön verið notuð til að skýra félagslega þætti á borð við dreifingu símtala innan borga og milli borga (Krings o.fl., 2009) flæði ferðamanna (Morley, Rosello og Santana

-Gallego, 2014; Velasquez og Oh, 2013) flugsamgöngur (Matsumoto, 2007), innflytjendastrauma (Lewer og Van den Berg, 2008) og ekki síst viðskipti (Carrere, 2006; Rose, 2000; Helliwell, 1996); Sohn, 2005).

Þyngdarlíkanið er tekið úr eðlisfræði, en Isaac Newton (1643-1727) reyndi að gera sér grein fyrir lögmálinu sem skýrði hvernig tveir massar verkuðu með aðdráttarkrafti á hvorn annan sem ylli því að hlutir drægjust að yfirborði jarðar og að tunglið héldist á braut um jörðu. Hann rökstuddi að krafturinn hlyti að vera í hlutfalli við massana margfaldaða saman en með því að skoða brautir plánetnanna ályktaði hann að krafturinn hlyti jafnframt að vera í öfugu hlutfalli við vegalengdina í öðru veldi á milli þeirra.

Þyngdarlíkanið er í grunninn þannig að það gerir ráð fyrir að eitthvert flæði milli samfélaga tveggja staða sé í hlutfalli við „umfang“ samfélaganna margfaldað saman en í öfugu hlutfalli við hindrunina á milli þeirra í einhverju veldi. Formúl 1 í sinni einföldustu mynd er þá eftirfarandi fyrir staði A og B:

$$\text{flæði milli A og B} = \text{stuðull} \cdot \frac{\text{Umfang A} \cdot \text{Umfang B}}{\text{hindrun milli A og B}^{\text{óþekktur veldisvísir}}}$$

Á einfaldari hátt:

$$U_{AB} = k \cdot \frac{P_A \cdot P_B}{d_{AB}^b}$$

Formúla 1. Stuðulinn  $k$  er einingarlaus og er mismunandi eftir því hvert viðfangsefnið er.

### Notkun þyngdarlíkans við umferðarspá

Þyngdarlíkanið (e. gravity model) hefur verið mikið notað til að skoða umferðarstrauma (sjá t.d. Chmelík og Marada, 2014; Haynes og Fotheringham, 1985; Jung, Wang og Stanley, 2008; Ülengin o.fl., 2013; ) en notkun þess í þeim tilgangi hófst á síðari hluta 20. aldar. Þegar þyngdarlíkanið er notað til að skoða umferð er oftast notast við mannfjölda sem besta mælikvarðann á „umfang“ staðanna. Þá stendur  $P_A$  fyrir mannfjöldann á stað A en  $P_B$  fyrir mannfjöldann á stað B.  $U_{AB}$  stendur þá fyrir umferð. Í eðlisfræðilögmálinu er  $b=2$  af þeirri ástæðu að það veldi kom heim og saman við raunveruleikann. Í þyngdarlíkani fyrir umferð er hins vegar alls ekki augljóst að veldið á vegalengdinni sé það sama, þ.e. tveir. Eins og Newton gerði í eðlisfræðinni þarf að skoða hvaða veldi kemur heim og saman við raunveruleikann.

Umfangið getur líka verið „landsframleiðslan“ á hvorum stað fyrir sig (eða öllu heldur svæðisframleiðslan) en framleiðsla er oftast notuð ef verið er að skoða umferð milli héraða eða landa. Hindrunin milli staðanna getur verið vegalengd, ferðatími eða kostnaðurinn að komast þar á milli. Einfaldast er að nota vegalengd og er það oft gert. Þá stendur  $d_{AB}$  fyrir vegalengdina milli A og B.

Duran-Fernandez og Santos (2014) báru saman hvort betur væri hægt að skýra umferðina í Mexíkó með ferðatíma eða vegalengd sem hindrun í þyngdarlíkani. Niðurstaða þeirra var að það skipti ekki miklu máli en á styttri vegalengdum væri tími þó betri. Á lengri vegalengdum væri ekki munur á því hvort væri notað.

Chmelík og Marada (2014) spáðu því hver umferðin yrði á nýrri hraðbraut milli Ostrava og Olomouc í austasta hluta Tékklands (enn nákvæmar milli Ostrava og Hranice). Hún reyndist mun minni en bæði vegayfirvöld og þeir félagar höfðu spáð. Ástæðuna sögðu þeir fyrst og fremst vera þá að þeir höfðu ofmetið Póllandsumferð um hin nýja veg en það skýrðist af hluta af því að tengingin yfir til Póllands tafðist og var ekki kláruð þegar umferðartölur voru bornar saman við það sem hafði verið spáð.

Í flestum umferðarrannsóknum byggja þyngdarlíkön einungis á talningu bifreiða sem fara um tiltekinn veg, enda hafa rannsakendur almennt ekki upplýsingar um það hvaðan vegfarendur eru að koma eða hvert þeir eru að fara. Í vegakerfum þar sem eru hraðbrautir með fleiri en einni akrein í hvora átt, með tugum þúsunda vegfarenda á degi hverjum, er ekki mögulegt að stöðva alla vegfarendur og spyrja þá spjörunum úr. Jafnframt eru oft margar leiðir milli helstu staða á tilteknu svæði og því þyrfti að stöðva umferð á þeim öllum til að áætla alla umferðarstrauma.

Á flestum leiðum á Íslandi utan suðvesturhornsins er umferðin hins vegar ekki of mikil til að hægt sé að gera umferðarkannanir með því að stöðva einfaldlega alla vegfarendur og spyrja þá spurninga. Jafnframt er yfirleitt aðeins ein meginleið milli flestra byggðakjarna og því mun einfaldara að beita líkaninu en t.d. á meginlandi Evrópu þar sem borgir eru til allra átta. Þetta gerir það að verkum að á Íslandi er hægt að skoða betur en í flestum öðrum löndum hversu góð þyngdarlíkön eru til að lýsa hegðun umferðar.

## Gögn

Þessi rannsókn byggir á umferðartölum Vegagerðarinnar á Tröllaskaga fyrir og eftir opnun Héðinsfjarðarganga (sólarhringsumferð á föstum talningarstöðum) (Vegagerðin, 2015a). Umferðartölurnar eru settar fram út frá niðurstöðum úr sjálfvirkum umferðarteljorum Vegagerðarinnar. Teymi sérfræðinga og nemenda í félagsfræði við Háskólann á Akureyri stóð fyrir gagnasöfnuninni í samræmi við aðferðafræði Vegagerðarinnar (sjá t.d. Friðleifur Ingi Brynjarsson, 2008) en beinn kostnaður var greiddur með styrk frá Rannsóknasjóði Vegagerðarinnar.

Til að afla upplýsinga um upphaf og áfangastaði vegfarenda voru allir bílar á ferð um norðanverðan Tröllaskaga stöðvaðir í Ketilási í Fljótum og á Ólafsfjarðarvegi norðan Dalvíkur fjóra daga árið 2009. Til að áætla umferð á virkum dögum var öll umferð stöðvuð á fimmtudegi að sumri og vetri, en á laugardegi til að áætla umferð um helgar. Árið 2012 voru þessar kannanir endurteknaðar en jafnframt var öll umferð stöðvuð í Héðinsfirði milli ganganna. Með niðurstöðum þessara fjögurra daga er hægt að meta hvernig meðalumferðin allt árið samkvæmt sjálfvirkum umferðarteljorum Vegagerðarinnar er samsett af umferðarstraumum milli einstakra byggðarlaga. Upplýsingar um vegalengdir milli byggðarlaga voru fengnar af vef Vegagerðarinnar (2015b).

## Umferðarspá sem sett var fram fyrir opnun Héðinsfjarðarganga

Á grundvelli sjálfvirkra umferðarteljara og umferðarkönnunar ársins 2009 setti Jón Þorvaldur Heiðarsson (2010) fram umferðarspá fyrir opnun Héðinsfjarðarganganna um að aksturinn um göngin yrði ÁDU 550–700. Sú spá var byggð á þyngdarlíkani. Í spánni var notast við tvenns konar gögn sem nefnd voru hér að framan; annars vegar umferðarmagn á einstökum vegum sem fæst með umferðarteljorum og hins vegar umferðarkönnun HA. Umferðarteljari gaf hversu mikil umferðin var til og frá Siglufirði (þangað var einungis einn vegur) en umferðarkönnunin gaf upplýsingar um hvernig þessi umferð var samsett, hvernig hlutföll voru milli mismunandi umferðarleggja og hversu stór hluti umferðarinnar til og frá Siglufirði var til austurs yfir Lágheiði. Á þennan hátt mátti áætla ársdagsumferð á hverjum legg fyrir sig. Umferðin til og frá Siglufirði til austurs fyrir opnun Héðinsfjarðarganga, svo sem til Ólafsfjarðar, Dalvíkur og Akureyrar var sett í þyngdarlíkan í samræmi við formúlu 1 þar sem notast var við mannfjölda og vegalendir. Þó var bætt við 5km um Lágheiði til að endurspegla lélegan veg og lítinn ferðahraða. Veldið 2,09 ( $b=2,09$ ) reyndist vera einkennandi fyrir þessa umferð. Ef veldið var 2,09 á vegalengdinni var minnstur samanlagður munur á umferðinni á einstökum leggjum og því sem þyngdarlíkanið gaf. Þá voru settar inn nýjar vegalendir í

líkanið í samræmi við vegstyttinguna í gegnum Héðinsfjarðargöng og þannig fékkst spá fyrir umferð um göngin sem átti upphaf eða endi á Siglufirði. Niðurstaðan var að þessi umferð ætti að verða ÁDU 489 og má sjá niðurstöðu mismunandi leggja í viðkomandi dálki í töflu 1.

Þrátt fyrir að veldið 2,09 gerði það að verkum að líkanið gæfi sem næst raunveruleikanum gaf það auðvitað ekki nákvæmlega það sama fyrir einstaka leggi og kom út úr umferðarkönnuninni 2008 áður en Héðinsfjarðargöng opnuðu. Umferð á sumum leggjum var í raun meiri en líkanið gaf og umferð á öðrum var minni en líkanið gaf. T.d. gaf líkanið að umferðin milli Siglufjarðar og Ólafsfjarðar ætti að vera 10,8% af umferðinni milli Siglufjarðar og landsvæða fyrir austan. Samkvæmt umferðarkönnuninni var þessi umferð hins vegar 19,3% eða 80% meiri en líkanið gaf. Þá vaknaði eftirfarandi spurning: Var þá ekki líklegt að umferðin yrði líka 80% meiri en líkanið gaf eftir opnun ganganna? Þá hefði hún átt að vera ÁDU 384 en ekki 214. Ef allir leggir voru skalaðir á þennan hátt kom út samtals umferðin ÁDU 608 í gegn um Héðinsfjarðargöng. Þessar sköluðu tölur má sjá í næstsíðasta dálki töflu 1. Höfundur treysti sér ekki til að kveða upp úr hvor aðferðin væri betri, það yrði að bíða umferðartalna næstu ára úr umferðarteljrum Vegagerðarinnar í Héðinsfjarðargöngum til að skera úr um það. Því var spáin sett þannig fram að umferðin yrði á milli óskalaðrar og skalaðrar útkomu eða 500-600 bílar á dag. Auk þess þurfti að taka tillit til aksturs sem ekki átti upphaf eða endi á Siglufirði en myndi fara um göngin t.d. umferð milli Ólafsfjarðar og Reykjavíkur og milli Fljóta og Akureyrar. Þessi umferð er hér eftir kölluð gegnumstreymisumferð því hún streymir í gegnum Siglufjörð. Spáð var að gegnumstreymisumferðin yrði ÁDU 50-100. Samtals var spáð að umferðin um göngin yrði 550-700 bílar á dag.

**Tafla 1.** Spáð umferð um Héðinsfjarðargöng sem á upphaf eða endi á Siglufirði

Landsvæði sem myndar legg með Siglufirði	Spáð umferð með þyngdarlíkani með veldið 2,09 á vegalengd (ÁDU)	Hlutfall leggs úr þyngdarlíkani	Spáð umferð með þyngdarlíkani og skölun (ÁDU)	Hlutfall leggs úr þyngdarlíkani og skölun
Ólafsfjörður	214	44%	384	63%
Dalvíkurbyggð	96	20%	40	7%
Akureyri	151	31%	173	28%
Eyjafjörður annað	16	3%	1	0,2%
Þingeyjarsýslur og Austurland	12	2%	10	2%
Samtals	489	100%	608	100%

### Raunprófun umferðarspár sem sett var fram fyrir opnun Héðinsfjarðarganganna

Eftir opnun ganganna var ljóst að fljótlega fengist svar úr umferðarteljrum um heildarumferðina og hvort hún yrði í samræmi við spár. Hins vegar var jafnframt ljóst að ekki væri hægt að sannreyna umferð á einstaka leggjum nema gerð yrði önnur umferðarkönnun, þar sem vegfarendur væru stöðvaðir og spurðir. Ef ekki hefði verið neinar aðrar upplýsingar að fá, nema úr umferðarteljrum, hefði það gefið afar takmarkaðar upplýsingar um frammistöðu þyngdar-

líkansins og minni von hefði verið um að betrubæta það. Von hefði verið til að þekking á því ykist að ráði. Að gera nýja umferðarkönnun eftir opnun ganganna var því afar mikilvægt. Með henni myndu fást upplýsingar um það hvort umferðin hagaði sér eins og spáð var.

Umferðin um Héðinsfjarðargöng árið 2011, fyrsta heila árið eftir opnun, var ÁDU 547, mæld við veðurstöð í Héðinsfirði (Vegagerðin, 2011). Ári síðar, 2012, var hún ÁDU 536 (Vegagerðin, 2012) og 550 árið 2013 (Vegagerðin, 2013). Með umferðarkönnuninni 2012 fengust upplýsingar um það hvernig þessi umferð var samsett og hvað hver einstakur umferðarleggur var stór. Ef gert er ráð fyrir að hlutföll leggja hafi verið þau sömu árið 2011 og 2012 þá var umferðin um Héðinsfjarðargöng árið 2011, sem átti upphaf eða endi á Siglufirði, samtals ÁDU 481 en gegnumstreymisumferð ÁDU 66. Í töflu 2 má sjá raunumferðina 2011 og á mynd 2 má sjá samanburð spáðrar umferðar og raunumferðar.

**Tafla 2.** *Umferðin um Héðinsfjarðargöng árið 2011*

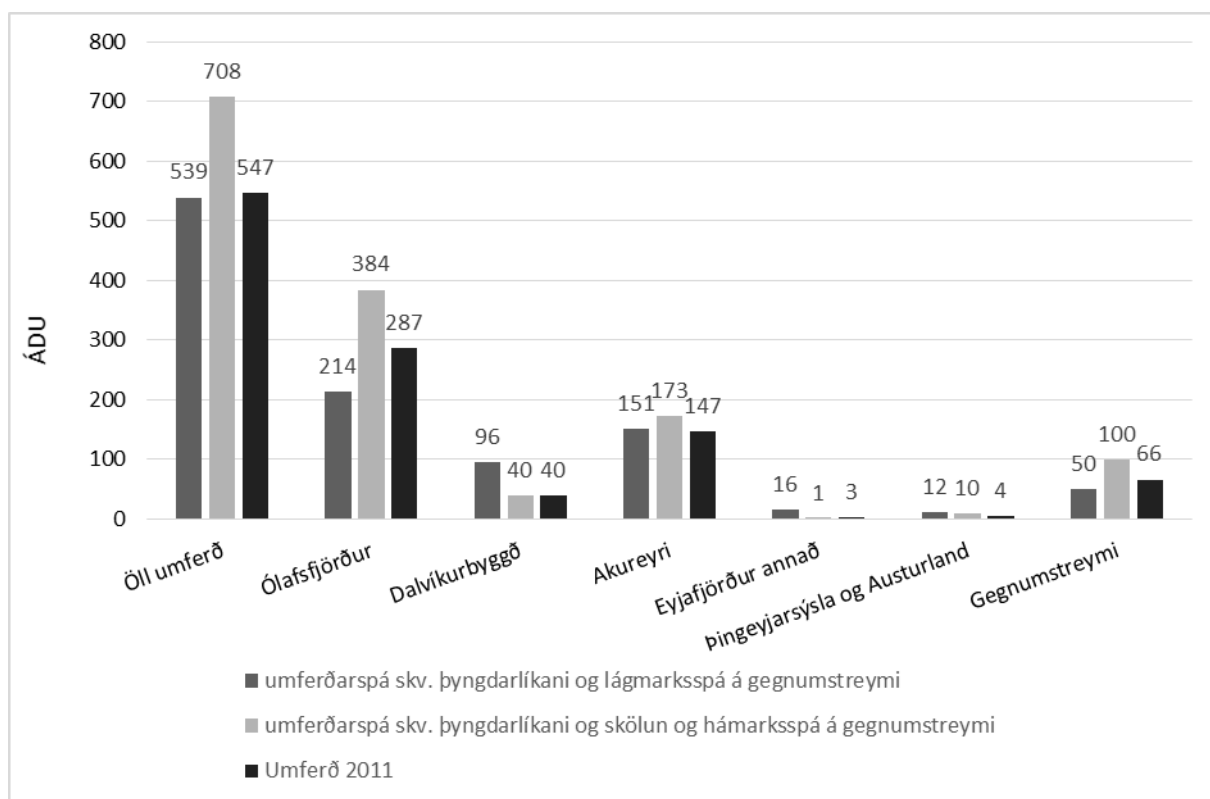
<b>Landsvæði sem myndar legg með Siglufirði</b>	<b>Umferðin árið 2011 skipt með umferðarkönnun 2012 (ÁDU)</b>	<b>Hlutfall leggjar (upphaf eða endir á Siglufirði)</b>
Ólafsfjörður	287	59,6%
Dalvíkurbyggð	40	8,2%
Akureyri	147	30,6%
Eyjafjörður annað	3	0,6%
Þingeyjarsýslur og Austurland	4	0,9%
Gegnumstreymisumferð	66	
Samtals	547	100%

Ljóst er að þyngdarlíkanið eitt og sér spáði miklu betur fyrir um alla umferð en þyngdarlíkan með skölun. Þyngdarlíkanið gaf að umferð með upphaf eða endi á Siglufirði yrði ÁDU 489 en reyndin varð ÁDU 481. Hins vegar er ljóst að þyngdarlíkanið spáði ekki nógu vel fyrir um umferð á einstaka leggjum. Á mynd 3 má sjá samanburð á hlutfallslegri stærð umferðarleggja sem höfðu upphaf eða endi á Siglufirði, annars vegar spárnar tvær og hins vegar hlutföllin sem fengust út úr umferðarkönnuninni árið 2012, en gert er ráð fyrir að þau hafi verið þau sömu árið 2011.

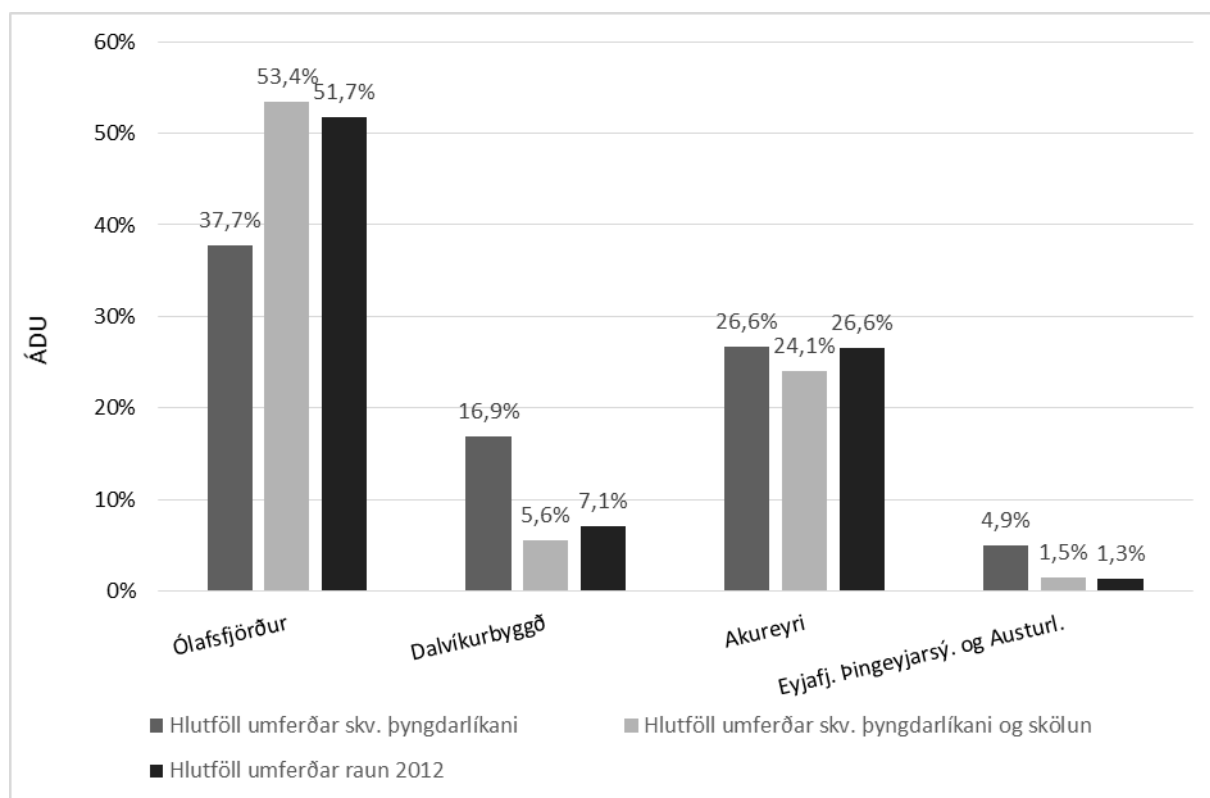
Af þessum samanburði er ljóst að þyngdarlíkanið með skölun gaf mun réttari hlutföll á samsetningu umferðarinnar en þyngdarlíkanið eitt og sér. Hlutföllin í spánni með sköluninni eru ekki nema lítilla frábrugðin raunverulegu hlutföllunum sem urðu eftir að göngin voru opnuð.

### **Umferðarbreyting á vegum í nágrenni Héðinsfjarðarganga**

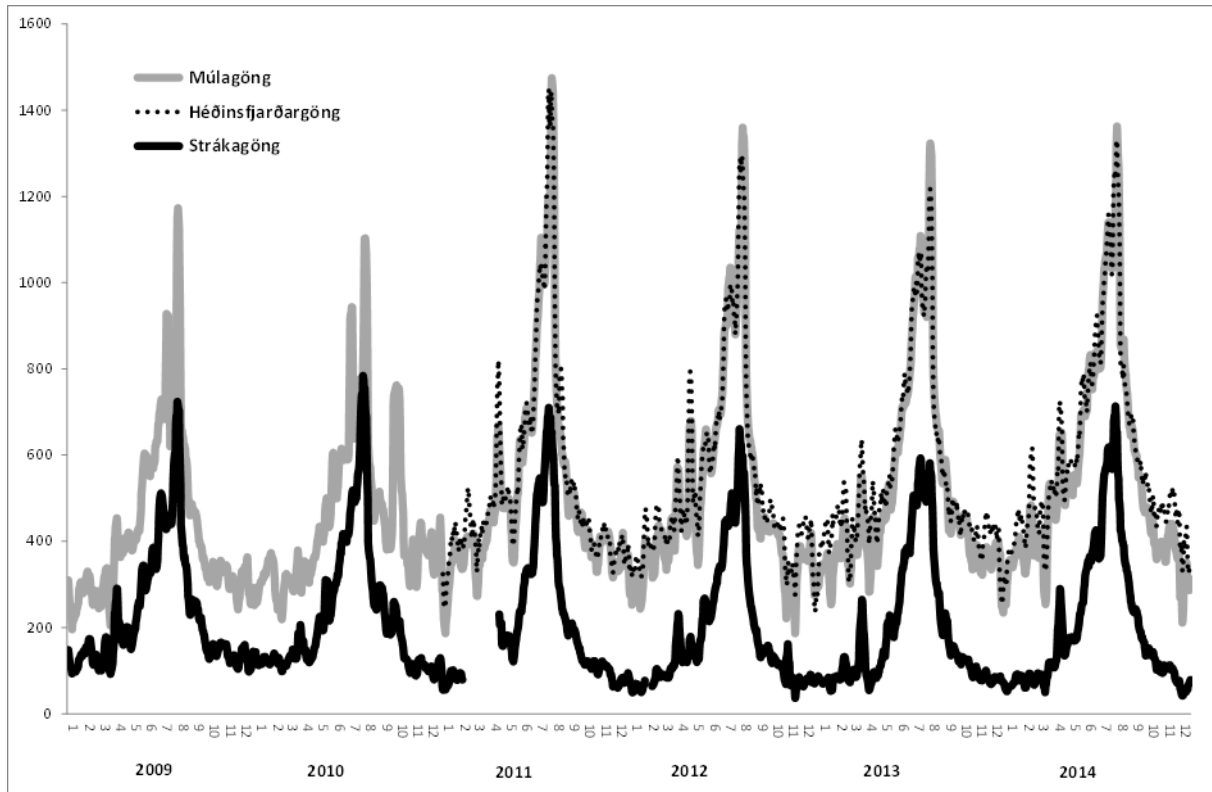
Strákagöng eru fyrir vestan Siglufjörð og tengja saman Siglufjörð og Fljót í Skagafirði. Þetta var eina leiðin til og frá Siglufirði þar til Héðinsfjarðargöng komu til. Múlagöng eru á milli Ólafsfjarðar og Dalvíkur. Mynd 4 sýnir umferð um Strákagöng á Siglufjarðarvegi og Múlagöng á Ólafsfjarðarvegi frá síðustu aldamótum og umferð um Héðinsfjarðargöng frá ársbyrjun 2011. Til grundvallar liggja daglegar niðurstöður sjálfvirkra umferðarteljara Vegagerðarinnar (2015a), en reiknuð eru hlaupandi meðaltöl sjö daga til að sveiflur eftir vikudögum trufla ekki myndina. Eyða í umferðartölum vegna Strákaganga er vegna bilunar í mæli árið 2011.



**Mynd 2.** Umferð til og frá Siglufirði og gegnumstreymisumferð um Hédinsfjarðargöng



**Mynd 3.** Hlutföll umferðar um Hédinsfjarðargöng sem á upphaf eða endi á Siglufirði

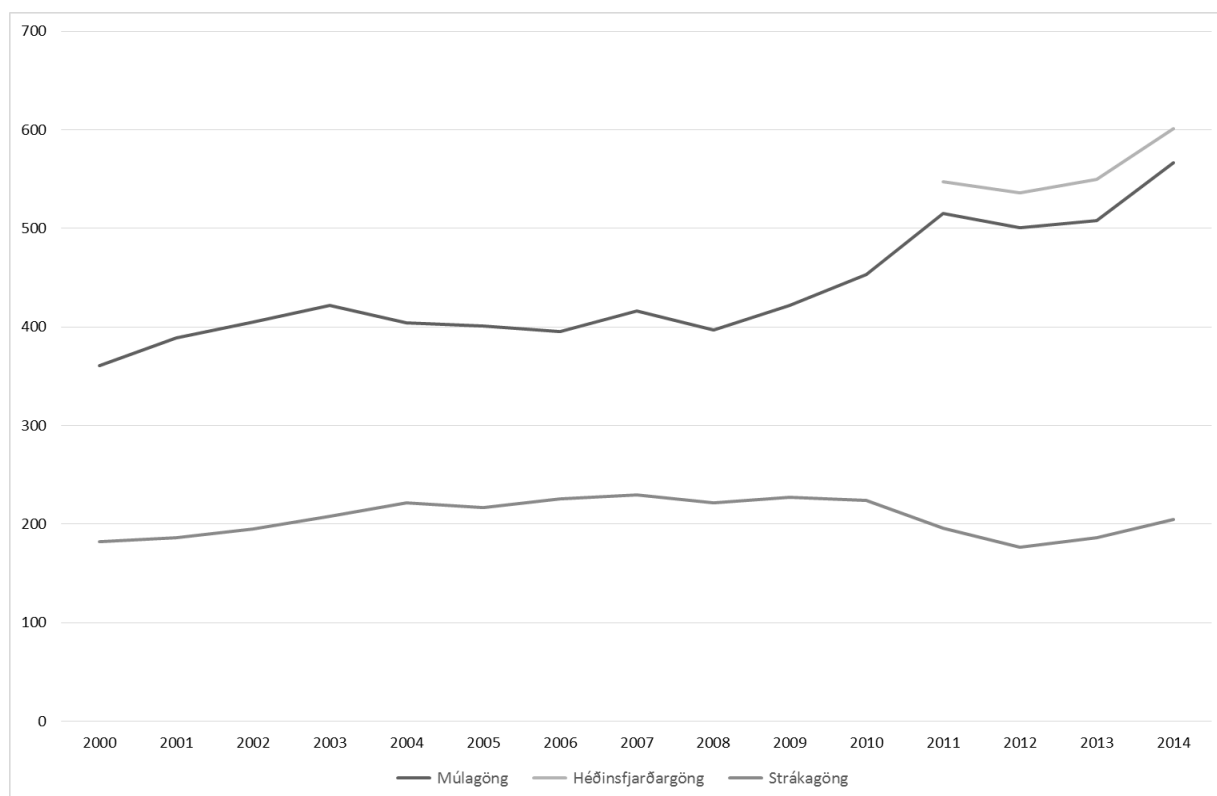


**Mynd 4.** *Dagleg umferð um jarðgöng á norðanverðum Tröllaskaga 2009–2014, hlaupandi sjö daga meðaltöl*

Eins og sjá má eru afar miklar árstíðasveiflur í umferð um norðanverðan Tröllaskaga, en umferð um Héðinsfjarðargöngin fylgir nánast nákvæmlega sama mynstri og umferðin um Múlagöngin. Næstmesta umferðarhelgin á þessu svæði er Verslunarmannahelgin, þegar hátíðin Síldarævintýri á Siglufirði er haldin. Hægt er að skoða umferðina þessa helgi sérstaklega. Yfir hana, frá laugardegi til mánudags, fóru að meðaltali samanlagt um 4.500 bílar um Múlagöng og Strákagöng síðustu þrjú árin fyrir opnun Héðinsfjarðarganga, 2008–2010, en um 5.700 fyrstu þrjú árin eftir opnun. Umferðaraukningin var því um 25%, en jafnframt fluttist umferðin til austurs. Þannig jókst umferðin þessa þrjá daga um 63% í Múlagöngum en dróst saman um 10% í Strákagöngum.

Mesta umferðarhelgin á norðanverðum Tröllaskaga er hins vegar önnur helgin í ágúst þegar Fiskidagurinn mikli er haldinn á Dalvík og Pæjumótið í fótbolta á Siglufirði. Með sömu skoðun fóru þessa helgi að meðaltali um 6.200 bílar um Múlagöng og Strákagöng samanlagt frá laugardegi til mánudags fyrir göng en um 6.800 bílar eftir göng. Umferðaraukningin var því um tíu prósent, en jafnframt fluttist umferðin til austurs þar sem umferðin þessa þrjá daga jókst um 25% í Múlagöngum en dróst saman um 15% í Strákagöngum.

Mynd 5 sýnir meðalumferð á dag á ársgrundvelli á tímabilinu 2000–2014. Síðustu árin fyrir opnun Héðinsfjarðarganga fóru nálægt 225 bílar um Strákagöng að meðaltali á dag, en þeim fækkaði niður í 177 árið 2012. Eftir það jókst umferðin lítillega og fóru að meðaltali 205 bílar um göngin á dag árið 2014.

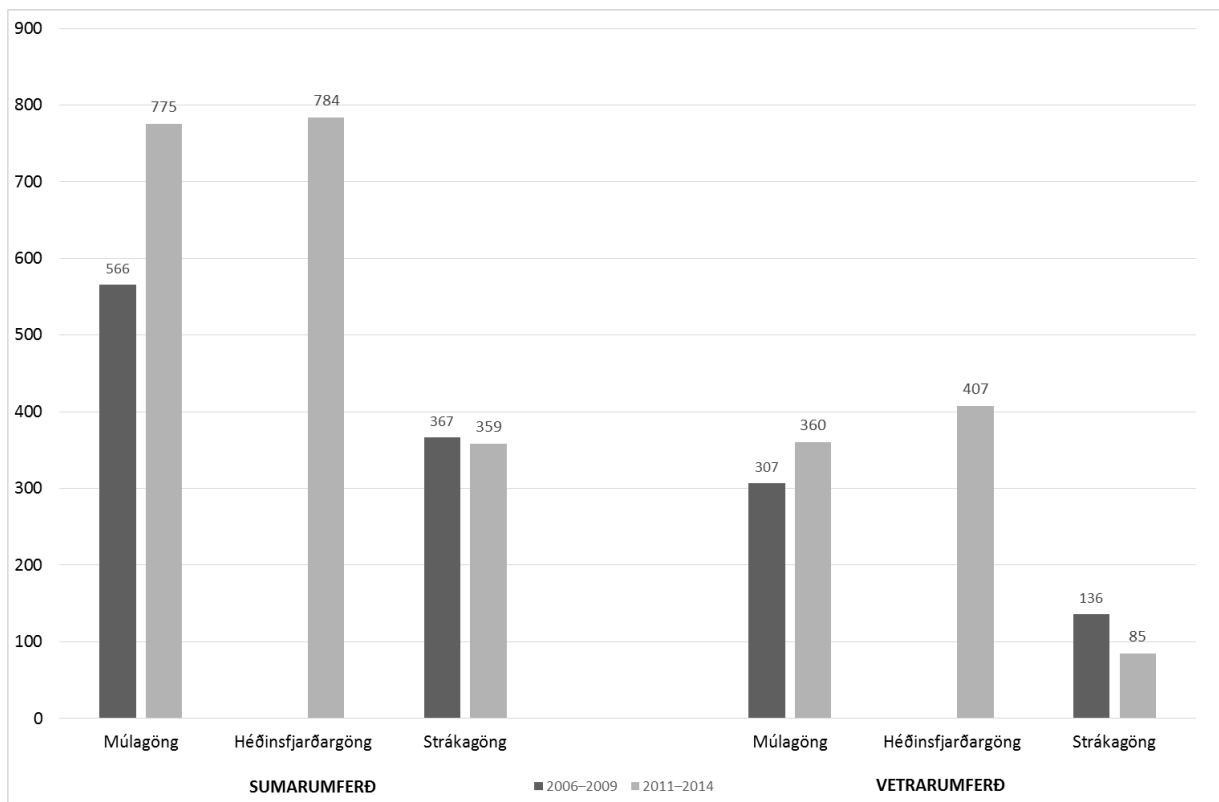


**Mynd 5.** Árleg umferð um jarðgöng á norðanverðum Tröllaskaga 2000–2014, ársmeðaltöl

Umferð um Múlagöngin var nálægt 410 bílum á dag á ársgrundvelli fram undir opnun ganganna (Skv. umferðarteljara norðan Dalvíkur en þá var ekki teljari í Múlagöngum). Frá 2008 jókst umferðin hins vegar jafnt og þétt og náði ákveðnu hámarki í 515 bílum árið 2011 (teljari í Múlagöngum), fyrsta heila árið eftir opnun ganganna. Eflaust hefur forvitnisumferð um Héðinsfjarðargöngin átt þar hluta að máli. Umferðin um Múlagöngin dalaði lítilsháttar næstu tvö árin en náði nýju hámarki í 555 bílum árið 2014. Þá má sjá að umferð um Héðinsfjarðargöngin var að meðaltali ívið meiri en um Múlagöngin en fylgdi sama mynstri. Þannig var umferðin 548 bílar á dag (teljari í Héðinsfirði) fyrsta heila árið sem göngin voru opin en 601 bíll á dag árið 2014.

Á mynd 6 má sjá samanburð síðustu fjögurra ára fyrir opnun Héðinsfjarðarganga 2006–2009 og fyrstu fjögurra heilu áranna eftir opnun ganganna 2011–14. Sumarumferð um Múlagöng jókst að meðaltali um 109 bíla á dag milli þessara tveggja tímabila, en sumarumferðin um Strákagöng stóð nánast í stað. Hins vegar jókst vetrarumferð um Múlagöng um 53 bíla á dag en minnkaði um 51 bíl á dag um Strákagöng. Þessar niðurstöður benda til þess að umtalsverð aukning hafi orðið á sumarumferð til og frá Fjallabyggð eftir opnun ganganna en að vetrarumferðin hafi fyrst og fremst flust frá Strákagöngum til Skagafjarðar yfir í Múlagöng til Eyjafjarðar.

Þrátt fyrir umferðaraukningu urðu ekki miklar breytingar á samsetningu þess hóps sem lagði leið sína til Fjallabyggðar að sumri eða vetri. Að sumarlagi eru íbúar höfuðborgarsvæðisins stærsti einstaki hópur vegfarenda. Þeir voru 27% allra vegfarenda fyrir göng en 29% eftir göng. Hluttur Akureyringa í sumarumferðinni jókst úr 15% í 18% og hluttur erlendra ferðamanna úr 11% í 15%. Með aukinni sumarumferð fækkaði heimamönnum hins vegar hlutfallslega úr 25% í 18%. Að vetri til voru heimamenn um helmingur og Akureyringar um fimmjungur vegfarenda bæði veturinn 2009 og 2012. Engir erlendir ferðamenn áttu leið til Fjallabyggðar þá daga sem vetrarkannanir stóðu yfir.



**Mynd 6.** Árleg umferð um jarðgöng á norðanverðum Tröllaskaga að sumri og vetri, meðaltöl tímabilanna 2006–2009 og 2011–2014

Hlutfall íbúa Ólafsfjarðar og Siglufjarðar sem sögðust vera vikulega eða oftar í hinum kjarnanum hækkaði úr 4–5% fyrir göng í 32–35% eftir göng. Hlutfall þeirra sem fóru daglega á milli byggðakjarnanna hækkaði hins vegar úr 2% í 9–10 %. Til Sauðárkróks komu aðeins 2–3% Siglfirðinga vikulega eða oftar bæði fyrir og eftir göng, en innan við 1% Ólafsfirðinga. Hlutfall Siglfirðinga sem kom vikulega til Akureyrar hækkaði úr 5% í 12% en hlutfall Ólafsfirðinga lækkaði úr 35% í 25%. Hlutfall þeirra sem komu mánaðarlega eða oftar til höfuðborgarsvæðisins lækkaði úr 13% í 9% meðal Siglfirðinga en úr 7% í 3% meðal Ólafsfirðinga. Þetta virðist benda til þess að þjónustusókn Siglfirðinga hafi færst frá Reykjavík til Akureyrar en Ólafsfirðingar hafi minna farið til bæði Akureyrar og Reykjavíkur eftir að aðgengi þeirra að Siglufirði batnaði.

Frá aldamótum og fram að opnun Héðinsfjarðarganga jókst umferð á hringveginum um bæði Öxnadal og Víkurskarð um rúm 50%. Á norðanverðum Tröllaskaga jókst umferðin um Múlagöng til Ólafsfjarðar hins vegar aðeins um 17% og umferðin um Strákagöng til Siglufjarðar jókst um tæp 25%. Umferðaraukningin á norðanverðum Tröllaskaga var því mun minni en á hringveginum á Norðurlandi.

Á tímabilinu 2009–2014 dróst akstur á landinu víða talsvert saman í kjölfar efnahagssamdráttar og hækkandi eldsneytisverðs, en sá samdráttur gekk að verulegu leyti til baka undir lok tímabilsins. Þannig dróst til dæmis umferð um Hvalfjarðargöng, Víkurskarð og Öxnadal saman um 2% á þessu tímabili. Héðinsfjarðargöngin voru opnuð haustið 2010 en frá 2009 til 2014 dróst umferð um Strákagöng saman um tæp 10%. Hins vegar jókst umferðin um Múlagöngin milli Dalvíkur og Ólafsfjarðar um 34% og fylgdi nánast sama mynstri og umferðin um Héðinsfjarðargöngin.

Sé litið til allrar umferðar til og frá Fjallabyggð kemur í ljós að árið 2009 fóru að meðaltali 649 bílar á dag um Ólafsfjarðarveg og Siglufjarðarveg samanlagt til Fjallabyggðar,

en 772 bílar að meðaltali árið 2014. Samkvæmt því jókst umferð til og frá Fjallabyggð um 19% á sama tíma og umferð um hringveginn í Öxnadal og Víkurskarði dróst saman um 2%. Raunveruleg aukning umferðar til og frá Fjallabyggð er þó líklega meiri en hér kemur fram þar sem bílar sem fóru milli Siglufjarðar og Eyjafjarðar um Strákagöng, Lágheiði og Múlagöng voru samkvæmt þessu taldir tvisvar árið 2009. Árið 2014 voru bílar á sömu leið um Héðinsfjarðargöngin hins vegar aðeins taldir einu sinni í Múlagöngum.

## Umræður

Það er mikilvægt að gera sér grein fyrir hver umferðin verður áður en fjárfest er í dýrum umferðarmannvirkjum (Yang og Bell, 2009). Umferðarspár eru því nauðsynlegar og það er mikilvægt að þróa sem bestar aðferðir til að gera þær. Þyngdarlíkanið er aðferð sem hægt er að nota til að spá fyrir um umferðarbreytingar ef vegakerfinu er breytt. Opnun Héðinsfjarðarganganna var gott tækifæri til að prófa líkanið og skoða árangurinn og auka um leið skilninginn á kostum þess og takmörkunum. Héðinsfjarðargöngin voru sérstaklega heppileg í þessu sambandi því umferðin í gegnum þau er aðallega umferð til og frá einu bæjarfélagi sem var einungis tengt með einum vegi sem hafði þekkta umferð.

Umferðin milli Siglufjarðar annars vegar og Ólafsfjarðar, Dalvíkurbyggðar og Akureyrar hins vegar reyndist ÁDU 474 (287+40+147) á fyrsta heila ári Héðinsfjarðarganga. Í inngangi var minnst á að Vegagerðin spáði árið 1999 að þessi umferð yrði ÁDU 350 (175+55+120). Þar sem heill áratugur leið á milli þess að Vegagerðin spáði ÁDU 350 þar til göngin voru opnuð og reyndin varð ÁDU 474 má segja að spá Vegagerðarinnar hafi verið nokkuð góð. Umferð jókst almennt mikið á þessum áratug. Á veginum til og frá Siglufirði jókst hún úr ÁDU 182 árið 2000 í ÁDU 227 árið 2009, ári áður en Héðinsfjarðargöng voru opnuð. Það er fjórðungs aukning. Fjórðungsstækkun á tölunni 350 gefur 438. Þó er athyglisvert að Vegagerðin ofmat umferð milli Siglufjarðar og Dalvíkur.

Niðurstaðan er að þyngdarlíkanið reyndist afar gott tæki til að spá fyrir um aukna umferð í kjölfar vegstyttingarinnar sem varð með gerð Héðinsfjarðarganga. Líkanið spáði ársdagsumferðinni 489 til og frá Siglufirði um Héðinsfjarðargöng. Niðurstaðan árið 2011 er metin 482. Spáin var því afar nálægt því sem varð. Líklegt er að líkanið eigi ekki síður við þegar um aðrar vegstyttingar er að ræða á Íslandi. Um þessar mundir er verið að grafa tvenn jarðgöng sem munu stytta leiðir: Vaðlaheiðargöng og Norðfjarðargöng.

Niðurstaðan er jafnframt sú að skölun á líkaninu gaf mun lakari niðurstöðu varðandi heildarumferð. M.ö.o. reyndist það ekki gefa rétta heildarumferð að skala niðurstöður líkansins. Það gaf ofmat á umferð í þessu tilviki. Spáð umferð með þyngdarlíkaninu einu og sér var aftur á móti nánast sú sama og varð í göngunum. Hér er þó ekki hægt að útiloka að um tilviljun hafi verið að ræða.

Varðandi hlutföllin í umferð á einstaka leggjum þá spáði þyngdarlíkanið eitt og sér ekki vel fyrir um þau og munaði nokkuð miklu. Það kom hins vegar í ljós að þyngdarlíkanið með skölun gaf þessi hlutföll merkilega rétt. Skölunin var ekki hugsuð í þessum tilgangi í upphafi. Hún var hugsuð sem tæki sem mögulega gæfi betri niðurstöðu í heildarumferð en þyngdarlíkanið eitt og sér. Má því segja að skölunin hafi reynst gott tæki en ekki í þeim tilgangi sem hún var fyrst hugsuð. Skölunin reyndist góð til að spá fyrir um hlutföll leggja en ekki heildarumferð.

Þessi niðurstaða bendir eindregið til þess að þegar áætla á heildarumferð í kjölfar vegstyttingar með þyngdarlíkani ætti að byggja á almennu þyngdarlíkani í sinni einföldustu mynd. Það gefur ekki betri niðurstöðu að skala niðurstöðuna.

Varðandi samsetningu umferðar, m.ö.o. hlutföllin milli einstakra leggja, er rétt að

staldra við og íhuga hvað niðurstaðan segir um samfélagið í nágrenni ganganna. Það mældust meiri samskipti milli Siglufjarðar og Ólafsfjarðar fyrir göng en þyngdarlíkanið gaf til kynna. Jafnframt mældust minni samskipti milli Siglufjarðar og Dalvíkur en þyngdarlíkanið gaf til kynna. Það má því álykta að það hafi verið meiri hefð fyrir samskiptum milli sumra staða en annarra sem ekki var eingöngu hægt að skýra með vegalengdum. Þá blasti við sú spurning hvort sú gerbreyting í samgöngum sem Héðinsfjarðargöngin myndu valda myndi rífa upp þessa hefð og hún myndi heyra sögunni til. Svarið er að það gerðist ekki; hefðin í samskiptunum lifði áfram. Þyngdarlíkanið með skölun gekk út frá að þessar hefðir héldust áfram. Það var eiginlega verið að skala þyngdarlíkanið með gömlu samskiptahefðunum. Þó má benda á að niðurstaðan í samsetningu umferðarinnar benti ekki til að þessar hefðir væru að styrkjast. Þvert á móti virtist sem hefðin væri frekar að láta undan síga heldur en hitt þótt merkin um það væru ekki afgerandi. Samskipti væru að fara í þá átt að vera meira í samræmi við vegalengdir en áður. Hlutföll einstakra leggja væru að fara í átt til þyngdarlíkansins frá hefðinni sem endurspeglast með sköluðu hlutföllunum. Þetta má sjá á mynd 3; raunhlutföllin eru ákaflega lík sköluðu hlutföllunum en eru þó í flestum tilfellum örlítið í átt til óskalaðs þyngdarlíkans.

Veldið 2,09 ( $b=2,09$  í formúlu 1) reyndist einkenna umferð til og frá Siglufirði fyrir göng þegar sú umferð var sett í þyngdarlíkan. Það er í góðu samræmi við það sem notað er alþjóðlega. Í þyngdarlíkönum fyrir umferð er veldið 2 oft notað eins og í hinu eiginlega eðlisfræðilögmáli (sjá t.d. Jung, Wang og Stanley, 2008). Ekki er hægt að fullyrða í öllum tilvikum hvort það er gert umhugsunarlaust eða hvort viðkomandi hafi gengið úr skugga um að veldið tveir sé einmitt rétta talan sem passar við umferðarhegðun á viðkomandi svæði. Chmelík og Marada (2014) mátu að veldið hefði verið 2,4 árið 1990 í Tékklandi og 2,1 árið 2000, og gerðu í framhaldi af því ráð fyrir að það yrði 2,0 árið 2010. Jafnframt nefndu þeir að það væri í samræmi við leitni í samgöngum; vegalengdir skiptu minna máli með betra vegakerfi. Í þyngdarlíkani þar sem notast er við vegalengd sem hindrunina mun veldið lækka eftir því sem umferðarhraði verður meiri. Ef ferðatími væri notaður sem hindrunin í líkaninu er ekki víst að veldið (b) breyttist.

Veldið á vegalengdinni í umferð á Tröllaskaga virðist því lúta sömu lögmálum og gerist erlendis og vera svipað eða um 2. Fleiri rannsóknir þarf að gera á umferðarhegðun hér á landi til að staðfesta að þetta sé almenna reglan í umferð á Íslandi. Mörg rannsóknarefni eru þar í boði þar sem vegakerfi hefur verið breytt með jarðgöngum, nýjum vegi eða nýrri brú. Það gerir rannsóknir á þessu sviði auðveldari að víða hafa verið gerðar umferðarkannanir.

Með þessari ýtarlegu rannsókn á frammistöðu þyngdarlíkansins til að spá um umferð í Héðinsfjarðargöngum er vonandi lagður grunnur að meiri þekkingu til að nota það fyrir umferðarspár fyrir sambærilegar framkvæmdir á Íslandi. Notkun á því ásamt öðrum aðferðum ætti að bæta áreiðanleika umferðarspáa. Það ætti að geta leitt til betri ákvarðanatöku sem byggð yrði á áreiðanlegri stöðum og það ætti að stuðla að betri nýtingu fjár.

## Heimildir

- Andrea Hjálmsdóttir, Edward Huijbens, Eyrún J. Bjarnadóttir, Grétar Þór Eypórsson, Hjalti Jóhannesson, Jón Þorvaldur Heiðarsson, Kjartan Ólafsson, Sveinn Arnarsson, Vífill Karlsson og Þóroddur Bjarnason. (2011). *Greinargerð faghóps Háskólans á Akureyri vegna samgönguáætlunar 2011-2022*. Akureyri: Háskólinn á Akureyri.
- Atli Rúnar Halldórsson. (2008). *Undir Kelduna – Sagan um Hvalfjarðargöng*. Akureyri: Áform.
- Axel Hall, Ásgeir Jónsson og Sveinn Agnarsson. (2002). *Byggðir og búseta* –

- Þéttbýlismyndun á Íslandi*. Reykjavík: Hagfræðistofnun Háskóla Íslands.
- Axel Hall, Hreinn Haraldsson og Sigurbergur Björnsson. (2003). *Hvalfjarðargöng – Lækkun veggjalds og aukning á afkastagetu*. [http://www.innanrikisraduneyti.is/media/frettir/Hvalfjardargong\\_-\\_greinargerð.pdf](http://www.innanrikisraduneyti.is/media/frettir/Hvalfjardargong_-_greinargerð.pdf). Sótt 25. apríl 2015.
- Carrere, Céline. (2006). Revisiting the effects of regional trade agreements on trade flows with proper specification of the gravity model. *European economic review*, 50, 223-247.
- Chmelík, Jakub og Marada, Miroslav. (2014). Assessment of the impact of a new motorway connection on the spatial distribution and intensity of traffic flows: A case study of the D47 motorway, Czech Republic. *Moravian Geographical Reports*, 22, 14-24.
- Cooley, Charles H. 1893. *The Theory of Transportation*. Doktorsritgerð við University of Michigan.
- Duran-Fernandez, Roberto; Santos, Georgina (2014). Gravity, distance, and traffic flows in Mexico. *Research In Transportation Economics*, 46, 30-35
- DV. (2003). 11. júlí: Kjördæmagöngin og arðsemi Héðinsfjarðarganga. [http://timarit.is/view\\_page\\_init.jsp?issId=201641&pageId=3048973&lang=is&q=H%E9%F0insfjar%F0arg%F6ng](http://timarit.is/view_page_init.jsp?issId=201641&pageId=3048973&lang=is&q=H%E9%F0insfjar%F0arg%F6ng). Sótt 2. maí 2015.
- Eyþing. (2002). Fundargerð – Nefnd um Vaðlaheiðargöng - 08.10.2002. <http://www.eything.is/is/moya/news/fundargerð-nefnd-um-vadlaheidargong-08-10-2002>. Sótt 1. maí 2015.
- Fréttablaðið. (2005). 10. maí: Mikil andstaða við Héðinsfjarðargöng. [http://timarit.is/view\\_page\\_init.jsp?issId=265622&pageId=3762810&lang=is&q=10.05.2005](http://timarit.is/view_page_init.jsp?issId=265622&pageId=3762810&lang=is&q=10.05.2005). Sótt 1. maí 2015.
- Friðleifur Ingi Brynjarsson. (2008). Öxnadalur – Umferðarkönnun 2007 – Fimmtudagana 9. júlí og 11. október – Laugardagana 21. júlí og 13. október. Vegagerðin.
- Friðleifur Ingi Brynjarsson. (2011). *Umferðarspá Vaðlaheiðargöng 2016-2040*. Vegagerðin.
- Gunnar Birgisson. (2005). Þingræða, 131. löggjafarþing — 108. fundur, 12. apr. 2005. <http://www.althingi.is/altext/raeda/131/rad20050412T153150.html>. Sótt 1. maí 2015.
- Haynes, Kingsley. E & Fotheringham, A. Stewart. (1985). *Gravity and spatial interaction models*, (Scientific geography series), annað bindi. London: Sage publications.
- Helgi Skúli Kjartansson. (2002). *Ísland á 20. öld*. Reykjavík: Sögufélag.
- Helliwell, John F. (1996). Do national borders matter for Quebec's trade? *Canadian journal of economics—revue canadienne d'économie*, 29, 507-522.
- Hjalti Jóhannesson og Kjartan Ólafsson (2003). *Forgangsröðun framkvæmda í vegakerfinu – Félags- og efnahagsleg áhrif samgöngubóta – Áfangaskýrsla II*. Akureyri: RHA.
- Hreinn Haraldsson o.fl. (1999). *Vegtengingar milli byggðarlaga á norðanverðum Tröllaskaga – Skýrsla samráðshóps um endurbyggingu vegar um Lágheiði og tengd málefni*. Vegagerðin.
- Janelle, Donald G. (1969). Spatial Reorganization: A Model and Concept. *Annals of the Association of American Geographers*, 59, 348-364.
- Jónas Kristjánsson. (1996). Hvalfjarðarsamtök. DV 27. febrúar 1996, leiðari. [http://timarit.is/view\\_page\\_init.jsp?issId=196583&pageId=2937210&lang=is&q=27%20febr%FAar%20DV](http://timarit.is/view_page_init.jsp?issId=196583&pageId=2937210&lang=is&q=27%20febr%FAar%20DV) Sótt 19. júní 2015.
- Jón Þorvaldur Heiðarsson. (2010). Umferðarspá fyrir Héðinsfjarðargöng. Bls. 30-37 í Þóroddur Bjarnason og Kolbeinn H. Stefánsson (ritstj.), *Fjallabyggð fyrir Héðinsfjarðargöng – Samgöngur, samfélag og byggðapróun*. Akureyri: Háskólinn á Akureyri.

- Jung, Woo-Sung; Wang, Fengzhong, og Stanley, H. Eugene. (2008). Gravity model in the Korean highway. *EPL*, 81.
- Krings, Gautier, Calabrese, Francesco, Ratti, Carlo og Blondel, Vincent D. (2009). Urban gravity: a model for inter-city telecommunication flows. *Journal of statistical mechanics—theory and experiment*, greinarnúmer: L07003.
- Kristinn H. Gunnarsson. (2005). Fáránleikinn á ferð. *Morgunblaðið* 5. júlí, aðsend grein. [http://timarit.is/view\\_page\\_init.jsp?issId=261783&pageId=3666049&lang=is&q=H%E9%F0insfjar%F0arg%F6ng%20umfer%F0](http://timarit.is/view_page_init.jsp?issId=261783&pageId=3666049&lang=is&q=H%E9%F0insfjar%F0arg%F6ng%20umfer%F0). Sótt 2. maí 2015.
- Lewer, Joshua J.; Van den Berg, Hendrik. (2008). A gravity model of immigration. *Economics letters*, 99, 164-167.
- Matsumoto, Hindenobu. (2007). International air network structures and air traffic density of world cities. *Transportation research part E: Logistics and transportation review*, 43, 269-282.
- Morley, Clive, Rossello, Jaume og Santana-Gallego, Maria. (2014). Gravity models for tourism demand: theory and use. *Annals of tourism research*, 48, 1-10.
- Pálmi Kristinnsson. (2011). *Vaðlaheiðargöng – Mat á forsendum og því hvort veggjöld geti staðið undir öllum kostnaði við gerð og rekstur ganganna*. Pálmi Kristinnsson.
- Rose, Andrew K. (2000). One money, one market: the effect of common currencies on trade. *Economic policy*, 15, 7-45.
- Sigurdór Sigurdórsson. (1993). Hinn langi mjói vegur. DV 28. ágúst, laugardagspistill. [http://timarit.is/view\\_page\\_init.jsp?issId=194910&pageId=2616408&lang=is&q=28%20%C1G%DAST%201993](http://timarit.is/view_page_init.jsp?issId=194910&pageId=2616408&lang=is&q=28%20%C1G%DAST%201993) Sótt 19. júní 2015.
- Smári Geirsson, (2007). Ameríski draumurinn: Hugmyndir Fjórðungshings Austfirðinga og Fjórðungssambands Norðlendinga um breytta stjórnskipun á Íslandi. Ráðstefna um íslenska þjóðfélagsfræði, Háskólanum á Akureyri, 27. – 28. apríl 2007.
- Sohn, Chan-Hyun. (2005). Does the gravity model explain South Korea's trade flows? *Japanese economic review*, 56, 417-430.
- Stefán Ólafsson og Kolbeinn Stefánsson. (2005). *Hnattvæðing og þekkingarþjóðfélag*. Reykjavík: Háskólaútgáfan.
- Ülengin, Fusun, Özaydin, Özay, Ülengin, Burc, Kopp, Andreas, Önsel, Sule; Kabak, Öxgür og Aktas, Emel. (2013). Are road transportation investments in line with demand projections? A gravity-based analysis for Turkey. *Transport policy*, 29, 227-235.
- Vegagerðin. (2000a). *Jarðgangaáætlun*. Vegagerðin
- Vegagerðin. (2000b). *Umferðartalning árið 2000 - Árstalning*. [http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/r\\_cross\\_umferd\\_2000/\\$file/r\\_cross\\_umferd\\_2000.pdf](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/r_cross_umferd_2000/$file/r_cross_umferd_2000.pdf). Sótt 25. október 2015.
- Vegagerðin. (2011). *Umferðartalning árið 2011 - Árstalning*. [http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/r\\_cross\\_umferd\\_2011/\\$file/r\\_cross\\_umferd\\_2011.pdf](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/r_cross_umferd_2011/$file/r_cross_umferd_2011.pdf). Sótt 25. október 2015.
- Vegagerðin. (2012). *Umferðartalning árið 2012 - Árstalning*. [http://www.vegagerdin.is/Vefur2.nsf/Files/r\\_cross\\_umferd\\_2012/\\$file/r\\_cross\\_umferd\\_2012.pdf](http://www.vegagerdin.is/Vefur2.nsf/Files/r_cross_umferd_2012/$file/r_cross_umferd_2012.pdf). Sótt 25. október 2015.
- Vegagerðin. (2013). *Umferðartalning árið 2013 - Árstalning*. [http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/r\\_cross\\_umferd\\_2103/\\$file/r\\_cross\\_umferd\\_2013.pdf](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/r_cross_umferd_2103/$file/r_cross_umferd_2013.pdf). Sótt 25. október 2015.
- Vegagerðin. (2015a) <http://www.vegagerdin.is/upplýsingar-og-utgafa/umferdin/>

[umfthjodvegum/](http://umfthjodvegum/). Sótt 25. október 2015.

Vegagerðin. (2015b). <http://www.vegagerdin.is/vegakerfid/vegalengdir/>. Sótt í apríl 2015.

Velasquez, Maritza Elizabeth Bermeo og Oh, Jinhwan (2013). What determines international tourist arrivals to Peru? A gravity approach. *International Area Studies Review*, 16, 357-369.

Yang, Hai og Bell, Michael GH. (1998). Models and algorithms for road network design: a review and some new developments. *Transport reviews*, 18, 257-278.

Þóroddur Bjarnason og Kjartan Ólafsson. (2014). Skammtímaáhrif Héðinsfjarðarganga á mannfjöldabróun í Fjallabyggð. *Íslenska þjóðfélagið*, 5, 25-48.

## Um höfund

Jón Þorvaldur Heiðarsson er lektor við viðskiptadeild Háskólans á Akureyri. Hann lauk B.S.-prófi í eðlisfræði við Háskóla Íslands árið 1994 og íþróttakennaraprófi frá Íþróttakennarskóla Íslands þremur árum síðar. Árið 2004 lauk hann meistaraþrófi í hagfræði frá Háskóla Íslands. Rannsóknir Jóns Þorvaldar hafa einkum snúið að samgöngubótum, arðsemismati samgangna og virkjunum.