



ÖRYGGI FJÖLDANS OG SLYS Á GANGANDI OG HJÓLANDI VEGFARENDUM SAMBANDIÐ MILLI FJÖLDA VEGFARENDA OG FJÖLDA SLYSA

HÖSKULDUR KRÖYER



EFNISYFIRLIT

FORMÁLI	III
SAMANTEKT	V
UMFANG VANDAMÁLS.....	V
FJÖLDI VEGFARENDNA OG FJÖLDI SLYSA.....	VI
ÁHRIF FJÖLGUNAR GANGANDI OG HJÓLANDI VEGFARENDNA Í REYKJAVÍK Á FJÖLDA SLYSA	VII
ÁHRIF ÞESSA Á UMFERÐARÖRYGGI FRÁ EINSTAKLINGS- OG KERFISSJÓNARMÍÐI	VII
ÁLYKTANIR	VIII
1. INNGANGUR	1
2. UMFANG VANDAMÁLS	3
2.1 SLYS Á GANGANDI VEGFARENDUM.....	4
2.2 SLYS Á HJÓLANDI VEGFARENDUM	5
2.3 SKRÁNING UMFERÐARSLYSA, GÆÐI GAGNA OG VANSKRÁNING.....	7
2.3.1 ÓSKRÁÐ SLYS.....	7
2.3.2 ALMENN VANSKRÁNING	8
3. MIKILVÆGI FJÖLDA VEGFARENDNA OG FJÖLDA SLYSA	11
3.1 FJÖLDI SLYSA, FERÐAMAGN, SLYSATÍÐNI OG AFLEIÐINGAR SLYSA	11
3.1.1 FERÐAMAGN	12
3.1.2 SLYSATÍÐNI.....	15
3.1.3 AFLEIÐINGAR SLYSA	18
3.2 ÖRYGGI FJÖLDANS.....	19
3.2.1 UPPHAF KENNINGAR UM ÖRYGGI FJÖLDANS OG LÖGMÁL SMEED	19
3.2.2 ÖRYGGI FJÖLDANS OG GANGANDI OG HJÓLANDI VEGFARENDUR	21
3.2.3 SLYSALÍKÖN.....	23
3.2.4 SAMBANDIÐ MILLI FJÖLDA VEGFARENDNA OG FJÖLDA SLYSA	24
3.3 ÖRYGGI FJÖLDANS OG MÖGULEGAR ORSAKIR	31
3.3.1 AÐLÖGUÐ HEGÐUNAR.....	31
3.3.2 LÆRDÓMUR EÐA REYNSLA.....	32
3.3.3 GÆÐI INNVIÐA, REKSTURS OG VIÐHALDS	32
3.3.4 FALSKT SAMBAND.....	33
3.3.5 ÓVISSA Í MÆLINGUM OG GÆÐI GAGNA	34
3.3.6 NÝJUNGAMENN OG ÁHÆTTUHEGÐUN	36
3.3.7 TILRAUNIR TIL AÐ GREINA ORSAKIR	37
3.3.8 HEILDARÁHRIF	38
4. ÍSLENSKAR AÐSTÆÐUR	42
4.1 GÖGN OG AÐFERÐARFRÆÐI	42
4.2 HVER ER ÞRÓUNIN?	43
4.2.1 ALVARLEIKI MEIÐSLA.....	44

5. UMRÆÐA	46
5.1 UMFANG VANDAMÁLS	46
5.2 MIKILVÆGI FERÐAMAGNS OG SLYSATÍÐNI	46
5.2.1 HLUTFALLSLEGT ÖRYGGI ÞESS AÐ GANGA OG HJÓLA	47
5.3 ÖRYGGI FJÖLDANS, HVAÐ ÞÝÐIR ÞETTA OG HVERJAR ERU ORSAKIRNAR	48
5.3.1 ORSAKIR ÓLÍNULEGS SAMBANDS FERÐAMAGNS OG FJÖLDA SLYSA	48
5.3.2 HVER ERU HEILDARÁHRIF Á UMFERÐARÖRYGGI ÚT FRÁ EINSTAKLINGS- OG KERFIS-SJÓNARMÍÐI.....	50
5.3.3 HVERNIG GETUM VIÐ HÁMARKAÐ ÖRYGGISÁHRIFIN OG SAMTÍMIS UNNIÐ AÐ SJÁLFBÆRARA SAMGÖNGUKERFI? .	52
5.4 TAKMARKANIR	54
6. ÁLYKTANIR	55
6.1 ÁFRAMHALDANDI RANNSÓKNIR	55
HEIMILDIR	56

FORMÁLI

Þetta verkefni er unnið með styrk frá Rannsóknarsjóði Vegagerðarinnar. Niðurstöður og innihald skýrslunnar eru á ábyrgð höfundar og ber ekki að túlka sem yfirlýsta stefnu Vegagerðarinnar.

Höskuldur Kröyer
Trafkon AB

Mynd á forsíðu sýnir skráð slys á gangandi og hjólandi vegfarendum í Reykjavík fyrir árin 2007 til 2016. Gögnin byggja á slysagagnagrunni Samgöngustofu (Samgöngustofa, 2017).

SAMANTEKT

Undanfarin ár, þá hefur átt sér stað aukning í fjölda þeirra sem hjóla innan Reykjavíkur. Einnig, þá eru áætlanir um að reyna að auka hlutdeild þeirra sem ganga og hjóla enn meira í framtíðinni (Reykjavík, 2014). Þó svo að margt jákvætt fylgi aukinni hreyfingu og auknum hjólreiðum, til dæmis varðandi lýðheilsu (de Hartog o.fl., 2010), þá eru þessir hópar einnig þeir sem eru hvað viðkvæmastir í slysum og standa fyrir umtalsvert hlutfall þeirra sem slasast alvarlega í umferðinni í Reykjavík (Kröyer, 2019a). Allar breytingar í ferðahegðun og fjölda ferða geta haft áhrif á fjölda og alvarleika slysa. Það er þó einnig vel þekkt að sambandið milli fjölda vegfarenda og fjölda slysa er ekki alltaf línulegt. Það er því mikilvægt að skoða vel hvernig sambandið milli fjölda vegfarenda og fjölda slysa lítur út, sem og hvernig breytingar í ferðamáta geta haft áhrif á fjölda slysa. Markmið þessa verkefnis er að fjalla um eftirfarandi rannsóknarspurningar:

1. Hvernig lítur sambandið út milli fjölda gangandi og hjólandi vegfarenda annars vegar og hins vegar fjölda slysa?
2. Hvað er talið að liggi að baki því að samband milli fjölda vegfarenda og fjölda slysa er ekki línulegt, og hvaða veikleika hafa slysalíkönin sem sú fullyrðing byggir á?
3. Hvaða áhrif hefur sambandið milli fjölda vegfarenda og fjölda slysa á sýn okkar varðandi umferðaröryggisáhrif af því að fjölga gangandi og hjólandi vegfarendum, og hvernig getum við notfært okkur þessar niðurstöður?

Rannsóknin byggir fyrst og fremst á fræðilegri samantekt á þeim rannsóknum sem gerðar hafa verið um þetta málefni. Í ákveðnum tilfellum var þó notast við greiningar á öðrum gagnasöfnum.

Umfang vandamáls

Umferðaröryggi og vinna við að auka umferðaröryggi miðast almennt að því að koma í veg fyrir slys og/eða að lágmarka neikvæðar heilsufarsafleiðingar af þeim. Grundvöllur þeirrar vinnu er yfirleitt slysatölfræði sem er safnað af þar til gerðum yfirvöldum eða stofnunum. Slysaögn frá Samgöngustofu (2019a) sýnir að umtalsvert hlutfall þeirra sem slasast alvarlega í umferðinni innan höfuðborgarsvæðisins, voru í árekstrum þar sem ekið var á gangandi eða hjólandi vegfarenda. Gögnin benda til þess að það hafi átt sér stað ákveðin breyting undanfarin ár í fjölda skráðra slysa þar sem ekið var á gangandi vegfarendur. Slysatölfræðin er hinsvegar skýrari þegar kemur að fjölda skráðra slysa á hjólandi vegfarendum. Þar átti sér stað töluverð fjölgun í árekstrum þar sem ekið var á hjólandi vegfarenda á árunum 2009 til 2014, en að fjöldi árekstra hefur verið nokkuð stöðugur eftir árið 2014.

Mörg slys eru þó ekki skráð í slysaögnagrunninn. Annars vegar vegna þess að slysattegundin flokkast ekki sem umferðarslys samkvæmt reglugerð (Reglugerð Nr. 763, 2013), en það á til dæmis við um einslys gangandi vegfarenda. Hins vegar er það sökum þess að slysin eru ekki tilkynnt til þar til gerðra yfirvalda, það er, vanskráning. Að því við best vitum, þá eru ekki til neinar rannsóknir á því hve mikil vanskráning sé til staðar á Íslandi, að því undanskildu að rannsóknir Rannsóknarnefndar samgönguslysa benda til þess að vanskráning einslysa hjólandi vegfarenda sé af stærðargráðunni 90% (RNSA, 2014). Ef erlendar rannsóknir eru skoðaðar, þá sýna þær að vanskráning er oft á tíðum mjög há. Þó mismunandi eftir alvarleika slysa sem og eftir slysategundum. Ef þau gögn eru notuð til grundvallar þess að meta hver gæti verið

raunverulegur fjöldi slysa á Íslandi, þá benda þær niðurstöður til þess að slysaögn almennt verulega vanmeti umfang og mikilvægi einslysa hjólandi og gangandi vegfarenda, sem og árekstra milli þessara hópa. Þetta skapar ákveðna hættu á því að öryggi þessara hópa fái ekki næga áherslu og athygli við fyrirbyggjandi vinnu við umferðaröryggi.

Fjöldi vegfarenda og fjöldi slysa

Skoðuð var nálgunin að greina slysaögn út frá þremur víddum, það er, ferðamagni, slysatíðni og afleiðingum. Sú athugun sýndi hve mikilvægt væri að taka tillit til þessarra þriggja vídda til að fá betri skilning á raunstöðu mála, meðal annars upp á hvaða áhrif breytingar í ferðahegðun hafa. Slysatíðni sem sýnir fjölda árekstra þar sem ekið var á gangandi eða hjólandi vegfarenda miðað við íbúafjölda sýndi að tíðnin var hæst í Reykjavík, en lægst í Mosfellsbæ. Þegar reynt var að taka betur tillit til þess í hve miklu mæli er gengið og hjólað í þessum sveitarfélögum, þá breyttist þetta töluvert. Flest sveitarfélögin virðast vera að liggja á svipuðu bili, Kópavogur með hlutfallslega hærri slysatíðni en Seltjarnarnes með hlutfallslega lægri slysatíðni. Það skal þó taka þeim niðurstöðum með ákveðnum fyrirvörum sökum takmarkana gagna. Þetta sýnir þó hvernig það að skoða slysaögn út frá mismunandi nálgunum og þessum víddum getur gefið okkur betri mynd af stöðu mála og dýpri skilning á vandamálunum, sem getur svo aftur aðstoðað við að vinna á móti slysum. Þriðja víddin, afleiðingar, er einnig mjög mikilvæg. Sumar slysatæmdir eru mjög algengar en ólíklegt að þær leiði til dauðsfalla, meðan aðrar slysatæmdir eru sjaldgæfar en þegar þær eiga sér stað, þá eru hlutfallslega miklar líkur að þær leiði til dauðsfalls. Þessi tvö tilfelli geta samtals leitt til jafn margra dauðsfalla, en hvor orsökina liggur á bak við fjölda dauðsfalla hefur áhrif á hvernig markvissast er að fyrirbyggja þau.

Það er þekkt að sambandið milli fjölda slysa og fjölda vegfarenda er ekki línulegt (sjá til dæmis Elvik og Goel, 2019). Rannsóknir benda almennt til þess að fjöldi slysa með gangandi og hjólandi vegfarendum séu hlutfallslega sjaldgæfari þar sem eru margir gangandi og hjólandi vegfarendur, en þar sem þeir eru sjaldgæfari. Í raun þýðir þetta að slysatíðni þessara hópa er að jafnaði lægri þar sem þessir hópar eru algengari. Þessi áhrif kallast öryggi fjöldans (e. Safety in numbers). Skoðuð voru fjölmörg slysalíkön fyrir (a) einslys gangandi vegfarenda, (b) einslys hjólandi vegfarenda, (c) árekstra milli ökutækja og gangandi vegfarenda, og (d) árekstra milli ökutækja og hjólandi vegfarenda. Rannsóknirnar byggðust ýmist á gatnamótum, götuleggjum eða svæðum/hverfum. Sumar miðuðu eingöngu að einni tegund lausnar, til dæmis fjögurra arma ljósagatnamótum, meðan aðrar miðuðust við allar tegundir gatnamóta. Sumar rannsóknir skoðuðu aðeins slys af ákveðnu óhappastigi. Nánast allar þessar rannsóknir sýndu að sambandið milli fjölda vegfarenda og fjölda slysa var ólínulegt, þar sem fjöldi slysa jókst með bæði fleiri gangandi/hjólandi vegfarendum sem og fleiri ökutækjum.

Ýmsar tillgátur eru til staðar um hvað séu orsakir þessara áhrifa, en þar sem flestar af rannsóknunum byggja á þversniðsrannsóknum þá er erfitt að staðfesta að það sé í raun um orsakasamband að ræða milli fjölda vegfarenda og fjölda slysa. Algengasta tillgátan er að þetta sé sökum hegðunarbreytinga (til dæmis Brüde og Larsson, 1993, Jacobsen, 2003) eða að aukin notkun þessara fararmáta leiði til aukinnar reynslu (Elvik, 2014). Aðrar tillgátur sem eru líklegar til að vera hluti útskýringarinnar eru að gæði innviða sem og þjónustustig sé háð fjölda vegfarenda, eða að vegfarendur velji í meira mæli leiðir þar sem innviðir eru öryggir. Það er, að það sé ekki svo að það sé öruggara að ferðast þar sem séu margir vegfarendur, heldur að

innviðirnir séu öruggari þar sem eru margir vegfarendur sem aftur leiði til hlutfallslega aukins öryggis. Aðrar kenningar eru meðal annars að þetta séu áhrif af óvissu í mælingum og gæðum gagna eða séu áhrif af að það sé ekki sami hópurinn sem hjólar þar sem hjólandi vegfarendur eru sjaldgæfir og sem hjólar þar sem margir hjóla. Eins og áður sagði, þá er lítið um rannsóknir sem hægt er að nota til að staðfesta hvort þetta sé í raun orsakasamband, eða hve mikinn hluta þessarra áhrifa mismunandi kenningar útskýra. Almennt er þó talið að um sé að ræða einhvers konar orsakasamband (Elvik og Bjørnskau, 2014), að minnsta kosti fyrir hluta af áhrifunum.

Þetta samband er mjög mikilvægt upp á vinnu í tengslum við samgöngumál. Það, ef hægt er að leysa úr læðingi aukið hlutfallslegt öryggi ákveðins hóps vegfarenda með því að fjölga þeim, sem og að það að fækkun ökutækja minnkar undirliggjandi þrýsting á árekstra milli ökutækja og gangandi og hjólandi vegfarenda, er mikilvægur þáttur bæði varðandi hvernig við skipuleggjum gatnakerfið sem og hvaða áhrif það mun hafa að breyta hlutdeild mismunandi fararmáta. Á þann máta má hugsa sér, ef að þetta samband er að hluta til orsakasamband, að það að fá fleiri til að notast við annan fararmáta en einkabílinn geti unnið á móti fjölgun slysa af þessari tegund.

Áhrif fjölgunar gangandi og hjólandi vegfarenda í Reykjavík á fjölda slysa

Skoðað var hver hugsanleg áhrif þess að fjölga gangandi og hjólandi vegfarendum, miðað við áætlanir Reykjavíkurborgar (Reykjavík, 2014), væru á fjölda slysa út frá þessum líkönum. Skoðað var bæði hver hlutfallsleg breyting slysa yrði miðað við að notast væri við fasta slysatíðni sem og ef hún væri breytileg miðað við erlend slysalíkön. Niðurstöðurnar benda til þess, að öllu öðru óbreyttu, þá sé undirliggjandi þrýstingur undir fjölgun þessara slysa. Ef notast er við slysalíkönin, sem taka tillit til breytilegrar slysatíðni öryggi fjöldans, þá er aukningin þó umtalsvert minni. Frá þessari greiningu, þá voru dregnar eftirfarandi ályktanir:

1. Það er undirliggjandi þrýstingur fyrir fleiri ferðir sem gangandi og hjólandi vegfarendur sem ýtir aftur undir fjölgun slysa.
2. Það er undirliggjandi þrýstingur fyrir færri ökutæki (2,9%) á tímabilinu, sem mun aðeins minnka þrýstinginn á árekstra milli ökutækja og gangandi og hjólandi vegfarenda.
3. Ólínulegt samband milli ferðamagns og slysfjölda bendir til þess að slysfjöldi muni ekki aukast í sama hlutfalli og fjölgun gangandi og hjólandi vegfarenda.

Áhrif þessa á umferðaröryggi frá einstaklings- og kerfissjónarmiði

Það að auka fjölda gangandi og hjólandi vegfarenda er líklegt til að hafa áhrif á fjölda og alvarleika umferðarslysa í framtíðinni. Það þarf þó að skoða þá breytingu úr víðari samhengi en eingöngu fjölda slysa. Á kerfisstigi, þá mun aukinn fjöldi gangandi og hjólandi vegfarenda þrýsta á um fjölgun árekstra milli ökutækja og þessara vegfarendahópa. Á móti kemur, að færri ökutæki munu þrýsta á fækkun þessara slysa. Þetta þýðir að bæði þróun fjölda íbúa (sem hefur áhrif á magn ferða) sem og val á fararmáta mun hafa áhrif á hvernig fjöldi slysa mun þróast í framtíðinni. Fleiri íbúar munu þrýsta á fleiri slyss, en aukin hlutdeild hjólandi vegfarenda í stað ökutækja mun, að öllu öðru óbreyttu, ekki alltaf leiða til aukins fjölda dauðsfalla, slík breyting er þó líkleg til að auka fjölda alvarlegra slysa (Schepers og Heinen, 2013).

Áhrifin öryggi fjöldans gerir það að verkum að það dugar ekki að skoða þetta eingöngu út frá kerfissjónarmiði. Gert er ráð fyrir að einhver hluti áhrifanna séu orsakatengsl. Ef það á við rök að styðjast, þá þýðir það að fjölga þessum vegfarendahópum getur minnkað hlutfallslega hættu gangandi og hjólandi vegfarenda. Það þýðir, að þó svo að slysum fjölgi, þá verður hver og einn vegfarandi öruggari.

Samantekin áhrif eru þau, að aukinn fjöldi gangandi og hjólandi vegfarenda er líklegur til að auka þrýsting á árekstra milli ökutækja og gangandi/hjólandi vegfarenda. Þetta getur leitt til fjölgunar sérstaklega alvarlegra slysa. Það er þó ekki óviðráðanleg afleiðing, þar sem löndum hefur tekist að fækka banaslysum hjólandi vegfarenda samtímis og þeim fjölgar. Til að ná því þá krefst það að bæta öryggi innviða sem og aukna áherslu á þjónustustig. Á þann máta minnkar slyshætta þessara hópa, sem og alvarleiki slysa. Einnig, þar sem bættir innviðir og þjónustustig gera það meira aðlaðandi að ganga og hjóla, þá eykur það hlutdeild þessara fararmáta sem aftur dregur fram jákvæð áhrif öryggi fjöldans sem ekki má rekja til gæði innviða og þjónustu.

Ályktanir

Eftirfarandi ályktanir eru dregnar af þessu verkefni:

1. Það, að skoða slysatölfræði út frá þessum þremur víddum, ferðamagn, slysatíðni og afleiðingum, gefur umtalsvert betri skilning á því hver er raunstaða umferðaröryggis og nauðsynlegt til að geta metið stöðu mismunandi vegfarendahópa.
2. Rannsóknir sýna almennt að það er ólínulegt samband milli fjölda vegfarenda og fjölda slysa hvað varðar gangandi og hjólandi vegfarendur. Þetta þýðir að staðir sem eru með hlutfallslega marga gangandi/hjólandi vegfarendur eru hlutfallslega öruggari en þeir sem eru með hlutfallslega fáa gangandi/hjólandi vegfarendur.
3. Það eru ýmsar kenningar sem gætu útskýrt það að sambandið er ólínulegt. Vissar af þeim eru að aukinn fjöldi vegfarenda leiði til aukins hlutfallslegs öryggis, meðan aðrar að um sé að ræða fylgni þar sem aukinn fjöldi vegfarenda fylgi því að það séu öruggari innviðir. Talið er líklegt að heildaráhrifin séu blanda af þessum mismunandi áhrifum.
4. Aukin hlutdeild gangandi og hjólandi vegfarenda í Reykjavík er líkleg til að ýta undir fjölgun slysa í þessum hópum sé allt annað óbreytt. Aukningin mun þó líklega ekki verða hlutfallslega jafn mikil og fjölgun vegfarenda, og fjölgun banaslysa er ekki óviðráðanleg afleiðing, þar sem reynslan sýnir að hægt er að fækka banaslysum samtímis sem að ferðamagn er aukið ef aðstæður eru bætтар.

Til að auka skilning okkar á þessu, sem og öryggi gangandi og hjólandi vegfarenda þá er æskilegt að í framtíðinni að rannsaka eftirfarandi atriði:

1. Skoða vægi vanskráningar á slysum á Íslandi til að fá bætt heildarmynd af stöðunni, meðal annars einslysa gangandi vegfarenda.
2. Skoða möguleika á gerð slysalíkans út frá íslenskum gögnum varðandi slys og ferðamagn.

1. INNGANGUR

Undanfarin ár, þá hefur átt sér stað aukning í fjölda þeirra sem hjóla innan Reykjavíkur (Gallup, 2018). Það er einnig stefnt á að fjölga þeim sem ganga og hjóla enn meira á komandi árum (Reykjavík, 2014). Í sambandi við þetta, og með tilliti til þess að gangandi og hjólandi vegfarendur eru hlutfallslega óvarðir miðað við þá sem eru í bílum, þá hefur þetta áhrif á hvernig unnið er með samgöngukerfið, þar sem öryggi þessa hópa þarf að veða þungt.

Af þeirri rúmlega einni milljón manns sem látast í umferðinni á ári hverju í heiminum, þá er um það bil helmingurinn óvarðir vegfarendur¹ (WHO, 2015). Ef skoðuð er söguleg slysatölfræði frá Íslandi, þá kemur í ljós að gangandi og hjólandi vegfarendur eru um það bil 36% af þeim sem hafa látist í umferðinni milli ára 1915 til 2014 (Þórðarson, óþekkt ár). Ef við skoðum eingöngu nýrri gögn, þá voru tveir af sextán (12,5%) sem létust árið 2017 gangandi eða hjólandi vegfarendur (Gunnarsson o.fl., 2018). Einnig, þá má gera ráð fyrir að hlutfall gangandi og hjólandi vegfarenda í slysunum sé hærra innan þéttbýlis, en um þriðjungur þeirra sem létust í umferðinni í Reykjavík á árunum 2012 til 2016 voru gangandi eða hjólandi vegfarendur (Kröyer, 2019a).

Ástæða þess að gangandi og hjólandi vegfarendur eru hærra hlutfall látinna innan þéttbýlis en utan þess eru meðal annars að þessir hópar eru umtalsvert algengari innan þéttbýlis. Einnig, þá er samspil milli gangandi og hjólandi vegfarenda og vélknúinna ökutækja (héðan í frá þegar talað er um ökutæki, þá er aðeins verið að fjalla um vélknúin ökutæki, en ekki hjól), oft á tíðum umtalsvert flóknara innan þéttbýlis. Hraðinn innan þéttbýlis er einnig oft á tíðum þannig að bíllinn getur í flestum tilfellum varið þá sem eru inni í þeim, sé notast við réttann öryggisbúnað. Gangandi og hjólandi vegfarendur eru hins vegar viðkvæmari á þessum hröðum, og ef skoðuðu eru þau slys sem voru skráð í Reykjavík á tímabilinu 2012-2016, þá kemur í ljós að um 57% af alvarlegu- og banaslysunum voru með gangandi eða hjólandi vegfarendum (Kröyer, 2019a). Það er því mikilvægt að skoða vel þá þætti sem hafa áhrif á öryggi þessa hópa til að geta unnið markvisst að fækkun þessara slysa.

Fjöldi þeirra sem slasast eða látast í umferðinni er mikilvægur öryggisvísir sem notast er við til að meta árangur og stýra vinnu varðandi umferðaröryggismál. Hins vegar, þá gefur það að skoða aðeins fjölda slysa ófullkomna mynd af stöðu mála. Til að geta unnið markvisst að því að fyrirbyggja þessi slys og auka umferðaröryggi mismunandi hópa, þá eru slysaögn oft greind út frá þremur víddum (Nilsson, 2004): (i) hversu mikið er ferðast, (ii) hverjar eru líkurnar á að lenda í slysi miðað við ferðamagn, og (iii) hverjar verða afleiðingarnar af slysinu ef vegfarandinn lendir í slysi. Með þessu móti þá fæst aukinn skilningur á hvað það er sem veldur því að gangandi og hjólandi vegfarendur standi fyrir svo stóran hluta alvarlegu slysa, sem aftur hefur áhrif á hvernig unnið er að því að fyrirbyggja þau.

Það eru sterk tengsl milli fjölda slysa og fjölda vegfarenda (Elvik og Vaa, 2004). Þeim mun fleiri sem notast við fararmátann, þeim mun fleiri slys munu tengjast við fararmátann. Rannsóknir hafa hins vegar sýnt að þetta samband er ekki línulegt (sjá til dæmis Jacobsen, 2003). Þær

¹ Hugtakið óvarðir vegfarendur (e. unprotected road users) er yfirleitt notað um gangandi vegfarendur, hjólandi vegfarendur og notendur vélknúna hjóla.

benda til þess að staðir þar sem er mikið um gangandi og/eða hjólandi vegfarendur séu með hlutfallslega færri slys á hvern vegfarenda samanborið við staði þar sem þessir hópar eru sjaldgæfari. Þetta fyrirbæri nefnist *safety in numbers*, hér þýtt sem öryggi fjöldans. Þetta hefur vakið upp þær spurningar, hvort það felist í raun aukið öryggi í því að fjölga gangandi og hjólandi vegfarendum eða hvort þetta eigi sér aðrar orsakir, og þá hvernig notast megi við það varðandi uppbyggingu og stjórn samgöngukerfisins.

Hér í þessari skýrslu, þá munum við leggja áherslu á að skoða sambandið milli fjölda slysa á gangandi og hjólandi vegfarendum og fjölda vegfarenda. Við munum lýsa betur þessum þremur víddum, bæði almennt sem og hvernig þær tengjast umferðaröryggi gangandi og hjólandi vegfarenda. Sérstök áhersla verður lögð á rannsóknir sem hafa skoðað tengsl milli slysatíðni og fjölda vegfarenda, fyrirbærið öryggi fjöldans, sem og hvaða kenningar eru til staðar varðandi orsakir þessa fyrirbæris. Vinnan byggir fyrst og fremst á fræðilegri samantekt á rannsóknum sem gerðar hafa verið um þetta málefni. Í ákveðnum tilfellum er þó notast við greiningar á öðrum gagnasöfnum eftir því sem við á hverju sinni. Verkefnið hefur eftirfarandi rannsóknarspurningar:

1. Hvernig lítur sambandið út milli fjölda gangandi og hjólandi vegfarenda annars vegar og hins vegar fjölda slysa?
2. Hvað er talið að liggi að baki því að samband milli fjölda vegfarenda og fjölda slysa er ekki línulegt, og hvaða veikleika hafa slysalíkonin sem sú fullyrðing byggir á?
3. Hvaða áhrif hefur sambandið milli fjölda vegfarenda og fjölda slysa á sýn okkar varðandi umferðaröryggisáhrif af því að fjölga gangandi og hjólandi vegfarendum, og hvernig getum við notfært okkur þessar niðurstöður?

2. UMFANG VANDAMÁLS

Umferðarslys eru umtalsvert vandamál fyrir samfélagið. Fjöldi banaslysa hefur verið að sveiflast á milli 3 til 18 banaslys á tímabilinu 2007 til 2017 (Þórðarson, óþekkt ár, Gunnarsson o.fl., 2018). Ofan á þetta bætist, að á annað hundrað einstaklingar slasast alvarlega í umferðinni á hverju ári (Gunnarsson o.fl., 2018) og að umferðarslys standa fyrir á bilinu 2,8-9,9% af ótímabærum dauðsföllum á Íslandi² (Hagstofan, 2019a).

Gunnarsson o.fl. (2018) skoðuðu skiptingu þeirra sem slösuðust alvarlega eða létust á Íslandi árið 2017 eftir vegfarendahópum. Niðurstöðurnar sýndu að um 10% af þeim sem slösuðust eða létust voru á reiðhjólum og 8% gangandi vegfarendur. Sambærilegar tölur meðal þeirra sem slasaðist alvarlega eða létust voru 16,6% hjólandi vegfarendur og 13,2% gangandi vegfarendur (byggt á tölfræði frá Gunnarsson o.fl., 2018). Ef við skoðum þau slys sem skráð eru á höfuðborgarsvæðinu á tímabilinu 2014 til 2018 (Samgöngustofa, 2019a), þá eru 12,5% af banaslysunum og 49,0% af alvarlegu slysunum þar sem ekið var á gangandi eða hjólandi vegfarenda³, sjá töflu 1. Athygli er vakin á því að einslys hjólandi vegfarenda, sem og tilfelli þar sem hjólandi vegfarandi er talinn hafa hjólað á ökutæki eru hér flokkuð sem önnur slys, og því er um vanmat að ræða. Hlutfall gangandi og hjólandi vegfarenda í alvarlegu slysunum er því umtalsvert hærra innan þéttbýlisins samanborið við allt landið. Það, að hlutur þessara vegfarendahópa sé hærra innan þéttbýlisins er viðbúið, þar sem algengara er að hjólað eða gengið sé innan þéttbýlis.

Tafla 1: Yfirlit yfir slysatölfræði á höfuðborgarsvæðinu fyrir árin 2014-2018. Byggt á skráðum slysum innan landamarka sveitarfélaganna samkvæmt slysaögnum frá Samgöngustofu (2019a).

	Ekið á gangandi eða hjólandi vegfarenda ³	Önnur slys	Samtals
Banaslys	2 (0,21%)	14 (0,07%)	16 (0,07%)
Alvarleg slys	168 (17,4%)	175 (0,8%)	343 (1,5%)
Slys með litlum meiðslum	533 (55,1%)	1 279 (6,0%)	1 812 (8,1%)
Óhapp án meiðsla	265 (27,4%)	19 822 (93,1 %)	20 087 (90,2%)
Samtals	968 (4,3%)	21 290 (95,7%)	22 258 (100%)

Í þessum kafla ætlum við að fjalla um umfang þessa vandamáls og reyna að gefa grófa heildarmynd varðandi stöðu öryggis þessara hópa. Í köflum 2.1 og 2.2 þá munum við fjalla stuttlega um tegundir og umfang mismunandi slysattegunda meðal þessara vegfarendahópa. Í kafla 2.3 munum við fjalla um slysaögn, skráningu þeirra sem og áreiðanleika þeirra gagna. Fyrir dýpri greiningar á slysum á Íslandi þá vísum við í slysskýrslur Samgöngustofu (Gunnarsson o.fl., 2018), skýrslu Rannsóknarnefndar Samgönguslysa um hjólreiðarslys (RNSA, 2014), skýrslur Vegagerðarinnar um slys hjólandi vegfarenda (Vegagerðin, 2016, Halldórsdóttir, 2018) og djúpefni tengt við gerð umferðaröryggisáætlun Reykjavíkur 2019-2023 (Kröyer, 2019a).

² Byggir á gögnum frá Hagstofu Íslands (2019a). Fjöldi ótímabærra dauðsfalla einstaklinga á aldrinum 1 til 74 ára á árunum 2007 til 2017.

³ Samgöngustofa notast við skilgreininguna að ekið hafi verið á óvarinn vegfarenda. Í þessum gögnum þá var í tveimur tilfellum um að ræða árekstur þar sem um var að ræða létt bifhjól eða torfæruhjól. Við fundum hins vegar mörg dæmi þar sem árekstrar milli léttra og/eða þungra bifhjóla var flokkað sem árekstur milli ökutækja. Frá því drögum við þá ályktun að þessi flokkun, þar sem ekið er á óvarinn vegfarenda sé fyrst og fremst hugsaður til að lýsa þeim slysum þar sem ekið er á gangandi eða hjólandi vegfarenda.

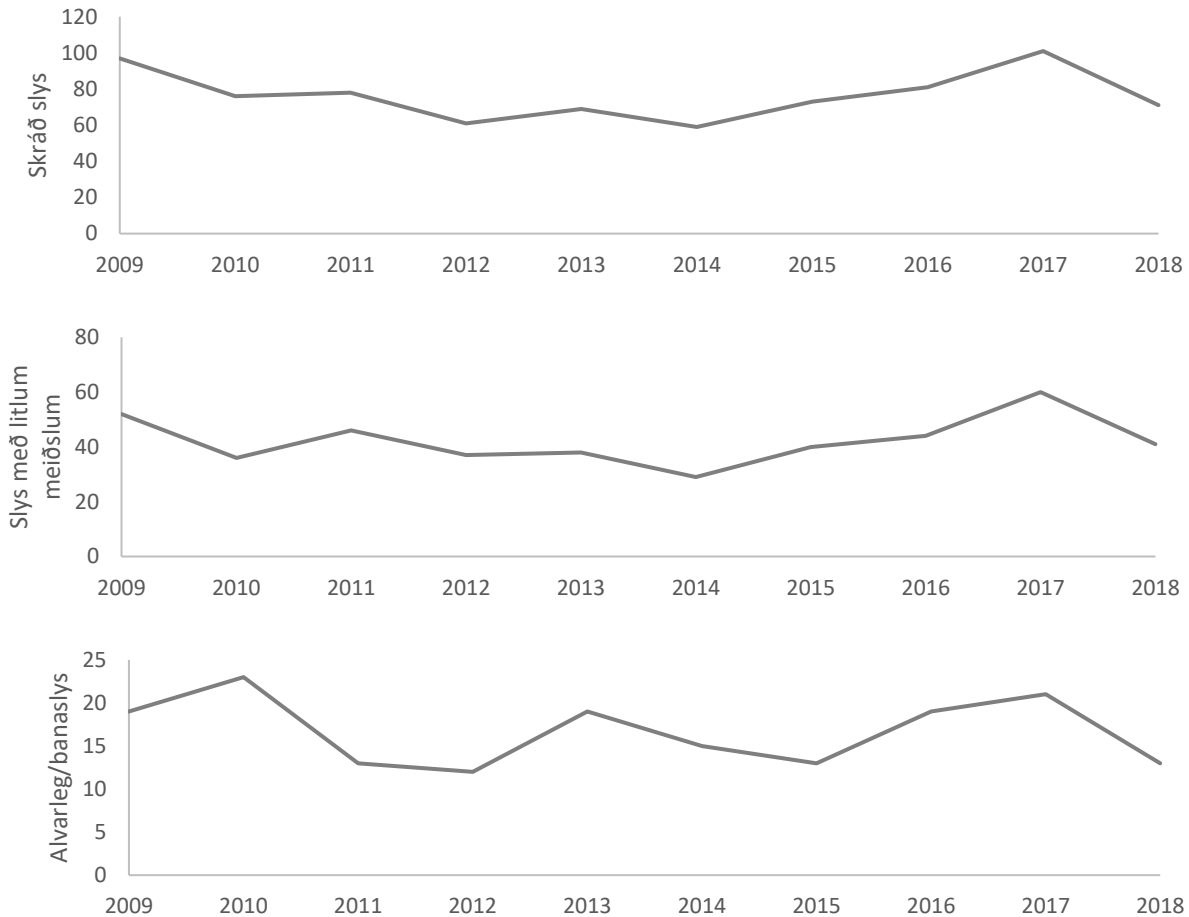
2.1 Slys á gangandi vegfarendum

Slys á gangandi vegfarendum eru einkum tvenns konar, einslys og árekstrar við ökutæki, þar sem einslys gangandi vegfarenda eru almennt ekki skráð í slysagagnagrunninn (nánar verður fjallað um það í kafla 2.3). Við það má þó bæta að það koma einnig fyrir slys þar sem um er að ræða árekstur við hjól, rafmagnsvespu eða annan gangandi vegfarenda. Gera má einnig ráð fyrir að auki notkun rafhlaupahjóla og sambærilegra ferðamáta muni leiða til árekstra milli þessara hópa í framtíðinni. Þess má geta, að slysflokkurinn einslys gangandi vegfarenda inniheldur yfirleitt einnig þá sem eru á línuskautum, hjólabrettum, í hjólastól og þess háttar, en ekki er vitað hvort eða hvernig Samgöngustofa skráir þessi tilfelli. Einslys innihalda yfirleitt einnig slys þar sem um er að ræða árekstur við til dæmis dýr.

Ef við notumst við þær greiningar sem framkvæmdar voru við gerð umferðaröryggisáætlunar Reykjavíkur (Kröyer, 2019a), þá eru um 15% skráðra slysa með meiðslum, árekstrar milli gangandi vegfarenda og ökutækja. Þegar kemur að alvarlegu- og banaslysunum þá stendur þessi slysatagund fyrir 22% af slysunum. Það eru hins vegar, eins og áður var nefnt, engar upplýsingar til um umfang varðandi fjölda einslysa gangandi vegfarenda. Almennt, þá eru fá skráð slys þar sem um er að ræða árekstra milli tveggja eða fleiri gangandi vegfarenda eða árekstra milli gangandi og hjólandi vegfarenda.

Ef notast er við slysakort Samgöngustofu (2019a), og skoðaður fjöldi skráðra árekstra, þar sem ekið er á gangandi eða hjólandi vegfarenda, þá er hægt með skilgreiningu tegundar ökutækja að skoða þróun þessara slysa þar sem ekki var skráð hjól, sem ætti þá að vera lýsandi fyrir fjölda slysa þar sem um er að ræða að ekið var á gangandi vegfarenda (athuga þó að í einhverjum tilfellum getur verið um að ræða að tegund ökutækis hafi ekki verið skráð). Mynd 1 sýnir skráðan fjölda þessara slysa á höfuðborgarsvæðinu milli árána 2009 og 2018. Niðurstöðurnar sýna að það hefur verið ákveðinn breytileiki í fjölda skráðra slysa, en hugsanlega má sjá þróun þar sem fjöldi alvarlegra og banaslysa fækkar.

Þegar unnið er með öryggi gangandi vegfarenda, þá þarf að hafa í huga að þessi hópur er viðkvæmur í árekstrum við ökutæki í því hraðaumhverfi sem finna má innan þéttbýlis, sérstaklega eldri hóparnir (Davis, 2001, Kröyer, 2015a, Rosén og Sander, 2009, Stigsson og Kullgren, 2010). Við þetta má bæta, að 18 af 41 (43,9%) barna yngri en 16 ára sem slasaðist alvarlega í umferðinni í Reykjavík var í slysi þar sem ekið var á gangandi vegfarenda. Sambærileg tala fyrir þá sem eru 65 ára og eldri er 24,1% (Kröyer, 2019a). Þessir tveir af viðkvæmstu hópum samgöngukerfisins eru því hlutfallslega algengir í slysum þar sem ekið var á gangandi vegfarenda.

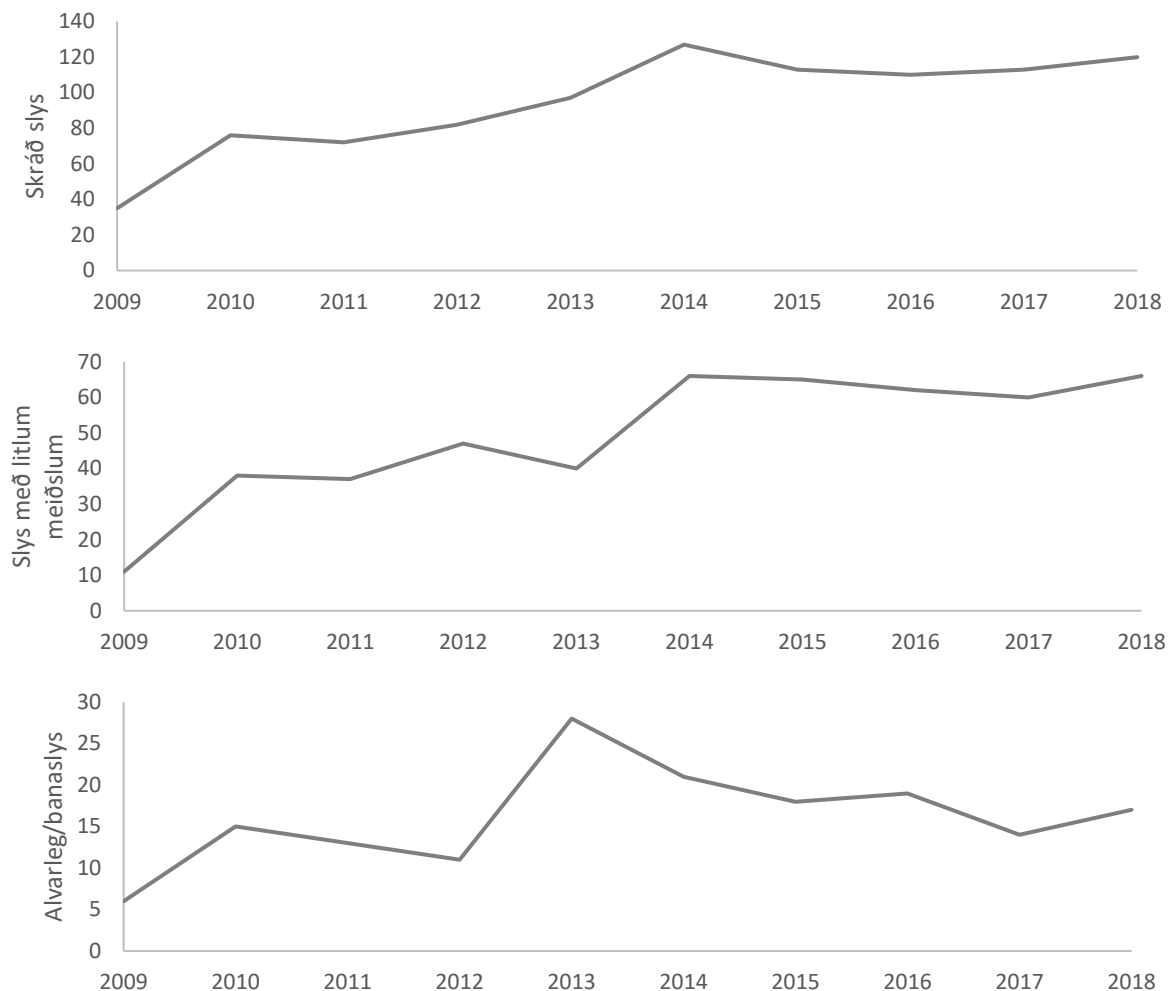


Mynd 1: Fjöldi skráðra slysa þar sem ekið var á gangandi eða hjólandi vegfarenda þar sem reiðhjól var ekki skráð sem ökutæki. Niðurstöðurnar ættu því að vera nokkuð lýsandi fyrir fjölda slysa þar sem ekið var á gangandi vegfarenda. Byggir á gögnum frá Samgöngustofu (2019a).

2.2 Slysa á hjólandi vegfarendum

Slys á hjólandi vegfarendum eru einkum einslys og árekstrar við ökutæki. Einnig, þá eiga sér stað árekstrar við aðra hjólandi vegfarendur sem og við gangandi vegfarendur. Þessi flokkur telur yfirleitt einnig þá sem eru á rafhjóli.

Ef notast er við þau slys sem eru skráð á slysakort Samgöngustofu (2019a) á höfuðborgarsvæðinu, þar sem reiðhjól er skráð sem eitt af ökutækjunum, þá finnum við 644 slys. Þar af voru 578 þar sem slysatagundin var skráð sem ekið á óvarinn vegfarenda (gangandi eða hjólandi vegfarenda). Mynd 2 sýnir þróun fjölda slysa þar sem ekið var á hjólandi vegfarenda eftir alvarleika meiðsla (út frá þessum 578 slysum). Ef við gefum okkur að þessi aðferðarfræði gefi okkur rétta mynd af skiptingu slysa milli gangandi og hjólandi vegfarenda, þá má sjá skýr merki um aukningu í fjölda slysa á árunum 2009 til 2014, en fjöldi slysa er jafnari eftir það. 68,5% af þessum slysum voru með meiðslum, og 16,0% voru alvarleg slys eða banaslys. Gögnin benda því til þess að hlutfall hjólandi vegfarenda sem slasast alvarlega eða látast í slysum sé umtalsvert hærra en í öðrum slysatagundum þar sem ekki er um gangandi eða hjólandi vegfarenda að ræða.



Mynd 2: Fjöldi skráðra slysa þar sem ekið var á óvarinn vegfarenda þar sem tegund ökutækis var skráð sem reiðhjól eða hjól með hjálparvél. Byggir á gögnum frá Samgöngustofu (2019a).

Við gerð umferðaröryggisáætlunar Reykjavíkur, þá höfðum við aðgang að nákvæmari gögnum fyrir árin 2012 til 2016. Niðurstöður þeirra sýna að meirihluti skráðra slysa hjólandi vegfarenda eru árekstrar við ökutæki, eða samtals 12% af öllum skráðum slysum með meiðslum (Kröyer, 2019a), meðan um 10% af slysunum með meiðslum voru einslys. Hlutfallið snýst þó við þegar kemur að alvarlegu slysunum og banaslysunum, þar sem einslysinn og árekstrar við aðra óvarða vegfarendur standa fyrir um 20% slysa, meðan árekstrar við ökutæki standa fyrir um 15% slysa (Kröyer, 2019a). Hér má einnig nefna, að af þeim 41 barni sem voru 16 ára eða yngri og slösuðust alvarlega í umferðinni í Reykjavík, þá slösuðust 15 (36,6%) þeirra í hjólreiðarslysi (Kröyer, 2019a). Rannsókn Rannsóknarnefndar samgönguslysa (RNSA, 2014) bendir í sömu átt, þar sem þessi slys eru mjög algeng meðal barna, sérstaklega drengja á aldrinum 10 til 14 ára. Sambærileg tala meðal þeirra sem eru 65 ára eða eldri var 20,7% (Kröyer, 2019a). Unger o.fl. (2018) skoðaði slys sem voru skráð á neyðarmóttökum á Íslandi á árunum 2005 til 2010, ekki er vitað hvort um sé að ræða allar neyðarmóttökur á landinu. Niðurstöður hennar sýndu að algengasta orsök meiðslanna voru fallslys, en einnig voru árekstrar við ökutæki, aðra hjólandi vegfarendur, sem og gangandi vegfarendur. Við allar þessar rannsóknir ber að hafa í huga að mismunandi vanskráning milli slysatægunda getur haft umtalsverð áhrif, þar sem rannsóknir eins og þær sem framkvæmdar voru af RNSA (2014) og Unger o.fl. (2018) aðstoða við að fá bætta heildarmynd, sérstaklega varðandi slys þar sem ekki var um að ræða neitt ökutæki.

Þó svo að einslys séu mjög algeng, og umtalsverður hluti alvarlegra slysa þá eru þau almennt talin vera ólíklegri til að leiða til alvarlegra meiðsla samanborið við árekstra við ökutæki (Langley o.fl., 2003, Schepers o.fl., 2013, Sze o.fl., 2011). Yfirleitt, þá eru banaslys hjólandi vegfarenda í árekstrum við ökutæki. Rétt er þó að taka fram, að þó svo að dauðsföll í einslysum séu sjaldgæfari, þá kemur það fyrir. Erlendar rannsóknir sýna að um fjórðungur banaslysa hjólandi vegfarenda séu einslys (Ekström og Linder, 2017), og að hlutfallið sé töluvert hærra innan þéttbýlis en utan þéttbýlis (Stigsson, 2019).

Eins og með gangandi vegfarendurna, þá þarf að leggja mikla áherslu á öryggi hjólandi vegfarenda innan þéttbýlis (sem og utan þess). Þessi hópur er viðkvæmur í slysum í því hraðaumhverfi sem er innan þéttbýlis (Krøyer, 2015b, Rosén, 2013), og stendur fyrir umtalsverðan hluta þeirra sem slasast alvarlega. Það er einnig svo að hjólreiðar hafa aukist í Reykjavík undanfarin ár, sem ýtir undir fjölgun slysa.

2.3 Skráning umferðarslysa, gæði gagna og vanskráning

Grunngögn fyrir slysa greiningar á Íslandi eru yfirleitt slysa gagnagrunnur Samgöngustofu. Sá grunnur byggir á skráðum slysum hjá Ríkislögreglustjóra sem og slysum tilkynntum til Aðstoð og öryggi (Samgöngustofa, 2019b). Til að slys teljist formlega sem umferðarslys þá þarf slysið að uppfylla eftirfarandi skilgreiningu:

„Þar sem a.m.k. eitt ökutæki á hreyfingu á aðild að slysi á opinberum vegi, einkavegi eða svæði sem opið er almennri umferð“ (Reglugerð Nr. 763, 2013).

Mikilvægt er að hafa í huga að ekki öll slys eru skráð, sem og að slysa gögn eru ófullkomin og mismiklar upplýsingar skráðar. Þetta getur til dæmis átt við um ástand hjólbarða, notkun öryggisbúnaðar, ástand ökumanns og svo framvegis, sem og þeirra þátta sem aðilar slyssins eru ósammála um, eða vilja af einhverjum ástæðum halda leyndum. Það er því mikilvægt að hafa í huga áreiðanleika upplýsinga og þær óvissur sem það skapar við allar greiningar.

2.3.1 Óskráð slys

Skilgreiningin hér að ofan á hvað sem telst umferðarslys útilokar að ákveðin slys séu skráð. Þar af leiðandi fáum við að hluta til skekka mynd af raunverulegri stöðu mála. Slys þar sem aðeins var um gangandi vegfarenda að ræða eru almennt ekki tekin með í slysa gagnagrunninn. Þetta er að sumu leiti óæskilegt, þar sem það, að ganga er einn af lykil fararmátunum og í raun hluti af öllum ferðum. Hver einasta ferð byrjar og endar sem gangandi vegfarandi, og til að fá rétta mynd af öryggi mismunandi fararmáta þá er nauðsynlegt að taka þann hluta með. Gott dæmi um hvernig það, að við vitum ekki um einslys gangandi vegfarenda hefur áhrif á sýn okkar eru almenningsamgöngur. Almennt, þá er talið að almenningsamgöngur séu hlutfallslega öruggar. Til að notast við almenningsamgöngur þá þarf hins vegar yfirleitt að ganga til og frá stoppistöðvum, en norrænar rannsóknir benda til þess að ef tekið er tillit til allrar ferðarinnar, þá eru algengustu slysin í tengslum við ferðina fallslys á leið til og frá stoppistöð, fall í eða við það að fara inn í strætisvagn og árekstrar við ökutæki á leið til eða frá stoppistöð (Berntman o.fl., 2012, Jørgensen, 1996, Vaa, 1993). Þegar slysa gögn innihalda ekki einslys, þá missum við því af hluta þeirra slysa sem á sér stað í tengslum við valið á ferðamáta. Þar af leiðandi er raunhætta vanmetin. Ef tekið er tillit til ferðarinnar til og frá stoppustöðvarinnar, þá er

mismunandi hvort það að notast við almenningssamgöngur sé öruggara eða óöruggara enn að notast við einkabíl (Berntman o.fl., 2012, Jørgensen, 1996).

Ef við skoðum sænska slysagagnagrunninn, en þar hafa þessi slys verið að einhverju leiti skráð síðustu tvo áratugina, þá kemur í ljós að einslys gangandi vegfarenda eru umtalsvert öryggisvandamál. Um það bil helmingur af gangandi og hjólandi vegfarendum sem fengu lítil meiðsli, um 41% af þeim sem slasaðist alvarlega og um 19% af þeim sem létust, voru í einslysum (Krøyer, 2015c). Bjordal (2019) skoðaði aðstæður í Þrándheimi í Noregi og reyndi að meta umfang einslysa gangandi vegfarenda út frá sænskri slysatölfræði, en einslys gangandi vegfarenda er ekki heldur skráð í Noregi. Niðurstaðan var að áætlaður fjöldi einslysa gangandi vegfarenda í Þrándheimi sé að stærðargráðunni 340 til 530 slys á ári, en íbúar Þrándheims eru um 183 þúsund (SSB, 2019). Það, að notast við slysatölfræði frá öðrum löndum til að áætla fjölda slysa hefur augljóslega sínar takmarkanir. Það getur þó, með öllum þeim takmörkunum sem því fylgir, gefið grófar hugmyndir um hugsanlega stærðargráðu vandamáls þegar ekki eru aðgengileg gögn frá landinu sjálfu.

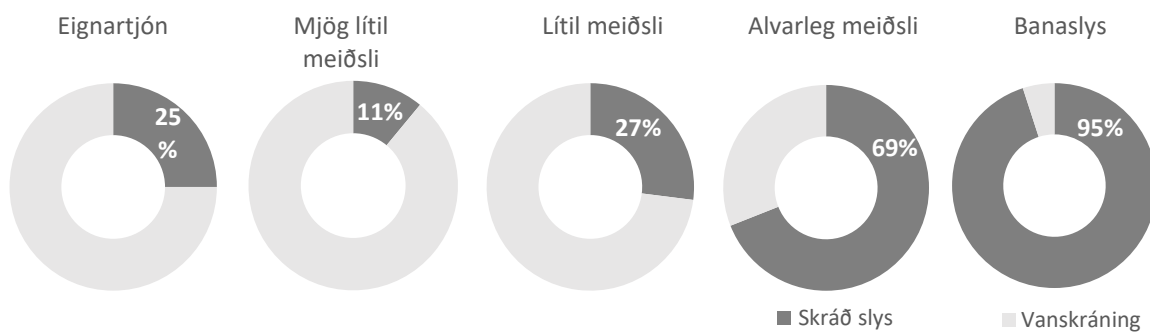
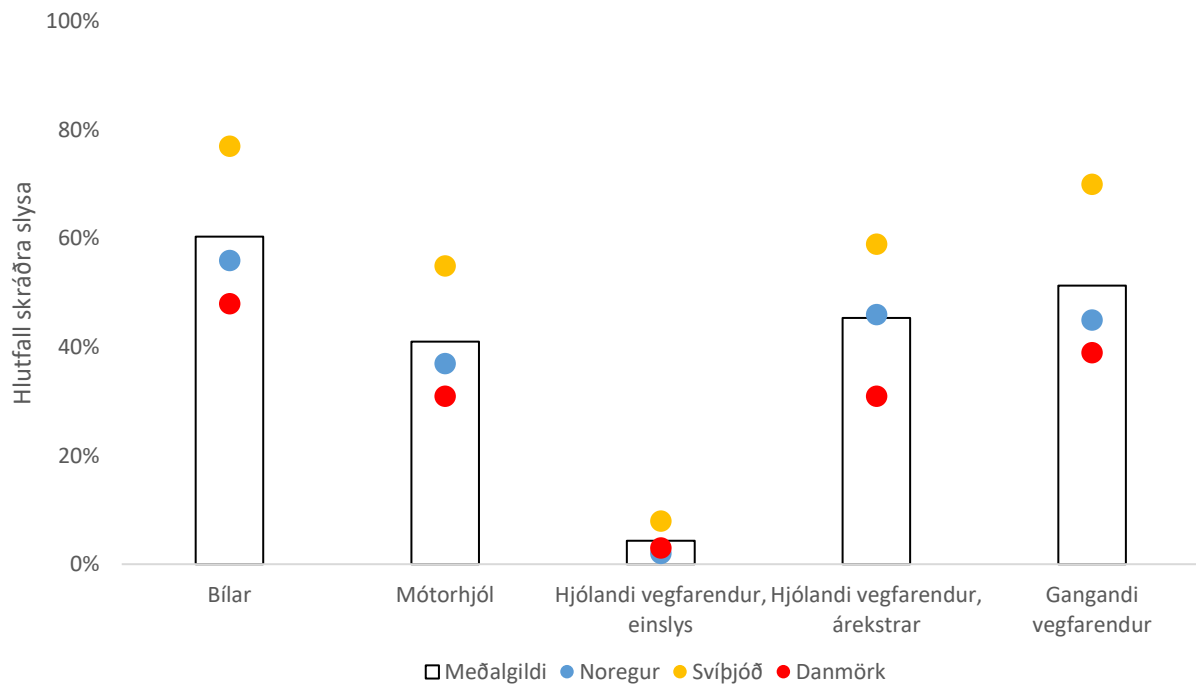
2.3.2 Almenn vanskráning

Ef við snúum okkur nú að öðrum slysategundum, þá tilkynna ekki allir slys til lögreglu eða þeirra sem sjá um slysskráningar, sem og að gera má ráð fyrir að einhver slys tynist í skráningarferlinu. Það má því gera ráð fyrir ákveðinni vanskráningu á fjölda slysa í slyssagagnagrunnum. Að því við best getum séð, þá er ekki til neitt almennt mat á vanskráningu slysa á Íslandi. Rannsóknarnefnd umferðarslysa bar saman skráningar slysa á sjúkrahúsum og sýndi að þar voru skráðu um 500-600 hjólreiðarslys á ári, en fjöldi þeirra sem var skráður í slyssagagnagrunninn var um 10% af heildarfjöldanum (RNSA, 2014). Til samanburðar má nefna að á árunum 2012-2016, þá voru skráð að meðaltali rúmlega 26 einslys á hjólandi vegfarendum á ári í Reykjavík (Krøyer, 2019a). Það er því augljóst að um umtalsverða vanskráningu er að ræða.

Elvik og Mysen (1999) skoðuðu vanskráningu slysa í 13 löndum. Niðurstöðurnar benda til þess að umfang vanskráningar sé mjög mismunandi eftir löndum, vegfarendahópum sem og alvarleika meiðsla, sjá mynd 3. Hafa ber í huga að þessar tölur eru áætlanir út frá ákveðnum aðferðarfræðum, meðan í raun þá er engin leið til að ákvarða nákvæmlega hve stór vanskráningin er, hvað þá hvert hugsanlegt stig vanskráningar slysa á Íslandi gæti verið. Þessi mismunandi vanskráning eftir því um hvers konar slys er að ræða mun augljóslega leiða til þess að slysatölfræðin gefur okkur ekki fullkomlega rétta mynd af raunverulegu ástandi mála.

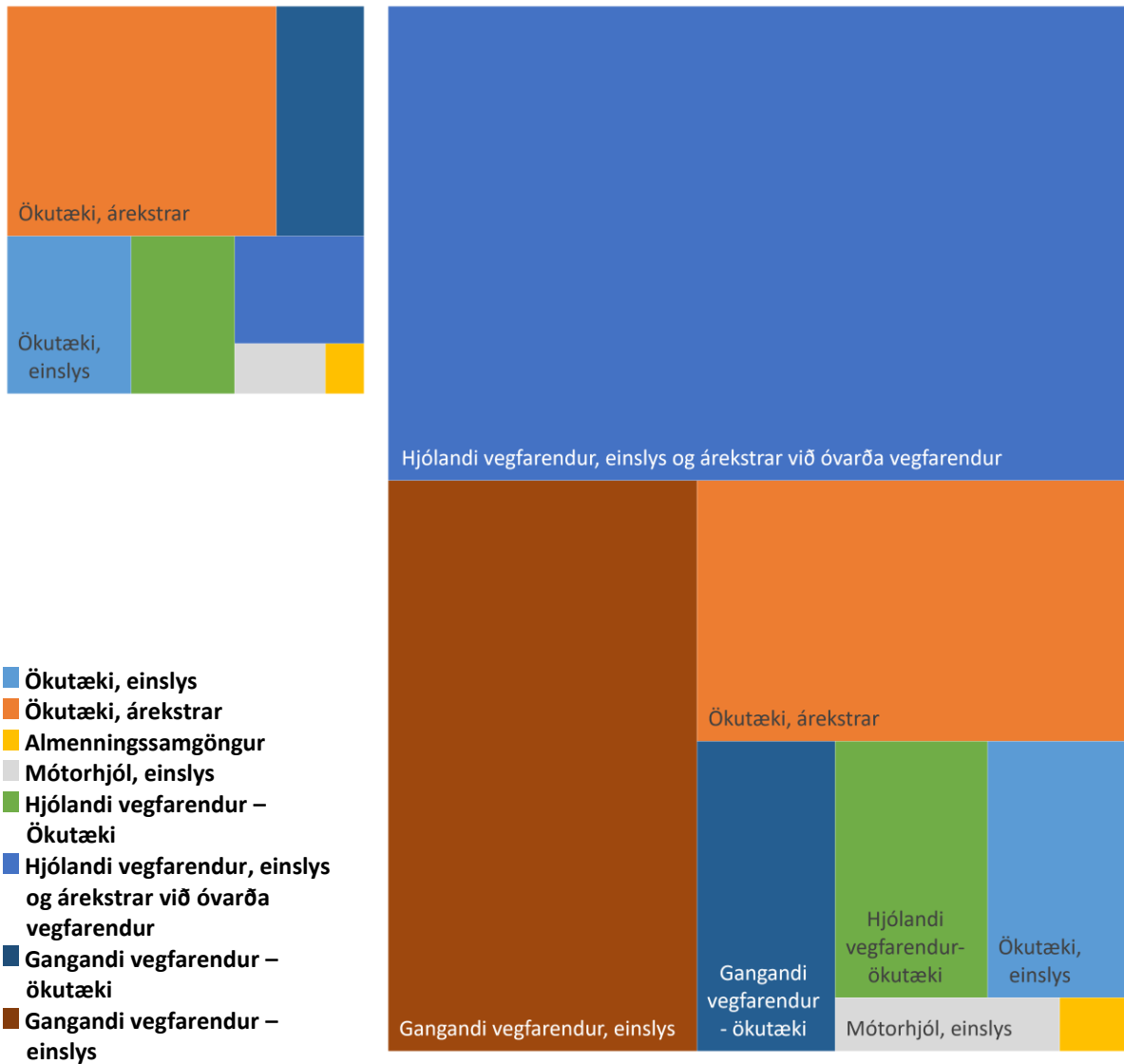
Ef við notumst við rannsóknir Elvik og Mysen (1999) varðandi vanskráningu mismunandi slysategunda, og aðferðarfræði Bjordal (2019) til að áætla fjölda einslysa gangandi vegfarenda, og berum saman við skiptingu skráðra slysa í Reykjavík (Krøyer, 2019a), þá fáum við grófan samanburð á því hvernig raunverulegur fjöldi slysa gæti litið út samanborið við fjölda skráðra slysa, sjá mynd 4. Þetta sýnir að við vitum aðeins um hluta slysa sem eiga sér stað. Einnig, þá er hlutdeild einslysa á gangandi og hjólandi vegfarenda mun hærra í raun en slysatölfræðin gefur til kynna. Þetta leiðir til þess að við líklega vanmetum umfang og mikilvægi þessa hóps og slysa samanborið við aðra vegfarendahópa. Tekið skal fram að þessar niðurstöður eru háð umtalsverðum óvissum. Hér er verið að beita erlendum áætlunum um vanskráningu á íslensk gögn, þar sem ekki er víst að sú vanskráning sem erlendar rannsóknir sýna, gefi rétta mynd af aðstæðum á Íslandi. Ef vanskráningin er í raun á sama stigi og í Svíþjóð, þá er fjöldi slysa

ofmat, ef vanskráningin er á sama stigi og hún var í Danmörku þá er þetta verulegt vanmat. Án íslenskra rannsókna, þá er erfitt að áætla raunverulegt umfang vanskráningar er hér á landi. Þessar niðurstöður eru því aðeins til að gefa grófa hugmynd um raunverulega stöðu mála.



Mynd 3: Samanburður á vanskráningu slysa eftir tegund slysa (efri myndin) og eftir alvarleika þeirra (neðri myndin). Byggir á niðurstöðum Elvik og Mysen (1999).

Í niðurstöðum Elvik og Mysen (1999) þá er ekki sýnt mat á vanskráningu mismunandi slysatægunda eftir alvarleika. Jonsson o.fl. (2011) birtu það grafískt, þar sem kemur fram að þegar kemur að árekstrum ökutækja við gangandi og hjólandi vegfarendur, þá eru líkur á því að vanskráningin sé umtalsvert minni þegar kemur að alvarlegum og banaslysum samanborið við önnur meiðsli. Hins vegar eru ekki sýnd nein tölugildi sem notast mætti við þess háttar samanburð.

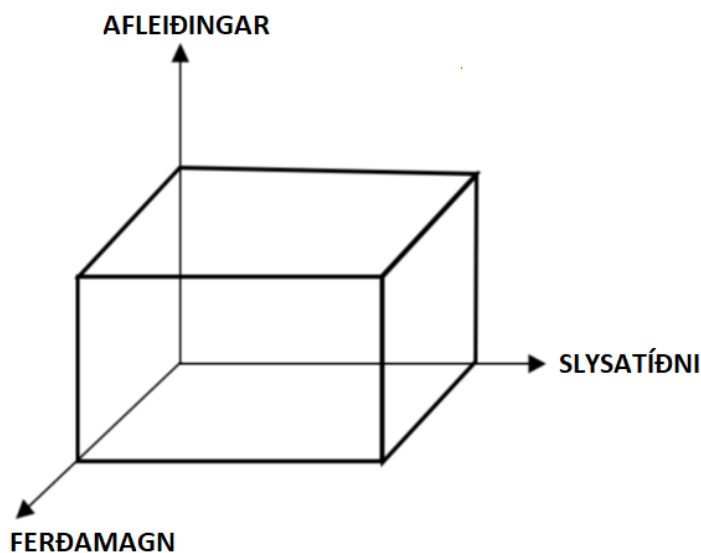


Mynd 4: Grafískur samanburður á skráðum fjölda slysa með meiðslum (Kröyer, 2019a) og stærðargráðu raunverulegs fjölda slysa og skiptingu miðað við mat frá Elvik og Mysen (1999) um vanskráningu mismunandi slysatægunda. Stærð mismunandi kassa táknar fjölda slysa í þeim slysaflokki. Myndin til vinstri sýnir fjölda skráðra slysa í Reykjavík á árunum 2012-2016, meðan myndin til hægri sýnir áætlaðan raunfjölda slysa ef tekið væri tillit til vanskráningar. Til að áætla fjölda einslysa gangandi vegfarenda, þá er notast við hlutfall milli einslysa gangandi vegfarenda og fjölda árekstra milli ökutækja og gangandi vegfarenda úr sænska slysaagnagrunninum árið 2013 (Kröyer, 2015c). Fyrir slys í almenningsamgöngum þá er notast við sömu vanskráningu og fyrir árekstra ökutækja og árekstrar milli ökutækja og mótorhjóla falla undir ökutæki, árekstrar. Flatarmál feringanna lýsir fjölda slysa.

3. MIKILVÆGI FJÖLDA VEGFARENDARNA OG FJÖLDA SLYSA

Til að mæla umferðaröryggi, eða það tjón sem við borgum fyrir ferðamáta okkar, þá er oft notast við fjölda slysa eða fjölda þeirra sem slasast alvarlega eða látast í slysum, eins og gert var hér að ofan. Slíkar upplýsingar gefa okkur hugmyndir um hve umfangsmikið vandamálið er. Hrár fjöldi skráðra slysa er þó ekki endilega alltaf lýsandi fyrir raunverulega stöðu umferðaröryggis og getur ein og sér gefið ófullkomna mynd af stöðu öryggis. Að eingöngu horfa á fjölda slysa gefur ekki endilega rétta mynd af öryggi eða hversu hættulegur ákveðinn fararmáti eða ákveðin hegðun er.

Við skulum taka dæmi. Ef við skoðum alvarleg slys, þá sést að í slysgögnum Samgöngustofu fyrir árið 2017, þá voru 59,0% af þeim sem slösuðust alvarlega eða létust í umferðarslysum staðsettir í bíl, meðan 8,8% voru á bifhjólum og 29,8% voru gangandi eða hjólandi vegfarendur, 2,4% voru skráðir sem annað (byggt á gögnum frá Gunnarsson o.fl., 2018). Slíkar tölur geta gefið í ljós að stærsta vandamálið séu þeir sem eru í ökutækjum, meðan aðrir vegfarendahópar séu „öruggari“. Þessar upplýsingar eru vissulega mikilvægar upp á hvernig unnið er með umferðaröryggismál. En þær geta einnig verið blekkjandi, þar sem þær fela þá staðreynd að umtalsvert meira ferðamagn er á bílum en sem gangandi eða hjólandi vegfarendur. Þetta er sérstaklega varasamt þegar kemur að sjaldgæfum fararmátum. Að bera saman og ákvarða öryggi mismunandi ferðamáta eingöngu út frá fjölda slysa er að sumu leiti sambærilegt við að ætla að skilja stöðu öryggismála í Noregi og Íslandi með því bera saman heildarfjölda banaslysa á Íslandi og í Noregi. Til að geta dregið einhverja ályktun út frá þeim samanburði þarf að taka tillit til fleiri þátta en eingöngu heildarfjölda slysa. Í þessum kafla þá ætlum við að breikka umfjöllun okkar og fjalla um öryggi út frá þremur viddum, ferðamagn, slysatíðni og afleiðingum (Nilsson, 2004) og hvernig það hjálpar okkur við að fá aukinn skilning á stöðu mála.



Mynd 5: Grafísk uppsetning á mikilvægi ferðamagns, slysatíðni og afleiðinga upp á fjölda slysa.

3.1 Fjöldi slysa, ferðamagn, slysatíðni og afleiðingar slysa

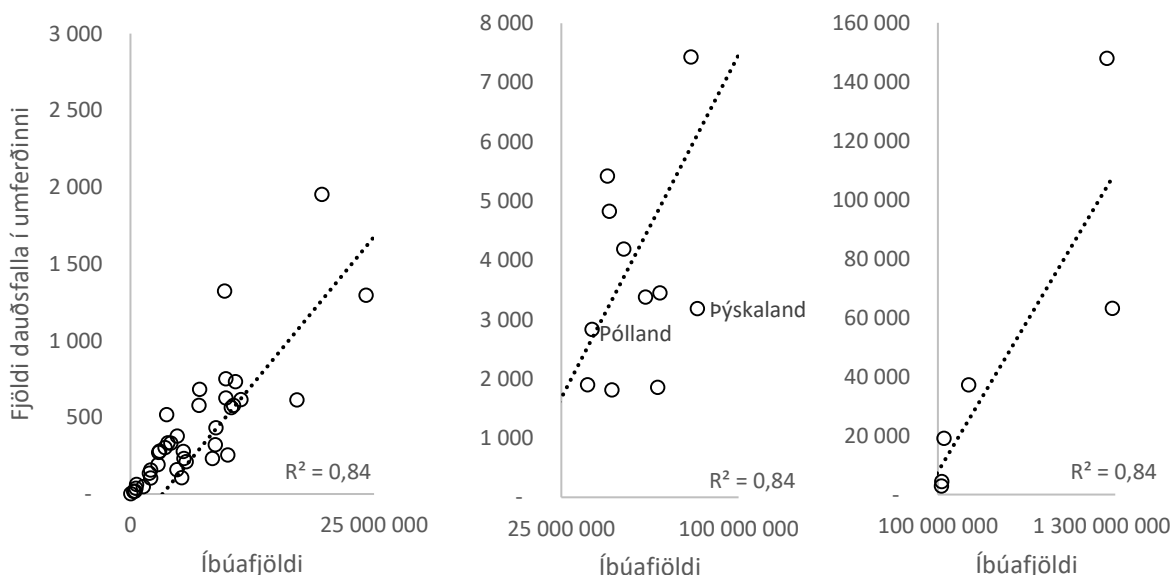
Fjöldi slysa er háður (i) hve mikið við ferðumst (e. Exposure), hér kallað ferðamagn, (ii) slysatíðni (e. Risk) sem lýsir því hve hættulegt það er að ferðast á hverja ferðaeiningu, og (iii) afleiðingum slysa (e. Consequence), sem lýsir því hve miklar líkur eru á að slys verði ákveðið alvarlegt ef það á sér stað. Ef ferðamagn er margfaldað með slysatíðni þá fáum við fjölda slysa, ef fjöldi slysa er svo aftur margfaldaður með afleiðingum þá fáum við fjölda slysa með ákeðnu óhappastigi. Mynd 5 sýnir grafíska uppsetningu á þessu, þar sem rúmmál kassans táknar fjölda slysa eða einstaklinga út frá alvarleika

meiðsla eða slysa. Hér í framhaldinu munum við fara dýpra ofan í þessar þrjár víddir og hvernig skoða má slysatölfræði út frá þeim.

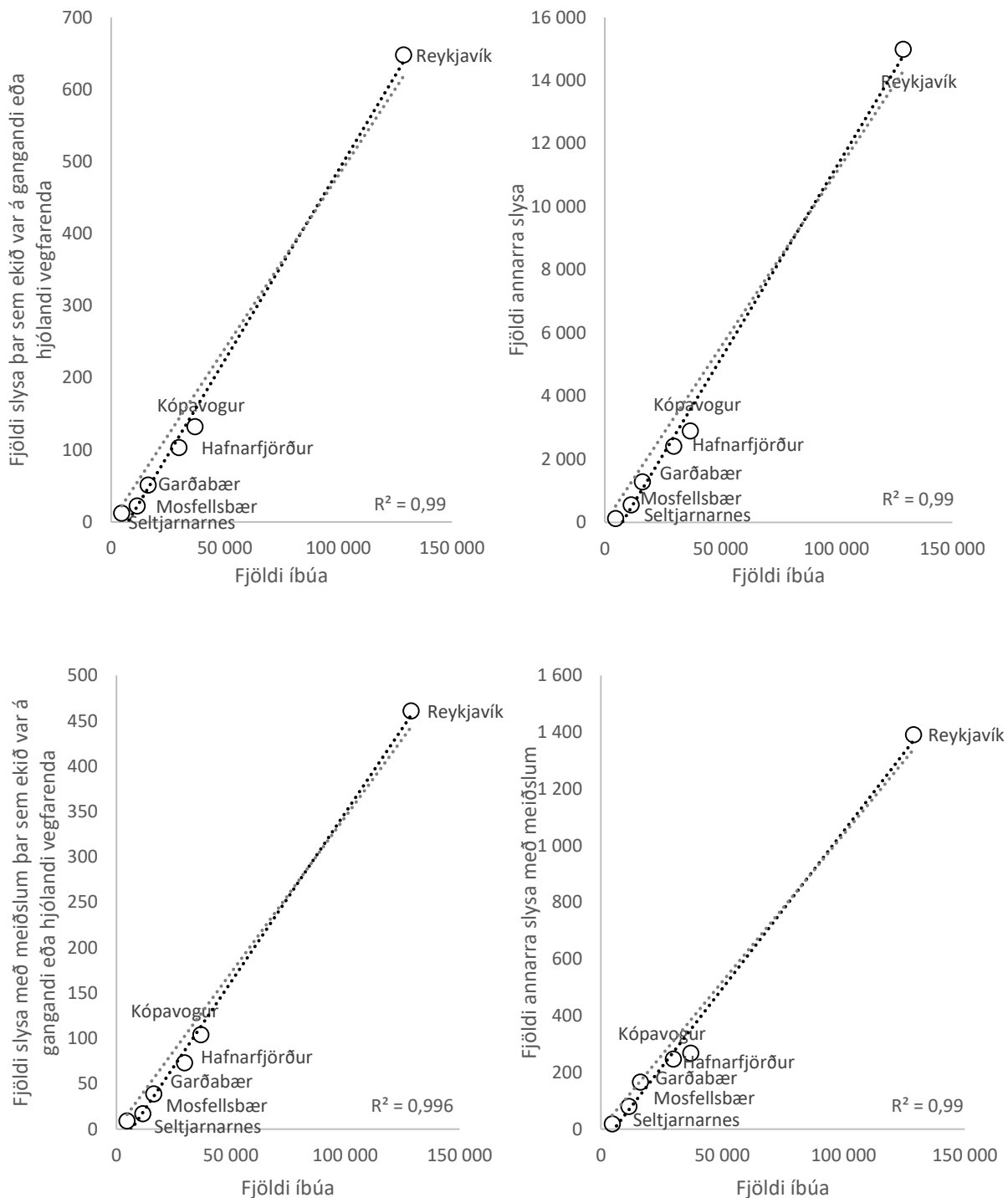
3.1.1 Ferðamagn

Hvert skipti sem er ferðast þá skapast ákveðin hættu á að lenda í slysi. Það má því gera ráð fyrir að þeim mun meira sem er ferðast, þeim mun líklegra er að lenda í slysi. Leiða má líkur að því að sá sem keyrir fimm sinnum á ári milli Reykjavíkur og Akureyrar sé líklegri til að lenda í að minsta kosti einu slysi á þessum fimm ferðum en sá sem ekur þessa leið aðeins einu sinni á ári. Það er, ferðamagn hefur áhrif á fjölda slysa. Ferðamagn er oft formlega skilgreint það ferðamagn sem á sér stað þar sem slys getur átt sér stað (Elvik o.fl., 2009). Þessi formlegu skilgreiningu skal þó ekki sjá sem takmarkandi, þar sem skortur á viðeigandi gögnum krefst þess að oft þarf að miðast við aðra kvarða á ferðamagn. Hvaða kvarði er valinn er háð gögnum sem og því hvernig maður skilgreinir slysatíðni. Í vissum tilfellum, þá er notast við mjög grófan kvarða, til dæmis mannfjölda. Almennt er þó æskilegast að kvarðinn lýsi sem best því ferðamagni sem er með beinasta tengingu við það sem orsakar slys, samanber skilgreiningu Elvik o.fl. (2009) hér að ofan.

Ferðamagn er einn af mikilvægustu þáttunum til að útskýra breytileika í fjölda slysa, þar sem það útskýrir oft meirihluta dreifninnar í gögnunum (Elvik og Vaa, 2004, Greibe, 2003). Þetta gerir það að verkum, að það sem eykur ferðafjölda er líklegt til að auka fjölda slysa. Sem dæmi um það, þá sýnir mynd 6 samanburð á fjölda banaslysa eftir löndum miðað við íbúafjölda fyrir 55 ríki (þar af 39 Evrópuríki). Niðurstöðurnar sýna sterkt samband milli fjölda íbúa og fjölda banaslysa í umferðinni. Niðurstöðurnar sýna einnig að mjög mismunandi er hvar ríkin lenda miðað við línuna, en það er sökum þess að fólksfjöldi er mjög ónákvæmt mat á ferðamagni, sem og að ýmsir aðrir þættir spila inn í. Við sáum til dæmis að Pólland er með næstum því jafn mörg dauðsföll og Þýskaland, meðan fjöldi Þjóðverja er tvöfaldur fjöldi Pólverja. Ástæða þess er meðal annars að samgöngukerfin eru misörugg og misþróuð eftir löndum.



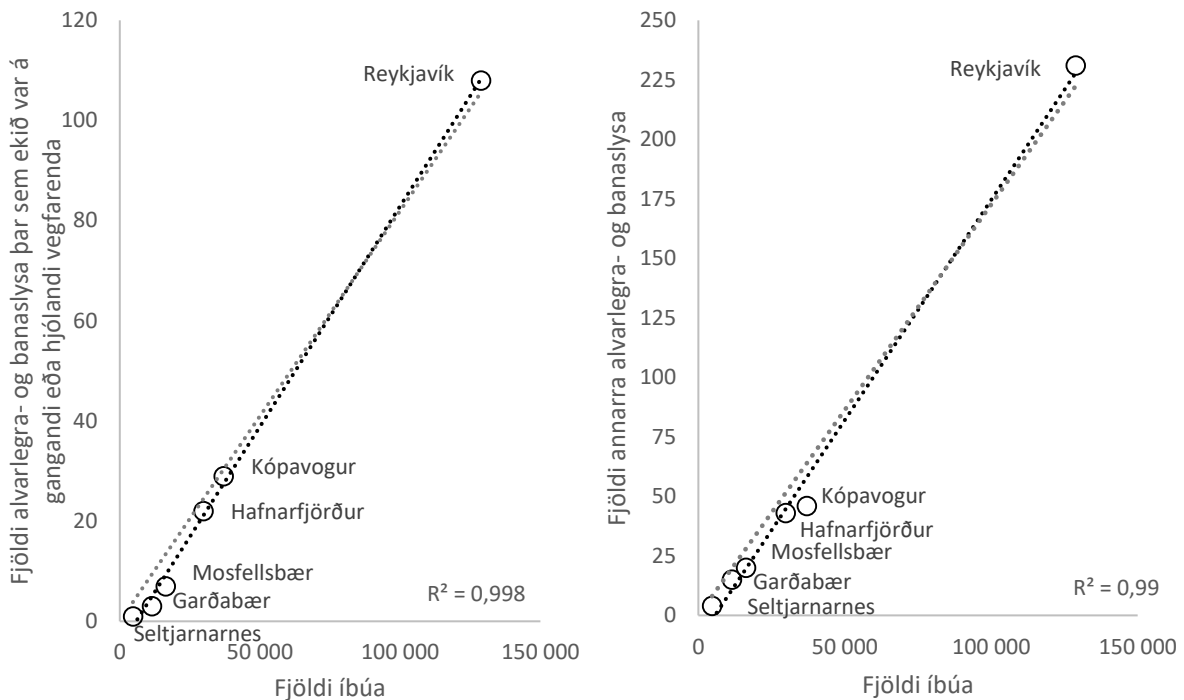
Mynd 6: Fjöldi dauðsfalla í umferðinni miðað við fjölda íbúa. Myndin byggir á gögnum frá ITF 2019, EUROSTAT, 2019 og Alþjóðabankanum, 2019. Athygli er vakin á því að skalarnir eru mismunandi milli myndanna.



Mynd 7: Fjöldi slysa þar sem ekið var á gangandi eða hjólandi vegfarenda (vinstri) og fjöldi annarra slysa (hægri) út frá íbúafjölda sveitarfélaga. Efri myndirnar sýna tölur fyrir öll slys, en neðri myndirnar fyrir slys með meiðslum. Svarta línan sýnir línulega aðhvarfsgreiningu, meðan grúa línan sýnir þegar línulega aðhvarfsgreiningin sem er þvinguð gegnum núllpunktinn. Byggir á gögnum frá Samgöngustofu (2019a) og Hagstofunni (2019b).

Myndir 7 og 8 sýna sambærilegan samanburð fyrir sveitarfélög á höfuðborgarsvæðinu. Eins og þegar fjöldi dauðsfalla í umferðinni var borinn saman við fjölda íbúa mismunandi landa, þá fáum við hér línulegt samband. Slysin eru fleiri í sveitarfélögunum sem eru með fleiri íbúa, þar sem sveitarfélögin virðast liggja nokkuð nærri línunni. Greiningin bendir í fljótu bragði ekki til þess að eitthvert sveitarfélag sé með hlutfallslega óeðlilega háan slysafjölda. Það er athyglisvert að í þessum niðurstöðum, þá liggja sveitarfélögin almennt nær línunni en þegar

notast var við erlenda samanburðinn. Hugsanlegar orsakir eru annars vegar að erlendi samanburðurinn byggir eingöngu á dauðsföllum meðan íslensku gildin byggja á mismunandi óhappastigum. Önnur hugsanleg skýring er að þetta séu áhrif af því að samgönguinnviðir, hlutdeild mismunandi ferðamáta, og hegðun er hlutfallslega svipuð milli sveitarfélaga höfuðborgarsvæðisins samanborið við þegar borin eru saman ríki heimsins. Það er ekki sjálfgefið að minni sveitarfélög úti á landi muni falla jafn vel að þessari línu.



Mynd 8: Fjöldi slysa sem voru alvarleg slys eða banaslys þar sem ekið var á gangandi eða hjólandi vegfarenda (vinstri) og fjöldi annarra slysa (hægri) út frá íbúafjölda sveitarfélaga. Svarta línan sýnir línulega aðhvarfsgreiningu, meðan gráa línan sýnir þegar línulega aðhvarfsgreiningin er þvinguð gegnum núllpunktinn. Byggir á gögnum frá Samgöngustofu (2019a) og Hagstofunni (2019b).

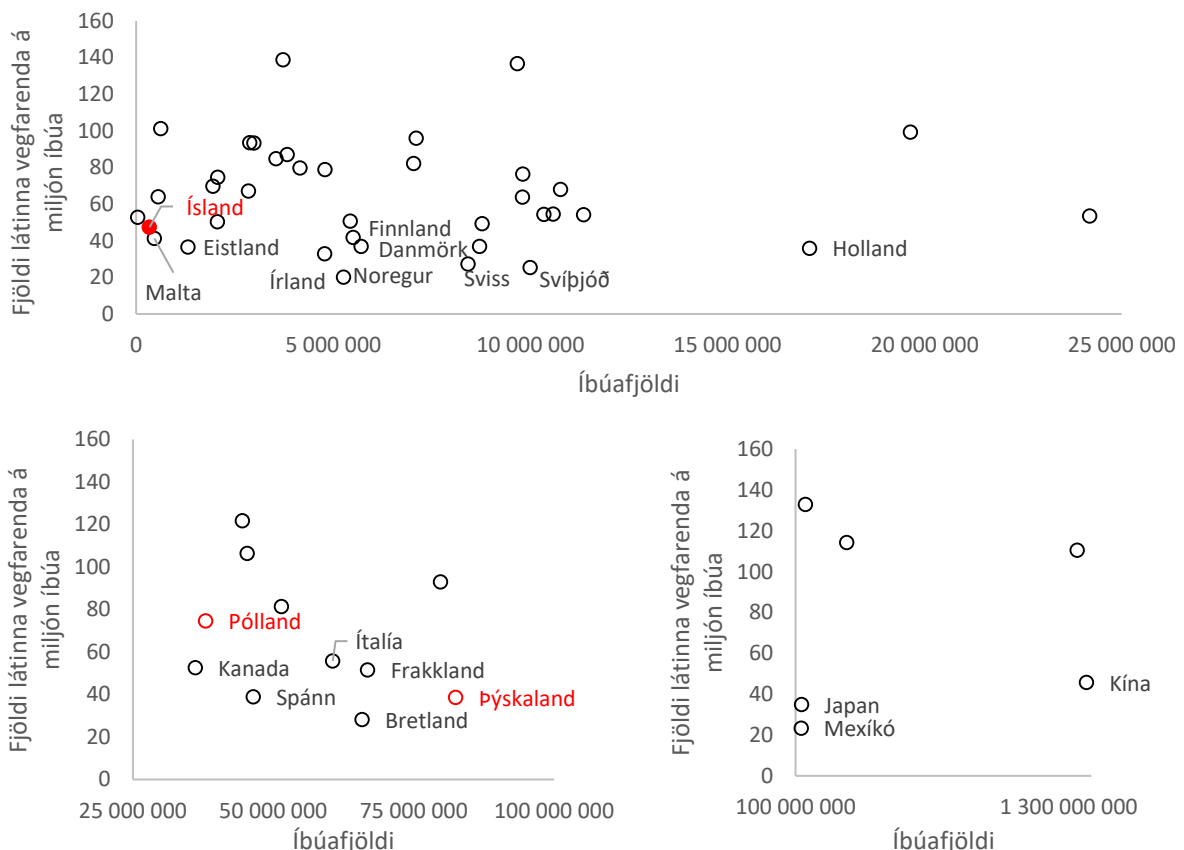
Þessi greining byggir á fáum punktum, aðeins 6 sveitarfélögum, sem og að sum sveitarfélög hafa stóra þjóðvegi innan marka sinna (Vesturlandsveg, Suðurlandsveg og Reykjanesbraut) eða landsvæði sem teljast í raun ekki sem þéttbýli. Einnig, þá skiptir vanskraning máli, en eins og rætt var áður (sjá kafla 2.3), þá má gera ráð fyrir að raunfjöldi slysa í öllum sveitarfélögum sé hærri en þessar tölur sýna, sem og að tölurnar fyrir alvarlegri slysin, eru að öllum líkindum áreiðanlegri en tölurnar sem byggja á minna alvarlegum slysum.

Eins og þessar greiningar sýna, þá er fjöldi slysa, á öllum óhappastigum, mjög háður íbúafjölda. Íbúafjöldi er þó ekki beint tengdur slysunum, heldur, má leiða líkur að því að það sé samband milli íbúafjölda og ferðamagns þar sem slys getur átt sér stað, þar sem það er í raun ferðamagnnið sem hefur áhrif á fjölda slysa. Æskilegt væri að geta notast við nákvæmari kvarða á ferðamagn en fjölda íbúa, en gagnaskortur gerir erfiðara að framkvæma þann samanburð. Þessar niðurstöður undirstrika þó mikilvægi ferðamagns fyrir fjölda slysa, og dregur því fram veikleika þess að eingöngu notast við fjölda slysa sem verkfæri við vinnu með umferðaröryggi.

3.1.2 Slysatiðni

Það, hve sterkt fjöldi slysa stýrist af ferðamagni, gerir það að verkum að beinn samanburður á fjölda slysa gefur ekki alltaf góða mynd af stöðu mála. Vissulega eru flestir af þeim sem slasast í slysum þar sem ekið er á gangandi eða hjólandi vegfarendur í Reykjavík, en það gefur okkur takmarkaðar upplýsingar varðandi hversu vel Reykjavíkurborg stendur sig hlutfallslega varðandi öryggi þessara hópa, eða hversu öryggir gangandi og hjólandi vegfarendur eru í Reykjavík samanborið við í nágrannasveitarfélögunum. Slysatiðni (hér mætti einnig kalla það slyshætta) hjálpar til við að fá skýrari mynd á stöðu mála. Með henni, er hægt að fá betri samanburð á stöðu landa sem getur gefið vísbendingar um hvernig mál standa, sem og hvar þörf er að leggja áherslurnar. Slysatiðni lýsir fjölda slysa á hverja ferðaeiningu. Hvort sem um er að ræða fjölda slysa, miðað við ákveðin allvarleika meiðsla, eða hvort miðað er við fjölda ferða, íbúa, ferðakílómetra og svo framvegis.

Á sínu grófasta formi, þá getur þessi kvarði verið fjöldi látinna á hvern íbúa, sjá mynd 9. Með því að einnig taka tillit til þessa kvarða (með þeim niðurstöðum sem við sáum á mynd 6), þá fáum við betri heildarmynd á stöðu mála. Til dæmis, þegar við skoðuðum fjölda látinna í umferðinni þá leit út fyrir dauðsföll í umferðinni væru umfangsmeira vandamál í Þýskaland enn Póllandi, enda fleiri sem létust í umferðinni þar en í Póllandi. En þegar slysatiðni er skoðuð, þá benda niðurstöðurnar til þess að Þýskaland standi ef eitthvað er, betur að vígi samanborið við Pólland.



Mynd 9: Hlutfallslegur fjöldi dauðsfalla í umferðinni miðað við íbúafjölda. Myndin byggir á gögnum frá ITF 2019, EUROSTAT, 2019 og Alþjóðabankanum, 2019. Athygli er vakin á því að skalarnir eru mismunandi milli myndanna.

Tafla 2 sýnir slysatíðni á hverja 1 000 íbúa fyrir sveitarfélögin á höfuðborgarsvæðinu. Slysatíðni allra slysattegunda er hæst í Reykjavík. Mosfellsbær er með lægsta slysatíðni þar sem ekið var á gangandi eða hjólandi vegfarenda, en Seltjarnarnes með lægsta slysatíðni annarra slysa. Ef aðeins eru skoðuð slysatíðni slysa með meiðslum, þá eru Reykjavík og Garðabær með hæsta slysatíðni, en Seltjarnarnes og Mosfellsbær með lægsta slysatíðni, en innbirðis röð hinna sveitarfélaganna breytist aðeins.

Tafla 2: Slysatíðni á hverja þúsund íbúa fyrir sveitarfélögin á höfuðborgarsvæðinu. Byggt á gögnum frá Hagstofunni (2019b)* og Samgöngustofu (2019a).

Sveitarfélag	Íbúafjöldi*	Slysatíðni, ekið á gangandi eða hjólandi vegfarenda		Slysatíðni, önnur slysa	
		Öll slysa	Slysa með meiðslum	Öll slysa	Slysa með meiðslum
Reykjavík	128 793	5,03	3,58	111	7,2
Kópavogur	36 975	3,57	2,81	75	4,4
Seltjarnarnes	4 664	2,57	1,93	24	2,1
Garðabær	16 299	3,13	2,39	76	7,8
Hafnarfjörður	29 799	3,46	2,45	78	5,8
Mosfellsbær	11 463	1,92	1,48	46	5,5
Meðaltal	227 993	4,25	3,08	93	6,4

Slysatíðni annarra slysa er umtalsvert hærri við öll óhappastig, fyrir öll slysa, miðað við þar sem ekið var á gangandi eða hjólandi vegfarendur. Athyglisvert er hins vegar að munurinn er umtalsvert minni þegar kemur að slysum með meiðslum. Þetta eru áhrif af því að flest slysa þar sem eingöngu er um ökutæki að ræða, eru án meiðsla, meðan hlutfall slysa með meiðslum er umtalsvert herra þegar það er gangandi eða hjólandi vegfarendi í slysinu.

Þessar upplýsingar þýða ekki sjálfkrafa að samgöngukerfi Reykjavíkur sé hlutfallslega hættulegra en í hinum sveitarfélögum. Þar sem við erum að notast við kvarða á ferðamagni sem er ekki beintengdur við ferðamagn þar sem slysa getur átt sér stað, þá er hugsanlegt að þessar tölur einfaldlega endurspegli herra hlutfall ferða á samgöngukerfi Reykjavíkurborgar sem koma frá öðrum sveitarfélögum, eða mismunandi ferðahegðun milli sveitarfélaga. Tölurnar fyrir sum sveitarfélögin taka einnig með svæði innan landamarka sem eru utan þéttbýlis og með stóra þjóðvegi, sem og að einhvern hluta má eflaust rekja til tilviljunarkenndra sveifla.

Þegar kemur að slysatíðni þar sem ekið er á gangandi eða hjólandi vegfarenda, þá má leiða líkur að því að mismikil hlutdeild þessara ferðamáta muni skekkja slysatíðnina. Hér væri æskilegt að geta reiknað slysatíðnina út frá fjölda kílómetra sem er ferðast, en þau gögn eru ekki til staðar. Ef við göngum út frá því að ferðavenjukannanir (Gallup, 2018) séu áreiðanlegar til að meta hlutdeild mismunandi ferðamáta, sem og að hægt sé að áætla hlutfallslegan fjölda ferða sem gangandi eða hjólandi vegfarendi með þeim og íbúafjölda, þá getum við reynt að áætla hlutfallslega hættu gangandi og hjólandi vegfarenda á því að lenda í slysi þar sem ekið er á þá, sjá töflu 3. Þessi greining bendir til þess að það sé hlutfallslega ólíklegt að sem gangandi eða hjólandi vegfarendi að lenda í árekstri við ökutæki á Seltjarnarnesi, en hlutfallslega líklegt í Kópavogi, meðan hin sveitarfélögin séu á svipuðu róli við hvert annað. Þessi gildi skal aðeins sjá sem vísbendingar um hlutfallslegt öryggi, þar sem æskilegt væri að vera með betri gögn varðandi hversu mikið er gengið og hjólað innan sveitarfélaganna.

Tafla 3: Hlutfallsleg hættta á að lenda í slysi þar sem ekið er á gangandi eða hjólandi vegfarenda eftir sveitarfélagi og óhappastigi. Byggt á gögnum frá Samgöngustofu (2019a), Gallup (2018), og Hagstofunni (2019b).

	Öll slys	Slys með meiðslum	Alvarleg og banaslys
Reykjavík	1,0	1,0	0,9
Kópavogur	1,3	1,4	1,6
Seltjarnarnes	0,6	0,6	0,3
Garðabær	0,9	0,9	0,7
Hafnarfjörður	0,9	0,9	1,1
Mosfellsbær	1,0	1,0	0,8
Samtals	1,0	1,0	1,0

Slysatiðni getur verið mjög mismunandi eftir aðstæðum eða hvaða ferðamáta um er rætt. Þess má geta að það er til dæmis meiri líkur á slysum með meiðslum á almennum þjóðvegi en þjóðvegi sem uppfyllir hraðbrautastaðal (Elvik og Vaa, 2004), þar sem þann mun má útskýra, allaveganna að hluta til, með bættri hönnun sem og annari aksturshegðun ökumanna. Breskar rannsóknir sýndu að slysatiðni er mjög mismunandi eftir aldri, sem og hvenær vegfarandinn fékk ökuskýrteini (Maycock, 1996), meðan Elvik og Vaa (2004) sýndu að slysatiðni er mismunandi eftir til dæmis aldri ökumanns sem og kyni. Það er því augljóst að samsetning fararmáta (það er, hve hátt hlutfall notast við mismunandi fararmáta), hve mikið er ferðast, sem og staða innviða og ökumanna mun hafa áhrif á hvar lönd lenda á þessum kvarða. Ef, til dæmis flestir ökumenn eru óreyndir, þá má leiða líkur til þess að há slysatiðni þessa hóps muni leiða til þess að landið muni almennt vera með háa slysatiðni á hvern íbúa. Það er, há slysatiðni þessa hóps mun draga upp meðal slysatiðnina fyrir landið. Land þar sem umferðin er a mestu leiti á vegum sem uppfylla hraðbrautarstaðal mun njóta þess að meðalslysatiðnin verður lægri, meðan lönd sem eru með óþróaða þjóðvegainnviði þar sem teljandi hluti umferðarinnar er á þeim vegum mun fá verri slysatiðni miðað við mannfjölda.

Þar sem áhersla þessarar skýrslu er fyrst og fremst á slys á gangandi og hjólandi vegfarendur, þá má nefna að norskar rannsóknir benda til þess að gangandi vegfarendur séu með um það bil fjórfalda slysatiðni miðað við ökutæki, og hjólandi vegfarendur séu með um það bil áttfalda slysatiðni miðað við ökutæki (Bjørnskaug, 2015). Úttektir hafa einnig sýnt fram á þennan mun í öðrum ríkjum, þó svo að hlutfallslegur munur sé mismunandi (OECD, 2013, Blaizot o.fl., 2013). Grófar áætlanir á hugsanlegri slysatiðni gangandi og hjólandi vegfarenda í Reykjavík benda til þess að þessir hópar séu einnig með hlutfallslega háa slysatiðni í Reykjavík (Kröyer, 2019a). Samanburður milli Reykjavíkur og 6 sænskra borga bendir til þess að fjöldi árekstra milli ökutækja og gangandi vegfarenda á hverja 1000 íbúa sé frekar há innan Reykjavíkur, meðan slysfjöldi hjólandi vegfarenda sé hlutfallslega lágur samanborið við þessar sænsku borgir (Kröyer, 2019a).

Með því að skoða slysatiðni, þá er hægt að skoða hvort það sé einhver munur í hlutfallslegu öryggi milli innviðalausna, borga, eða vegfarendahópa. Við þann samanburð þarf þó að varast að tilviljunarkenndar sveiflur geta gefið blekkjandi niðurstöður ef slysatiðni er notuð blindandi, sem og áhrifa gæða gagnanna. Í þessu tilfelli, þá notum við kvarða á ferðamagn sem gefur ekki fullkomnlega rétta mynd á ferðamagn. Fjöldi íbúa tengist vissulega við ferðamagn, en er ekki að fullu lýsandi fyrir hve mikið er um ferðir þar sem slys getur átt sér stað. Með því að nálgast vandamálið frá þessum tveimur víddum, þá fáum við umtalsvert dýpri skilning á því hvað er í raun að gerast og hvernig ástandið er varðandi umferðaröryggi. Ef við til dæmis myndum heimfæra þetta á dæmið okkar með fjölda látinna eða alvarlega slasaðra í bílum á móti

gangandi og hjólandi vegfarendum, og nýtumst við erlendu rannsóknirnar. Þá er meirihluti fórnarlambanna í bílum, en gangandi og hjólandi vegfarendur eru líklegri til að lenda í slysi á hvern ferðakílómetra.

3.1.3 Afleiðingar slysa

Það eru þó ekki öll slys jafn mikilvæg. Flest okkar höfum lent í minniháttar árekstrum, þar sem afleiðingarnar urðu eingöngu skemmdir á eignum og/eða minniháttar meiðsl þar sem náðist fullur bati. Þetta á við um mikinn meirihluta þeirra slysa sem á sér stað. Af rúmlega 22 þúsund slysum sem voru skráð á árunum 2014 til 2018 á höfuðborgarsvæðinu, þá voru yfir 20 þúsund óhöpp án meiðsla. Þó svo að þessi 20 þúsund óhöpp feli í sér umtalsverðan kostnað og óþægindi, þá er það frá umferðaröryggissjónarmiði lítið samanborið við þau 16 banaslys, 343 alvarleg slys og 1 812 slys með litlum meiðslum sem áttu sér stað á þessu tímabili (Samgöngustofa, 2019a). Þriðja og síðasta víddin, afleiðingar slysa, miðar að þessu. Það er, ef einstaklingurinn lendir í slysi, hverjar eru þá líkurnar á því að það verði meiðsli, slysið verði alvarlegt eða að einstaklingurinn látist.

Tölurnar sýna að flest af banaslysunum eru slys án gangandi og hjólandi vegfarenda, en að hlutfall gangandi og hjólandi vegfarenda er umtalsvert hærra ef alvarlegu slysin eru tekin með. Ef við skoðum aftur tölfræðina frá Samgöngustofu (2019a), þá kemur í ljós að 0,21% af slysum þar sem ekið var á gangandi eða hjólandi vegfarenda voru banaslys, meðan sambærileg tala fyrir önnur slys var 0,07%, þessar tölur eru þó byggðar á mjög fáum slysum svo tilviljunarkenndar sveiflur geta haft mikil áhrif. Þegar kemur að alvarlegu slysunum, þá eru sambærilegar tölur 17,4% og 0,8%. Það er, hlutfallið er 21 sinnum hærra þegar ekið er á gangandi eða hjólandi vegfarenda miðað við önnur slys. Þessar tölur eru lýsandi fyrir þá áskorun sem við stöndum frammi fyrir varðandi það að tryggja öryggi gangandi og hjólandi vegfarendanna innan þéttbýlis. Við viljum einnig vekja athygli á því hve hratt hlutfall árekstra þar sem ekið var á gangandi eða hjólandi vegfarenda eykst eftir því sem slysin verða alvarlegri. Hlutfall þeirra slysa af öllum slysum í sveitarfélögunum á höfuðborgarsvæðinu var á bilinu 4% til 10% í öllum slysum, 21% til 47% í slysum með meiðslum og 25% til 63% í alvarlegu og banaslysunum. Þetta þýðir, að ef leggja á áhersluna á alvarlegustu slysin, þá ýtir það undir aukna áherslu á þessa hópa.

Með rétttri hönnun og notkun öryggisbúnaðar, þá er oft hægt að milda afleiðingar slysa, og á þann máta leiða til þess að þeir sem lenda í slysum slasist ekki alvarlega. Í vissum tilvikum, þá er auðveldara að vinna með þessa vídd en hinar tvær. Sem dæmi má nefna að öryggisbelti hefur að öllum líkindum takmörkuð áhrif á líkur á að lenda í slysi, en minnkar líkur á að látast ef í slysi mjög mikið (Høye og Elvik, 2015). Í stað þess að leggja alla áhersluna á að reyna að koma í veg fyrir alla árekstra ökutækja, þá er hægt að minnka heilsutjónið umtalsvert með öryggisbúnaði eins og öryggisbeltum. Þar sem það eru takmörk fyrir því hvað öryggisbúnaður bílsins getur varið farþega sína við, þá er svo unnið að því að aðlaga samspil og hraða svo að alvarleiki meiðsla verði minni. Þegar kemur að gangandi og hjólandi vegfarendum, þá er á sambærilegan máta hægt að minnka alvarleika meiðsla með því að lækka umferðarhraða niður fyrir 30 km/klst (OECD, 2016), sem og að hjólreiðarhjálmur leiðir til minna alvarlegra höfuðmeiðsla í slysi (Elvik, 2013a, Høye, 2017).

Þessi vídd er mikilvægur þáttur í að skilja slysatölfræðina, sérstaklega þegar kemur að samanburði milli slysa á gangandi og hjólandi vegfarendum og svo þeirra sem eru í bílum.

Ökumenn og farþegar bíla eru betur varðir í slysum (ef miðað er við sama hraða) miðað við gangandi og hjólandi vegfarendur. Þetta þýðir að þessir tveir hópar þurfa að fá aukið vægi þegar unnið er með hönnun innviðanna.

3.2 Öryggi fjöldans

Uppskipting slysamyndar í þessar þrjár víddir hjálpar við að skilja betur undirliggjandi orsakir og vandamál. Hins vegar, þá þarf að taka tillit til þess að þessar víddir eru ekki óháðar hver annarri (Kröyer, 2015c). Ef við tökum aftur upp dæmi okkar um einstaklingana sem keyra einu sinni og fimm sinnum á ári til Akureyrar, þá má vissulega gera ráð fyrir að það séu meiri líkur að sá sem keyri fimm sinnum á ári lendi í slysi, en sá sem keyrir einu sinni á ári. Á móti kemur, að sá sem keyrir fimm sinnum á ári verður reyndari og mun þekkja leiðina betur enn hinn ökumaðurinn. Þetta mun hugsanlega leiða til þess að líkur hans á að lenda í slysi á hverja ferð verður minni, það er aukið ferðamagn tengist við lægri slysatíðni. Við þetta má bæta að, hvernig við veljum að ferðast tengist meðal annars upplifun okkar á því hversu öruggir mismunandi ferðamátar eru (Wilde, 1982). Upplifuð slyshætta tengist því við ferðamagn. Einnig, þá má gera ráð fyrir að upplifuð slyshætta tengist á einhvern hátt við hegðun og þar með raunverulega slyshættu, það er, slysatíðni og afleiðingum. Það má því gera ráð fyrir að það sé einhvers konar tengsl milli víddanna ferðamagns annars vegar og slyshættu og afleiðingum hins vegar.

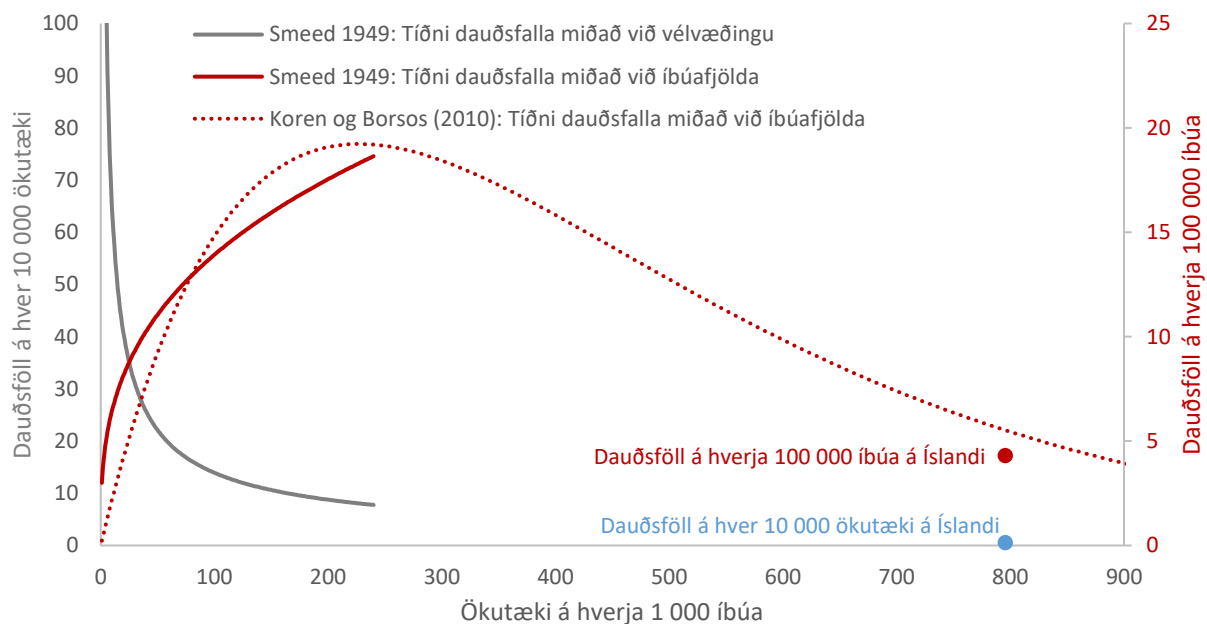
Rannsóknir hafa sýnt að sambandið milli fjölda slysa og fjölda vegfarenda er ekki línulegt (til dæmis Ekman, 1996, Jacobsen, 2003, Jonsson, 2005). Þetta þýðir að slysatíðni á hvern vegfarenda er að jafnaði lægri á stöðum þar sem um er að ræða marga vegfarendur, en á stöðum þar sem er um fáa vegfarendur að ræða. Með ákveðinni einföldun má túlka þetta sem svo að vegfarandinn er öruggari þar sem eru margir vegfarendur en þar sem eru fáir vegfarendur. Þetta er nefnt öryggi fjöldans og lýsir þessum tengslum milli víddanna ferðamagn og slysatíðni.

3.2.1 Upphaf kenningar um öryggi fjöldans og lögmál Smeed

Kenningin um öryggi fjöldans í tengslum við umferðaröryggi á sér upphaf sitt í lögmáli Smeed (1949). Smeed skoðaði sambandið milli fjölda látinna í umferðinni miðað við fjölda ökutækja og íbúa. Niðurstöðurnar sýndu að fjöldi banaslysa á hvert ökutæki var umtalsvert hærra í löndum sem voru stutt komin í vélvæðingu samgöngukerfisins (það er, voru með lágt hlutfall ökutækja á hvern íbúa), samanborið við lönd þar sem vélvæðingin var komin lengra (það er, með hátt hlutfall ökutækja á hvern íbúa), sjá grúa línu á mynd 10. Þar sem gögn Smeed (1949) ná ekki hærra en um það bil 240 ökutæki á hver 1 000 ökutæki þá látum við líkanið stoppa þar, en tölfræðilíkanið gerir ráð fyrir að tíðnin muni halda áfram að þróast í sömu átt.

Gögn rannsóknarinnar (Smeed, 1949) virðast styðja við það að það sé ólínulegt samband milli ferðamagns og slysatíðni. Hafa ber þó í huga að þessi líkön byggja á yfir 70 ára gömlum gögnum, og velta má fyrir sér hversu góð skráning hafi verið á þeim tíma á bæði slysum sem og fjölda ökutækja í mismunandi löndum. Ef þetta samband er orsakasamband (í kafla 3.3 verður rætt nánar um þessa takmörkun), þá getur það við fyrstu sýn ýtt undir þá ályktun að aukin vélvæðing samgöngukerfisins sé jákvæð út frá umferðaröryggissjónarmiði, og tölfræðin vissulega virðist við fyrstu sýn styðja það að það eru færri dauðsföll í umferðinni á hvert ökutæki þeim mun fleiri ökutæki sem eru á hvern íbúa.

Ef gögnin eru hins vegar skoðuð út frá hve mörg banaslys eru á hvern íbúa, þá kemur önnur mynd fram, sjá rauða línu á mynd 10. Hér sýna gögnin að þeim mun meiri sem vélvæðing samgöngukerfisins er, þeim mun hærra var tíðni dauðsfalla í umferðinni á hvern íbúa (Smeed, 1949). Hér gildir einnig það sama, við stoppum líkanið við 240 ökutæki á hverja 1 000 íbúa, en líkanið gerir ráð fyrir áframhaldandi þróun í sömu átt. Smeed (1949) skoðaði einnig hvernig tíðnin hafði þróast í Bretlandi á árunum 1909 til 1947, sem sýnir að slysatíðnin þróast eftir sambærilegu ferli og sýnt er á gráu línunni á mynd 10, þó svo að þróunin sé sveiflukennnd. Þetta lögmál sýnir því ákveðna þversögn, þar sem annars vegar þá er aukin vélvæðing líkleg til að auka hlutfallslegt öryggi vegfarenda á ökutækjum, meðan samtímis, þá fjölga banaslysum.



Mynd 10: Lögml Smeed's (Smeed, 1949) og uppfærsla líkansins frá Koren og Borsos (2010) með sambærilegum meðaltalsgildum fyrir Ísland á árunum 2014-2018. Myndin sýnir (a) tíðni dauðsfalla í umferðinni á hver 10 þúsund ökutæki, og (b) dauðsföll á hverja 100 000 íbúa, á móti fjölda ökutækja á hverja 1000 íbúa. Byggt á líkönum Smeed (1949), Koren og Borsos (2010), sem og gögnum um íbúafjölda frá Hagstofunni (2019b), gögnum um fjölda skráðra ökutækja frá Samgöngustofu (2019c) og fjölda dauðsfalla í umferðinni frá Samgöngustofu (2019d). Gráa línan notast við Y ásinn til vinstri, meðan rauðu línurnar notast við Y ásinn til hægri.

Koren og Borsos (2010) uppfærðu lögmál Smeed út frá nýrri gögnum, sjá rauða punktalínu á mynd 10. Rannsókn þeirra sýnir að með nýrri gögnum, þá kemur fram sama einkennandi sambandið sem Smeed sýndi. Niðurstöður Koren og Borsos (2010) sýndu einnig, þvert á niðurstöður Smeed, að þegar vélvæðingin er yfir ákveðnu gildi, þá er fjöldi banaslysa á hvern íbúa lægri en við minni vélvæðingu. Það er, ekki eingöngu er hærra hlutfallslegt öryggi á hvern vegfarenda, heldur einnig færri dauðsföll í umferðinni ef íbúafjöldinn er sá sami. Ekki er þó hægt að fullyrða að þetta sé afeiðing af hærri gráðu vélvæðingar umferðarinnar, þar sem nánari greining sýndi að þau ríki sem voru með svo lága tíðni dauðsfalla miðað við íbúafjölda voru einnig þau 20 ríki sem voru með hæsta landsframléiðslu á hvern íbúa, aðallega eldri ESB ríkin, Ástralía, Kanada, Japan og Bandaríkin. Meðal þessa voru þau lönd sem standa sem best hvað varðar umferðaröryggi (Svíþjóð, Bretland, Swiss og Holland, ekki er vitað hvort Noregur og Malta voru í þessum hópi þar sem Koren og Borsos birtu ekki yfirlit yfir öll ríkin). Það er,

Það má leiða líkur að því að þessi lækkun í tíðni banaslysa miðað við íbúafjölda megi að einhverju leiti rekja til þess að þarna er um hlutfallslega rík lönd að ræða þar sem samgöngukerfið er mjög þróað. Það er, lág slysatíðni þessara landa sé sökum þróaðra innviða og örugggra ökutækja frekar en mikillar vélvæðingar samgöngukerfisins. Til samanburðar er sýnt meðaltalsgildi fyrir Ísland á árunum 2014-2018 þar sem gildin fyrir Ísland liggja aðeins lægra en líkan Koren og Borsos (2010)

3.2.2 Öryggi fjöldans og gangandi og hjólandi vegfarendur

Síðari ár, þá hefur umræðan sem og rannsóknir varðandi fyrirbærið öryggi fjöldans miðað meira að öryggi gangandi og hjólandi vegfarenda. Fjölmargar rannsóknir hafa skoðað sambandið milli ferðamagns og fjölda slysa fyrir gangandi og hjólandi vegfarendur, til dæmis Brúde og Larsson (1993) og Jonsson (2005). Eins og áður sagði, þá benda rannsóknir til þess að sambandið milli fjölda gangandi og hjólandi vegfarenda og fjölda slysa meðal þessara hópa séu ekki línuleg, það er, að það sé einhvers konar öryggi falið í fjöldanum.

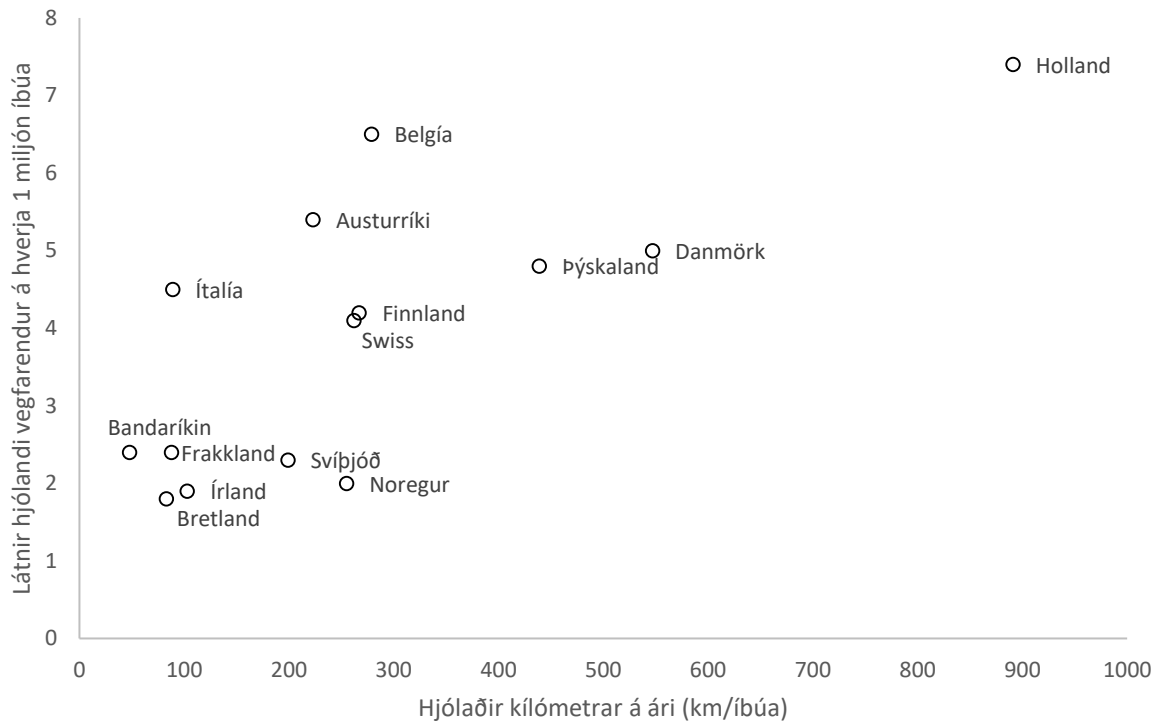
Jacobsen (2003) beitti sambærilegri nálgun og Smeed fyrir slys hjólandi vegfarenda, þar sem hann bar saman hlutfallslegan fjölda dauðsfalla á vegalengd í (1) 14 Evrópskum löndum, (2) 47 dönskum bæjum, og (3) 68 borgum í Kaliforníu. Niðurstöður Jacobsen sýna sömu einkennandi breytingu í tíðni slysa og lögmál Smeed, þar sem meðal annars tíðni dauðsfalla á hvern hjólaðan kílómetra er lægri þeim mun fleiri notendur sem er um að ræða. Á þann máta, benda niðurstöður Jacobsen við fyrstu sýn til þess að það sé einnig einhvers konar samband milli slysatíðni og ferðamagns fyrir hjólandi vegfarendur eins og sjá má fyrir öikumenn.

Mynd 11 sýnir samanburð á fjölda látinna hjólandi vegfarenda á hverja miljón íbúa samanborið við hve mikið er hjólað að jafnaði (byggt á gögnum frá Santacreu, 2018). Niðurstöðurnar benda til þess að lönd þar sem íbúar hjóla meira að meðaltali séu með fleiri látna hjólandi vegfarendur miðað við íbúafjölda, samanborið við lönd þar sem minna er um hjólreiðar. Þetta eru sambærilegar niðurstöður og við sáum varðandi fjölda allra dauðsfalla í umferðinni og ferðamagns (í því tilfelli, fjölda íbúa) á mynd 6. Þau lönd sem eru með lægstan fjölda látinna hjólandi vegfarenda miðað við íbúafjölda eru Bretland, Írland, Noregur, Svíþjóð, Frakkland og Bandaríkin, meðan það land sem er með lang hæstu dánartíðnina er Holland. Ef borin er saman hlutdeild hjólandi vegfarenda í dauðsföllum í umferðinni í Evrópusambandinu, kemur einnig fram að hlutfall hjólandi vegfarenda í dauðsföllum er lang hæst í Hollandi, en er einnig frekar hátt í Danmörku, Sviss og Þýskalandi (OECD, 2013). Þetta er samtímis sem Holland er almennt talið eitt af þeim ríkjum sem liggja hvað fremst varðandi umferðaröryggi hjólandi vegfarenda.

Ef við nú hins vegar skoðum slysatíðni hjólandi vegfarenda (tíðni dauðsfalla) á hjólaða vegalengd út frá hve mikið hjólað er að meðaltali þá fáum við aftur sambærilegt samband og í lögmáli Smeed (1949), sjá mynd 12⁴. Þau lönd, þar sem er mikið um hjólreiðar, eru með hlutfallslega fá dauðsföll hjólandi vegfarenda miðað við hve mikið er hjólað. Hér er athyglisvert að bera saman myndir 11 og 12. Bandaríkin komu hlutfallslega vel út þegar skoðaður var fjöldi dauðsfalla á hverja miljón íbúa, meðan þegar miðað er við hve mikið er hjólað, þá virðast Bandaríkin koma hlutfallslega illa út. Niðurstöðurnar benda því til þess að það séu hlutfallslega

⁴ Eins og frá gögnum Jacobsen (2003), þá getur verið freistandi að draga þá ályktun frá þessari framsetningu að það sé ákveðið öryggi falið í fjöldanum. Þau lönd sem eru með mest af hjólreiðum eru með hlutfallslega lægst hlutfall dauðsfalla miðað við ferðamagn. Við viljum hins vegar leggja áherslu á að það er ákveðin sýndarskekkja í þessari framsetningu á tölfræði sem verður nánar fjallað um í kafla 3.3.4.

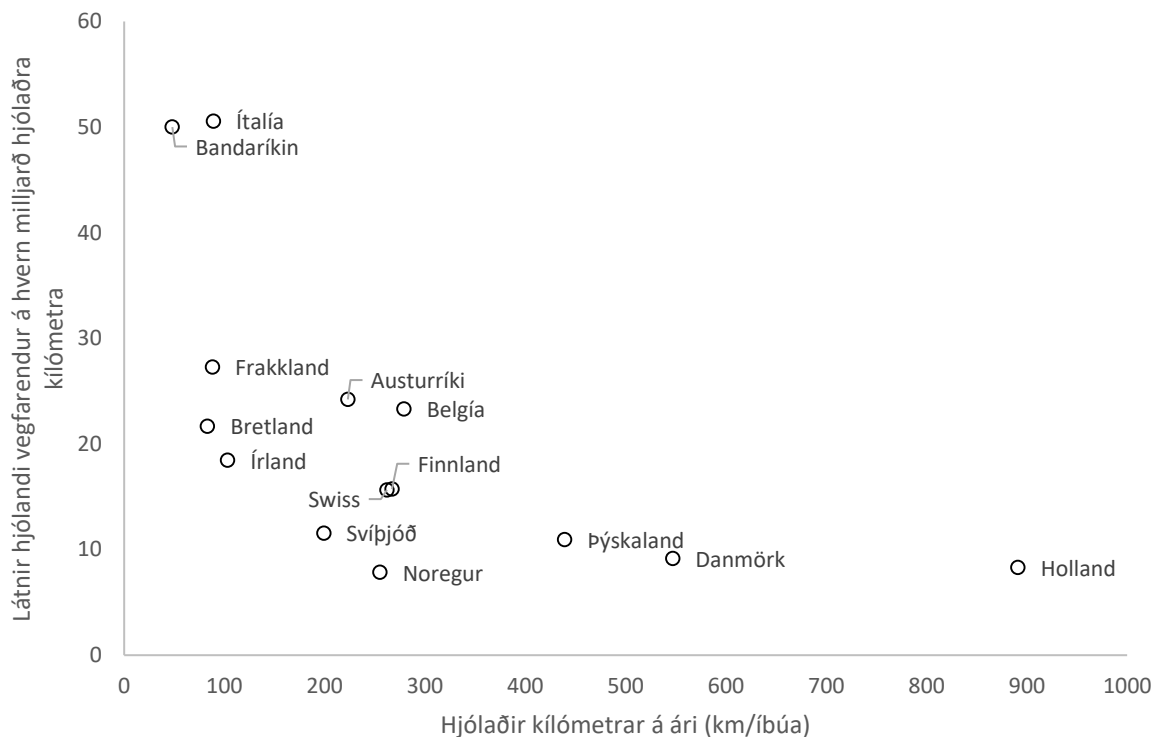
miklar líkur að látast við hjólreiðar í Bandaríkjunum, en sökum þess að hjólreiðar eru hlutfallslega sjaldgæfar, þá eru fá slys. Lönd þar sem mikið er um hjólreiðar, eins og til dæmis Holland, Danmörk og Þýskaland koma hins vegar nokkuð vel út þegar umferðaröryggið er skoðað út frá þessu sjónarmiði. Við viljum einnig minna á að gögn um hve mikið er hjólað í mismunandi löndum eru háð ákveðnum óvissum.



Mynd 11: Sýnir fjölda látinna hjólandi vegfarendur á hverja 1 milljón íbúa. Byggt á gögnum frá Santacreu (2018).

Það er athyglisvert að Noregur og Svíþjóð eru með svipað lága dánartíðni og löndin sem eru með mest af hjólreiðum. Í Noregi og Svíþjóð eru hins vegar umtalsvert færri sem hjóla, og þau ríki sem eru með sömu gráðu hjólreiða (Austurríki, Belgía, Finnland og Sviss) og þessi ríki eru með á bilinu 35% til yfir 200% hærra dánartíðni í umferðinni samanborið við Noreg og Svíþjóð. Þessi fimm ríki sem eru með hlutfallslega lægsta dánartíðni, Holland, Danmörk, Þýskaland, Noregur og Svíþjóð eru allt ríki sem standa vel að vígi þegar kemur að umferðaröryggi almennt, sem og að flest ef ekki öll þeirra leggja mikla áherslu á umferðaröryggi hjólandi vegfarenda. Þessi samanburður gæti því hugsanlega að einhverju leiti verið vegna áherslu í umferðaröryggismálum fremur en einföld áhrif af því hversu mikið er hjólað.

Að því við best vitum, þá eru ekki til neinar áætlanir á því hve mikið er almennt hjólað á Íslandi á landsvísi, og því er ekki hægt að mæla á þennan máta hvar Ísland stendur samanborið við aðrar þjóðir. Ef skoðuð eru gögn EPOMM (2019) yfir hlutdeild mismunandi fararmáta í borgum Evrópu, þá er hlutdeild hjólreiða í Reykjavík um 6%, meðan hlutfallið í norsku borgunum sem birtu gögn virðist vera á svipuðu stigi (ýmist hærra eða lægra), en yfirleitt var hlutdeild hjólreiða umtalsvert hærra í Dönsku, Sænsku og Finsku borgunum þar sem gögn voru birt (EPOMM, 2019). Ferðakannanir Gallup (2018) benda til þess að hlutfall þeirra sem hjóla séu á bilinu 2 til 7% í mismunandi sveitarfélögum á höfuðborgarsvæðinu.



Mynd 12: Sýnir tíðni látinna hjólandi vegfarenda á hvern milljarð hjólaðra kílómetra. Byggir á gögnum frá Santacreu (2018). Við túlkun þessarar myndar viljum við vísa í kafla 3.3.4 varðandi fölsk sambönd.

Fjöldi dauðsfalla er vissulega mikilvægur þegar kemur að vinnu með umferðaröryggi. Á sama tíma er athyglisvert að allar þessar rannsóknir, sem og greiningar sem birtar eru hér, benda til þess að það sé einhvers konar ólínulegt samband milli víddanna ferðamagn og slysatíðni. Þetta þýðir, aftur, að það er ákveðin þversögn í gögnunum. Annars vegar þá þýða fleiri vegfarendur að það verða yfirleitt fleiri slys, en samtímis, þá virðast vegfarendurnir vera hlutfallslega öruggari. Það land sem er einna öruggast að hjóla í, er það land sem er með flest dauðsföll hjólandi vegfarenda á hvern íbúa. Í áframhaldandi köflum þá ætlum við að kafa aðeins dýpra ofan í þessi sambönd og skoða hvernig þessi sambönd eru fundin, hvaða takmarkanir fylgja aðferðarfræðinni, hvert sé sambandið milli ferðamagns og fjölda slysa með gangandi og hjólandi vegfarendum, sem og hvaða kenningar eru til staðar varðandi hugsanlegar orsakir fyrir því að sambandið milli fjölda vegfarenda og fjölda slysa er ekki línulegt.

3.2.3 Slysalíkön

Fyrri umfjöllun hefur fjallað um einfaldan tölfræðilegan samanburð á slysatíðni og ferðamagni. Þær greiningar gefa á fljótlegan og einfaldan máta töluverða innsýn inn í hvernig samböndin eru. Enn, á sama tíma þá gerir einfaldleiki samanburðarins það að verkum að erfitt er að taka tillit til fleiri þátta samtímis, til dæmis stöðu innviða, mun milli svæða, eða áhersla við samgöngumál. Til að geta greint sambandið milli ferðamagns og fjölda slysa betur, þá er því oft notast við slysalíkön (e. Safety performance function).

Slysalíkön miða að því að lýsa sambandinu milli fjölda slysa og mismunandi þátta sem taldir eru hafa áhrif á fjölda slysa, meðal annars fjölda vegfarenda. Á þann máta má komast nær því að útskýra hvað sem stýrir fjölda slysa sem og útskýra betur breytileika niðurstaðanna. Þessi slysalíkön eru yfirleitt á eftirfarandi formi:

$$\text{Jafna 1: } N = e^{\beta_0} \prod E_i^{\beta_i} \cdot \prod e^{\beta_j X_j}$$

Í jöfnu 1 þá stendur N fyrir fjölda slysa af ákveðinni tegund, e^{β_0} er fasti, E_i er ferðamagn fyrir mismunandi fararmáta eða umferðarstrauma (hvort sem um er að ræða fjölda vegfarenda eða fjöldi kílómetra), X_j eru breytur fyrir mismunandi þætti sem hafa áhrif á fjölda slysa. Þessir þættir geta til dæmis verið hönnun gatnamóta, tegund svæðis, eða samsetning íbúa. β_i og β_j eru fastar. Slysalíkön fara því dýpra ofan í þessi sambönd en einfaldaðar greiningar eins og gerðar voru af Smeed (1949) og Jacobsen (2003), sem og hér að framan.

Til að búa til svona líkön þá, er yfirleitt beitt þversniðsrannsóknnum. Það er, skoðaðar eru aðstæður á mörgum stöðum og borin saman fjöldi slysa á ákveðnu tímabili út frá fjölda vegfarenda sem og stundum mikilvægum hönnunaratriðum. Yfirleitt er notast við slysaögn fyrir ákveðið áratímabil sem og að umferð er mæld eða tekin saman úr gagnagrunnum. Við aðfallagreininguna þá er yfirleitt er notast við *Negative binomial* dreifingu, en í vissum tilfellum *Poisson* dreifingu, en einnig eru dæmi um flóknari líkön sem ætlað er að taka tillit til sérstöðu slysaögn (Lord og Mannering, 2010, Mannering og Bhat, 2014).

Svona líkön er hægt að nota á tvennan máta. (1) Annars vegar er hægt að notast við þau til að spá fyrir um fjölda slysa, eða meta hver er eðlilegur fjöldi slysa fyrir ákveðinn stað miðað við gefnar forsendur, og á þann máta minnka áhrif tímabundinna sveifla sem og meðaltalsleitni (e. Regression to mean) í slysaögn. Í þessari nálgun þá er í raun áherslan á að skoða og skilja betur N í jöfnu 1. Þau gera það því mögulegt að á meira áreiðanlegan máta meta raunveruleg áhrif aðgerða, sem og til að finna staði sem eru með óeðlilega mikið af slysum miðað við umferðarmagn og útfærslu og þar með styðja við vinnu með fyrirbyggjandi aðgerðir. (2) Hitt notagildið er að notast við líkönin til að reyna að draga kunnáttu um hvernig mismunandi þætti tengjast við umferðaröryggi, samanber áhrifin öryggi fjöldans. Í þessum tilfellum, þá er áherslan á að skoða hægri hluta jöfnu 1. Það er, hvað stýrir fjölda slysa. Almennt er nokkur sátt um fyrra notagildið. Hins vegar, þá er flóknara að notast við þessi líkön fyrir seinna atriðið, þar sem ekki er hægt að útiloka að það séu aðrir þættir sem stýra sambandinu (Hauer, 2004). Þrátt fyrir að þessi líkön geri okkur kleyft að taka tillit til fleiri þátta, svo sem ýmissa hönnunaratriða, er mikilvægt að hafa í huga að þetta eru líkön sem eru að mæla fylgni, án þess að geta með skýrum þætti sýnt fram á að sambandið milli mismunandi breyta og fjölda slysa sé í raun orsakasamband. Við þversniðsrannsóknir á umferðarslysum, þá er alltaf fyrir hendi hættan að það sé einhver undirliggjandi breyta sem stýrir sambandinu sem vantar í líkanið, eða að breytur séu með sem hafa í raunveruleikanum ekki áhrif á sambandið.

3.2.4 Sambandið milli fjölda vegfarenda og fjölda slysa

Það er umtalsverður fjöldi rannsókna sem hafa skoðað sambandið á milli annars vegar fjölda vegfarenda, bæði ökutækja sem og gangandi og hjólandi vegfarenda, og hins vegar fjölda slysa. Líkönin miða ýmist að gatnamótum eða götuleggjum, eða að einslysum eða árekstrum við ökutæki fyrir þessa mismunandi fararmáta. Einnig er mjög mismunandi hvort þessar rannsóknir eru á svæðisstigi þar sem skoðuð eru ákveðin hverfi eða svæði, eða skoða einstök gatnamót eða götuleggi. Þessari umfjöllun verður skipt upp í fjóra hluta, þar sem fjallað er um hverja slysatagund fyrir sig.

3.2.4.1 Einslys gangandi vegfarenda

Aðeins fundust tvær rannsóknir sem skoðuðu sambandið milli fjölda einslysa gangandi vegfarenda og fjölda vegfarenda, báðar byggðar á slysaögnum frá Svíþjóð (Jonsson, 2013, Kröyer, 2016a). Fyrri rannsóknin (Jonsson, 2013) skoðaði sambandið á 360 götuleggjum, þar sem bæði var tekið tillit til fjölda þeirra sem ganga meðfram götunni sem og þeirra sem þvera götuna. Sú rannsókn sýnir að stuðullinn⁵ fyrir fjölda gangandi vegfarenda var (i) 0,93 þar sem um var að ræða tvær akreinar, og (ii) 1,11 þar sem um var að ræða 4 akreinar (Jonsson, 2013). Kröyer (2016a) skoðaði þetta samband á 113 gatnamótum, þar sem stuðullinn var 0,59. Niðurstöðurnar virðast því benda í báðar áttir, þar sem takmörkuð ólínuleg áhrif var hægt að mæla á götuleggjum, meðan hægt var að mæla töluverð áhrif á gatnamótum. Þar sem aðeins er um tvær rannsóknir að ræða þar sem önnur miðar að gatnamótum en hin að götuleggjum, þá er erfitt að draga nokkra ályktun varðandi hugsanlegar orsakir þess að niðurstöður þeirra eru misvísandi.

3.2.4.2 Einslys hjólandi vegfarenda

Það fundust fimm rannsóknir sem skoðuðu sambandið milli annars vegar einslysa hjólandi vegfarenda og/eða árekstra milli hjólandi vegfarenda, og hins vegar fjölda vegfarenda. Þessar rannsóknir bjuggu til 13 mismunandi slysalíkön. Schepers o.fl. (2013) skoðaði slysaögn frá 13 löndum. Hann bar saman hlutfall einslysa hjólandi vegfarenda í öllum slysum sem eiga sér stað í löndunum, og hlutfall þeirra sem hjóla. Niðurstöðurnar sýndu að stuðullinn var 0,37 fyrir slys sem leiddu til sjúkrahúsvistunar. Stuðullinn fyrir dauðsföll var 0,71, en sá stuðull var ekki tölfræðilega marktækur. Það er, gögnin benda til þess að við aukna hlutdeild hjólreiða af heildar ferðafjölda, þá eykst hlutfall einslysa hjólandi vegfarenda ekki hlutfallslega jafn hratt meðal þeirra sem slasast í umferðarslysum. Schepers (2012) skoðaði sambandið milli ferðamagns og fjölda einslysa hjólandi vegfarenda út frá annars vegar hollenskum slysaögnum og hins vegar sjálftilkynntum slysum út frá svæðum. Stuðullinn var 0,8 fyrir slys með mjög litlum eða engum meiðslum, 0,76 fyrir slys með meiðslum og 0,52 fyrir dauðsföll.

Tvær aðrar rannsóknir skoðuðu tengsl milli fjölda hjólandi vegfarenda og fjölda slysa sem voru eingöngu með hjólandi vegfarendum. Báðar rannsóknirnar byggja á sænskum slysaögnum. Jonsson (2013) skoðaði tengsl milli fjölda einslysa og árekstra milli hjólandi vegfarenda og fjölda hjólandi vegfarenda á 360 götuleggjum. Stuðullinn var 0,14 á götum þar sem hjólandi vegfarendurnir voru ekki aðskildir frá bílaumferðinni, en 0,34 (2 akreina vegir) og 0,10 (4 akreina vegir) þar sem hjólandi vegfarendur voru aðskildir frá bílaumferðinni. Kröyer (2016a) skoðaði þetta samband á 113 gatnamótum. Rannsóknin sýndi stuðulinn 0,68.

Ein rannsókn skoðaði fjölda einslysa hjólandi vegfarenda út frá flæði hjólandi vegfarenda úr umferðarlíkönnum. Það er, niðurstöðurnar byggja ekki á talningum á fjölda vegfarenda (Eriksson o.fl., 2017). Líkanið byggir á sækum slysaögnum og skoðaði bæði götuleggi og gatnamót. Götuleggjum var skipt eftir hönnun, þar sem stuðullinn fyrir götuleggi þar sem hjólandi vegfarendur voru á götunni með ökutækjunum var 0,50, þar sem það var hjólastígur meðfram götunni 0,59 og þar sem það var hjólastígur aðskilinn frá götunni var 0,56. Líkönin fyrir gatnamót gáfu stuðulinn 0,33. Ólíkt hinum rannsóknunum, þá innihélt líkanið breytu fyrir umferð bíla.

⁵ Stuðullinn er veldisvísirinn fyrir fjölda vegfarenda. Það er, θ_i úr jöfnu 1.

Við þetta má bæta að Elvik (2009) ræðir möguleikan á að, sé umferð hjólandi vegfarenda orðin ákveðið há, þá geti það leitt til umferðarteppu á hjólastígum. Við þær aðstæður þá gæti hætta á slysum, þar sem um er að ræða árekstra milli hjólandi vegfarenda, aukist. Kröyer (2016b) nálgast þetta vandamál óbeint, þar sem skoðaðar voru hættur og slys sem áttu sér stað við mjög fjölmenna hjólakeppni. Við þær aðstæður þá voru árekstrar og hættuleg atvik þar sem um var að ræða árekstra milli tveggja eða fleiri hjólandi vegfarendur lang algengasta slysa/hættutegundin. Aðstæður við hjólreiðarkeppni eru vissulega aðrar en gætir innan þéttbýlis við venjulegar aðstæður. Þær geta þó að hluta til gefið vísbendingar um hvað muni gerast innan þéttbýlis þegar umferð hjólandi vegfarenda eykst.

Flest líkönin sýna stuðulinn á bilinu 0,3 til 0,8. Allar rannsóknir virðast benda í sömu átt, þrátt fyrir að það sé mismunandi hvort þær byggja á svæðum, gatnamótum eða götuleggjum, sem og að þau byggja á mismunandi alvarleika slysa. Niðurstöðurnar benda því til þess að þeir staðir þar sem eru fleiri hjólandi vegfarendur, þar eru hlutfallslega færri einslys hjólandi vegfarenda.

3.2.4.3 Árekstrar milli ökutækja og gangandi vegfarenda

Skoðuð voru 35 mismunandi slysalíkon fyrir árekstra milli ökutækja og gangandi vegfarenda. Samantektin var þó takmörkuð við rannsóknir sem byggðu á gögnum frá Evrópu og Norður Ameríku, sem og að úttektin er ekki tæmandi. Þess má geta að Elvik og Goel (2019) framkvæmdi nýlega umfangsmikla meta greiningu, þar má finna margar af þessum rannsóknum sem fjallað er um hér, en einnig 4 slysalíkon frá Kína, Eþíópíu og Ísrael, sjá nánar í Elvik og Goel (2019). Hér verður fjallað um líkönin út frá hvort um var að ræða rannsóknir sem byggja á gatnamótum og/eða gönguþverunum, götuleggjum eða svæðum. Tafla 4 sýnir yfirlit yfir rannsóknirnar. Sjá má að stuðlarnir fyrir fjölda gangandi vegfarenda sem og fjölda ökutækja eru yfirleitt lægri en 1,0, en það þýðir að sambandið milli fjölda slysa og fjölda vegfarenda er ólínulegt og að mæla má áhrif öryggis fjöldans.

Tafla 4: Yfirlit yfir rannsóknir sem skoðuðu sambandið milli fjölda vegfarenda og fjölda árekstra milli ökutækja og gangandi vegfarenda á götuleggjum og svæðum. ¹Mismunandi tímabil fyrir mismunandi borgir. ²Götuleggur.

Heimild	Land	Tímabil slysa-gagna	Stuðull fyrir fjölda gangandi vegfarenda	Stuðull fyrir fjölda ökutækja	Aðstæður
Sommersgill og Layfield, 1996	Bretland	1983-1988	0,44	0,72	Götuleggur
Jonsson, 2005	Svíþjóð	1997-2001 1998-2002 ¹	0,38	0,83	GI ²
Jonsson, 2013	Svíþjóð	2002-2007	0,74	0,05	GI 2 akreinar
Jonsson, 2013	Svíþjóð	2002-2007	0,70	0,27	GI 4 akreinar
Nabavi Niaki o.fl., 2016	Kanada	2001-2010	0,28	-0,35	GL
Nashad o.fl., 2016	Bandaríkin	2010-2012	0,07	0,12	Svæði
Osama og Sayed, 2017	Kanada	2009-2013	0,83	0,51	Svæði
Osama og Sayed, 2017	Kanada	2009-2013	0,68	0,57	Svæði
Yasmin og Eluru, 2016	Kanada	2006-2010	0,14	0,65	Svæði
Cai o.fl., 2016	Bandaríkin	2010-2012	0,07	0,15	Svæði
Tasic o.fl., 2017	Bandaríkin	2005-2012	0,29	0,05	Svæði, öll slys
Tasic o.fl., 2017	Bandaríkin	2005-2012	0,35	0,17	Svæði, alvarleg slys

Tafla 5 sýnir yfirlit yfir þær rannsóknir sem byggja á gatnamótum. Athyglisvert er að nánast allar rannsóknirnar sýna að stuðullinn fyrir fjölda gangandi vegfarenda, sem og fyrir fjölda ökutækja er lægri en 1,0. Það er, fyrirbærið öryggi fjöldans. Þetta er þrátt fyrir að rannsóknirnar eru frá mismunandi löndum, mismunandi tímabilum sem og fyrir mismunandi aðstæður.

Tafla 5: Yfirlit yfir rannsóknir sem skoðuðu sambandið milli fjölda vegfarenda og fjölda árekstra milli ökutækja og gangandi vegfarenda á gatnamótum. Hér er tekin með slysalíkon Inwood og Grayson (1979), en þar sem ekki var hægt að verða okkur út um þá rannsókn, þá er ekki vitað hvort hún byggði á gatnamótum, götuleggjum eða svæðum. ¹Upplýsingar fengnar úr Turner o.fl. (2006). ²Slysgögn fyrir Toronto. ³Slysgögn fyrir Charlotte. ⁴Hér voru tvær breytur fyrir fjölda ökutækja. Fyrri stuðullinn er fyrir heildarumferð meðan seinni stuðullinn er fyrir hlutfallið milli umferðar á minni veginum deilt á umferð á stærri veginum. ⁵Mismunandi eftir gatnamótum. ⁶Upplýsingar fengnar úr Elvik og Goel, 2019. ⁷Gatnamót. ⁸Ljósagatnamót.

Heimild	Land	Tímabil slysgagna	Stuðull fyrir fjölda gangandi vegfarenda	Stuðull fyrir fjölda ökutækja	Aðstæður
Brüde og Larsson, 1993	Svíþjóð	1983-1988	0,72	0,5	Gatnamót
Geyer o.fl., 2006	Bandaríkin	2000-2002	0,61	0,15	Gm ⁷
Kröyer, 2016a	Svíþjóð	2008-2012	0,65	0,55	Gm
Lee o.fl., 2019	Bandaríkin	2014-2017	1,01	0,31	Gm
Schneider o.fl., 2010	Bandaríkin	1998-2007	0,58	1,5	Gm
Strauss o.fl., 2014	Kanada	2003-2008	0,70	0,42	Gm án ljósa
Lyon og Persaud, 2002	Kanada	1985-1995	0,66	0,53	Gm
Gates o.fl., 2016	Bandaríkin	2005-2014	0,48	0,48	stöðvunarskilda
Miranda-Moreno o.fl., 2011	Kanada	1999-2003	0,28	0,9	Ljósagatnamót Lgm ⁸
Strauss o.fl., 2014	Kanada	2003-2008	0,57	0,56	4 arma lgm
Hall, 1986 ¹	Bretland	Óþekkt	0,3	1,28	4 arma lgm
Torbic o.fl., 2010/	Kanada &	1999-2005 ²	0,45	0,40/0,24 ⁴	4 arma lgm
Harwood, 2008	Bandaríkin	1997-2005 ³			
Torbic o.fl., 2010/	Kanada &	1999-2005 ²	0,41	0,05/0,24 ⁴	3 arma lgm
Harwood, 2008	Bandaríkin	1997-2005 ³			
Lyon og Persaud, 2002	Kanada	1985-1995	0,71	0,58	4 arma lgm
Lyon og Persaud, 2002	Kanada	1985-1995	0,74	0,57	4 arma lgm
Lyon og Persaud, 2002	Kanada	1985-1995	0,41	0,40	3 arma lgm
Daniels o.fl., 2011	Belgía	1996-2005	0,2	1,62	Hringtorg
Elvik o.fl., 2013	Noregur	2004-2008 2006-2010 ⁵	0,31	0,59	Gangbrautir
Elvik 2016	Noregur	Óþekkt	0,07	0,05	Gönguþveranir
Zeeger o.fl., 2005	Bandaríkin	Óþekkt	0,38	1,01	Gangbrautir
Zeeger o.fl., 2005	Bandaríkin	Óþekkt	0,60	0,30	Ómerktar þveranir
Inwood og Grayson, 1979 ⁶	Bretland	Óþekkt	0,27	0,92	Óþekkt
Inwood og Grayson, 1979 ⁶	Bretland	Óþekkt	0,27	0,92	Óþekkt

Aðeins ein rannsókn þarna skoðaði þetta samband á hringtorgum (Daniels o.fl., 2011). Hún sýndi mjög lágan stuðul fyrir fjölda gangandi vegfarenda, en háan stuðul fyrir ökutæki. Til samanburðar má nefna að Turner o.fl. (2009) gerði slysalíkan fyrir hringtorg út frá gögnum frá Nýja Sjálandi. Stuðullinn þar var 0,6 fyrir fjölda gagnandi vegfarenda, en stuðullinn fyrir fjölda ökutækja var ekki á sama formi og í hinum rannsóknunum sem sjá má í töflu 5 og því ekki sambærilegur. Önnur rannsókn sem athyglisvert er að nefna er Lee o.fl. (2019). Þar var skoðað sérstaklega gatnamót þar sem minna var um gangandi vegfarendur. Niðurstöðurnar benda til

Þess að áhrifum öryggi fjöldans séu sjaldgæfari á gatnamótum þar sem um litla umferð er að ræða samanborið við þar sem um mikla umferð er að ræða. Það líkan byggði þó ekki á fjölda vegfarenda heldur hve oft gangandi vegfarendur fengu grænt ljós og þetta þarfnast því frekari rannsókna.

Almennt þá sýna flestar rannsóknanna fram á að stuðullinn fyrir fjölda gangandi vegfarenda, og fyrir fjölda ökutækja, er minni en 1.0. Stuðullinn fyrir fjölda hjólandi vegfarenda er yfirleitt á bilinu 0,3 til 0,7, meðan stuðullinn fyrir fjölda ökutækja er yfirleitt á bilinu 0,2 til 0,9, þó svo að komi fyrir að stuðullinn sé hærri en 1,0. Það er athyglisvert að ef þessar rannsóknir eru skoðaðar út frá áherslu þeirra, það er, hvers konar innviði þær eru að skoða, þá koma fram sömu áhrifin. Það virðist því vera sem að áhrifin eigi almennt við, en séu ekki takmörkuð við til dæmis ákveðna tegund umhverfis.

Þessar niðurstöður benda til þess að það séu einhvers konar öryggi fjöldans áhrif þegar kemur að árekstrum milli ökutækja og gangandi vegfarenda. Elvik og Bjørnskau (2014) framkvæmdu meta greiningar á fjölmörgum rannsóknum þar sem besta matið á stuðlunum voru 0,49 fyrir ökutæki og 0,51 fyrir fjölda gangandi vegfarenda.

3.2.4.4 Árekstrar milli ökutækja og hjólandi vegfarenda

Skoðuð voru 45 mismunandi slysalíkon fyrir árekstra milli ökutækja og hjólandi vegfarenda. Samantektin er takmörkuð við rannsóknir sem byggja á gögnum frá Evrópu og Norður Ameríku, sem og að úttektin er ekki tæmandi. Hér má einnig nefna að Elvik og Goel (2019) framkvæmdu nýlega umfangsmikla meta greiningu, þar sem finna má margar af þessum rannsóknum sem fjallað er um hér. Þar má einnig finna 2 slysalíkon frá Kína sem ekki er fjallað um hér. Umfjölluninni er skipt upp eftir því hvort um var að ræða rannsóknir sem byggja á gatnamótum og/eða göngubverunum, götuleggjum eða svæðum.

Tafla 6 sýnir yfirlit yfir slysalíkon sem voru fyrir gatnamót. Eins og fyrir árekstra milli ökutækja og gangandi vegfarenda, þá er stuðullinn hér yfirleitt minni en 1.0, bæði fyrir fjölda ökutækja og hjólandi vegfarenda. Einnig er athyglisvert að jafnvel þótt að rannsóknirnar byggji á mjög mismunandi tegundum gatnamóta sem og séu frá mismunandi löndum og mismunandi tímabilum, þá mælast áhrif öryggis fjöldans í þeim nánast öllum.

Aftur, eins og fyrir gangandi vegfarendurna, þá fundum við aðeins eina rannsókn sem skoðaði þetta samband á hringtorgum. Daniels o.fl. (2011) áætlaði slysalíkan þar sem stuðullinn fyrir fjölda ökutækja var 0,91 og fyrir fjölda hjólandi vegfarenda var 0,26. Til samanburðar má nefna að Turner o.fl. (2009) gerði slysalíkan fyrir hringtorg út frá gögnum frá Nýja Sjálandi. Þegar um var að ræða að hjólandi vegfarandinn var inni í hringtorginu og ökutækið var að koma inn í hringtorgið, þá var stuðullinn 0,38 fyrir fjölda hjólandi vegfarenda og 0,43 fyrir ökutæki. Fyrir aðrar tegundir slysa, þá var besta líkanið 0,23 fyrir fjölda hjólandi vegfarenda og 1,04 fyrir flæði ökutækja. Eldri líkón frá Nýja Sjálandi (Turner o.fl., 2006) gáfu stuðlana 0,32 fyrir fjölda hjólandi vegfarenda og 0,79 fyrir fjölda ökutækja. Niðurstöður Turner o.fl. (2006, 2009) eru því ekki ósvipaðar því sem sjá má í Daniels o.fl. (2011).

Tafla 6: Yfirlit yfir rannsóknir sem skoðuðu sambandið milli fjölda vegfarenda og fjölda árekstra milli ökutækja og hjólandi vegfarenda á gatnamótum. ¹Fyrri stuðullinn er fyrir fjölda ökutækja sem framkvæma hægri beygju og seinni fyrir fjölda ökutækja sem framkvæma vinstri beygju. ²Byggir á aðlöguðum gögnum frá STRAVA. ³Byggir á fjölda hjólandi vegfarenda úr spálíkönunum. ⁴Gatnamót

Heimild	Land	Tímabil slysa-gagna	Stuðull fyrir fjölda hjólandi vegfarenda	Stuðull fyrir fjölda ökutækja	Aðstæður
Brüde og Larsson, 1993	Svíþjóð	1983-1988	0,65	0,52	Gatnamót
Kröyer, 2016a	Svíþjóð	2008-2012	0,43	0,69	Gm ⁴
Strauss o.fl., 2015	Kanada	2003-2008	0,51	0,17/0,14 ¹	Gm
Saad o.fl., 2019	Bandaríkin	2013-2016	0,10 ²	0,73	Gm
Saad o.fl., 2019	Bandaríkin	2013-2016	0,90 ²	0,50	Gm
Saad o.fl., 2019	Bandaríkin	2013-2016	1,02 ²	0,43	Gm
Eriksson o.fl., 2017	Svíþjóð	2012-2016	0,44 ³	-0,51	Gm
Schepers o.fl., 2011	Holland	2005-2008	0,48	0,73	Gm, hjólandi vegfarandi á réttinn
Schepers o.fl., 2011	Holland	2005-2008	0,56	0,5	Gm, ökutæki á réttinn
Strauss o.fl., 2014	Kanada	2003-2008	0,75	0,26	Gm án ljósa
Nordback o.fl., 2014	Bandaríkin	2001-2008	0,53	0,64	Ljósagatnamót
Nordback o.fl., 2014	Bandaríkin	2008-2011	0,65	0,58	Ljósagatnamót
Strauss o.fl., 2014	Kanada	2003-2008	0,87	0,24/0,19 ¹	Ljósagatnamót
Greibe, 2003	Danmörk	1987-1991	0,86	0,91	4 arma
Daniels o.fl., 2011	Belgía	1996-2005	0,26	0,91	Ljósagatnamót
Elvik 2016	Noregur	Óþekkt	0,12	0,05	Hringtorg
Buch og Jensen, 2013	Danmörk	2000-2011	0,34	0,27	Göngubveranir
Buch og Jensen, 2013	Danmörk	Minst 1 ár milli 2000-2011	0,39	0,32	pverun
					hjólastígs við gm

Schepers o.fl. (2011) skoðaði árekstra milli ökutækja og hjólandi vegfarenda á gatnamótum þar sem ekki voru umferðarljós, út frá því hvort það væri ökutækið eða hjólandi vegfarandinn sem ætti forgang. Niðurstöðurnar sýndu ákveðinn mun háð því hvora slysattegundina væri að ræða, þar sem stuðullinn fyrir fjölda hjólandi vegfarendur var svipaður, en aðeins hærrí fyrir fjölda ökutækja þar sem hjólandi vegfarandinn átti réttinn. Wang og Nihan (2004) skoðuðu einnig fjölda slysa þar sem ekið var á hjólandi vegfarenda á ljósagatnamótum, háð hvaða stefnum/straumum bæði ökutækið og hjólandi vegfarandinn var með, það er, hvort vegfarandinn væri til dæmis að beygja eða fara beint áfram. Það var mjög mismunandi hvaða breytur voru teknar með í líkanið háð stefnu vegfarendanna. Í sumum tilfellum var notast við flæði ökutækja, meðan í öðrum var notast við flæði hjólandi vegfarenda. Þar sem þessi rannsókn byggði á gögnum frá Japan, þá var hún ekki tekin með í úttektinni. Þessar niðurstöður benda til þess að það skipti ekki eingöngu máli hver sé fjöldi vegfarenda, heldur einnig stefna og straumar þeirra um gatnamót, enn á þann máta nálgast líkönin meira þá nálgun að fjöldi slysa er tengdur við ferðamagn þar sem slys getur átt sér stað.

Tafla 7: Yfirlit yfir rannsóknir sem skoðuðu sambandið milli fjölda vegfarenda og fjölda árekstra milli ökutækja og hjólandi vegfarenda á götuleggjum og svæðum. ¹Líkanið er miðað við bæði hjólandi vegfarendur og þá sem notast við vespur. ²Mismunandi tímabil eftir borgum. ³Líkanið byggir á fjölda hjólandi vegfarenda úr umferðarlíkani. ⁴Byggir á gögnum frá STRAVA. ⁵Fyrri stuðullinn er fyrir fjölda karlmannna og seinni stuðullinn fyrir fjölda kvenmanna. ⁶Götuleggur. ⁷Alvarleg slys. ⁸Banaslys.

Heimild	Land	Tímabil slysa-gagna	Stuðull fyrir fjölda hjólandi vegfarenda	Stuðull fyrir fjölda ökutækja	Aðstæður
Greibe, 2003	Danmörk	1990-1994	0,49 ¹	0,68	Götuleggur
Jonsson, 2005	Svíþjóð	1997-2001 ² 1998-2002 ²	0,35	0,76	GI ⁶
Nordback o.fl., 2018	Bandaríkin	2006-2013	0,139	0,05	GI
Kaplan og Prato, 2015	Danmörk	2009-2013	0,44	0,59	GI, lítil/engin meiðsli
Kaplan og Prato, 2015	Danmörk	2009-2013	0,23	0,47	GI, alvarleg og banaslys GI, ekki aðskilið frá umferð
Jonsson, 2013	Svíþjóð	2002-2007	0,33	0,39	ökutækja GI, 2 akreinar, aðskilið frá umferð
Jonsson, 2013	Svíþjóð	2002-2007	0,20	0,72	ökutækja GI, 4 arkeinar, aðskilið frá umferð
Jonsson, 2013	Svíþjóð	2002-2007	0,26	0,22	ökutækja GI, blönduð umferð
Eriksson o.fl., 2017	Svíþjóð	2012-2016	0,56 ³	0,11	GI, hjólastígur meðfram vegi
Eriksson o.fl., 2017	Svíþjóð	2012-2016	0,47 ³	0,54	
Nashad o.fl., 2016	Bandaríkin	2010-2012	0,14	0,13	Svæði
Osama og Sayed, 2017	Kanada	2009-2013	0,45	0,27	Svæði
Osama og Sayed, 2017	Kanada	2009-2013	0,46	0,26	Svæði
Saha o.fl., 2018	Bandaríkin	2011-2014	0,02 ⁴	0,32	Svæði
Tasic o.fl., 2017	Bandaríkin	2005-2012	0,49	0,22	Svæði
Yasmin og Eluru, 2013	Kanada	2006-2010	0,15/0,09 ⁵	0,65	Svæði
Cai o.fl., 2016	Bandaríkin	2010-2012	0,07	0,16	Svæði
Schepers og Heinen, 2013	Holland	2004-2009	0,44	0,55	Svæði
Tasic o.fl., 2017	Bandaríkin	Óþekkt	0,27	0,22	Svæði, alv. slys ⁷
Aldred o.fl., 2017	Bretland	1990-1992	0,48	0,3	Svæði, alv. og banaslys
Aldred o.fl., 2017	Bretland	1990-1992	0,42	-0,13	Svæði, alv. og banasl. ⁸
Aldred o.fl., 2017	Bretland	2000-2002	0,68	0,14	Svæði, alv. og banasl.
Aldred o.fl., 2017	Bretland	2000-2002	0,52	-0,32	Svæði, alv. og banasl.
Aldred o.fl., 2017	Bretland	2010-2012	0,75	0,15	Svæði, alv. og banasl.
Aldred o.fl., 2017	Bretland	2010-2012	0,62	-0,1	Svæði, alv. og banasl.
Schepers og Heinen, 2013	Holland	2004-2009	0,26	0,62	Svæði, banaslys

Tafla 7 sýnir yfirlit yfir þau líkön sem skoða sambandið milli fjölda árekstra milli ökutækja og hjólandi vegfarenda út frá götuleggum og svæðum. Flestar rannsóknirnar sýna að stuðlarnir fyrir bæði fjölda hjólandi vegfarenda sem og ökutækja eru lægri en 1,0.

Almennt, þá sýna flestar rannsóknanna að stuðullinn sé lægri en 1.0. Yfirlétt þá eru stuðlarnir fyrir fjölda hjólandi vegfarenda sem og fjölda ökutækja að liggja á bilinu 0,2 til 0,9. Þetta bendir til þess að það séu einhvers konar öryggi fjöldans áhrif. Elvik og Bjørnskau (2014) framkvæmdu meta greiningar á fjölmörgum rannsóknum þar sem besta matið á stuðlunum voru 0,49 fyrir fjölda ökutækja og 0,43 fyrir fjölda hjólandi vegfarenda. Það er athyglisvert að nánast allar rannsóknirnar sýna einhverskonar öryggi fjöldans áhrif, þrátt fyrir að þær byggja á mismunandi löndum, alvarleika slysa sem og eru á mismunandi stigi (það er, skoða gatnamót, götuleggi, eða svæði).

3.3 Öryggi fjöldans og mögulegar orsakir

Það eru til nokkrar kenningar um orsakir þess að við sjáum ólínulegt samband milli fjölda vegfarenda og fjölda slysa. Almennt eru þó litlar rannsóknir til þar sem þessi áhrif hafa verið prófuð með það að marki að geta sýnt fram á að um sé að ræða orsakatengsl, og þar sem þörf er á frekari rannsóknum til að skilja hvaða ferli eru að baki þessum áhrifum. Hér í þessum köflum verður fjallað um helstu kenningar um orsök þessa, sem og þætti sem geta haft áhrif á þessi áhrif.

3.3.1 Aðlöguð hegðunar

Aðlögun hegðunar (e. Behavioural adaptation) í umferðinni er kenning sem fjallar í grófum dráttum um að breytingar í upplifaðu öryggi muni hafa áhrif á hegðun vegfarenda sem aftur hefur áhrif á raun öryggi (e. Objective safety). Ýmsir höfundar hafa stungið upp á því að það séu hugsanlega þess konar hegðunarbreyting sem liggja að baki því að við sjáum ólínulegt samband milli fjölda vegfarenda og fjölda slysa (til dæmis Brüde og Larsson, 1993, Jacobsen, 2003). Ef það er algengara að það séu gangandi eða hjólandi vegfarendur, eða ef gangandi eða hjólandi vegfarendur eru fleiri, þá má leiða líkur að því að ökumenn verði meira meðvitaðir um möguleikan á að þeir muni mæta gangandi og hjólandi vegfarendum og muni aðlaga aksturslag sitt að því.

Einnig er mögulegt að fleiri gangandi eða hjólandi vegfarendur leiði til þess að þeir séu oftari í hóp (e. Platoons). Það er, fleiri en einn vegfarandi á staðnum á sama tíma. Þetta gæti gert ökumönnum auðveldara að sjá gangandi og hjólandi vegfarendur (Bhatia og Wier, 2011). Á þennan máta, þá eru ökumenn hugsanlega meira meðvitaðir um hættuna og aðlaga akstur sinn að því og á þann máta minnka líkurnar á að þeir aki á gangandi eða hjólandi vegfarenda. Gates o.fl. (2016) sýndi að eftir því sem fjöldi gangandi vegfarenda var hærri, því hærra hlutfall ökumanna vék fyrir þeim. Einnig, þá lækkaði hlutfallið sem vék fyrir gangandi vegfarendum með auknu flæði ökutækja.

Þess má geta, að aðlögun hegðunar virkar í báðar áttir. Leiða má líkur að því að aukin umferð bíla muni auka vitund og árvekni gangandi og hjólandi vegfarenda um þá hættu sem steðjar að þeim og það getur hugsanlega haft áhrif á hegðun þeirra. Ef þessi kenning á við rök að styðjast, þá myndi það hafa sambærileg áhrif (þó óvíst um stærðargráðu) og sjá má í líkönun varðandi ólínulegt samband milli slysa og fjölda vegfarenda. Aukin fjöldi ökutækja myndi auka

varkárni þannig að aukningin í slysum yrði ekki hlutfallslega jafn stór og aukningin í fjölda ökutækja.

3.3.2 Lærdómur eða reynsla

Það er vel þekkt að reynsla skiptir miklu máli upp á líkur á því að lenda í slysum (Elvik, 2006). Maycock (1996) skoðaði slysatíðni ökumanna út frá aldri og hvenær þeir fengu bílpróf. Niðurstöðurnar sýndu að slysatíðnin lækkar hratt fyrstu árin eftir ökuréttindi, eftir því sem ökumaðurinn verður reyndari. Sambærilegar niðurstöður má sjá meðal norskra ökumanna (Sagberg, 1997). Reason (1997) sýndi að líkur á mistökum í umferðinni er tengt við bæði hversu flókið atvikið er sem og hversu reyndur vegfarandinn er að mæta þessu atviki.

Út frá þessu, þá má leiða líkur að því að ökumenn muni læra og verða færari að umgangast gangandi og hjólandi vegfarendur í umferðinni eftir því sem gangandi og hjólandi vegfarendur verða algengari. Á sama máta, þá má leiða líkur að því að það að hafa reynslu af því að ganga eða hjóla ætti að leiða til þess að hjólandi/gangandi vegfarandinn verði færari sem aftur leiði til þess að slysatíðni vegfarandans minnki. Það er, reynsla gangandi/hjólandi vegfarendans minnki hættu þeirra. Niðurstöður frá Lehtonen o.fl. (2016) virðast styðja þetta að einhverju leiti, þar sem þær benda til þess að reyndir hjólandi vegfarendur virðast vera betri að sjá fyrir hættur en óvanir hjólandi vegfarendur.

Samhliða þessu, þá má gera ráð fyrir að ef hjólreiðar eru algengari, þá sé hærra hlutfall ökumanna sem hefur reynslu og kunnáttu af hjólreiðum. Sú reynsla hugsanlega auðveldar þeim að fyrirbyggja það að keyra á hjólandi vegfarendur (Elvik, 2014, 2015, Phillips o.fl., 2011). Johnson o.fl. (2014) skoðaði sýn ástralskra ökumanna til hjólandi vegfarenda. Niðurstöðurnar sýndu að þeir sem sjálfir notast við hjól voru líklegri til að merkja við hegðun sem má tengja við aukið öryggi fyrir hjólandi vegfarendur. Þó svo að þetta séu svör um meinta hegðun, þá styðja þau við þessa kenningu. Ef svo er, þá má ætla að aukin almenn þess að ganga eða hjóla muni auka kunnáttu og reynslu ökumanna af því að notast við þessa fararmáta og á þann hátt minnka líkur á því að vegfarandinn geri mistök eða lendi í slysi.

Þessi kenning myndi, ef hún á við rök að styðjast, geta skapað ólínulegt samband þegar borin eru saman mismunandi lönd eða borgir. Möguleikar hennar til að útskýra áhrifin milli mismunandi staða eru hins vegar ekki eins sterkir, ekki nema að þeir ökumenn sem keyra gatnamót/götuleggi þar sem hjólandi vegfarendur eru sjaldgæfari, séu almennt minna að keyra á stöðum þar sem mikið er um gangandi eða hjólandi vegfarendur.

3.3.3 Gæði innviða, reksturs og viðhalds

Gæði innviða, reksturs og viðhalds hefur umtalsverð áhrif á hversu há slysatíðni er. Það er vel þekkt að slysatíðni á hraðbraut er til dæmis umtalsvert lægri en á venjulegum þéttbýlisvegi (Elvik og Vaa, 2004). Þetta er vegna þess að líkur á slysi eru minnkaðar með því að fyrirbyggja mögulegar hættur og draga úr alvarleika slysa ef slysið mun eiga sér stað. Það er einnig svo, að fjármagn til uppbygginga innviða sem og að halda góðu þjónustustigi (rekstur og viðhald) er takmarkað. Það leiðir til þess að veghaldari þarf að forgangsraða á hvar sé mikilvægast að byggja upp góða innviði. Það er því líklegra að fjármagn sé sett í góða innviði á stöðum sem 1 000 gangandi eða hjólandi vegfarendur notast við á dag en stöðum þar sem aðeins einstaka gangandi/hjólandi vegfarandi notast við. Þetta gerir það að verkum að þeir staðir, þar sem er

mikið ferðamagn eru oft með góðar og öruggar lausnir, meðan staðirnir þar sem ferðamagn er lítið, eru með verri lausnir. Að sama skapi er ekki ósennilegt að sama gildi um þjónustustig staða. Þetta mun leiða til þess að þeir staðir sem eru með hátt ferðamagn munu verða hlutfallslega oft með góðar lausnir og hátt þjónustustig, meðan staðir þar sem ferðamagn er lítið munu oft vera með lakari lausnir. Þetta mun hafa áhrif á slysatíðnina á þessum stöðum og á þann máta geta gæði innviða og þjónustustig skapað þau áhrif sem sjá má í líkönunum.

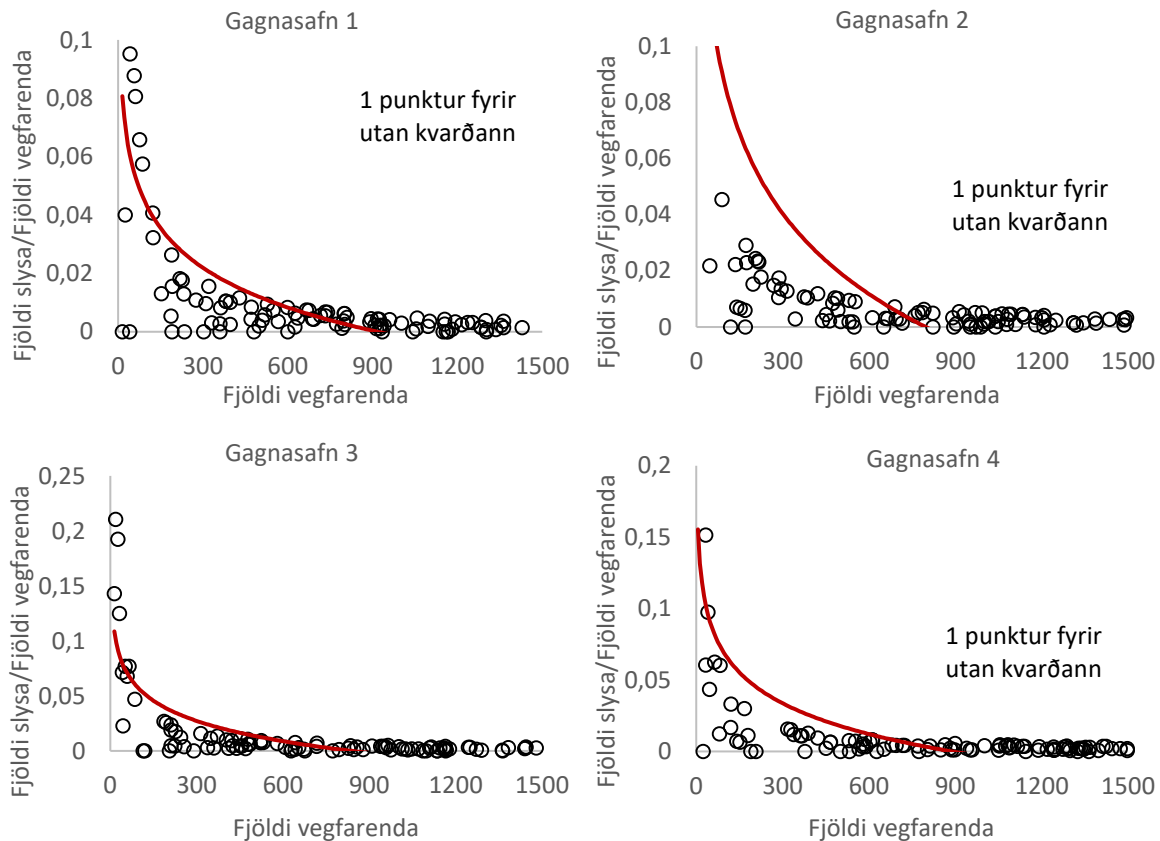
Þessi áhrif geta þó einnig snúist við, að það sé í raun ekki öryggi fólgið í fjöldanum, heldur, að fjöldinn sæki í öryggið (e. Numbers by safety, Bhatia og Wier, 2011). Einn þáttur í vali fólks á ferðaleið er hversu hættuleg leiðin er. Ef gangandi eða hjólandi vegfarandi stendur gagnvart því að velja möguleika A sem upplifist og er mjög hættulegur (og þar með með háa slysatíðni) eða möguleika B sem er öruggur (og með lága slysatíðni), þá má leiða líkur að því að flestir muni velja möguleika B. Þetta leiðir til þess að þeir staðir sem eru með öruggar og góðar lausnir, og því lága slysatíðni, munu vera með meira ferðamagn. Þetta leiðir svo til þess að þeir staðir sem eru með herra ferðamagn eru með hlutfallslega lægri slysatíðni, þar sem það er slysatíðnin sem stýrir ferðamagninu ekki öfugt. Elvik og Goel (2019) reyndu að nálgast þetta málefni með því að bera saman stuðla fyrir fjölda vegfarenda sem og áhrif hönnunaratriða, úr rannsóknum þar sem tekið var tillit til mismunandi hönnunaratriða. Þeir gátu ekki fundið skýrt munstur úr þessum rannsóknum og drógu þá ályktun að það ýti frekar undir að orsök áhrifa öryggi fjöldans sé frekar tengt öðrum útskýringum enn gæðum innviða. Erfitt er þó að taka fullt tillit til hönnunaratriða og hér er þörf á frekari rannsóknum áður en fullyrða er hægt um mikilvægi þessa þáttar fyrir áhrifin öryggi fjöldans.

3.3.4 Falskt samband

Sú grafíska framsetning eins og viðhöfð er í lögmáli Smeed og hjá Jacobsen (2003) sem og á mynd 9 og 12, þar sem notast er við breytu A á x ási og breytu B/A á y ás, þar sem B er fjöldi slysa, getur leitt til þess að það lítur út fyrir að sé samband þar á milli, jafnvel þó svo að ekkert samband sé á milli breytu A og B (Brindle, 1994, Elvik, 2013b). Til að sýna fram á þetta þá útbjuggum við 4 gagnasöfn með 100 gildum hvert, þar sem fjöldi slysa (B) var slembibreyta á bilinu 0 til 5 og fjöldi vegfarenda (A) var slembibreyta á bilinu 1 til 1500. Við gerð breytanna þá var ekki sett inn nein fylgni milli breytanna A og B ($R_{gagnasafn 1} = -0,11$, $R_{gagnasafn 2} = -0,02$, $R_{gagnasafn 3} = -0,12$, $R_{gagnasafn 4} = 0,01$). Þegar þessar breytur eru settar upp grafískt með þessu móti, þar sem x ásinn sýnir fjölda vegfarenda og y ásinn fjölda slysa deilt með fjölda vegfarenda, þá getur komið upp sjálfkrafa upp þetta sterka einkennandi samband sem sjá má bæði hjá Smeed (1949) og Jacobsen (2003), sjá mynd 13. Það, að setja gögnin upp grafískt með þessu móti getur því gefið þetta einkennandi samband, þó svo að hugsanlega sé ekkert samband milli breytanna A og B.

Þetta sýnir að það, að setja niðurstöður upp grafískt með þessum máta mun líklega leiða til þess að það líti út fyrir að það sé aukin slysatíðni á stöðum þar sem gildin á x ásnum eru lág, jafn vel þó svo að ekkert samband sé á milli breytanna. Þessi uppsetning getur því gefið skekkt sjónræn áhrif og leitt til þeirrar ályktunar að slysatíðnin stýrist í raun af x breytunni, þrátt fyrir að hugsanlega séu engin tengsl þar á milli. Það, að þessi framsetning skapi falskt samband þýðir þó ekki að það sé ekki svona samband milli breytanna, enda benda slysalíkon sem byggja ekki á þessari grafísku nálgun til þess að fjöldi slysa aukist ekki hlutfallslega jafn hratt og fjöldi vegfarenda. Það er þó ekki vitað hversu stór áhrif þessi falskáhrif hafa við þessa uppsetningu á slysatölfræði. Gert er ráð fyrir að líkön sem eru á forminu í jöfnu 1 séu ekki eins viðkvæm

fyrir þessum áhrifum (Elvik, 2013b). Þetta þýðir að til að skilja þetta samband þá er æskilegra að byggja það á líkönunum á því formi sem sjá má í jöfnu 1 en á einföldum x-y ritum þar sem y breytan er tengd við x breytuna þannig að x breytan sé á einhvern hátt tengd við það sem er undir deilingarmerki á y breytunni.



Mynd 13: Sýnir dæmi um hvernig gögn sýna einkennandi samband eins og öryggi fjöldans þegar sett upp með þessum máta. Gögnin byggja á slembitölum þar sem það er ekkert raunsamband milli fjölda slysa og fjölda vegfarenda, en þar sem uppsetningin gerir það að verkum að það lítur út fyrir að það sé samband þarna á milli.

3.3.5 Óvissa í mælingum og gæði gagna

Tölfræðimódel sem skoða sambandið milli fjölda vegfarenda og fjölda slysa gerir ráð fyrir að bæði fjöldi slysa og fjöldi vegfarenda sé þekktur og það sé engin skekkja í þeim mælingum. Raunin er hins vegar sú að slysa-gögn eru háð vanskraningu, og því ekki víst að þær tölur um fjölda slysa sem notast er við, séu réttar. Einnig, þá eru óvissur í tölum varðandi fjölda vegfarenda. Fjöldi vélknúinna ökutækja er stundum safnað, en erfiðara er að finna gögn varðandi fjölda gangandi og hjólandi vegfarenda. Jonsson (2005) notaðist við 15 mínútna mælingar til að fá gögn fyrir fjölda gangandi og hjólandi vegfarendur, sem voru skalaðar til að tákna sólarhringsgildi. Krøyer (2016a) framkvæmdi 3 klst mælingar á hverjum stað og notaði það til að skoða hve mikil áhrif stutt tímabil myndu hafa á nákvæmni mælinga. Eriksson o.fl. (2017) notaðist við ferðamagnstölur úr ferðalíkönunum.

Rannsóknir benda til þess að lengd á mælingartímabili hafi umtalsverð áhrif á módelin, þar sem of stutt tímabil leiði til þess að öryggi fjöldans áhrifin fyrir gangandi og hjólandi vegfarendur séu ofmetin (Krøyer, 2016a). Maher og Summersgill (1996) skoðaði einnig áhrif

mælingarskekkju á líkön og sýndi að óvissa í gögnum getur leitt til skekktra niðurstaðna. Það er því mjög mikilvægt að slysalíkön sem þessi byggja á sem áreiðanlegustu gögnum.

3.3.5.1 Óþekktir þættir

Við gerð svona rannsókna, þá getur skapast skekkja ef breytu, sem hefur áhrif á fjölda slysa, er ekki tekin með í líkaninu. Samtímis, þá getur það að taka með breytu sem hefur í raun ekki áhrif á fjölda slysa skekkst líkanið (Mannering og Bhat, 2014). Það verður að teljast mjög líklegt að þau líkön sem notast er við, nái ekki að taka með allar þær breytur sem hafa áhrif á fjölda slysa. Það er einnig hugsanlegt að þær breytur sem notast er við, séu í raun að virka sem staðgengilsbreytur (e. Proxy). Það er, að það sé í raun ekki breytan sem hefur áhrif á fjölda slysa, heldur að það sé fylgni milli þessarar breytu og þeirrar undirliggjandi breytu sem hefur áhrif á fjölda slysa, dæmi um þetta er til dæmis að notast við mannfjölda í stað ferðamagns sem hjólandi vegfarandi til að útskýra fjölda slysa á hjólandi vegfarenda. Einnig er töluverð óvissa um hver áhrif vanskráningar á slysum eru á þetta samband (Lord og Mannering, 2010).

Til að fá sem nákvæmest líkön, sem þá aftur geta gefið sem besta mynd á þessum samböndum, þar með talið sambandsins öryggi fjöldans, þá þyrfti hugsanlega að notast við nákvæmari skala á ferðamagn. Elvik o.fl. (2009) leggur til að notast sé við fjölda samspila vegfarenda í stað þess að notast við ferðamagn. Niðurstöður Wang og Nihan (2004) styðja við að það skipti máli, þar sem mismuandi straumar/stefnur vegfarenda um gatnamót hafði áhrif á hvernig slysalíkanið leit út. Sama sést í slysalíkönnum frá Nýja Sjálandi (Turner o.fl., 2006). Harwood o.fl. (2008) tóku með í sín líkön hlutfallið milli umferðar ökutækja á minni veginum deilt með umferð á stærri veginum, sem hafði áhrif á líkanið. Það er því hugsanlegt að nákvæmari skilgreining á ferðamagni, sem er betur tengd við þann atburð sem getur leitt til slysa (Elvik o.fl., 2009), muni hafa áhrif á slysalíkönin og þær ályktanir sem við drögum frá þeim.

Annað dæmi um hugsanlegan aðferðarlegan veikleika svona líkana er að það, að notast við meðaltalsumferð getur skapað meðaltalsvandamál. Líkönin byggja yfirleitt á ferðamagni á staðnum yfir ákveðið tímabil. Sú nálgun er að mörgu leiti eðlileg, þar sem slysu eru hlutfallslega fátíð og tengsl ferðamagns á staðnum almennt eru hugsanlega líkleg til að á einhvern máta tengjast við fjölda slysa. Mensah og Hauer (1998) benda þó á að hugsanlega væri réttara að notast við ferðamagnið á þeim tímapunkti sem slysið átti sér stað. Einnig, þá ræða Mensah og Hauer (1998) að það sé í raun þörf á mörgum mismunandi slysalíkönnum háð því hvort um sé að ræða aðstæður að degi til, að nóttu til og svo framvegis. Í því samhengi má nefna að Dozza (2016) sýndi að slysatíðni hjólandi vegfarenda er mjög mismunandi eftir tímapunktum, hærra að vetri til og á nóttinni, meðan einslys voru algengari á laugardögum samanborið við aðra daga vikunnar. Þessi nálgun myndi bæta nákvæmni slysalíkananna á hverjum tímapunkti, en samtímis, þá er hætta á að þetta myndi missa af uppsöfnuðum líkindum að slysu eigi sér stað. Við þetta má nefna að Elvik (2009) nefnir möguleikann á að það sé hugsanlegt að áhrif öryggi fjöldans muni ekki virka á sama hátt ef umferðin gangandi og hjólandi vegfarenda er orðin ráðandi. Við þær aðstæður er hugsanlegt að ökutæki muni þurfa að skjótast á milli eða troða sér inn í umferð gangandi og hjólandi vegfarenda (Kröyer, 2016b). Þetta gæti haft áhrif á hvernig umferðarmagn ökutækja og hjólandi vegfarenda hafa áhrif á fjölda slysa þegar gangandi og hjólandi vegfarendur eru ráðandi.

3.3.6 Nýjungamenn og áhættuhegðun

Þegar nýr fararmáti ryður sér rúms, þá gerist það stundum í nokkrum skrefum. Fyrsti hópurinn sem byrjar að nýta sér fararmátan kallast stundum nýjungamenn (Rodgers o.fl., 2009, e. Early adapters). Þetta er í raun lítill hópur innan samfélagsins, og er hugsanlega ekki lýsandi fyrir hinn almenna vegfarenda. Þegar þessi hópur tileinkar sér sjaldgæfann eða nýjan fararmáta (í þessu tilfalli hjólréiðar), þá eru innviðirnir fyrir þennan fararmáta oft á tíðum óþróaðir og taka ekki nægjanlegt tillit til þarfa þessa vegfarendahóps. Þetta þýðir að þegar ferðamátinn er að byrja að hasla sér völl, þá eru notendur ferðamátans hugsanlega að mestu samansettir af þessum hóp. Þetta leiðir til þess að við erum með hlutfallslega lítið ferðamagn, óþróaða innviði sem hugsanlega leiðir til þess að ferðamátinn sé hlutfallslega hættulegur, og vegfarendurnir eru sérstakur hópur sem lýsir hugsanlega ekki hinum venjulega vegfarenda.

Eftir því sem ferðamátinn haslar sér völl, þá á sér yfirleitt stað uppbygging innviða sem taka betur mið af þessum fararmáta. Eftir því sem fleiri notast við fararmátann, þá minnkar hlutfall nýjungamanna meðal vegfarendahópsins, þar sem hópurinn fer að betur endurspegla hinn venjulega vegfarenda. Á þessum tímamarki, þá er því ferðamagn meira. Þetta fer oft saman við að innviðir eru orðnir betri og öruggari sem bætir aðstæður fyrir þá sem notast við fararmátann, einnig fyrir þá sem tilheyrðu nýjungarmönnum, sem og að þessi sérstaki hópur er ekki eins stórt hlutfall þeirra sem notast við fararmátann. Þessi munur í ferðamagni, stöðu innviða og samsetningu hjólandi vegfarenda er því mismunandi háð tíma í þróun (frá því að hjólréiðar eru að byrja þar til þær eru orðnar almennar), sem og milli landa/svæða sem eru á mismunandi stað í þróuninni, samtímis og gera má ráð fyrir breytileika milli hlutfallslegrar stöðu þessara þriggja þátta.

Við ræddum um hluta gæða innviða og þjónustustigs í kafla 3.3.3. Samsetning þeirra sem hjóla getur þó einnig skipt máli hér. Schepers o.fl. (2014) nefnir að vissir hópar eru líklegri til að vera varkárari í umferðinni en aðrir, og þar af leiðandi ólíklegri til að verða fyrir slysum ef allir aðrir þættir eru óbreyttir, þetta sökum hegðunar sinnar. Ef það er munur varðandi varkárni milli hópsins nýjungamanna og hins venjulega vegfarenda, og ef líkan byggir á mismunandi hópum fyrir mismunandi staði, þar sem ekki er tekið tillit þessa, þá getur það skapað skekkju í líkönum, þar sem áhrifin sem mæld eru, eru í raun ekki tengd við breytuna heldur undirliggjandi mun milli hópanna (Mannering og Bhat, 2014). Ef við heimfærum þetta á samsetningu vegfarenda og nýjungarmenn. Þá, ef nýjungarmenn eru áhættusæknari eða óvarkárari en hinn venjulegi vegfarandi og við erum með staði/svæði/lönd eða tímabil þar sem er mishátt hlutfall nýjungarmanna meðal þeirra sem hjóla, þá myndu þeir staðir/tímabil sem eru komnir lengra í þróuninni vera með að meðaltali varkárari vegfarendur en staðirnir sem eru skemur komnir í þróuninni. Þar sem ferðamagn tengist við hversu langt þróunin er komin, þá myndi þetta skapa fylgni þar sem staðir með lágt ferðamagn er með háa slysatíðni sökum samsetningu hjólandi vegfarendanna, meðan staðir með hátt ferðamagn væru með lægri slysatíðni og á þann máta skapa ólínulegt samband milli fjölda vegfarenda og fjölda slysa. Það skal tekið fram að það að hinn venjulegi vegfarandi sé varkárari en nýjungarmenn eru aðeins hugleiðingar og þörf er á frekari rannsóknum til að ákvarða hvort svo sé í raun.

3.3.7 Tilraunir til að greina orsakir

Eins og áður hefur verið nefnt, þá eru flestar af þeim rannsóknum sem skoða slysatíðni eða áhrifin öryggi fjöldans, byggðar á þversniðsrannsóknum. Veikleiki þeirrar aðferðarfræði er að ekki er hægt að vera viss um að um sé að ræða orsakasamband, eða einfaldlega að það séu aðrir undirliggjandi þættir sem útskýri breytileika gagnanna.

Fjórar rannsóknir fundust þar sem reynt var að nálgast þetta vandamál á annan máta. De Goede o.fl. (2014) skoðaði fjölda hættulegra atvika (e. Traffic conflict) og bar saman milli tveggja tímabila á einum norskum gatnamótum og einu tímabili á einum dönskum gatnamótum, þar sem ferðamagnið var mismunandi. Hægt var að greina mun í hlutfalli hjólandi vegfarenda sem lenti í hættulegum atvikum milli dönsku og norsku gagnanna, en ekki var hægt að greina marktækan mun milli mælinganna á norsku gatnamótunum. Norræn rannsókn nálgadist viðfangsefnið með því að skoða aðstæður á mismunandi tímum ársins, en ferðamagn hjólandi vegfarenda er mjög mismunandi eftir árstíðum (Fyhri o.fl., 2017). Vegfarendur voru stoppaðir og spurðir varðandi samspil við aðra vegfarendur, en einnig var beitt myndbands greiningum. Svörin benda til þess að hjólandi vegfarendurnir upplifi sem að samspilið við ökumenn virki betur að sumri til, en ekki var hægt að mæla sömu áhrif meðal gangandi vegfarenda og ökumanna. Myndbandsgreiningarnar benda til þess að líkur á hættulegu atviki aukist um sumarið samanborið við vorið, en minnki svo fram á haustið. Nálgunin er tilraun til að skoða og reyna að einangra áhrifin öryggi fjöldans, en með tilliti til að niðurstöður eru í báðar áttir, byggjast á fáum stöðum sem og að ekki er hægt að útiloka aðra þætti sem sveiflast með árstíðum, þá er enn þörf á frekari rannsóknum til að fá dýpri skilning á undirliggjandi orsökum þessa sambands. Thompson o.fl. (2014) gerðu tölvulíkan sem líkir eftir einfölduðu sampli vegfarenda. Með því að stýra flæði ökutækja og hjólandi vegfarenda, þá gátu þeir fengið fram sambærileg áhrif og öryggi fjöldans, þrátt fyrir að hegðun vegfarenda væri ekki breytt. Aldred o.fl. (2017) gerði slysalíkon fyrir árekstra milli ökutækja og hjólandi vegfarendur í Bretlandi við þrjú mismunandi tímabil. Þetta er eina rannsóknin sem við fundum sem beytti ekki eingöngu þversniðsrannsóknum, heldur reyndi að greina sambandið fyrir mismunandi tímabil. Skoðað var hvernig hlutfallsleg hættu á alvarlegum og banaslysum breyttist milli áranna 1991 og 2001 og svo milli 2001 til 2011. Niðurstöðurnar benda til áhrifa öryggis fjöldans þegar fjöldi hjólandi vegfarenda eykst með tímanum, niðurstöðurnar voru þó aðeins tölfræðilega marktækar milli tímabilana 1991 og 2001. Aldrin o.fl. (2017) tengdu því saman breytingar í hlutfallslegum fjölda hjólandi vegfarenda og hlutfallslegri breytingu í fjölda alvarlegra og banaslysa, þar sem hægt var að mæla öryggi fjöldans áhrif. Þessi rannsókn getur þó ekki gefið upplýsingar um hvaða þættir orsaka þessa breytingu, þar sem gera má ráð fyrir að bæði hegðun vegfarenda sem og gæði innviða hafi breyst á milli þessara tímabila. Það er því ennþá umtalsverð þörf á rannsóknum til að greina hve mikilvægir mismunandi þættir eru varðandi orsakir áhrifanna öryggi fjöldans.

Rannsóknir á slysum geta sjaldan tekið tillit til, eða stjórnað öllum þáttum. Þessar rannsóknir eru oft á tíðum bundnar við að þurfa að notast við þversniðsrannsóknir. Það skapar áskoranir þegar ákvarða á til um hvort samband sé í raun orsakasamband eða fylgnisamband. Hvort mæld áhrif séu í raun sökum breytileika breytunnar sem verið er að skoða, eða einfaldlega áhrif af því að aðrir þættir eru einnig breytilegir. Til að hægt sé að líta á samband sem orsakasamband, þá þarf í raun orsökina að leiða til mælanlegrar breytingar á því sem hún orsakar. Orsakasambönd þegar kemur að slysum eru oft tengd með líkindasambandi (Elvik, 2011). Elvik (2011) lagði fram 9 kröfur sem samband þarf að uppfylla til þess að geta talist sem

orsakasamband. Þetta samband nær ekki að uppfylla allar þessar kröfur. Það er, það er ekki vitað hvað er orsök og hvað er afleiðing. Það er til dæmis enn mögulegt að öryggi fjöldans sé í raun að fjöldinn sæki í öryggið. Þetta útlókar þó ekki orsakasamband, enn þetta hindrar að hægt sé að ákvarða með vissu að þetta sé í raun orsakasamband.

3.3.8 Heildaráhrif

Niðurstöðurnar sýna að það virðist vera ólínulegt samband milli fjölda slysa og fjölda vegfarenda. Þetta ólínulega samband, það er að stuðullinn í slysalíkönunum sé minni en 1,0, kemur fram bæði í árekstrum og einslysum gangandi og hjólandi vegfarenda, sem og líkönunum sem byggja á gatnamótum, götuleggjum sem og stærri svæðum. Þetta ýtir undir þá ályktun að gangandi og hjólandi vegfarendur séu í raun hlutfallslega öruggari á stöðum þar sem eru margir gangandi/hjólandi vegfarendur en þar sem þeir eru sjaldgæfari.

Það eru nokkrar útskýringar sem líklegt er að séu á bak við þetta. Það er (a) hegðunarbreytingar, (b) lærdómur og reynsla, (c) gæði innviða og þjónustustig, og (d) samsetning vegfarenda. Það er þó ekki hægt að útiloka að það séu fleiri þættir sem hafa áhrif á þetta samband. Það er almennt þekkt að hegðunarbreytingar geta haft áhrif á öryggi, sem og að lærdómur og reynsla skipti máli fyrir slysatíðni einstaklinga. Þar sem mismunandi hópar eru með mismunandi slysatíðni, þá er einnig líklegt að samsetning vegfarenda skipti máli upp á þetta.

Það er einnig viss stuðningur í slysalíkönunum fyrir að síðasti þátturinn, gæði innviða og þjónustustig skipti máli upp á slysatíðni. Líkönin fyrir einslys hjólandi vegfarenda sýna öryggi fjöldans áhrif, en það er líklega ekki hægt að útskýra með því að vegfarendur aðlagi hegðun sína. Það mætti þó hugsanlega útskýra með aukinni reynslu af hjólreiðum. Á hinn bóginn, þá er erfitt að útskýra að aukin reynsla eða hegðun vegfarenda ætti að leiða til öryggi fjöldans áhrifa þegar kemur að einslysum gangandi vegfarenda. Þetta styður því hugsanlega við að gæði innviða og þjónustustig skipti máli, eða að það sé einhver annar ennþá óþekktur þáttur sem útskýri þetta.

Líklegt verður að teljast að allir þessir þættir hafi einhver áhrif, og séu hluti af útskýringunni bakvið fyrirbærið öryggi fjöldans. En, þar sem skortur er á rannsóknum sem geta skoðað það, þá er erfitt að ákvarða með fullri vissu hvað hver þáttur er stór hluti í heildar áhrifunum. Niðurstöður rannsókna er þó mjög samstíga, þar sem mæld áhrif eru svipuð milli mismunandi rannsókna. Þetta gerir það að verkum að, þrátt fyrir að erfitt sé að ákvarða að hversu miklu leiti um sé að ræða orsakasamband og að hversu miklu leiti að ræða fylgnisamband, þá er talið að áhrifin öryggi fjöldans séu raunveruleg (Elvik og Bjørnskau, 2014),

Það er mikilvægt að leggja áherslu á, að það að líkönin sýni að staðir með mikið ferðamagn gangandi og hjólandi vegfarenda séu með hlutfallega færri slys, þýðir ekki að það sé hægt að fullyrða að það að fjölga gangandi og hjólandi vegfarendum muni sjálfkrafa auka hlutfallsleg öryggi þeirra. Ef útskýringuna fyrir fyrirbærinu öryggi fjöldans má rekja til aðlögun hegðunar eða reynslu þá myndi aukinn fjöldi vegfarenda auka hlutfallslegt öryggi þeirra. Hins vegar, ef útskýringuna er að mestu vegna gæða innviða og þjónustustigs þá myndu jákvæðu áhrifin ekki koma sjálfkrafa fram þar sem aukna ferðamagnið myndi ekki sjálfkrafa leiða til bættra innviða eða þjónustustigs. Það, að byggja upp vandaða og örugga innviði mun hins vegar auka hlutfallslegt öryggi gangandi og hjólandi vegfarenda. Samtímis, þá munu bættir innviðir gera

Það meira aðlaðandi að notast við þessa fararmáta sem aftur ýtir undir notkun þeirra. Á þann máta, draga bættir innviðir samtímis fram öryggisáhrif af öruggari lausnum sem og hugsanleg jákvæð áhrif sökum aðlögun hegðunar vegfarenda.

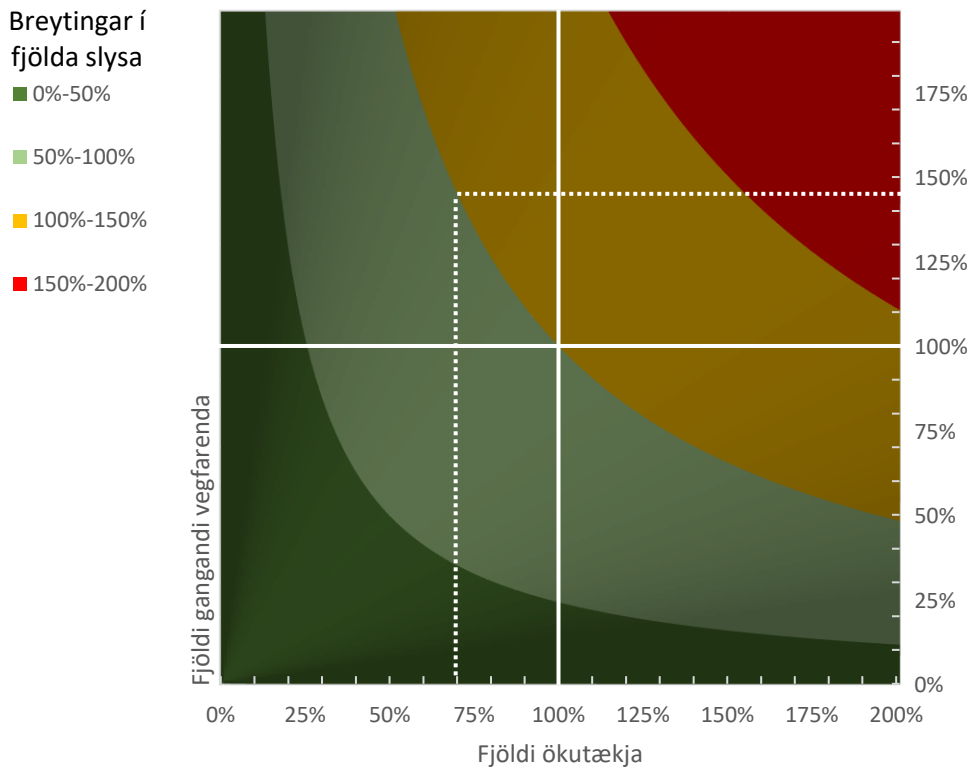
Einnig, þá má nefna að, ef þessi líkön eru í raun að sýna orsakasamband og eru lýsandi fyrir það, þá mun aukinn fjöldi gangandi og hjólandi vegfarenda þrýsta á fjölgun slysa, meðan færri ökutæki munu þrýsta á færri slys. Heildaráhrifin geta hins vegar, þegar samsvarandi fækkun á sér í fjölda ökutækja og aukning í fjölda gangandi og hjólandi vegfarenda, í vissum tilfellum leitt til fækkunar slysa samkvæmt líkönunum (Elvik, 2009). Það er, að færa vegfarendur frá ökutækjum yfir í að vera gangandi eða hjólandi vegfarendur getur undir ákveðnum aðstæðum haft heildaráhrifin að þrýstingur á slys minnkar. Þetta má meðal annars sjá á myndum 14 og 15. Schepers og Heinin (2013) skoðuðu hvað myndi gerast ef notendur ökutækja sem ferðast stuttar ferðir í Hollandi myndu fara að hjóla í staðinn, þar sem einnig var tekið tillit til einslysa hjólandi vegfarenda (Elvik, 2009, tók aðeins tillit til árekstra við ökutæki). Niðurstöðurnar sýndu að breytingin myndi ekki hafa áhrif á fjölda dauðsfalla, en fjöldi alvarlegra slysa myndi aukast. Ástæða þessa eru að færri ökutæki minnka þá hættu sem ökutækin skapa, sem og að hjólandi vegfarendur geta innan þéttbýlis í Hollandi oft á tíðum ferðast styttri vegalengd en ökumaður bíls, sem og áhrifum öryggi fjöldans.

3.3.8.1 Breytingar í fjölda vegfarenda og breytingar í fjölda slysa

Nú skulum við leyfa okkur eitt augnablik, umræðunnar vegna, að gera ráð fyrir að þetta samband, öryggi fjöldans, sé fullkomið orsakasamband, þar sem aukinn fjöldi vegfarenda leiðir til áhrifa öryggis fjöldans og hlutfallslega minni slyshættu í samræmi við slysalíkönin. Elvik og Bjørnskau (2014) bjuggu til slysalíkan sem lýsir sambandi fjölda ökutækja, fjölda gangandi og hjólandi vegfarenda og fjölda slysa, byggt á meta greiningum á öðrum rannsóknum. Ef við notumst við þetta líkan til að áætla hvernig fjöldi slysa myndi breytast hlutfallslega (út frá þeirri forsendu að sambandið sé orsakasamband), þá má sjá niðurstöðurnar á myndum 14 og 15.

Ef núverandi fjöldi gangandi vegfarenda er 100% og núverandi fjöldi ökutækja er 100%, þá má lesa úr lit flatarins að núverandi fjöldi slysa er 100%. Ef við aukum fjölda ökutækja þá færurumst við upp eftir x ásnum og samkvæmt líkaninu þá fjölgar slysum. Ef við fjölgum gangandi vegfarendum, þá færurum við okkur eftir y ásnum og slysum fjölgar. Á sama máta má sjá hvað gerist ef við fækkum vegfarendunum. Þegar mannfjöldinn eykst, en hlutdeild mismunandi fararmáta er óbreytt, þá, erum við samtímis að færa okkur eftir bæði x og y ásnum, þar sem báðir liðirnir ýta undir fjölgun slysa. Ef við hinsvegar erum að breyta hlutdeild mismunandi fararmáta þá erum við samtímis að auka þrýstinginn á slys frá öðrum vegfarendahópnum en minnka þrýstinginn á slys frá hinum vegfarendahópnum. Tökum dæmi þar sem við fjölgum gangandi vegfarendum, en fækkum ökutækjum. Ef við til dæmis minnkum fjölda ökutækja um 30% og fjölgum samtímis fjölda gangandi vegfarenda um það bil 45%, með því að auka hlutdeild gangandi vegfarenda (sjá strikálínu á mynd 14) þá mun heildarfjöldi árekstra, samkvæmt líkaninu, ekki breytast. Ástæða þess er að samtímis sem þrýstingur á fjölda slysa eykst sökum fleiri gangandi vegfarenda, þá minnkar þrýstingur á slys sökum færri ökutækja. Hvort færsla milli vegfarendahópa muni fjölga eða fækka samkvæmt slysalíkaninu er svo háð því hversu margir tilheyra hvorum vegfarendahópi fyrir sig (ásamt öllum öðrum þáttum sem hafa áhrif á slys). Mynd 15 sýnir sambærilegt samband miðað við líkan Elvik og Bjørnskau (2014) fyrir árekstra milli ökutækja og hjólandi vegfarenda. Tekið skal einnig fram að hér er ekki tekið tillit til breytinga varðandi einslysa gangandi og hjólandi vegfarenda, né heldur fjölda annarra slysa ökutækja.

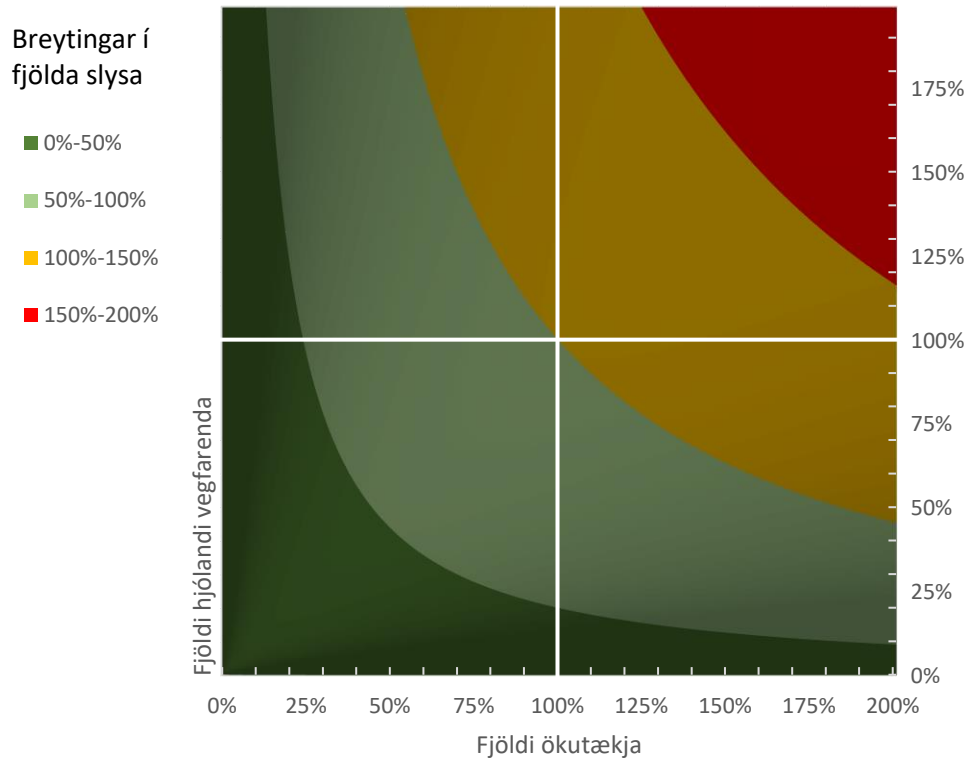
Hlutfallslegur fjöldi árekstra milli ökutækja og gangandi vegfarenda vegfarenda miðað við fjölda vegfarenda



Mynd 14: Niðurstöður slysalíkans sem sýnir samband milli fjölda slysa miðað við fjölda gangandi vegfarenda og fjölda ökutækja (byggir á líkani frá Elvik og Bjørnskau, 2014). Litur svæðanna táknar hlutfallslega breytingu í fjölda slysa.

Þess skal getið, að þessi hugarleikfimi er eingöngu til að fá betri skilning á hvernig breytingar á fjölda vegfarenda sem og færslur milli vegfarendahópa hafa áhrif á fjölda slysa ef öll áhrifin af öryggi fjöldans væru sökum orsakasambands. Í raun er ekki vitað hvort að þetta samband sé orsakasamband eða fylgnisamband (Bhatia og Wier, 2011), eða að hversu miklu leiti um er að ræða orsakasamband. Ekki er ósennilegt að hluti af sambandinu sé beint orsakasamband sökum hegðunarbreytinga, meðan annar hluti væri ekki orsakatengsl. Þetta myndi leiða til þess að fjöldi slysa myndi aukast hraðar en þessi gröf sýna. Þessi hugarleikfimi sýnir okkur hins vegar hvað eru hagnýt áhrif af sambandinum milli fjölda vegfarenda og fjölda slysa, áhrifa öryggi fjöldans og færslu milli mismunandi ferðamáta, sem og að taka verður tillit til áhrifa þess að breytingar eiga sér stað varðandi fjölda ökutækja

Hlutfallslegur fjöldi árekstra milli ökutækja og hjólandi vegfarenda miðað við fjölda vegfarenda



Mynd 15: Niðurstöður slysalíkans sem sýnir samband milli fjölda slysa miðað við fjölda hjólandi vegfarenda og fjölda ökutækja (byggir á líkani frá Elvik, 2009 og Bjørnskau, 2014). Litur svæðanna táknar hlutfallslega breytingu í fjölda slysa.

4. ÍSLENSKAR AÐSTÆÐUR

Reykjavíkurborg, eins og svo margar borgir stefna á aukna notkun sjálfbærra samgöngumáta. Stefnt er á að hlutdeild bíla fari úr 70% árið 2014 niður í 58%, hlutdeild almenningsamgangna fari úr 4% upp í 12%, hlutdeild gangandi vegfarenda fari úr 18% upp í 22% og hlutdeild hjólandi vegfarenda fari úr 6% upp í 8% (Reykjavík, 2014). Á sama tíma er gert ráð fyrir að fjöldi íbúa Reykjavíkur muni fara úr 121 þúsund upp í 143 þúsund, það er, um 18% aukning (Reykjavík, 2014, Þorsteinsdóttir og Snævarr, 2014).

Aukinn fjöldi íbúa mun að öllu öðru óbreyttu leiða til aukins ferðamagns, bæði fjölda ferðakílómetra sem og líklega meira samspil milli vegfarenda. Þetta mun hafa einhver áhrif á fjölda slysa. Við sjáum einnig að vonast er eftir breytingum í vali á fararmátum, þar sem vægi einkabílsins muni minnka. Þegar vegfarendur færast á milli vegfarendahópa þá hefur það áhrif á fjölda ferða með mismunandi fararmátum sem aftur hefur áhrif á fjölda slysa, þar sem mismunandi ferðamátar eru misöryggir. Við þetta má svo bæta að þess háttar færsla milli vegfarendahópa mun einnig hafa áhrif á samspilið milli vegfarendahópa. Það er, það má leiða líkur að því að það breytingar í slysfjölda séu flóknari en svo að aðeins sé hægt að bera saman slysatíðni mismunandi fararmáta, en þetta má meðal annars sjá af því að fjöldi ökutækja hefur áhrif í slysalíkönunum.

Í þessum kafla, þá ætlum við að skoða eina framtíðarsviðsmynd varðandi hvernig breytingar á fararmáta og fjölda íbúa í Reykjavík gæti hugsanlega haft áhrif á fjölda slysa, þar sem við skoðum þetta með tilliti til kenningarinnar um öryggi fjöldans og þeirra slysalíkana sem kynnt hafa verið hér.

4.1 Gögn og aðferðarfræði

Áður en við skoðum hugsanleg áhrif þessa breytinga, þá eru nokkrir þættir sem þarf að nefna. Til að nálgast þetta málefni væri æskilegt að hafa slysalíkön sem byggja á íslenskum gögnum. Þess háttar líkan myndi taka betur tillit til séríslenskra aðstæðna, meðal annars hvað varðar hönnunarvenjur og umferðarmenningu. Það er því ekki sjálfgefið að erlend líkön muni gefa réttar niðurstöður varðandi fjölda slysa.

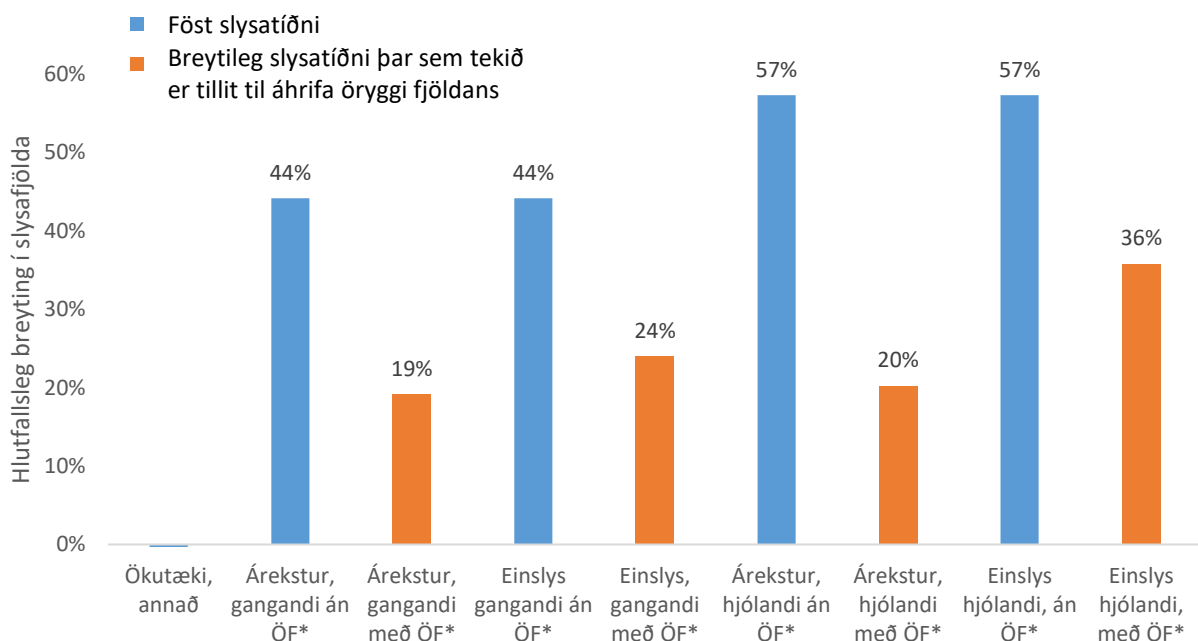
Þrátt fyrir þetta, þá sýnir samantekt okkar á erlendu rannsóknunum að hlutfallsleg breyting slysa miðað við fjölda vegfarenda er nokkuð svipuð milli mismunandi landa og svæða. Það er, stuðlarnir fyrir umferðarmagn eru nokkuð svipaðir milli mismunandi rannsókna og mismunandi landa. Þetta gerir það að verkum að hægt er að skoða sviðsmyndir sem þessa þar sem aðeins er skoðuð hugsanleg hlutfallsleg breyting í fjölda slysa. Til að áætla hlutfallslega breytingu, þá verður hér notast við líkön úr meta greiningum frá Elvik og Bjørnskau (2014) fyrir árekstra milli gangandi og hjólandi vegfarenda og ökutækja út frá breytingum í ferðavenjum (Gallup, 2018, Reykjavík, 2014) og íbúafjölda (Reykjavík, 2014, Þorsteinsdóttir og Snævarr, 2014), líkön fyrir einslys hjólandi vegfarenda frá Kröyer (2016a), en fyrir breytingar í fjölda annarra slysa ökutækja verður notast við fasta slysatíðni. Þetta leiðir til þess að mat á breytingum á öðrum slysum ökutækja eru hugsanlega ofmat, þar sem hugsanlega á sér stað einhvers konar öryggi fjöldans áhrif á þeim líka, samanber lögmál Smeeds (1949). Hér er ákveðin takmörkun að ekki er tekið tillit til þess að aukin notkun almenningsamgangna felur í sér aukið ferðamagn gangandi vegfarenda til og frá stoppistöðvum.

4.2 Hver er þróunin?

Mynd 16 sýnir hver hlutfallsleg breyting í fjölda slysa gæti orðið miðað við þessar forsendur. Ef ekki er tekið tillit til hugsanlegra áhrifa öryggi fjöldans, þá sjáum við að fjöldi annarra slysa ökutækja án gangandi eða hjólandi vegfarenda myndi minnka um 3%. Ástæða þess að þeim fækkar ekki meira þrátt fyrir minni hlutdeild í ferðum, eru að íbúum fjölgar þannig að raunfjöldi ferða minnkar ekki eins mikið og minnkuð hlutdeild.

Einslysa gangandi vegfarenda myndi fjölga með 44% og fjöldi einslysa hjólandi vegfarenda myndi aukast með 57%. Þessi aukning er sökum þess að miðað við forsendur um breytingar á ferðamáta sem og fjölgunar íbúa, þá mun ferðamagn á þessum fararmátum aukast sem nemur þessum hlutföllum. Það er, fjöldi slysa myndi aukast en slysatíðni væri óbreytt. Það væri ennþá jafn öruggt eða hættulegt að ferðast, þar sem líkur hvers einstaklings á að lenda í slysi eru óbreyttar, en slysum myndi fjölga sökum þess að fleiri ferðast með þessum fararmátum.

Rannsóknir benda hins vegar til þess að það eigi sér stað einhvers konar öryggisáhrif í fjölgun vegfarenda. Ef gert er ráð fyrir að þessi líkön séu lýsandi fyrir þær aðstæður sem við erum með, þá væri aukningin um 24% fyrir einslys gangandi vegfarenda og 36% fyrir einslys hjólandi vegfarenda. Það er, hlutfallsleg aukningin í fjölda slysa er ekki eins há og aukningin í fjölda vegfarenda, þar sem líkur á slysum á hvern vegfarenda er lægri. Það er, það væri öruggara fyrir hvern og einn einstakling að hjóla, en slysum myndi fjölga sökum þess að fleiri hjóla. Þess má geta, að sökum þess að einslys gangandi vegfarenda eru ekki skráð, sem og að allt bendir til þess að vanskráningu einslysa hjólandi vegfarenda sé mjög hátt á Íslandi, þá mun verða erfitt að mæla þessa breytingu í slysskráningum.



Mynd 16: Sýnir hlutfallslega breytingu í mismunandi slysategundum miðað við fasta slysatíðni og breytilega slysatíðni (öryggi fjöldans). Byggt á líkönum frá Elvik og Bjørnskau (2014) og Krøyer (2016a). *ÖF: Öryggi fjöldans

Fjöldi árekstra milli ökutækja og gangandi eða hjólandi vegfarendum myndi, ef slysatíðnin er óbreytt, aukast um sem nemur 44% og 57%, en hér er ekki tekið tillit til breytinga í fjölda ökutækja. Eins og áður, þá sýna þessar tölur aukningu miðað við fasta slysatíðni, það er, slysunum fjölga vegna þess að það eru fleiri vegfarendur, en hlutfallsleg hættu hvers og eins vegfarenda er óbreytt.

Ef við hins vegar tökum tillit til þess að fjöldi slysa tengist einnig við fjölda ökutækja sem og að það eru einhvers konar áhrif öryggi fjöldans. Þá fáum við um 19% aukningu í fjölda árekstra milli ökutækja og gangandi vegfarenda, meðan aukningin í árekstrum milli ökutækja og hjólandi vegfarenda yrði 20%. Líkönin benda því til þess að fjöldi þessara slysa muni aukast, en hlutfallslegt öryggi þessara vegfarendahópa muni aukast vegna færri ökutækja og áhrifa öryggi fjöldans.

Þessar niðurstöður gefa okkur hugmynd um hvernig breytingar í ferðahegðun og fjölda íbúa mun hafa áhrif á fjölda slysa í framtíðinni. Það skal þó varast að ætla að túlka þessar tölur sem svo að þetta muni verða staðan eftir 10 ár. Sviðsmyndir sem byggja á fastri slysatíðni taka ekki tillit til þess að slysatíðni er tengd við ferðamagn, meðan sviðsmyndir sem notast við líkönin á þennan máta byggja á því að um sé að ræða orsakatengsl milli ferðamagns og fjölda slysa, en eins og fjallað var um í kafla 3.3 þá eru ýmsir aðrir þættir sem hafa einnig áhrif og óvíst að hve miklu leiti áhrif öryggi fjöldans séu orsakasamband. Einnig, þá munu eiga sér stað fleiri samfélagslegar breytingar sem og breytingar á innviðum og ökutækjum, og hugsanlega munu breyttar ferðavenjur hafa áhrif á lengd og fjölda ferða. Þessar breytingar munu að hluta til falla að forsendum þessara slysalíkanna, en að hluta til ekki. Að öllu öðru óbreyttu, þá má hinsvegar búast við því að þróun í fjölda slysa muni að öllu öðru óbreyttu liggja einhvers staðar milli þessara tveggja sviðsmynda, það er milli áætlanna sem byggja á fastri slysatíðni og þeirrar sem byggja á slysalíkönunum. Frá þessum niðurstöðum er hægt að draga eftirfarandi lærdóm:

1. Það er undirliggjandi þrýstingur varðandi fleiri ferðir sem gangandi og hjólandi vegfarendur sem ýtir undir fjölgun slysa.
2. Það er undirliggjandi þrýstingur varðandi færri ökutæki (2,9%) á tímabilinu, sem mun aðeins minnka þrýstinginn á árekstra milli ökutækja og gangandi og hjólandi vegfarenda.
3. Ólínulegt samband milli ferðamagns og slysafjölda bendir til þess að slysafjöldi muni ekki aukast í sama hlutfalli og fjölgun gangandi og hjólandi vegfarenda.

4.2.1 Alvarleiki meiðsla

Þess má geta, að þessar greiningar miðast við fjölda slysa. Við höfum hins vegar ekki skoðað hver áhrifin eru á mismunandi alvarleika slysa. Það eru ekki mörg líkön til sem hafa skoðað áhrif fjöldans út frá alvarleika meiðsla. Schepers (2012) bjó til mismunandi slysalíkön eftir alvarleika meiðsla fyrir einslysa hjólandi vegfarenda. Niðurstöðurnar bentu til þess að stuðullinn væri lægri í alvarlegu slysunum, það er, áhrif öryggi fjöldans væru sterkari í alvarlegri slysunum. Þegar Schepers o.fl. (2013) skoðuðu hlutfallslegar breytingar í hlutfalli einslysa hjólandi vegfarenda í slysum þá voru öryggi fjöldans áhrifin hins vegar meiri þegar kom að slysum sem voru ekki banaslys. Engin af rannsóknunum sem fjölluðu um árekstra milli ökutækja og gangandi vegfarendur gerðu mismunandi líkön fyrir mismunandi óhappastig. Það var hins vegar ein rannsókn sem gerði mismunandi líkön fyrir slys með meiðslum og alvarleg/banaslys þar sem um var að ræða árekstra milli ökutækja og hjólandi vegfarendur (Kaplan og Prato,

2015). Niðurstöðurnar sýndu lægri stuðul fyrir alvarlegustu slysin samanborið við þau sem voru minna alvarleg.

Það er ekki óhugsandi að áhrif öryggi fjöldans sé breytileg eftir alvarleika slysa. Sem dæmi, þá gæti aukin viðvera gangandi og hjólandi vegfarenda haft áhrif á hraðahegðun ökumanna, sem og að innviðir sem miða meira við þarfir gangandi og hjólandi vegfarenda tryggja yfirleitt lægri hraða, sem aftur myndi leiða til þess að alvarleiki meiðsla yrði minni. Einnig er mögulegt að, ef mikið er um hjólreiðar, að slíkt myndi leiða til lægri meðalhraða, bæði meðal ökumanna og hjólandi vegfarenda. Það er þó ekki hægt að fullyrða nokkuð varðandi þetta, þar sem almennt er þörf á meiri rannsóknum á þessu.

5. UMRÆÐA

Það er almenn þörf á að auka hlutdeild sjálfbærra samgöngumáta á Íslandi. Það verður hins vegar ekki horft framhá því að það að ganga og hjóla eru viðkvæmir fararmátar og því mikilvægt að vanda vel til verka til að tryggja öryggi þessara hópa. Samhliða aukinni hlutdeild þessara fararmáta þarf því að leggja aukna áherslu á þarfir og öryggi þessara hópa.

5.1 Umfang vandamáls

Rannsóknir sýna að öryggi þessara hópa er umtalsvert vandamál á Íslandi, og umfang slysa mjög mikið innan þéttbýlis. Á árunum 2014 til 2018 voru skráðir 968 árekstrar þar sem ekið var á gangandi eða hjólandi vegfarenda, þar af 170 þar sem um var að ræða alvarlegt slys eða banaslys. Þar eru ekki taldir með þeir árekstrar þar sem hjólandi vegfarandinn hjólaði á ökutækið.

Úr þessari slysatölfræði má sjá að umtalsvert hærra hlutfall í slysum þar sem ekið var á gangandi eða hjólandi vegfarenda slasast alvarlega samanborið við önnur slys. Hugsanlegar orsakir þess eru: (i) gangandi og hjólandi vegfarendur eru verr varðir í slysi, og (ii) að sjaldgæft sé að þessi slys séu tilkynnt ef ekki er um meiðsli að ræða. Töluvert af erlendum rannsóknum hafa sýnt fram á að gangandi og hjólandi vegfarendur séu líklegir til að slasast alvarlega í árekstrum (Rosén og Sander, 2009, Richards, 2010), sem styður við fyrri tillöguna. Hvað varðar seinni tillöguna, þá eru takmarkaðir möguleikar til að sannreyna hana. Annars vegar, þá eru hlutfallslega fá skráð tilfelli þar sem ekið var á gangandi eða hjólandi vegfarendur þar sem um var að ræða óhapp án meiðsla, það gæti hugsanlega bent til hárrar vanskráningar. Hins vegar, þá ef skoðað er hlutfall alvarlegra/banaslysa meðal slysa með meiðslum, fyrir annars vegar árekstra þar sem ekið var á gangandi eða hjólandi vegfarendur og hins vegar önnur slys, þá sýnir það einnig að þessi slys eru að jafnaði alvarlegri. Þar sem vanskráning er minni þegar kemur að slysum með meiðslum, þá ætti þetta að vera áreiðanlegri samanburður. Það telst því ólíklegt að seinni útskýringinn sé öll orsök þess að hærra hlutfall slasist alvarlega í slysum þar sem ekið er á gangandi eða hjólandi vegfarenda.

Við þetta má bæta að ef tekið er mið af erlendum rannsóknum, þá má gera ráð fyrir umtalsverðri vanskráningu slysa. Það er, við vitum um eingöngu hluta þeirra slysa sem á sér stað. Ef reynsla erlendis frá er yfirferanleg yfir á íslenskar aðstæður, þá myndi þessi vanskráning leiða til þess að hlutfallslegt umfang slysa með gangandi og hjólandi vegfarendum sé stórlega vanmetið samanborið við slys með ökutækjum. Þetta á sérstaklega við þegar kemur að einslysum gangandi og hjólandi vegfarenda.

5.2 Mikilvægi ferðamagns og slysatíðni

Hrá slysatölfræði sem byggir eingöngu á fjölda slysa gefur ekki nægar upplýsingar varðandi stöðu mála. Þess vegna þá þarf skoða slysatölfræði meðal annars út frá ferðamagni, slysatíðni og afleiðingum slysa. Með því að skoða slysatölur úr þessu samhengi, þá fáum við betri mynd af því (i) hversu öryggir mismunandi fararmátar eru, (ii) hvað sé það sem er vandamálið, og (iii) hvernig við getum á sem markvissastan hátt unnið á móti því að það verði alvarlegt slys.

Það er athyglisvert, að þegar fjöldi slysa á höfuðborgarsvæðinu eru skoðuð út frá línulegri aðhvarfsgreiningu, þá falla öll sveitarfélögin mjög nálægt línunni fyrir öll óhappastig. Hér er

hlutfallslega lítill breytileiki í gögnunum fyrir sveitarfélög höfuðborgarsvæðisins samanborið við alþjóðlegu gögnin. Þrátt fyrir að um sé að ræða mismunandi ferðamáta, innviði og stefnur, þá verður heildarfjöldi slysa nokkuð sambærilegur út frá fjölda íbúa. Þetta er merki um það hve mikilvægt ferðamagn er fyrir fjölda slysa. Leiða má líkur að því að hugsanlegar orsakir þess að íslensku gögnin sýni sterkara samband en alþjóðlegu gögnin séu að það er almennt meiri tilviljunarkenndar sveiflur í fjölda banaslysa, sem og að innviðir, ökutæki, ferðahegðun, og umferðarmenning er líklegast nokkuð svipuð í þessum mismunandi sveitarfélögum. Þetta þýðir þó ekki sjálfkrafa að önnur minni sveitarfélög utan höfuðborgarsvæðisins muni fall að þessari línu.

Ef við skoðum línuna, bæði fyrir sveitarfélög höfuðborgarsvæðisins, sem og fyrir mismunandi lönd, þá sjáum við að hún sker ekki núllpunktinn. Það er, línan sýnir núll slys þar sem íbúafjöldinn er hærri en núll. Ekki er þó rétt að draga neinar ályktanir út frá þessu á þessu stigi. Fasti jöfnunnar er ekki tölfræðilega marktækur þegar kemur að alþjóðlegu tölfræðinni og íslenska tölfræðinn byggir á eingöngu 6 gildum. Ef við þess í stað skoðum hvernig línan sem er þvinguð gegnum núllpunktinn lítur út, þá getum við lesið hlutfallslega slysatíðni sveitarfélaganna út frá hvar þau standa miðað við línuna. Reykjavík er með hlutfallslega háa slysatíðni miðað við íbúafjölda samanborið við hin sveitarfélögin. Þetta sést einnig þegar slysatíðnin er skoðuð sem töluleg gildi, þar sem Reykjavík er með hæsta tíðni slysa, bæði slys þar sem ekið er á gangandi eða hjólandi vegfarenda, sem og önnur slys, sem og bæði öll slys og slys með meiðslum.

Einn þáttur sem hefur áhrif hér, eru slys utan þéttbýlis og utanaðkomandi umferð. Viss af sveitarfélögunum eru með stóra þjóðvegi innan marka sinna, meðal annars Vesturlandsveg, Suðurlandsveg og Reykjanesbraut. Sú nálgun okkar að miða við landamörk sveitarfélaganna gerir það, að slys teljast til þessa sem huganlega er ósanngjarnt að tengja við sveitarfélagið. Einnig, þá er íbúafjöldi ónákvæmur kvarði fyrir ferðamagn. Í raun, þá þyrfti að notast við lengdir ferða innan sveitarfélaga þar sem slys getur átt sér stað. Eflaust er einhvers konar fylgni milli íbúafjölda og þessa ferðamagns. Þessi skali hins vegar missir af því að það er umtalsvert flæði umferðar milli sveitarfélaga. Ef hærra hlutfall vinnur innan sveitarfélagsins en utan þess (það er, það er nettó innflæði umferðar), þá má leiða líkur að því að það eigi sér stað hlutfallslega mikið ferðamagn innan sveitarfélagsins miðað við íbúafjölda, þar sem innviðir þess taka við umferð tengdri íbúum annarra sveitarfélaga. Þetta er þó augljóslega háð mörgum þáttum tengdum þessum ferðum. Annar mikilvægur þáttur er hlutdeild mismunandi ferðamáta.

5.2.1 Hlutfallslegt öryggi þess að ganga og hjóla

Ferðamáti sveitarfélaganna er mismunandi. Það sveitarfélag sem er með hæstan hluta sem gengur eða hjólar, er líklegt til að vera með hæsta tíðni slysa þar sem ekið er á gangandi eða hjólandi vegfarendur miðað við íbúafjölda. Þetta á sambærilegan máta og að við sjáum að Holland er með hæsta tíðni dauðsfalla hjólandi vegfarenda á íbúa. Þetta lýsir þó ekki endilega því hversu öruggt eða hættulegt sé að ganga eða hjóla í þessum sveitarfélögum. Gerð var tilraun til að áætla hlutfallslegar líkur á því að lenda í árekstri við ökutæki sem gangandi eða hjólandi vegfarandi í sveitarfélögunum á höfuðborgarsvæðinu. Útreikningarnir benda til þess að það sé hlutfallslega lág tíðni árekstra ökutækja og gangandi og hjólandi vegfarenda á Seltjarnarnesi, meðan tíðnin sé hlutfallslega há í Kópavogi. Hin sveitarfélögin eru með nokkuð svipaða hlutfallslega hættu.

Þessi aðferðarfræði er einföldun, og skortur á gögnum takmarkar möguleika okkar. Því skal fyrst og fremst sjá þessar niðurstöður sem vísbendingar um stöðu mála. Niðurstöðurnar gefa þó hugmyndir um hlutfallslega stöðu sveitarfélaganna. Einnig, þá sýnir þetta mikilvægi þess að greina slysatölfræðina nánar. Ef skoðuð var slysatíðni þess að ekið væri á gangandi/hjólandi vegfarenda á íbúafjölda, þá kom Reykjavík hlutfallslega illa út. Ef tekið er tillit til grófrar hlutdeildar ferðamáta, þá var staða Reykjavíkur í meðallagi.

5.3 Öryggi fjöldans, hvað þýðir þetta og hverjar eru orsakirnar

Rannsóknir sýna að það er ekki línulegt samband milli fjölda vegfarenda og fjölda slysa. Gangandi og hjólandi vegfarendur eru hlutfallslega ólíklegri til að lenda í slysi á svæðum/stöðum þar sem það eru margir gangandi og hjólandi vegfarendur, en á stöðum þar sem eru fáir gangandi og hjólandi vegfarendur. Þessar niðurstöður virðast eiga við um bæði rannsóknir á landsstigi (Jacobsen, 2003), sem og á mismunandi lausnum svo sem gatnamótum (Kröyer, 2016a), ljósagatnamótum (Lyon og Persaud, 2002), göngubverunum (Zeeger o.fl., 2005), og götuleggjum (Jonsson, 2005). Á sama tíma, þá benda þessar sömu rannsóknir til þess að fjölgun gangandi og hjólandi vegfarenda muni fjölga slysum á þessum vegfarendahópum ef umferð ökutækja er óbreitt. Hér fáum við því öryggislega þversögn, þar sem annars vegar eru óbein teikn um að hlutfallslegt öryggi vegfarandans aukist, meðan hins vegar að fjöldi slysa í vegfarandahópnum muni aukast. Sem vekur upp spurninguna hvort það geti falist aukið öryggi í því að fjölga slysum?

Það má í raun segja að hver og einn skali gefi okkur smá hluta af heildarmyndinni. Taka þarf tillit til beggja þessara sjónarmiða ef ákvarða skal hvort samgöngukerfið sé hlutfallslega öruggt eður ei, eða hvort breytingar í ferðamáta séu jákvæðar út frá öryggissjónarmiði. Í eftirfarandi undirköflum, þá verður fjallað um þrjú mismunandi atriði: (1) af hverju er fjöldi slysa ekki línulega háður fjölda vegfarenda, (2) hver eru heildaráhrif á umferðaröryggi út frá kerfis- og einstaklingssjónarmiði, og (3) hvernig getum við, með þessari kunnáttu, hámarkað öryggisáhrif þeirra og samtímis hámarkað bætingu umferðaröryggis.

5.3.1 Orsakir ólínulegs sambands ferðamagns og fjölda slysa

Það eru ýmsir þættir sem taldir eru geta legið að baki þessum áhrifum öryggi fjöldans. Þeir þættir sem er talið að hafi áhrif á þetta eru aðlögun hegðunar, lærdómur/reynsla vegfarendanna, gæði innviða og þjónustustig, óvissa og aðferðarlegir veikleikar rannsóknna, eða að við séum með mismunandi tegundir hjólandi vegfarenda. Einnig, þá er ekki hægt að útiloka að það sé einhver núverandi óþekkt orsök sem hefur áhrif á þetta samband.

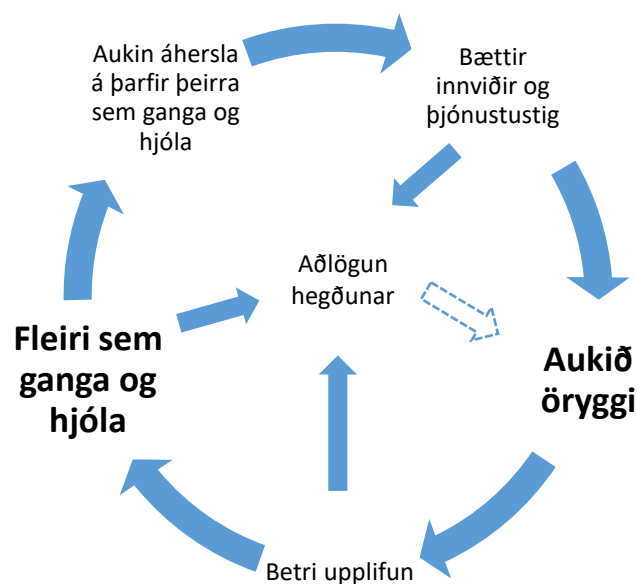
Vissar kenningar benda til þess að hér sé um að ræða orsakasamband, þetta á einkum við varðandi hegðunarbreytingar og reynslu. Sé þessi hluti megin orsök öryggi fjöldans áhrifanna, þá myndi slíkt þýða að það felist að vissu leiti bætt öryggi í því að fjölga vegfarendum. Þá myndi það að fjölga gangandi og hjólandi vegfarendum bæta umferðarhegðun og samspil vegfarenda þannig að hlutfallslegar líkur á slysum mundi lækka, og við fáum á vissann hátt jákvæða þróun hvað varðar umferðaröryggismál.

Aðrar kenningar byggja hins vegar á því að það sé ekki um beint orsakasamband að ræða. Þetta á til dæmis við um að það er samband milli gæða innviða og þjónustustigs og fjölda

vegfarenda, sem og að vegfarendur hugsanlega velja í meira mæli staði þar sem eru betri og öruggari lausnir. Ef þetta er meginhluti orsakarinnar fyrir áhrifum öryggi fjöldans, þá myndi aukin fjöldi vegfarenda að öllu öðru óbreyttu fjölga slysum meðal þessara vegfarendahópa, en ekki auka hlutfallslegt öryggi vegfarendanna. Öryggisáhrif þess væru þar með neikvæð.

Þetta samband, þó svo að sé ekki bein tenging, gæti þó óbeint leitt til bætts öryggis fyrir þennann hóp. Hugsum okkur að það eigi sér stað breyting þar sem umtalsverður hluti fólks byrjar að notast við hjól í stað þess að keyra bíl. Fjöldinn sem slíkur myndi þá ekki endilega leiða til öruggari hegðunar. Hins vegar má telja líklegt að aukinn fjöldi hjólandi vegfarenda myndi auka þrýsting á að veghaldarar leggi aukna áherslu á innviði og þjónustustig tengt þessum fararmáta. Það myndi svo leiða til bættra innviða og þjónustu sem aftur myndi auka hlutfallslegt öryggi þessara hópa. Þetta myndi þó líklega leiða til þess að það yrðu ákveðnar tafir í áhrifunum. Það er, fyrst myndi fjöldi vegfarendanna aukast og þar með fjöldi slysa, og svo eftir ákveðinn tíma þegar innviðirnir verða betri, þá myndi hlutfallslegt öryggi aukast og slysum fækka aftur. Þess má þó geta, að það er ekkert sem hindrar veghaldara að vinna fyrirbyggjandi, það er, að byrja á að leggja áhersluna á innviðina og þjónustustigið til að fyrirbyggja að það eigi sér stað seinkun á þessum áhrifum.

Við þetta má svo bæta, að til að fá auknar hjólreiðar þá þurfa innviðirnir að uppfylla kröfur varðandi umferðaröryggi. Ef fólk almennt upplifir það sem mjög hættulegt að ferðast sem gangandi eða hjólandi vegfarandi, þá má gera ráð fyrir að það geri þann ferðamáta óaðlaðandi sem aftur leiði til þess að aðrir fararmátar verði fyrir valinu. Niðurstöður úr nýlegu tilraunaverkefni með rafhjól í Reykjavík sýndu að ákveðið hlutfall telja að slyshætta hafi áhrif á val á fararmáta, og að vissir staðir sem taldir eru hættulegir geta upplifast sem hindranir fyrir að hjóla til og frá vinnu (Kröyer, 2019b). Við erum því í raun með þrjá þætti sem hanga saman: Gæði innviða og þjónustustigs, fjöldi vegfarenda og hlutfallslegt öryggi vegfarenda. Eftirfarandi skema lýsir hugmyndafræðilega hvernig þessir þættir hanga saman.



Mynd 17: Gróft skema til að lýsa samhengi fjölda vegfarenda, innviða og hegðunar.

5.3.2 Hver eru heildaráhrif á umferðaröryggi út frá einstaklings- og kerfis-sjónarmiði

Undanfarin ár, þá hefur átt sér stað mikil aukning í hjólræðum. Miðað við þau sambönd sem rædd hafa verið hér, þá mætti gera ráð fyrir að slík breyting myndi þrýsta á fjölgun slysa í þessum hópi. Því miður, þá má mæla þá breytingu í slysatölfræðinni, þar sem fjöldi slysa á hjólandi vegfarendum hefur aukist. Nú eru áætlanir Reykjavíkurborgar að auka enn á hlutdeild gangandi og hjólandi vegfarenda. Út frá þeim samböndum sem skoðuð hafa verið hér, þá má ræða hugsanleg áhrif þess á umferðaröryggi, bæði út frá kerfinu sem heild, sem og einstaklingnum.

5.3.2.1 Öryggi á kerfisstigi

Á kerfisstigi, þá má gera ráð fyrir að fjölgun gangandi og hjólandi vegfarenda muni ýta undir það að það verði fleiri einstaklingar í þessum hópum sem munu slasast í umferðarslysum. Þar sem sambandið er ólínulegt, og gert er ráð fyrir að fjöldi ökutækja muni minnka, þá er hins vegar hægt að gera ráð fyrir að aukningin í fjölda slysa verði hlutfallslega ekki jafn mikil og fjölgun í þessum hópum. Einnig, þá er vitað að fjöldi ökutækja skiptir máli. Þetta þýðir að færsla vegfarenda frá því að vera ökumenn yfir í að vera gangandi eða hjólandi vegfarendur getur minnkað þrýsting á slysmillum þessara hópa, en færri ökutækja fækka slysum. Elvik (2009) sýndi að þessi áhrif, geta fræðilega undir ákveðnum forsendum, leitt til að árekstrum milli ökutækja og hjólandi vegfarendum fækki. Schepers og Heinin (2013) skoðuðu hvað myndi gerast ef styttri ferðir yrðu farnar á hjóli í stað ökutækja, en tóku einnig tillit til einslysa og breytina á vegalengd ferða (en hjólandi vegfarendur geta oft farið styttri leið). Niðurstöðurnar bendu til þess að fjöldi dauðsfalla myndi ekki breytast, en fjöldi alvarlegra meiðsla myndi aukast.

Í þessu tilfelli þarf þó að huga að því að fjölgun gangandi og hjólandi vegfarenda eru áhrif af tveimur breytingum sem munu eiga sér stað samtímis. Annars vegar fjölga íbúum og hins vegar eykst hlutfall þeirra sem ganga og hjóla. Þegar kemur að færslu milli vegfarendahópa, þá munu viss slys „færast“ á milli vegfarendahópa (e. Accident migration). Með færslu slysa þá er átt við að það að auka hlutdeild hjólandi og gangandi vegfarenda leiðir líklega til fjölgun þessara slysa. Hins vegar, ef þessir vegfarendur hefðu ekki flutt sig yfir sem gangandi eða hjólandi vegfarendur, þá hefðu þeir verið á ökutækjum (eða einhverjum öðrum fararmáta) og valdið slysum þar. Þannig að, á móti þeirri hugsanlegu aukningu í fjölda slysa gangandi og hjólandi vegfarenda, þá getum við búist við fækkun á slysum ökutækja. Það er, með einföldun, ef ekki hefði átt sér stað færsla milli vegfarendahópa, þá hefði slysunum á gangandi og hjólandi vegfarendum verið færri, meðan slys á ökutækjum hefðu verið fleiri. Fjölgun íbúa mun svo fjölga ferðamagni sem aftur þrýstir á fleiri slysum.

Ofan á þetta bætast flækjuáhrif, þar sem fleiri ökutækja ýta undir fjölda árekstra milli ökutækja og gangandi og hjólandi vegfarenda meðan minni fjöldi gangandi og hjólandi vegfarenda minnkar þrýsting á þessum slysum. Með breytingum í skiptinu ferðamáta þá erum við að hafa áhrif á þetta jafnvægi og með auknum fjölda gangandi og hjólandi vegfarenda þá erum við ekki bara að fjölga þeim gangandi og hjólandi vegfarendum sem geta lent í slysum, heldur líka að fækka þeim sem gætu keyrt á þessum vegfarendahópum. Á kerfisstigi, þá getum við gert ráð fyrir að þessar breytingar muni fjölga slysum í þessum hópum, en erfiðara er að segja til um nákvæmlega hversu stór breytingin verður.

5.3.2.2 Öryggi einstaklingsins

Ef við nú nálgumst þetta málefni frá sjónarmiði einstaklingsins, og ef við leyfum okkur að gera ráð fyrri að minnsta kosti einhver hluti öryggis fjöldans áhrifanna séu orsakasamband (eða óbeint orsakasamband þar sem fjölgun þeirra leiðir til meiri fjárfestinga og aukinnar áherslu á öryggi þessara hópa), þá eru tvö atriði sem þarf að hafa í huga samtímis. Annars vegar, þá er það öryggi einstaklingsins sem hefði annars notast við annan fararmáta. Í því tilfalli, þá er í raun hægt að bera saman hlutfallslega hættu vegfarandans á þeim fararmáta samanborið við hættuna sem gangandi og hjólandi vegfarandi. Almennt, út frá öryggissjónarmiði, þá kemur sá þáttur ekki vel út. Rannsóknir benda almennt til þess að gangandi og hjólandi vegfarendur séu líklegri til að lenda í slysum á hvern ferðakílómetra en aðrir vegfarendahópar (Bjørnskau, 2015). Hinn hlutinn er, að þeir sem notast við hjól eða ganga nú þegar verða ólíklegri til að lenda í slysi. Við þetta er einnig rétt að hafa í huga að vissir hópar, til dæmis börn, eru háð því að ganga og hjóla, og það er sá fararmáti sem þau hafa í boði til að geta ferðast sjálfstætt. Til að tryggja möguleika þeirra og öryggi, þá er æskilegt að reyna að hámarka öryggi þeirra. Það, að lágmarka bílaumferð eykur hlutfallslegt öryggi þessara hópa, sem og áhrif öryggi fjöldans.

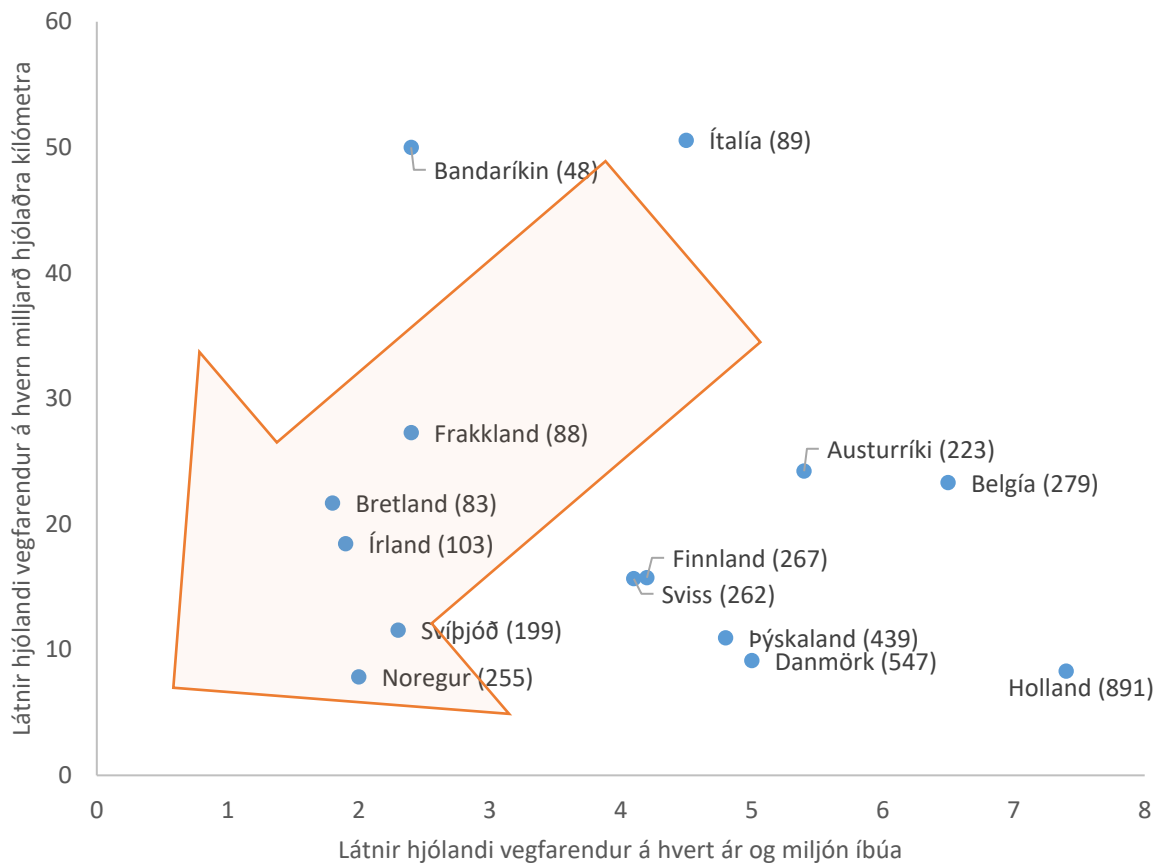
5.3.2.3 Samantekin áhrif

Skoðum nú aftur tölfræðina frá myndum 11 og 12 í kafla 3.2.2. Þar skoðuðum við dánartíðni hjólandi vegfarenda í 14 löndum út frá líkum á að látast á hvern milljarð hjólaðra kílómetra og svo aftur dánartíðni á hverja miljón íbúa á ári, út frá því hve mikið er hjólað að meðaltali. Ef við nú berum saman þessa tvo skala, þá erum við í raun samtímis að skoða þessi tvö sjónarmið. Öryggi kerfisins og öryggi einstaklingsins, sjá mynd 18.

Í Bandaríkjunum þá eru fá dauðsföll á hvern íbúa, en þar eru hlutfallslega mörg dauðsföll á hvern hjólaðan kílómetra. Frá kerfissjónarmiði, þá eru banalys hjólandi vegfarenda hlutfallslega lítið vandamál í Bandaríkjunum samanborið við mörg önnur lönd, en hver og einn hjólandi vegfarandi er í hlutfallslega mikilli hættu. Holland er andstæða þessa, þar eru hlutfallslega fá dauðsföll á hvern hjólaðan kílómetra, en hlutfallslega mörg dauðsföll hjólandi vegfarenda í umferðinni miðað við íbúafjölda. Kerfið er hlutfallslega öruggt, en sökum þess að margir hjóla, þá er mikið um dauðsföll hjólandi vegfarenda. Þriðji „hópurinn“ eru Noregur og Svíþjóð. Þar benda gögnin til þess að það sé hlutfallslega mjög öruggt að hjóla, samtímis sem að það eru fá banalys á hverja miljón íbúa. Þessi tvö lönd hafa þó ekki náð jafn hárrí hlutdeild hjólreiða og til dæmis Holland og Danmörk, og verða því af þeim jákvæðu lýðheilsuáhrifum sem fylgja auknum hjólreiðum (de Hartog o.fl., 2010).

Til að hámarka samtímis umferðaröryggi á einstaklings- og kerfisstigi, þá viljum við ýta slysatölfræðinni í átt að núllpunktinum. Lýðheilsusjónarmið sem og sjálfbærnisjónarmið gera það hins vegar að verkum að við viljum samtímis auka hjólreiðar. Ekkert af þessum löndum hefur náð að uppfylla öll þessi þrjú markmið samtímis.

Við vitum að hægt er að lækka slysatíðnina á hvern hjólaðan kílómetra með bættum innviðum og líklegast með aðstoð frá áhrifum öryggis fjöldans. Við vitum einnig að sambandið, sérstaklega milli banalysa, en einnig alvarlegra slysa, og fjölda vegfarenda er flókið (Schepers og Heinen, 2013), en að aukin hlutdeild hjólreiða virðist tengjast við aukinn fjölda banalysa á hvern íbúa. Sú áskorun sem við mætum er hins vegar hvernig við getum fært alla þessa þrjú kvarða í rétta átt samtímis.



Mynd 18: Slysátölfræði 14 landa frá ferðamagni og íbúafjölda. Talan innan sviga sýnir meðalfjölda hjólaðra kílómetra á hvern íbúa á ári. Byggt á gögnum frá Santacreu (2018).

5.3.3 Hvernig getum við hámarkað öryggisáhrifin og samtímis unnið að sjálfbærara samgöngukerfi?

Eins og kom fram hér að ofan, þá erum við með þrjú markmið sem við viljum uppfylla samtímis. (1) auka hlutdeild þess að ganga og hjóla, (2) auka hlutfallslegt öryggi þeirra sem ganga og hjóla, og (3) fækka alvarlegum slysum og banaslysum. Þessi markmið vinna að sumu leiti með hver öðru, en að öðru leiti á móti hvert öðru.

Til að nálgast þetta, getum við byrjað á að skoða hver áhrifin væru af því að reyna að nota þessa kunnáttu um öryggi fjöldans til að lágmarka fjölda slysa. Að fækka þeim sem ganga og hjóla myndi hugsanlega leiða til færri slysa. Á sama tíma myndum við auka fjölda ökutækja og fá hugsanlega neikvæð öryggi fjöldans áhrif. Á þann máta myndum við hugsanlega fækka fjölda slysa á þessum hópum, en auka hættu þeirra sem notast við þennann ferðamáta. Með tilliti til þess að þetta er einn af mikilvægustu fararmátunum fyrir börn og að slysátölfræðin benda til þess að börn séu hlutfallslega algeng í þessum slysategundum (Kröyer, 2019a), þá er það álit þessa höfundar að þetta sé óæskileg stefna.

Það skilur því aðeins eftir þann möguleika að reyna að auka öryggi þessara vegfarendahópa. Gera má ráð fyrir að við munum fá einhver jákvæð áhrif varðandi hlutfallslegt öryggi þessara vegfarenda gegnum áhrif öryggi fjöldans. Þrátt fyrir að ekki sé hægt að staðfesta það að fullu með núverandi rannsóknum, þá er almennt talið líklegt að hluti orsaka þeirra áhrifa séu í raun orsakatengsl þar sem fleiri gangandi og hjólandi vegfarendur leiði til aukins hlutfallslegs

öryggis (Elvik og Goel, 2019). Þessi áhrif munu þó ekki duga til að fækka alvarlegum slysum á hjólandi vegfarendum (Schepers og Heinen, 2013). Til þess að ná því, þá er þörf á að leggja umtalsverða áherslu á örugga innviði, þar sem hagsmunir þessara hópa vegur hlutfallslega þungt samanborið við þægindi og þjónustustig annarra vegfarendahópa. Með því að vinna markvisst að öruggum innviðum þar sem reynt er að lágmarka umferð ökutækja, lágmarka slyshættu við samspil, sem og að hraði er stilltur þannig að líkur á alvarlegum meiðslum sé lágmarkaður, má fækka þessum slysum. Einnig, þá með aukinni áherslu á öryggi og þjónustustig fyrir þessa hópa, þá munum við gera það meira aðlaðandi að ferðast á þennan máta. Það ýtir undir (a) að fleiri notist við þennan fararmáta sem leiðir að öllum líkindum til áhrifa öryggis fjöldans, og (b) til þess að færri notist við ökutæki sem minnkar þrýsting á slys frá þeirri hliðinni.

Með áherslu á örugga innviði og hátt þjónustustig fyrir gangandi og hjólandi vegfarendur, þá læknum við slyshættu samtímis sem að við sköpum aðstæður sem hvetja til notkunar þessara fararmáta. Þetta mun því samtímis skapa forsendur til að hámarka öryggi fjöldans áhrifin miðað við núverandi kenningar um orsakir þeirra.

Við viljum einnig nefna, að þrátt fyrir að þessi umræða geti gefið hugsanlega þær hugmyndir að það að fjölga gangandi og hjólandi vegfarendum muni „ófrávíkjanlega“ leiða til aukins fjölda alvarlegra slysa þeirra, þá miðast það við að allt annað sé óbreytt. Við hins vegar stjórnnum því hvort allir aðrir þættir séu óbreyttir eða hvort teknar séu aðgerðir til að hafa áhrif á þetta. Í Hollandi þá hefur notkun hjólreiða aukist frá 1975, þar sem heildar ferðamagn hjólreiða hefur aukist um sem nemur 40%, bæði vegna þess að íbúum fjölgaði sem og að almennt hjólar fólk meira í dag en það gerði áður. Á sama tíma, þá hefur árlegur fjöldi látinna hjólandi vegfarenda fækkað (Schepers o.fl., 2017). Samkvæmt Schepters o.fl. (2017), þá er almennt talið að árangurinn sé sökum uppskiptingu gatnakerfisins út frá markmiði þeirra, sem dregur bílaumferð burtu frá óvörðu vegfarendunum, svæðisbundin róun umferðar (e. Traffic calming) sem og að hraði er takmarkaður við þol gangandi og hjólandi vegfarenda, meðal annars með aðgerðum á innviðum á gatnamótum og þar sem samspil á sér stað, sem og að aðgerðir auka sýnileika þessara hópa. Annar mikilvægur þáttur er, að hjólandi vegfarendur í Hollandi halda almennt lægri hraða en hjólandi vegfarendur í öðrum löndum. Annað dæmi er, að ef skoðuð er slysatölfræði frá Noregi milli 1983 og 2005, þá benda tölurnar til þess að það séu meiri hjólreiðar, en færri hjólandi vegfarendur sem látast í umferðinni, sama má segja um gangandi vegfarendur (Erke og Elvik, 2007). Það er því ekki sjálfgefið að við þurfum að sætta okkur við að auknar hjólreiðar leiði til fjölgunar dauðsfalla í umferðinni. Það er mögulegt að fækka að minnsta kosti verstu slysunum í þessum hópum þrátt fyrir að vegfarendum fjölgi.

Það, að hjólandi vegfarendum fjölgi, er þó ekki forsenda til að fækka alvarlegustu slysunum. Í Svíþjóð, þá hafa hjólreiðar minnkað um 38% á hvern einstakling síðan 1995 (Trafikanalys, 2015). Samtímis hefur fjöldi skráðra alvarlegra slysa og banaslysa á hjólandi vegfarendum minnkað umtalsvert (Niska og Eriksson, 2013). Við sjáum sambærilegt samband á Nýja Sjálandi, þar sem magn hjólreiða minnkaði um 19% milli 1989/90 og 1997/98 meðan tíðni slasaðra sem og látinna á hverja 100 þúsund íbúa var umtalsvert lægri seinna árið (Turner o.fl., 2006).

Sá boðskapur sem við viljum koma til skila er, að öllu öðru óbreyttu, þá ýtir aukinn fjöldi gangandi og hjólandi vegfarenda undir að slysum fjölgi, en hugsanlega aukist hlutfallslegt

öryggi þeirra. Ekki er þó æskilegt að treysta á þessi áhrif til að tryggja öryggi þessara hópa. Of mikil áhersla á áhrif öryggi fjöldans geta leitt til þess að of lítil áhersla sé lögð á þá þætti sem við getum stjórnað til að auka öryggi þessara hópa og að fækka slysum. Það er hægt að vinna á móti fjölgun slysa og þannig hámarka öryggi þessara hópa með því að bæta innviði og þjónustustig og forgangsraða öryggi þessarra hópa fram yfir ferðatíma annarra vegfarendahópa. Leggja þarf mikla áherslu á bætt innviði, rekstur og hegðun í umferðinni. Þetta felur meðal annars í sér að aðskilja umferð þar sem það á við, en annars tryggja öryggi þar sem sampilið mun eiga sér stað með góðri hönnun, minni umferð ökutækja, bættri lýsingu, lægri hraða og almennt meiri meðvitund um hver aðra, betra samspili milli vegfarenda og notkun réttis öryggisbúnaðar (bæði laus búnað sem vegfarandinn notast við, sem og fastur búnaður á ökutækjum sem og á hjólum). Við það má bæta, að til eru ýmsar lausnir sem snúa að farartækjunum sem geta hugsanlega aðstoðað við að fækka slysum. Til dæmis utánálíggjandi loftpúðar á ökutækjum sem munu vonandi smám saman varða algengari, loftpúðahjálmar, bremsuljós á hjólum, aðvörunarkerfi vörubíla og stærri ökutækja vegna blinda svæðisins, sjálfvirk samskipti milli ökutækis og hjóla (B2V), ljósaakrein og kerfi í ökutæki sem styðja ökumenn við að virða hámarkshraða, sem og sjálfvirkar neyðarbremsur (EBR) (ICT, óþekkt ár, Silla o.fl., 2017).

5.4 Takmarkanir

Þessi rannsókn hefur ákveðnar takmarkanir. Fyrst ber að nefna að sú tölfræði sem notast er við frá mismunandi löndum er misnákvæm, þar sem bæði er um að ræða vanskráningu sem og óvissu í gögnum. Uppsetning tölfræði sem mismunandi slysatíðni getur einnig skapað ákveðnar sjónrænar villur, samanber umræðu í kafla 3.3.4. Einnig, að notast við áætlanir á vanskráningu frá öðrum ríkjum er háð því að þau gögn séu lýsandi fyrir íslenskar aðstæður. Af augljósum ástæðum þá er erfitt að vita hvort svo sé eður ei. Þær niðurstöður skal því aðeins sjá sem grófa áætlun, en þar sem þörf er á íslenskum gögnum til að staðfesta þær niðurstöður. Umfjöllun okkar um hugsanleg áhrif breytingar í fararmátum út frá breytingum á fjölda vegfarenda eru einnig byggðar á einfölduðum líkönum. Annars vegar að slysatíðni sé föst, þar sem fjöldi slysa mun breytast í réttu hlutfalli við fjölda vegfarenda, og hins vegar að slysatíðni muni fylgja slysalíkönun. Slysalíkonin eru byggð á erlendum aðstæðum, í vissum tilfellum á gatnamótum og öðrum á götuleggjum, taka ekki tillit til vanskráningar slysa sem og að þess háttar líkön glíma við vissar áskoranir sem ræddar voru í kafla 3.3. Einnig, þá getur þróun slysa orðið önnur sökum utanaðkomandi áhrifa og/eða tilviljunar, meðal annars út frá hvaða stefna og aðgerðir verða teknar í umferðaröryggismálum. Allar tölur um breytingar í fjölda slysa skal því aðeins sjá sem vísbendingar eða grófa áætlun varðandi hugsanlegar breytingar að öllu öðru óbreyttu.

6. ÁLYKTANIR

Eftirfarandi ályktanir eru dregnar af þessu verkefni:

1. Það, að skoða slysatölfræði út frá þessum þremur víddum, ferðamagn, slysatíðni og afleiðingum, gefur umtalsvert betri skilning á því hver er raunstaða umferðaröryggis og nauðsynlegt til að geta metið stöðu mismunandi vegfarendahópa.
2. Rannsóknir sýna almennt að það er ólínulegt samband milli fjölda vegfarenda og fjölda slysa hvað varðar gangandi og hjólandi vegfarenda. Þetta þýðir að staðir sem eru með hlutfallslega marga gangandi/hjólandi vegfarendur eru hlutfallslega öruggari en þeir sem eru með hlutfallslega fáa gangandi/hjólandi vegfarendur.
3. Það eru ýmsar kenningar sem gætu útskýrt það að sambandið er ólínulegt. Vissar af þeim eru að aukinn fjöldi vegfarenda leiði til aukins hlutfallslegs öryggis, meðan aðrar að um sé að ræða fylgni þar sem aukinn fjöldi vegfarenda fylgi því að það séu öruggari innviðir. Talið er líklegt að heildaráhrifin séu blanda af þessum mismunandi áhrifum.
4. Aukin hlutdeild gangandi og hjólandi vegfarenda í Reykjavík er líklegt til að ýta undir fjölgun slysa í þessum hópum sé allt annað óbreytt. Aukningin mun þó líklega ekki verða hlutfallslega jafn mikil og fjölgun vegfarenda, og fjölgun alvarlegra slysa er ekki óviðráðanleg afleiðing, þar sem reynslan sýnir að hægt er að fækka banaslysum samtímis sem að ferðamagn er aukið ef aðstæður eru bætтар.

6.1 Áframhaldandi rannsóknir

Til að auka skilning okkar á þessu, sem og öryggi gangandi og hjólandi vegfarenda þá er æskilegt að rannsaka eftirfarandi atriði:

1. Skoða vægi vanskráningar á slysum á Íslandi til að fá bætta heildarmynd af stöðunni, meðal annars einsslysa gangandi vegfarenda.
2. Skoða möguleika á gerð slysalíkans út frá íslenskum gögnum varðandi slys og ferðamagn.

HEIMILDIR

Alþjóðabankinn, 2019. <https://data.worldbank.org>. Sótt 2019-10-20.

Aldred, R., Goel, R., Woodcock, J., Goodman, A., 2017. Contextualising Safety in Numbers: a longitudinal investigation into changes in cycling safety in Britain 1991-2001 and 2001-2011. *Injury Prevention* 1-6.

Berntman, M., Holmberg, B., Wretstrand, A., 2012. Hur säker är bussen? Skador och risker i samband med bussresor i tätort. *Bulletin 274, Trafik och väg, Institutionen för Teknik och Samhälle, LTH, Lunds Universitet*.

Bhatia, R., Wier, M., 2011. "Safety in Numbers" re-examined: Can we make valid or practical inferences from available evidence? *Accident Analysis and Prevention* 43 (2011), pp. 235-240.

Bjordal, J.R., 2019. Estimering av underrapporterte sykkel- og fotgjengerulykker i Trondheim. NGNU, Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet. Fakultet for ingeniørvitenskap. Institutt for bygg- og miljøteknikk. NTNU.

Bjørnskau, T., 2015. Risiko i veitrafikken 2013/14. TØI rapport 1448/2015, Transportøkonomisk institutt, Stiftelsen Norsk senter for samferdsforskning.

Blaizot, S., Papon, F., Haddak, M.M., Amoros, E., 2013. Injury incidence rates of cyclists compared to pedestrians, car occupants and powered two-wheeler riders, using a medical registry and mobility data, Rhone County, France. *Accident analysis and Prevention* 58 (2013), pp. 35-45.

Brindle, R.E., 1994. Lies, Damned Lies and "Automobile Dependence" – some hyperbolic reflections. *Proceedings of ATRF 1994*, pp. 117-132.

Brüde, U., Larsson, J., 1993. Models for predicting accidents at junctions where pedestrians and cyclists are involved. How well do they fit?. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 25, No. 5, pp. 499-509.

Buch, T.S., Jensen, S.U., 2013. Trafikksikkerhed i kryds med dobbeltrettede cykelsstier. *Trafitec*.

Cai, Q., Lee, J., Eluru, N., Abdel-Aty, M., 2016. Macro-level pedestrian and bicycle crash analysis: incorporation spatial spillover effects in dual state count models. *Accident analysis and Prevention* 93, pp. 14-22.

Daniels, S., Brijs, T., Nuyts, E., Wets, G., 2011. Extended prediction models for crashes at roundabouts. *Safety Science* 49, pp. 198-207.

Davis, G.A., 2001. Relating Severity of Pedestrian Injury to Impact Speed in Vehicle–Pedestrian Crashes, Simple Threshold Model. *Transportation Research Record* 1773, paper no. 01-0495.

De Goede, M., Fyhri, A., Lareshyn, A., Bjørnskau, T., 2014. Exploring the mechanisms behind the Safety in Numbers Effect: A behavioural analysis of interactions between cyclists and car drivers in Norway and Denmark. *Proceedings, International Cycling Safety Conference 2014. 18-19 November, Göteborg, Sweden*.

De Hartog, J.J., Boogard, H., Nijland, H., Hoek, G., 2010. Do the Health Benefits of Cycling Outweigh the Risks? *Environ Health Perspect* 118, pp. 1109-1116.

Dozza, M., 2016. Crash risk: How cycling flow can help explain crash data. *Accident Analysis and Prevention*, Article in press.

Ekman, L., 1996. On the Treatment of Flow in Traffic Safety Analysis, a non-parametric approach applied on vulnerable road users. *Bulletin 136, Institute of Technology, Lund University*.

Ekström, C., Linder, A., 2017. Fatally injured cyclists in Sweden 2005-2015. *VTI notat 5A-2017. VTI*.

Elvik, R., 2006. Laws of accident causation. *Accident Analysis and Prevention* 38, pp. 742-747.

Elvik, R., 2009. The non-linearity of risk and the promotion of environmentally sustainable transport. *Accident Analysis and Prevention* 41 (2009), pp. 849-855.

Elvik, R., 2011. Assessing causality in multivariate accident models. *Accident Analysis and Prevention* 43 (2011), pp. 253-264.

Elvik, R., 2013a. Corrigendum to: „Publication bias and time-trend bias in meta-analysis of bicycle helmet efficacy: A re-analysis of Attewell, Glase and McFadden, 2001“ [*Accid. Anal. Prev.* 43 (2011) 1245-1251]. *Accident analysis and Prevention*, 60, pp. 245-253.

Elvik, R., 2013b. Can a safety-in-numbers effect and a hazard-in-numbers effect co-exist in the same data? *Accident Analysis and Prevention* 60, pp. 57-63.

Elvik, R., 2014. Towards a general theory of the relationship between exposure and risk. *TØI report 1316/2014. Institute of Transport Economics. Norwegian Center for Transport Research*.

- Elvik, R., 2015. Some implications of an event-based definition of exposure to the risk of road accident. *Accident Analysis and Prevention* 76 (2015), pp 15-24.
- Elvik, R., 2016. Safety-in-numbers: Estimates based on a sample of pedestrian crossings in Norway. *Accident Analysis and Prevention* 91, pp. 175-182.
- Elvik, R., Bjørnskau, T., 2014. Safety-in-numbers: a systematic review and meta-analysis of evidence. Proceedings, International Cycling Safety Conference, 18-19 November 2014, Göteborg, Sweden.
- Elvik, R., Erke, A., Christensen, P., 2009. Elementary Units of Exposure. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* No. 2103. Transportation Research Board of the National Academies, Washington D.C., pp. 25-31.
- Elvik, R., Goel, R., 2019. Safety-in-numbers: An updated meta-analysis of estimates. *Accident Analysis and Prevention* 129, pp. 136-147.
- Elvik, R., Mysen, A.B., 1999. Incomplete Accident Reporting. Meta-Analysis of Studies Made in 13 countries. Paper No. 99-0047, *Transportation Research Record* 1665.
- Elvik, R., Sørensen, M.W.J., Nævestad, T.O., 2013. Factors influencing safety in a sample of marked pedestrian crossings selected for safety inspections in the city of Oslo. *Accident Analysis and Prevention* 59 (2013), pp. 64-70.
- Elvik, R., Vaa, T., 2004. *The handbook of road safety measures*. Elsevier.
- Epomm, 2019. European Platform on Mobility Management, <http://www.epomm.eu>. Gögn sótt 2019-10-01.
- Eriksson, J., Liu, C., Forwards, S., Forsman, Å., Niska, A., Tapani, A., Warner, H.W., 2017. Säkerhetseffekten av ökat cyklande. Kartläggning av nuläget för att planera för framtiden. VTI rapport 951, VTI, 2017.
- Erke, A., Elvik, R., 2007. Making Vision Zero real: Preventing pedestrian accidents and making them less severe. TØI report 889/2007. Institute of Transport Economics, Norwegian Centre for Transport Research.
- EUROSTAT, 2019. Gagnagrunnur Eurostat, <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>. Sótt 2019-10-10.
- Fyhri, A., Sundfør, H.B., Bjørnskau, T., Laureshyn, A., 2017. Safety in numbers for cyclists – conclusions from a multidisciplinary study of seasonal change in interplay and conflicts. *Accid. Anal. Prev.* 105, 124–133.
- Gallup, 2018. Ferðir íbúa Reykjavíkur, Samtök sveitarfélaga á höfuðborgarsvæðinu og Vegagerðin, 2018.
- Gates, T.J., Savolainen, P.T., Stapleton, S., Kirsch, T., Miraskar, S., 2016. Development of Safety Performance Functions and Other Decision Support Tools to Assess Pedestrian and Bicycle Safety. TRCLC 14-6. Kalamazoo. Transportation Research Center for Livable Communities.
- Geyer, J., Raford, N., Pham, T., Ragland, D.R., 2006. Safety in Numbers. Data from Oakland, California. *Transportation Research Record*, 1982. pp. 150–154.
- Greibe, P., 2003. Accident prediction models for urban roads. *Accident Analysis and Prevention* 35, pp. 273-285.
- Gunnarsson, G.G., Þorsteinsdóttir, K.B., Jónsdóttir, Þ., 2018. Umferðarslys á Íslandi 2017. Samgöngustofa.
- Hagstofan, 2019a. Tölfræði varðandi ótímabær dauðsföll á árunum 1981-2017. Heimasíða Hagstofu Íslands, Hagstofan. Gögn sótt 2019-10-02.
- Hagstofan, 2019b. Tölfræði varðandi íbúafjölda sveitarfélaga. Heimasíða Hagstofunnar, <https://www.hagstofa.is>. Sótt 2019-10-15.
- Hall, R.D., 1986. Accidents at Four-Arm Single Carriageway Urban Traffic Signals. Contractor Report 65. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Halldórsdóttir, K., 2018. Nákvæm greining árekstra á milli reiðhjóls og bifreiðar við gatnamót. Slys sem urðu árin 2015 og 2016. Vegagerðin.
- Harwood, D.W., Torbic, D.J., Gilmore, D.K., Bokenkroger, C.D., Dunn, J.M., Zegeer, C.V., Srinivasan, R., Carter, D., Raborn, C., Lyon, C., Persaud, B., 2008. Pedestrian Safety Prediction Methodology. NCHRP Web-only Document 129: Phase III. Transportation Research Board, Washington D. C.
- Hauer, E., 2004. Statistical Road Safety Modeling. *Transportation Research Record* 1897, pp. 81-87. National Academies Press, Washington D.C.
- Høye, A., 2017. Trafikksikkerhet for syklistar. TØI rapport 1597/2017. Transportøkonomisk institutt, Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning, Oslo, Noregi.
- Høye, A., Elvik, R., 2015. 4.12 Bilbelter, beltepåminnere og beltelås i lette kjøretøy. Trafikksikkerhetshåndboken, <https://tsh.toi.no/index.html?22457>

ICT, óþekkt ár. ICT applications for safe cycling in Europe. Safecycle, The intelligent Bicycle initiative for safe cycling in Europe, European Commission, Directorate-General for mobility and transport.

Inwood, J., Grayson, G.B., 1979. The Comparative Safety of Pedestrian Crossings. TRRL Laboratory Report 895. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.

ITF, 2019. ITF Transport Statistics, <https://doi.org/10.1787/g2g55585-en>. Sótt 2019-10-10.

Jacobsen, P. L., 2003. Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling, *Injury Prevention*, 9, pp. 205-209.

Jonsson, T., 2005. Predictive models for accidents on urban links. A focus on vulnerable road users. Bulletin 226, Institute of Technology, Department of Technology and Society, Lund University.

Jonsson, T., 2013. Safety Performance Models for Pedestrians and Bicyclists. Proceedings of the 16th International Conference Road Safety on Four Continents, Beijing, China. 15- 17 May.

Johnson, M., Oxley, J., Newstead, S., Charlton, J., 2014. Safety in numbers Investigating Australian driver behaviour, knowledge and attitudes towards cyclists. *Accident Analysis and Prevention* 70 (2014), pp. 148-154.

Jonsson, T., Koglin, T., Lindelöw, D., Nilsson, A., 2011. Effektsamband för gående och cyklister säkerhet – litteraturstudie. Bulletin 260, Institute of Technology, Department of Technology and Society, Lund University.

Jørgensen, N.O., 1996. The risk of injury and accident by different travel modes. Proceedings of the International Conference on Passenger Safety in European Public Transport, 17-25. Brussels: ETSC. Via Berntman o.fl., 2012.

Kaplan, S., Prato, C.G., 2015. A Spatial Analysis of Land Use and Network Effects on Frequency and Severity of Cyclist-Motorist Crashes in the Copenhagen Region. *Traffic Injury Prevention*, 16, pp. 724-731.

Koren, C., Borsos, A., 2010. Is Smeed's law still valid? A world-wide analysis of the trend in fatality rates. *Journal of Society for Transportation and Traffic Studies (JSTS)*, Vol. 1.

Kröyer, H.R.G., 2015a. Is 30 km/h a 'safe' speed? Injury severity of pedestrians struck by a vehicle and the relation to travel speed and age. *IATSS Research* 39, pp. 42-50.

Kröyer, H.R.G., 2015b. The relation between speed environment, age and injury outcome for bicyclists struck by a motorized vehicle – a comparison with pedestrians. *Accident Analysis & Prevention*, Vol. 76, 2015.

Kröyer, H.R.G., 2015c. Accidents between pedestrians, bicyclists and motorized vehicles: Accident risk and injury severity. Department of Technology and Society, Lund University.

Kröyer, H.R.G., 2016a. Pedestrian and bicyclist flows in accident modelling at intersections. Influence of the length of observational period. *Safety Science*, Vol. 82, pp. 315-324.

Kröyer, H.R.G., 2016b. Trafiksäkerhetsutmaningar för den cykeltäta staden. Trafiksäkerhet vid cykeltävlingar och vad kan vi lära oss av dessa?. Rapport 2016:01, Trafkon AB.

Kröyer, H., 2019a. Umferðaröryggisáætlun Reykjavíkur 2019-2023. Greiningarskýrsla. Drög 2019-04-24. Trafkon AB, Verkís hf og Efla hf.

Kröyer, H., 2019b. Tilraunaverkefni með rafhjól í Reykjavík. Lokaskýrsla fyrir árið 2018. Trafkon AB.

Langley, J.D., Dow, N., Stephenson, S., Kyptri, K., 2003. Missing cyclists. *Injury Prevention* 9, pp. 376-379.

Lee, J., Abdel-Aty, M., Xu, P., Gong, Y., 2019. Is the safety-in-numbers effect still observed in areas with low pedestrian activities? A case study of a suburban area in the United States. *Accident Analysis and Prevention*.

Lehtonen, E., Havia, V., Kovanen, A., Leminen, M., Saure, E., 2016. Evaluating bicyclists' risk perception using video clips: Comparison of frequent and infrequent city cyclists. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 41, Part B, 2016. Pp. 195-203.

Lord, D., Mannering, F., 2010. The statistical analysis of crash-frequency data: A review and assessment of methodological alternatives. *Transportation Research Part A* 44, pp. 291-305.

Lyon, C., Persaud, B.N., 2002. Pedestrian collision prediction models for urban intersections. *Transp. Res. Rec.* 1818, 102-107.

Maher, M.J., Summersgill, I., 1996. A comprehensive methodology for the fitting of predictive accident models. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 28, No. 3, pp. 281-296.

Mannering, F.L., Bhat, C.R., 2014. Analytic methods in accident research: Methodological frontier and future directions. *Analytic Methods in Accident Research* 1, pp. 1-22.

Maycock, G., Lockwood, C.R., Lester, J.F., 1996. The accident liability of car drivers. Research report 315, TRL, London.

- Mensah, A., Hauer, E., 1998. Two Problems of Averaging Arising in the Estimation of the Relationship Between Accidents and Traffic Flow. *Transportation Research Record* 1635, Paper No. 98-0232.
- Miranda-Moreno, L.F., Morency, P., El-Geneidy, A.M., 2011. The link between built environment, pedestrian activity and pedestrian-vehicle collision occurrence at signalized intersections. *Accident Analysis and Prevention*, 43(5), pp. 1624-1634.
- Nabavi Niaki, M., Fu, T., Miranda-Moreno, L.F., Amador, L., Bruneau, J.-F., 2016. Road lighting effects on bicycle and pedestrian accident frequency. *Transp. Res. Rec.* 2555, 86–94.
- Nashad, T., Yasmin, S., Eluru, N., Lee, J., Abdel-Aty, M.A., 2016. Joint modeling of pedestrian and bicycle crashes. *Transp. Res. Rec.* 2601, 119–127.
- Nilsson, G., 2004. *Traffic Safety Dimensions and the Power Model to Describe the Effect of Speed on Safety*. Lund Institute of Technology and Society, Traffic Engineering.
- Niska, A, Eriksson, J., 2013. *Statistik över cyklister olyckor. Faktaunderlag till gemensam strategi för säker cykling*. VTI rapport 801, VTI
- Nordback, K., Marshall, W.E., Janson, B.E., 2014. Bicyclist safety performance functions for a U.S. City. *Accid. Anal. Prev.* 65, 114–122.
- Nordback, K., Kothuri, S., Marshall, W., Gibson, G., Ferenchak, N., 2018. *Improving Bicycle Crash Prediction for Urban Road Segments*. Final report. NITC-RR-756. TREC Transportation Research and education center. U.S. Department of Transportation.
- OECD, 2013. *Cycling, Health and Safety*, OECD Publishing/ITF.
- OECD, 2016. *Zero Road Deaths and Serious Injuries. Leading a Paradigm Shift to a Safe System*. International Transport Forum, https://read.oecd-ilibrary.org/transport/zero-road-deaths-and-serious-injuries_9789282108055-en, OECD, 2016.
- Osama, A., Sayed, T., 2017. Investigating the effect of spatial and mode correlations on active transportation safety modeling. *Analytic Method sin Accident Research* 16 (2017) pp. 60-74.
- Phillips, R.O., Bjørnskau, T., Hagman, R., Sagberg, F., 2011. Reduction in car-bicycle conflict at a road-cycle path intersection: Evidence of road user adaptation? *Transportation Research Part F* 14, pp. 87-95.
- Reason, J., 1997. *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Ashgate Publishing, Aldershot. Via Elvik, R., 2015
- Reglugerð Nr. 763, 2013. *Reglugerð um störf rannsóknarnefndar samgönguslysa*. Innanríkisráðuneytið, 16. Júlí 2013.
- Reykjavík, 2014. *Reykjavík Municipal Plan 2010-2030*. City of Reykjavík, Department of Planning and Environment, June 2014.
- Richards, D.C., 2010. Road safety web publication No. 16, *Relationship between Speed and Risk of Fatal Injury: Pedestrians and Car Occupants*. Transport Research Laboratory, Department for Transport, London.
- RNSA, 2014. *Hjólreiðaslys á Íslandi*. Rannsóknarnefnd samgönguslysa.
- Rodgers, E.M., Singhal, A., Quinlan, M.M., 2009. *Diffusion of innovations*. Frá Stacks, D.W., Salwon, M.B., (Eds), 2009. *An integrated Approach to Communication Theory and Research*. 2nd edition. NY: Routledge.
- Rosén, E., 2013. *Autonomous Emergency Braking for Vulnerable Road Users*. Paper no. IRC-13-71, Proceedings of the 2013 International IRCOBI Conference on the Biomechanics of Injury, Gothenburg, Sweden.
- Rosén, E., Sander, U., 2009. Pedestrian fatality risk as a function of car impact speed. *Accident Analysis and Prevention*, 41, pp. 536-542.
- Saad, M., Abdel-Aty, M., Lee, J, Cai, Q., 2019. *Bicycle Safety Analyssi at Intersections from Crowdsourced Data*. *Transportation Research Record* 1-14. TRR Journal of the Transportation Research board.
- Sagberg, F., 1997. *Unge føreres risikoutvikling: Evaluering av endrede regler for føreropplæring og førerprøve kallse B*. TØI rapport 371/1997. Transportøkonomisk institutt.
- Saha, D., Alluti, P., Gan, A., Wu, W., 2018. Spatial analysis of macro-level bicycle crashes using the class of conditional autoregressive models. *Accid. Anal. Prev.* 118, 166–177.
- Samgöngustofa, 2017. *Slysaðagnagrunnur Samgöngustofu*. Slyskráð í Reykjavík.
- Samgöngustofa, 2019a. *Heimasíða Samgöngustofu, Slysakort samgöngustofu*. <https://www.samgongustofa.is>, <https://www.samgongustofa.is/umferd/tolfraedi/umferdar/slys/>, sótt 2019-10-16.

- Samgöngustofa, 2019b. Heimasíða Samgöngustofu, upplýsingasíða um umferðarslys. <https://www.samgongustofa.is/umferd/tolfraedi/umferdarslys/> Sótt 2019-10-05
- Samgöngustofa, 2019c. Upplýsingasíða um fjölda skráðra ökutækja. <https://www.samgongustofa.is>. Sótt 2019-10-25.
- Samgöngustofa, 2019d. Heimasíða Samgöngustofu. Upplýsingasíða um fjölda slysa, <https://www.samgongustofa.is/umferd/tolfraedi/slysatolur/slysatolur/>. Sótt 2019-10-25.
- Samgöngustofa, 2019c. Heimasíða Samgöngustofu. <https://www.samgongustofa.is>, sótt 2019-10-28.
- Santacreu, A., 2018. Cycling Safety, International Transport Forum, Paris.
- Schepers, J.P., 2012. Does more cycling also reduce the risk of single-bicycle crashes? *Injury Prevention*, 18 (4), pp. 240-245.
- Schepers, J.P., Heinen, E., 2013. How does a modal shift from short car trips to cycling affect road safety? *Accident Analysis and Prevention* 50, pp 1118-1127.
- Schepers, P., Twisk, D., Fishman, E., Fyhri, A., Jensen, A., 2017. The Dutch road to a high level of cycling safety. *Safety Science* 92 (2017), pp. 264-23.
- Schepers, J.P., Kroeze, P.A., Sweers, W., Wüst, J.C., 2011. Road factors and bicycle-motor vehicle crashes at unsignalized priority intersections. *Accident Analysis and Prevention* 43, pp. 853-861.
- Schepers, P., Agerholm, N., Amoros, E., Benington, R., Bjørnskau, T., Dhontdt, S., de Geus, B., Haemeister, C., Loo, B.P.Y., Niska, A., 2013. An international review of the frequency of single-bicycle crashes (SBCs) and their relation to bicycle modal share. *Injury Prevention*, 2014:0, pp. 1-6.
- Schepers, P., Hagenzieker, M., Methorst, R., van Wee, B., Wegman, F., 2014. A conceptual framework for road safety and mobility applied to cycling safety. *Accident Analysis and Prevention* 62, pp. 331-340.
- Schneider, R.J., Diogenes, M.C., Arnold, L.S., Attaset, V., Griswold, J., Ragland, D.R., 2010. Association between Roadway Intersection Characteristics and Pedestrian Crash Risk in Alameda County, California. SafeTrec, Safe Transportation Research & Education Center.
- Silla, A., Leden, L., Rämä, P., Scholliers, J., Van Noort, M., Bell, D., 2017. Can cyclist safety be improved with intelligent transport systems? *Accident Analysis and Prevention* 105 (2017), pp. 134-145.
- Smeed, R.J., 1949. Some Statistical Aspects of Road Safety Research. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, Vol . 12, NO. 1 (1949), pp.1-34.
- Summersgill, I., Layfield, R.E., 1996. Non-junction accidents on urban single-carriageway roads. TRL Report 183, Transport Research Laboratory.
- SSB, 2019. Heimasíða Statistisk sentralbyrå, Statistics Norway, <https://www.ssb.no>. Gögn sótt 2019-10-16.
- Stigsson, H., 2019. Analys av dödsolyckor med cyklister på statligt och kommunalt vägnät. Bidrag på SKLs ykelkonferens 2019, Helsingborg, Svíþjóð, 22. Maí, 2019.
- Stigsson, H., Kullgren, A., 2010. Fotgängares risk i trafiken. Analys av tidigare forskningsrön. Institutionen för folkhälsovetenskap, Avdelningen för interventions- och implementeringsforskning, Karolinska Institutet.
- Strauss, J., Miranda-Moreno, L.F., Morency, P., 2014. Multimodal risk analysis of road users at signalized and non-signalized intersections. *Accid. Anal. Prev.* 71, 201–209.
- Strauss, J., Miranda-Moreno, L.F., Morency, P., 2015. Mapping cyclist activity and injury risk in a network combining smartphone GPS data and bicycle counts. *Accid. Anal. Prev.* 83, 132–142.
- Sze, N.N., Tsui, K.L., Wong, S.C., So, F.L., 2011. Bicycle-related crashes in Hong Kong: is it possible to reduce mortality and severe injury in the metropolitan area? *Hong Kong j. Emerg. Med.*, Vol 18(3), pp. 136-143.
- Tasic, I., Elvik, R., Brewer, S., 2017. Exploring the safety in numbers effect for vulnerable road users on a macroscopic scale. *Accid. Anal. Prev.* 109, 36–46.
- Thompson, J., Saino, G., Stevenson, M., 2014. Reconsidering the Safety in Numbers Effect for Vulnerable Road Users: An Application Of Agent-Based Modeling. *Traffic Injury Prevention*.
- Torbic, D.J., Harwood, D.W., Bokenkroger, C.D., Srinivasan, R., Carter, D., Zegeer, C.V., Lyon, C., 2010. Pedestrian Safety Prediction Methodology for Urban Signalized Intersections. Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board No. 2198. Transportation Research Board of the National Academies, Washington D.C., 2010. pp. 65-74.

Trafikanalys, 2015. Cyklandets utveckling i Sverige 1995-2014 – en analys av de nationella resvaneundersökningarna. Rapport 2015:14, Trafikanalys

Turner, S.A., Roozenburg, A.P., Francis, T., 2006. Predicting Accident Rates for Cyclists and Pedestrians. Land Transport New Zealand Research Report 289, Land Transport, New Zealand.

Turner, S.A., Roozenburg, A.P., Smith, A.W., 2009. Roundabout crash prediction models, June 2009. NZ Transport Agency research report 386. Land Transport, New Zealand.

Unger, E.A., Ulfarsson, G.F., Kim, S., 2018. Bicyclist injuries leading to emergency room visits. Road Safety on Five Continents, Jeju Island, South Korea, May 16-18, 2018.

Vaa, T., 1993. Personskader og risiko ved busreiser. TØI rapport 160, Transportøkonomisk institutt, Oslo. Via Berntman o.fl., 2012.

Vegagerðin (2016). Rannsóknarverkefni. Nákvæm greinig hjólreiðaslysa. Slys sem urðu árið 2014. Umferðardeild, Vegagerðin.

Wang, Y, Nihan, N.L., 2004. Estimating the risk of collisions between bicycles and motor vehicles at signalized intersections. Accident Analysis and Prevention 36 (2004), pp. 313-321.

WHO, 2015. Global status report on road safety 2015. World Health Organization, 2015.

Wilde, G.J.S., 1982. The Theory of Risk Homeostasis: Implications for Safety and Health. Risk Analysis, Vol. 2, No. 4, pp. 209-225.

Yasmin, S., Eluru, N., 2016. Latent segmentation based count models: Analysis of bicycle safety in Montreal and Toronto. Accident Analysis and Prevention 95 (2016), pp. 157-171.

Zegeer, C.V., Stewart, J.R., Huang, H.H., Lagerwey, P.A., Feaganes, J., Campbell, B.J., 2005. Safety Effects of Marked Versus Unmarked Crosswalks at Uncontrolled Locations: Final Report and Recommended Guidelines. FHWA Report HRT-04-100. Federal Highway Administration, Turner-Fairbank Highway Research Centre, Georgetown Pike.

Þorsteinsdóttir, I.S., Snævarr, S., 2014. Þróun og framreikningur íbúafjölda á höfuðborgarsvæðinu. Sóknaráætlun höfuðborgarsvæðingsins 2013. Samtök sveitarfélaga á höfuðborgarsvæðinu.

Þórðarson, Ó.H., óþekkt ár. Banaslys í umferðini frá upphafi bílaaldar á Íslandi, 1915-2014.

