

SLYSATÍÐNI VETRARÞJÓNUSTUFLOKKA

Rannsóknarverkefni

04.11.2022

SKÝRSLA – UPPLÝSINGABLAÐ

SKJALALYKILL

2970-366-SKY-001-V05

SKÝRSLUNÚMÉR / SÍÐUFJÖLDI

01/18

VERKEFNISSTJÓRI / FULLTRÚI VERKKAUPA

Ásbjörn Ólafsson
Katrín Halldórsdóttir

VERKEFNISSTJÓRI EFLA

Berglind Hallgrímsdóttir

LYKILORÐ

Umferðaröryggi; vetrarþjónusta;
slysátíðni.

STAÐA SKÝRSLU

- Drög
 Drög til yfirlstrar
 Lokið

DREIFING

- Opin
 Dreifing með leyfi verkkaupa
 Trúnaðarmál

TITILL SKÝRSLU

Slysátíðni vetrarþjónustuflokka

VERKHEITI

Slysátíðni vetrarþjónustuflokka

VERKKAUPI

Vegagerðin

HÖFUNDAR

Ásmundur Jóhannsson
Berglind Hallgrímsdóttir
Ragnar Gauti Hauksson
Elín Ríta Sveinbjörnsdóttir

ÚTDRÁTTUR

Árið 2018 var ákveðið að auka vetrarþjónustu og hálfkuvarnir á ákveðnum köflum hjá Vegagerðinni til að bæta umferðaröryggi. Kostnaður við að auka þjónustu var á þeim tíma metinn vera um 100 milljónir kr. Með tilliti til þessa er áhugavert að skoða hvort munur sé á slysátíðni vega sem eru í mismunandi vetrarþjónustuflokkum.

Borin var saman slysátíðni vega í mismunandi vetrarþjónustuflokkum, fyrir vegi í mismunandi þjónustuflokkum fyrir sumardagsumferð og vetrardagsumferð. Sökum lítils gagnasafns var ekki unnt að skoða einungis hálfkuslys.

Niðurstöður benda til þess að ekki er unnt að sjá lægri slysátíðni á vegum með aukna vetrarþjónusta. Niðurstöðurnar ber að túlka varlega sökum þess að öll slys voru skoðuð og ekki bara slys vegna hálfku/vegraraðstæðna. Aðrir þættir geta haft áhrif á þessar niðurstöður, eins og birtuskilyrði o.fl.

ÚTGÁFUSAGA

NR.	HÖFUNDUR	DAGS.	RÝNT	DAGS.	SAMÞYKKT	DAGS.
01	Ásmundur Jóhannsson Berglind Hallgrímsdóttir Ragnar Gauti Hauksson	16.08.22	Berglind Hallgrímsdóttir	28.08.22	Elín R. Sveinbjörnsdóttir	27.10.22

SAMANTEKT

Árið 2018 var ákveðið að auka vetrarþjónustu og hálkuvörnir á ákveðnum köflum hjá Vegagerðinni til að bæta umferðaröryggi. Kostnaður við að auka þjónustu var á þeim tíma metinn vera um 100 milljónir kr. Í ljósi þessa er áhugavert að skoða hver slysatíðni vetrarþjónustuflokka er hjá Vegagerðinni.

Erlendar rannsóknir hafa meðal annars sýnt að vegir þaktir snjó eða háliku eru allajafna með hærri *slysatíðni* en ruddir vegir en hins vegar er *alvarleiki* slyanna ekki eins mikill. Líkleg ástæða er sú að ökumenn aka yfirleitt hægar á snjó- eða íspöktum vegum. Þegar betri aðstæður myndast á vegunum, vegna betri vetrarþjónustu, auka ökumenn aksturshraðann sem verður til þess að alvarleiki slysa eykst.

Borin var saman slysatíðni vega í mismunandi vetrarþjónustuflokkum. Slysatíðni var skoðuð fyrir árdagsumferð, sumardagsumferð og vetrardagsumferð. Var þessi samanburður bæði gerður fyrir allt gagnasafn slysgagna fyrir árin 2015-2019 og fyrir einstaka vegi fyrir sömu ár. Sökum lítils gagnasafns var ekki unnt að skoða einungis slys sem verða vegna háliku og því geta verið aðrar aðstæður á vegunum sem hefur áhrif á slysatíðnina.

Erfitt er að draga einhverjar ályktanir út frá gagnasafninu en sökum smæðar þess var ekki unnt að skoða einungis slys sem verða vegna, til dæmis, háliku. Niðurstöðurnar benda þó til þess að vegir með aukna vetrarþjónusta séu með lægri slysatíðni. Mögulegar ástæður geta verið þær að ökumenn ofmeta aðstæður á betur ruddum vegum og því líklegri til að aka ekki í samræmi við aðstæður, líkt og aðrar rannsóknir hafa sýnt. Einnig má ekki gleyma að vegir í hærri vetrarþjónustuflokki eru mikilvægar tengingar milli byggðarlaga og vinnusvæða og fjölgun þjónustudaga er því mikilvægur þáttur í stækkun vinnusóknarsvæða.

EFNISYFIRLIT

1 INNGANGUR	9
1.1 Bakgrunnur	9
1.2 Markmið	10
2 AÐFERÐ 11	
3 NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐUR	13
3.1 Heilt gagnasafn	13
3.1.1 Einstakir vegir	15
4 LOKAORÐ	17
HEIMILDASKRÁ	18

MYNDASKRÁ

MYND 1	Vetrarþjónusta Vegagerðarinnar 2020-2021, eftir þjónustuflokkum. Mynd frá vef Vegagerðarinnar. _____	12
MYND 2	Meðalslysatiðni eftir vetrarþjónustuflokkum fyrir VDU (blá lína) og SDU (rauð lína). Strikaðar línur eru leitniferlar fyrir annars vegar VDU og hins vegar SDU. _____	13
MYND 3	Meðalslysatiðni eftir vetrarþjónustuflokkum 0, 2, 5 og 7 fyrir VDU og SDU. Strikaðar línur eru leitniferlar. _____	14

TÖFLUSKRÁ

TAFLA 1	Vetrarþjónustuflokkar Vegagerðarinnar. _____	12
TAFLA 2	Meðalslysatiðni árin 2015-2019, eftir vetrarþjónustuflokkum. _____	13
TAFLA 3	Meðalslysatiðni árin 2015-2019, eftir vetrarþjónustuflokkum 0, 2, 5 og 7. _____	14
TAFLA 4	Meðalslysatiðni og leitarferlar eftir vetrarþjónustuflokkum, fyrir einstaka vegi Vegagerðarinnar. ____	16

1 INNGANGUR

Í upphafi árs 2010 var reglum Vegagerðarinnar um vetrarþjónustu breytt þar sem nauðsynlegt var að draga úr kostnaði við vetrarþjónustu. Samkvæmt nýju reglum var þjónustudögum fækkað á einstaka leiðum.

Árið 2018 var ákveðið að auka vetrarþjónustu og hálkuvörnir á ákveðnum köflum á þjóðvegakerfinu til að bæta umferðaröryggi. Kostnaður við að auka þjónustuna var á þeim tíma metinn vera um 100 milljónir kr.

Vetrarþjónusta Vegagerðarinnar felur yfirleitt í sér annars vegar snjóruðning, þar sem snjór er ruddur af vegunum og hins vegar hálkuvörn. Hálkuvörnin er tvenns konar, annars vegar þar sem salt er dreift á yfirborðið og hins vegar þegar sandi er dreift á yfirborðið.

1.1 Bakgrunnur

Eldri rannsóknir hafa sýnt að nota salt sem hálkuvörn er árangursríkara en að nota sand, til að koma í veg fyrir hálkuslys. Hins vegar eru umhverfisáhrif saltsins töluvert meiri en sandsins. Nýlegar rannsóknir sýna lítinn sem engan mun á slysatíðni eða alvarleika slysa með eða án salts sem hálkuvörn. Hins vegar er erfitt að vera viss um að saltið sé þar eini áhrifavaldurinn í þeim rannsóknum því oft á tíðum eru vegir sem eru saltaðir með hærri leyfilegan ökuhraða og umferðarþyngri en vegir sem ekki eru saltaðir. [1].

Niðurstöður rannsókna hafa sýnt að vissulega hefur vetrarþjónusta áhrif á fjölda slysa, til lækkunar. Usman o.fl. [2] sýndu til dæmis að um 1% breyting á viðnámi vegar getur fækkað væntanlegum slysum um 2,28 %. Hins vegar eru áhrif bættrar vetrarþjónustu á *alvarleika* slysa vænlegri. Vegir þaktir snjó eða háлку eru allajafna með hærri *slysatíðni* en aðrir vegir en hins vegar er *alvarleiki* slysa ekki eins mikill. Líkleg ástæða er sú að öikumenn aka yfirleitt hægar á snjó- eða íspökum vegum. Þegar betri aðstæður myndast á vegunum, vegna aukinnar vetrarþjónustu, auki öikumenn aksturshraðann sem verður til þess að alvarleiki slysa eykst [1].

Það sem er sameiginlegt með flestum vetrarþjónustu rannsóknum á umferðaröryggi er að flestar ef ekki allar eru háðar takmörkunum. Erfitt er að meta raunveruleg áhrif af vetrarþjónustu þar sem aðrir þættir spila inn í líkum á slysi, eins og leyfilegur hámarkshraði. Aðstæður er varða vegsýn við slysið (t.d. bylur) hafa einnig áhrif [2]. Almenn virðast þó flestar rannsóknir, m.a. „meta analysis“ frá T. Bjørnskau og A. Høye, benda til þess að á seinni árum hefur sambandið milli bættrar vetrarþjónustu og bætts umferðaröryggis hnignað [1].

Í safngreiningu (e. meta-analysis) sinni komust Qiu & Nixon [3] að því að sambandið milli fjölda slysa og snjó/háлку á vegum hefur lækkað töluvert undanfarna áratugi. Árin 1950-1979 var 113% auknar líkur á slysi við snjó/háлку á vegum en 1990-2005 voru líkurnar 47%. Líklegar ástæður þessa er bætt öryggi bílanna sjálfra en sífellt fleiri ökutæki eru með EPS tækni sem aðstoðar við vetraraðstæður. Einnig hefur vetrarþjónusta breyst í tímana rás [1].

Þó flestar rannsóknir benda til þess að umferðaröryggislegur ávinningur af bættri vetrarþjónustu sé takmarkaður þá má ekki gleyma að ávinningurinn getur verið annars konar, eins og bætt aðgengi íbúa

að þjónustu. Erlendar rannsóknir hafa þó sýnt mismunandi niðurstöður hvað þetta varðar. Ein rannsókn sýndi að umferðin, þegar snjór eða hálfka var á vegum var um 1-5% minni en við eðlilegar kringumstæður á meðan önnur rannsókn sýndi engan mun í umferðarmagni [1]. Hins vegar hafa niðurstöður úr spurningalistum í Noregi sýnt að um 9 % íbúa hefði aflýst ferðum sínum vegna þess að hálfka eða snjór var á vegum. Önnur finnsk rannsókn sýndi að fleiri vegfarendur hættu við ferð sína ef þeir vissu fyrir fram að erfiðar vetraraðstæður væru á vegunum [1].

1.2 Markmið

Markmiðið með verkefninu var að greina hvort að munur sé á slysatíðni vega sem eru í mismunandi vetrarþjónustuflokkum til að meta hvort þörf sé á breytingum í vetrarþjónustu.

Í verkefninu verða borin saman slysatíðni vega í mismunandi vetrarþjónustuflokkum. Slysatíðni verður skoðuð fyrir vegi í mismunandi þjónustuflokki fyrir ÁrdagsUmferð¹ (ÁDU), SumardagsUmferð² (SDU) og VetrardagsUmferð³ (VDU).

¹ Ársdagsumferð er meðalumferð á dag yfir árið.

² Sumardagsumferð er meðalumferð á dag, mánuðina: júní, júlí, ágúst og september.

³ Vetrardagsumferð er meðalumferð á dag, mánuðina: janúar, febrúar, mars og desember.

2 AÐFERÐ

Slysaöggn voru fengin frá Samgöngustofu fyrir árin 2015 – 2019. Einnig fengust upplýsingar frá Vegagerðinni varðandi vetrarþjónustuflokka á vegum í eigu Vegagerðarinnar.

Í þessari skýrslu var einungis **slysatíðni** metin en ekki óhappatíðni, þ.e. óhöpp/eignatjón og voru ekki tekin með í útreikningum.

Þó fimm ára slysasaga sé skoðuð þá verða tiltölulega fá slys á mörgum þeirra og því var ekki unnt að skoða slysatíðni einungis út frá slysum þar sem snjór/hálka var orsök. Því var ákveðið að einfalda slysgreiningu og skoða **slysatíðni út frá öllum slysum, óháð orsök**, fyrir SDU og VDU og bera það saman.

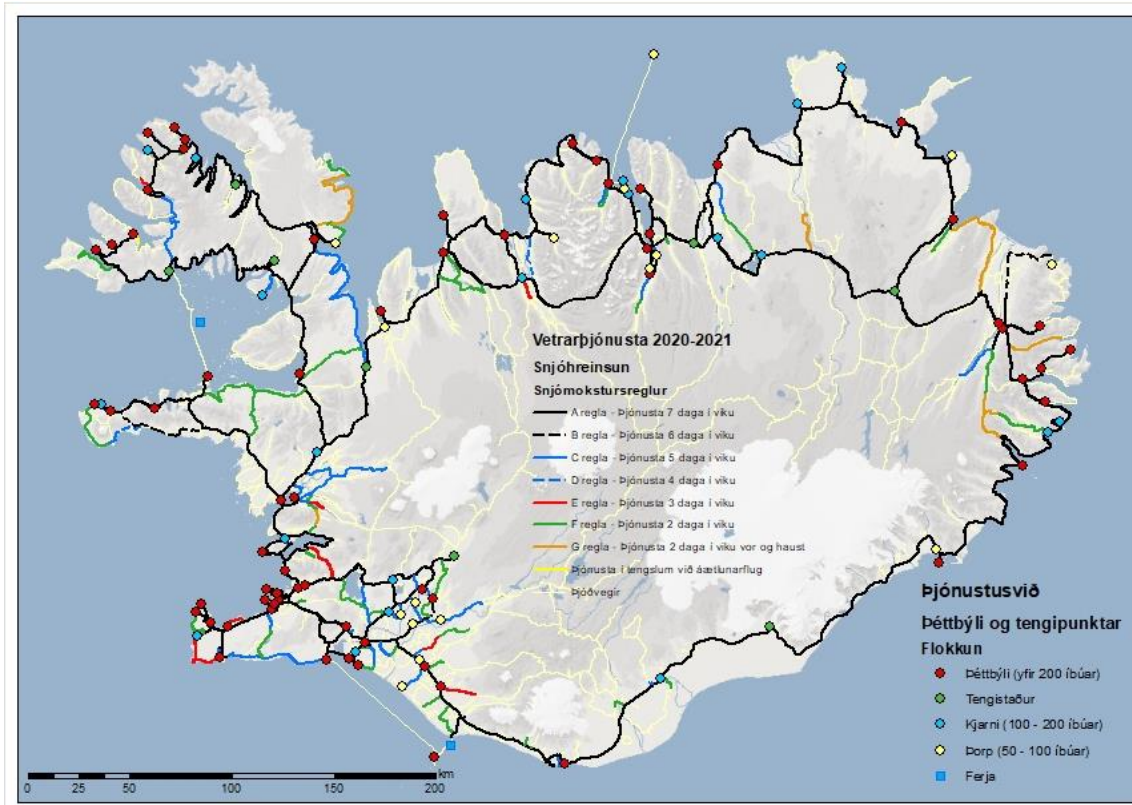
Slysatíðni út frá ÁrdagsUmferð var einnig skoðuð til að meta áreiðanleika niðurstaðna en ekki er gerð grein fyrir niðurstöðum ÁDU í skýrslunni.

Við útreikning á slysatíðni, var notast við eftirfarandi jöfnu:

$$S = \frac{F \times 10^6}{\text{ÁDU} \times 365 \times L}$$

S = Slysatíðni.
F = Fjöldi slysa á ári.
ÁDU = Meðalumferð á dag á viðkomandi ári.
L = Lengd í km.

Til að meta áhrif vetrarþjónustu á slysatíðni var reiknuð heildar meðalslysatíðni á vegköflum í eigu Vegagerðarinnar eftir mismunandi vetrarþjónustuflokkum (mynd 2).



MYND 1 Vetrarþjónusta Vegagerðarinnar 2020-2021, eftir þjónustuflokkum. Mynd frá vef Vegagerðarinnar.

Eins og sést á mynd 2, eru þjónustuflokkar Vegagerðarinnar 9 talsins, allt frá því að vera þjónustaðir á hverjum degi og í það að vera ekkert þjónustaðir yfir vetrartímann. Sjá má nánar þjónustuflokkar Vegagerðarinnar í töflu 1:

TAFLA 1 Vetrarþjónustuflokkar Vegagerðarinnar.

VETRARÞJÓNUSTU FLOKKUR	HEITI FLOKKS	VETRARÞJÓNUSTA
0		Engin vetrarþjónusta
2	F regla	Þjónusta 2 daga í viku
3	E regla	Þjónusta 3 daga í viku
4	D regla	Þjónusta 4 daga í viku
5	C regla	Þjónusta 5 daga í viku
6	B regla	Þjónusta 6 daga í viku
7	A regla	Þjónusta 7 daga í viku
8	G regla	Þjónusta 2 daga í viku vor og haust
9		Flugmokstur

Rannsóknin tekur einungis á vetrarþjónustuflokkum 0-7 þar sem flokkar 8 og 9 er sérstök þjónusta, meðal annars í kringum flugvelli.

Slysatíðnin var svo skoðuð af meiri nákvæmni fyrir ákveðna vegi sem voru að hluta þjónustaðir eftir mismunandi þjónustuflokk, en voru að mestu í vegflokknum C8.

3 NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐUR

3.1 Heilt gagnasafn

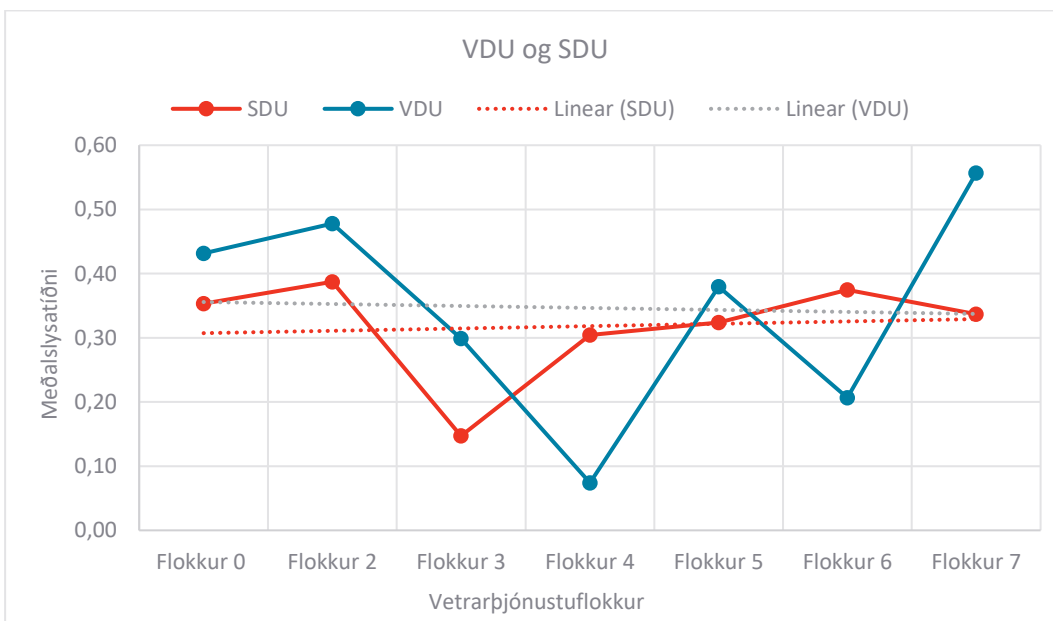
Til að fá betri yfirsýn yfir útreiknaða slysatíðni fyrir alla vegahluta, var meðalslysatíðni fyrir hvern vetrarþjónustuflokk tekin saman (sjá töflu 2). Voru niðurstöðurnar síðan teiknaðar upp í línurit og leitniferill (trendline) reiknaður.

Í töflu 2 má sjá meðalslysatíðni eftir vetrarþjónustuflokkum fyrir SDU og VDU.

TAFLA 2 Meðalslysatíðni árin 2015-2019, eftir vetrarþjónustuflokkum.

VETRARÞJÓNUSTUFLOKKUR	MEÐALSLYSATÍÐNI SDU	MEÐALSLYSATÍÐNI VDU
0	0,35	0,43
2	0,39	0,48
3	0,15	0,30
4	0,30	0,07
5	0,32	0,38
6	0,37	0,21
7	0,34	0,56
8	0,70	0,50
9	0,00	0,11

Slysatíðni VDU sýnir þó nokkurn breytileika. Til dæmis má sjá hvernig meðalslysatíðni fyrir vetrarþjónustuflokka 4, 6 og 9 er nokkuð lægri en fyrir aðra flokka. Sama má segja að einhverju leiti um vegi sem eru í vetrarþjónustuflokki 3. Á Mynd 2 má sjá línurit með slysatíðni eftir vetrarþjónustuflokkum fyrir VDU og SDU ásamt leitni ferlum.



MYND 2 Meðalslysatíðni eftir vetrarþjónustuflokkum fyrir VDU (blá lína) og SDU (rauð lína). Strikaðar línur eru leitniferlar fyrir annars vegar VDU og hins vegar SDU.

Á mynd 2 sést að leitniferlar bæði fyrir VDU og SDU eru nokkuð flatir, en slysatíðni út frá VDU hreyfist meira milli vetrarþjónustuflokka en fyrir SDU.

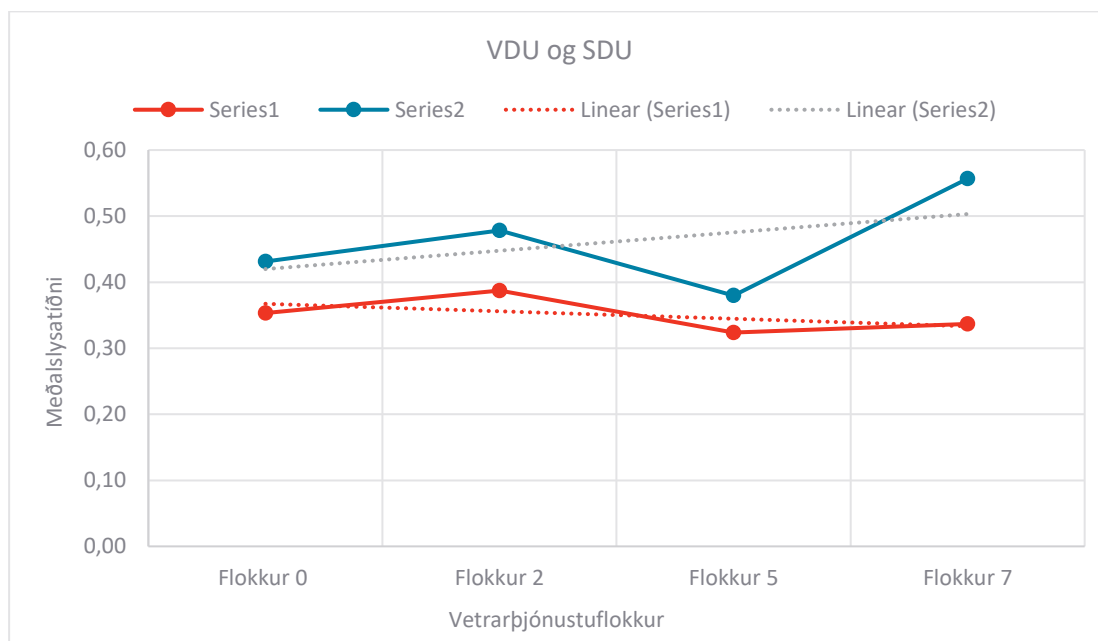
Einnig má sjá að leitniflúan fyrir VDU leitar niður á við þótt að vegir með flesta þjónustudaga séu með hæstu meðalslysatíðnina.

Þrátt fyrir að vetrarþjónustuflokkar Vegagerðarinnar séu 9 (7 hér til skoðunar) þá eru um 90% af öllum vegum sem eru þjónustaðir af Vegagerðinni í flokkum 2, 5 eða 7. Þar af leiðandi var ákveðið að greina nánar vegi í flokkum 2, 5 og 7, en með flokk 0 (engin vetrarþjónusta) til viðmiðunar.

TAFLA 3 Meðalslysatíðni árin 2015-2019, eftir vetrarþjónustuflokkum 0, 2, 5 og 7.

VETRARÞJÓNUSTU FLOKKUR	MEÐALSLYSATÍÐNI SDU	MEÐALSLYSATÍÐNI VDU
0	0,35	0,43
2	0,39	0,48
5	0,32	0,38
7	0,34	0,56

Eins og má sjá í töflu 3 er meðalslysatíðnin almennt hærri á veturna en á sumrin. Verður þetta að teljast nokkuð eðlilegt þar sem akstursskilyrði eru erfiðari í vetrarfærð en í sumarfærð. Fyrir SDU er meðalslysatíðnin almennt stöðug fyrir alla fjóra flokkanna sem er hér til skoðunar, en sjá má lítilla lækkun eftir hærri þjónustuflokki. Aftur á móti virðist meðal-slysatíðnin fyrir VDU fara hækkandi eftir því sem þjónustudögum fjölgar. Á mynd 3 má sjá línurit með slysatíðni eftir vetrarþjónustuflokkum fyrir VDU og SDU, ásamt leitni ferlum.



MYND 3 Meðalslysatíðni eftir vetrarþjónustuflokkum 0, 2, 5 og 7 fyrir VDU og SDU. Strikaðar línur eru leitniferlar.






Það er áhugavert að sjá hvernig leitnilínur, fyrir bæði SDU og VDU, stefna lengra frá hvort annarri með hækkandi þjónustuflokki. Einnig má sjá að leitnilínurnar haldast nokkurn veginn að fyrir flokk 0 og 2, dregst aðeins saman fyrir flokk 5 en fyrir flokk 7 eykst meðalslysátíðni fyrir VDU þó nokkuð meira en fyrir SDU.

Andstætt SDU sýnir meðalslysátíðni VDU að þeir vegir sem eru oftast þjónustaðir eru með hærri meðalslysátíðni en vegir sem eru aðeins þjónustaðir tvo eða fimm daga vikunnar. Einnig er aukningin milli vetrar og sumar slysátíðni þó nokkuð meiri fyrir vegi sem þjónustaðir eru 7 daga á viku en aðra vegi. Má því leiða lyktir af því að á þessum vegum eru það ekki bara árstíðabundnar aðstæður sem gera það að verkum að slysátíðnin hækkar þó nokkuð yfir vetrartímammi miðað við á sumrin, heldur hafi aðrir þættir áhrif til dæmis myrkur.

3.1.1 Einstakir vegir

Fyrir utan að greina meðalslysátíðni fyrir alla vega eftir þjónustuflokkum var einnig ákveðið að skoða, af meiri nákvæmni sex vegi á nokkrum stöðum á landinu. Eru þeir að mestu í vegflokki C8 og hafa það sameiginlegt að þeir falla í að minnsta kosti tvo ólíka þjónustuflokka. Ákveðið var að greina þessa vegi því þeir voru allir í sama vegflokki og með mismunandi vetrarþjónustu, innan hvers veg. Leitarferlar voru gerðir fyrir meðalslysátíðni í flokkum 2, 5, 6 og 7 fyrir hvern veg, sem sjá má í töflu 4.

TAFLA 4 Meðalslysátíðni og leitarferlar eftir vetrarþjónustuflokkum, fyrir einstaka vegi Vegagerðarinnar.

VEG NÚM ER	VETRARÞJÓNUSTU FLOKKUR	MEÐALSLYSATÍÐNI VDU	LEITARFERILL
30	2	0,65	
	5	0,00	
	6	0,21	
	7	0,21	
36	2	0,00	
	5	0,65	
	6	0,00	
	7	0,43	
427	2	0,00	
	5	0,23	
	6	0,00	
	7	0,38	
45	2	1,06	
	5	0,00	
	6	0,00	
	7	0,20	
54	2	0,80	
	5	0,00	
	6	0,54	
	7	0,33	
87	2	0,27	
	5	0,35	
	6	0,00	
	7	0,00	

Þegar meðalslysátíðnin er skoðuð á þessu vegum sést að fyrir fjóra af þeim lækkar slysátíðnin með aukinni vetrarþjónustu, ólíkt því sem kemur fram ef allt gagnasafnið er skoðað. Á tveimur vegum er hærri slysátíðni á þeim veghlutum þar sem meiri vetrarþjónusta er.

4 LOKAORÐ

Markmið þessarar rannsóknar var að meta hvort munur væri á slysatíðni á vegum Vegagerðarinnar með tilliti til þjónustustigs vetrarþjónustu. Niðurstöðurnar gefa til kynna að ekki sé hægt að sjá að vegir með aukna vetrarþjónusta séu með lægri slysatíðni. Hins vegar er mikilvægt að benda á að erfitt er að draga ályktanir um gagnsemi vetrarþjónustunnar út frá þessum niðurstöðum en vegna lítils gagnasafns var slysatíðni skoðuð út frá öllum slysum en ekki eingöngu slysum sem verða vegna, til dæmis, hálfu. Aðrar rannsóknir hafa einnig bent á að erfitt er að meta raunveruleg áhrif af vetrarþjónustu þar sem aðrir þættir spila inn í líkum á slysi [2].

Hins vegar styðja erlendar rannsóknir við niðurstöður þessarar rannsóknar, en vísbendingar eru um að sambandið milli bættrar vetrarþjónustu og bætts umferðaröryggis hefur hnignað undanfarin ár [1]. Má leiða líkur að því að ástæðan geti verið falskt öryggi meðal ökumanna, þar sem þeir ofmeti eigin getu og vanmeti aðstæður á vegunum. Hins vegar, á vegum með færri þjónustudaga aki fólk frekar eftir aðstæðum og fari því varlega.

Ekki má gleyma því að annars konar ávinningur getur verið af bættri vetrarþjónustu, eins og bætt aðgengi íbúa að þjónustu og stækkað vinnusóknarsvæði. Ein rannsókn sýndi að þegar snjór eða hálfur var á vegum, var umferð um 1-5% minni en við eðlilegar kringumstæður á meðan önnur rannsókn fann engan mun í umferðarmagni [1]. Hins vegar hafa niðurstöður úr spurningalistum í Noregi sýnt að um 9 % íbúa hefði aflýst ferðum sínum vegna erfiðar færðar á vegum. Önnur finnsk rannsókn sýndi að fleiri vegfarendur hættu við ferð sína ef þeir vissu fyrir fram um erfiðar vetraraðstæður á vegum [1].

Erfitt er að staðfesta þær vísbendingar sem koma fram í þessari rannsókn og þörf væri á nánari rannsókn til að meta raunveruleg áhrif bættrar vetrarþjónustu. Til dæmis hefði þurft að taka tillit til annarra breyta eins og leyfilegs hámarkshraða, vegsýnar, birtuskilyrða og veðuraðstæðna á slysadegi. En eins og áður sagði var gagnasafn ekki nægilega stórt til að skoða einungis slysum vegna hálfu.

HEIMILDASKRÁ

- [1] T. Bjørnskau og A. Høye, „Vinterdrift av veger,“ í *Trafikksikkerhetshåndboken*, Oslo, Transportøkonomisk institutt, 2013.
- [2] T. Usman , L. Fu og L. F. Miranda-Moreno, „Quantifying safety benefit of winter road maintenance: Accident frequency modeling,“ *Accident analysis and prevention*, pp. 1878-1887, 2010.
- [3] L. Qiu og W. A. Nixon, „Effects of adverse weather on traffic crashes,“ *Journal of the Transportation Research Board*, pp. 139-146, 2008.