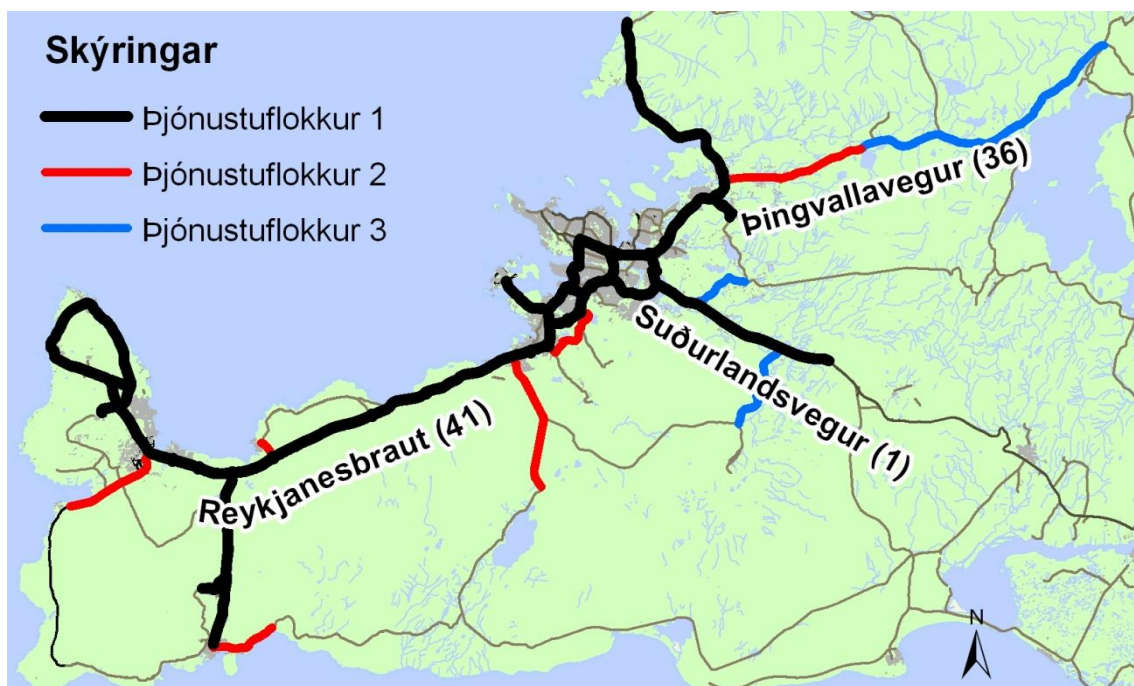




Bestun leiðavals til hálkuvarna á Suðvestursvæði Vegagerðarinnar



Verkefni styrkt af rannsóknarsjóði Vegagerðarinnar

Mars 2011

Sigurður Guðjón Jónsson

Meistaraneemi við Háskólann í Reykjavík

Haraldur Sigþórsson

Lektor við Háskólann í Reykjavík

Ágrip

Hálkuvarnir eru einn veigamesti þátturinn í að tryggja umferðaröryggi vegfarenda að vetrarlagi. Skipulag og framkvæmd hálkuvarna er í stöðugri þróun innan Vegagerðarinnar hér á landi. Núverandi skipulag byggir á reynslu þeirra aðila sem koma að framkvæmdinni.

Meginmarkmið verkefnisins er að finna hentugan fjölda og staðsetningar þjónustubíla ásamt því að ákvarða akstursleiðir fyrir hvern bíl, þannig að akstursvegalengdir séu lágmarkaðar og tryggt sé að allir vegir og veghlutar, sem á að hálkuverja, séu hálkuvarðir innan skilgreinds þjónustutíma.

Verkefni þetta er liður í þróun sem hefur átt sér stað undanfarið og er ætlað að auka skilvirkni, áreiðanleika og hagkvæmni hálkuvarna á Suðvestursvæði Vegagerðarinnar. Byggð eru upp fjögur líkön og nær hvert og eitt yfir mismunandi þjónustuflokka. Til samanburðar eru þrjú tilfelli gerð fyrir hvert líkan þar sem mismunandi þjónustusvæði eru skilgreind fyrir hvern bíl sem sinnir hálkuvörnum. Auk svæðisskiptingar er skilgreindur hámarksaksturstími og hámarksakstursvegalengd fyrir hvern bíl í samræmi við gæðakröfur Vegagerðarinnar. Á líkönin er beitt bestunaraðferð, í því skyni að finna hagkvæmstu akstursleið fyrir hvern bíl sem sinnir hálkuvörnum á svæðinu sem unnið er með.

Niðurstöður varðandi fjölda og staðsetningu bíla sýndu að hagkvæmast er að staðsetja bíla á alls átta stöðum víðs vegar um gatnanetið. Með því skipulagi ná níu bílar að þjónusta allt svæðið þannig að gæðakröfum sé mætt. Niðurstöður sýna að með skýrri svæðisskiptingu og nokkuð ströngum skilyrðum varðandi hámarksakstursvegalengdir styttest heildarakstursvegalengdir um 14-17 km samanborið við núverandi svæðisskiptingu. Lokaniðurstöður allra líkana varðandi akstursvegalengdir bíla eru í ágætu samræmi við gæðakröfur Vegagerðarinnar og þær akstursleiðir sem settar eru fram tryggja að allir vegir og veghlutar, sem á að hálkuverja, séu hálkuvarðir innan skilgreinds þjónustutíma. 14-17 km stytting heildarakstursvegalengda getur gefið samtals 2.000-4.000 km styttingu ef horft er til eins árs með tilheyrandi lækkun á kostnaði. Trygging fyrir því að allir vegir og veghlutar séu hálkuvarðir skilar auknu umferðaröryggi á vegum Suðvestursvæðis Vegagerðarinnar.

Lykilorð:

Akstursleiðaverkefni, akstursleið, akstursvegalengd, þjónustutími, umferðaröryggi, hálkuvarnir.

Abstract

Ice prevention is one of the most important factor to ensure road safety. Planning and execution of ice prevention on roads is constantly being developed at the Icelandic Road Administration (ICERA). The current plan is based on shared experience of all parties involved in winter service.

The main objective of this project is to find suitable number and locations for service vehicles, as well as to determine driving routes for each vehicle, so driven distances are minimized and it is ensured that all roads and road segments are ice prevented within a defined service time.

This project is a part of a development that has taken place in recent years and is intended to increase efficiency and reliability of ice prevention in the Southwestern part of Iceland. For this project four models are built where each model covers different service classes. For comparison three cases are made for each model. In each case different service areas are defined for each vehicle. In addition to service areas, special conditions for maximum driving time and maximum driving distance are defined for each vehicle in accordance to quality demands set by the ICERA. Optimisation method is applied to the models to find the optimal driving routes for each vehicle.

The most efficiency was achieved by locating nine service vehicles at eight locations scattered throughout the area. With that plan, nine service vehicles achieve to service the whole area so quality demands are satisfied. The results indicate that with clear segmentation of the service area and with fairly strict condition concerning maximum driving distance for each vehicle, the total driving distances can be reduced by 14-17 km compared to the current plan and service area division. Final results for the driving distances in each model are in accordance with quality demands set by the ICERA. For one year total driving distance can by reduced by 2.000-4.000 km, which results in lower cost for the ICERA. The driving routes ensure that all roads and road segments are ice prevented within the defined service time, which results in increased road safety on roads in the Southwestern part of Iceland.

Keywords:

Vehicle Routing Problem (VRP), route, driving distance, service time, road safety, ice prevention.

Þakkir

Vegagerðin fær sérstakar þakkir fyrir fjárhagslegan stuðning, en verkefni þetta hlaut styrk úr rannsóknarsjóði Vegagerðarinnar. Einar Pálsson og Jóhann B. Skúlason starfsmenn Vegagerðarinnar fá einnig þakkir fyrir þær upplýsingar og þá miklu aðstoð sem þeir veittu ásamt þeim tíma sem þeir gáfu sér til þess að verja með mér við úrlausn verkefnisins.

Samsýn ehf. fær sérstakar þakkir fyrir að veita aðgang að gögnum og upplýsingum sem nauðsynlegar voru fyrir úrlausn þessa verkefnis, einnig fyrir að útvega hugbúnaðinn ArcGIS Network Anaslyst endurgjaldslaust. Eftirtaldir starfsmenn Samsýnar ehf. fá þakkir fyrir veitta aðstoð: Brynja Guðmundsdóttir, Íris Anna Karlsdóttir, Stefán Guðlaugsson og Kristinn Guðmundsson.

Efnisyfirlit

1	Inngangur	1
1.1	Tilgangur og markmið	2
1.2	Rannsóknarspurning	3
1.3	Takmarkanir verkefnis	3
1.4	Suðvestursvæði Vegagerðarinnar	3
1.5	Uppbygging ritgerðar	6
2	Fræðilegt yfirlit	7
2.1	Akstursleiðaverkefni	7
2.2	Erlendar rannsóknir á akstursleiðaverkefnum	10
2.3	Akstursleiðaverkefni unnin hér á landi	12
2.4	Hálka og umferðaröryggi	13
3	Vetrarþjónusta	15
3.1	Skilgreiningar á vetrarþjónustu og þjónustutíma	15
3.2	Gæðakröfur vetrarþjónustu	15
3.3	Bílar og búnaður	17
4	Hugbúnaðurinn ArcGIS og Network Analyst	18
4.1	Val á hugbúnaði	18
4.2	Network Analyst	18
4.3	Algóripmi sem Network Analyst byggir á	20
5	Aðferðafræði og forsendur	21
5.1	Líkön	21
5.2	Uppbygging gatnanets	24
5.3	Keyrsla líkana	26
5.4	Ákvarðaður ökuhraði á vegum	27
5.5	Staðsetning bíla	30
5.6	Svæðisskipting	31
5.7	Aksturstími og akstursvegalengd	33
5.8	Umferðarreglur, boð og bönn	36
5.9	Breytingar á akstursleiðum	37
6	Niðurstöður	39
6.1	Staðsetning bíla	39

6.2	Líkan 1	40
6.2.1	Niðurstöður keyrslu líkans 1	40
6.2.2	Akstursleiðir líkans 1	42
6.3	Líkan 2	44
6.3.1	Niðurstöður keyrslu líkans 2	44
6.3.2	Akstursleiðir líkans 2	46
6.4	Líkan 3	48
6.4.1	Niðurstöður keyrslu líkans 3	48
6.4.2	Akstursleiðir líkans 3	50
6.5	Líkan 4	52
6.5.1	Niðurstöður keyrslu líkans 4	52
6.5.2	Akstursleiðir líkans 4	54
7	Umræða	56
8	Lokaorð	60
8.1	Framkvæmd og frekari rannsóknir	61
	Heimildaskrá	63
	Viðauki A - Ákvarðaður ökuhraði bíla við hálkuvarnir	65
	Viðauki B - Núverandi verkskipulag verktaka	67
	Viðauki C - Akstursleiðir í gegnum mislæg vegamót	68
	Viðauki D - Akstursleiðir allra bíla fyrir hvert líkan	84

Töfluskrá

Tafla 1. Vegir í þjónustuflokki 1	4
Tafla 2. Vegir í þjónustuflokki 2	5
Tafla 3. Vegir í þjónustuflokki 3	5
Tafla 4. Vegir í þjónustuflokki 4	5
Tafla 5. Almenn einkenni akstursleiðaverkefna fyrir vetrarþjónustu (Perrier o.fl., 2007)	8
Tafla 6. Niðurstöður prófana fyrir „ <i>The time constrain two phase alorithm</i> “ (Leon og Eglese, 1996)	11
Tafla 7. Samanburður á leiðavali frá Tunguhálsi með tilliti til vegalengda og aksturstíma (HNIT hf., 2003)	12
Tafla 8. Samanburður á akstursáætlunum (Árný Björg Ísberg og Eva Lillý Bjarnald Einarsdóttir, 2005)	13
Tafla 9. Núningsstuðull fyrir mismunandi vegyfirborð og ökuhraða (Haraldur Sigþórsson o.fl., 2010)	13
Tafla 10. Samantekt þjónustuflokka (Vegagerðin, 2010a).....	17
Tafla 11. Ákvarðaður ökuhraði á vegum.....	28
Tafla 12. Ákvarðaður ökuhraði í römpum og hringtorgum.....	29
Tafla 13. Staðsetning bíla í líkönum.....	30
Tafla 14. Svæðisskipting fyrir tilfelli 3 í líkani 1	31
Tafla 15. Svæðisskipting fyrir tilfelli 3 í líkani 2	32
Tafla 16. Svæðisskipting fyrir tilfelli 3 í líkani 3	32
Tafla 17. Svæðisskipting fyrir tilfelli 3 í líkani 4	33
Tafla 18. Hámarksaksturstími og hámarksakstursvegalengdir bíla fyrir líkan 1.....	34
Tafla 19. Hámarksaksturstími og hámarksakstursvegalengdir bíla fyrir líkan 2.....	34
Tafla 20. Hámarksaksturstími og hámarksakstursvegalengdir bíla fyrir líkan 3.....	35
Tafla 21. Hámarksaksturstími og hámarksakstursvegalengdir bíla fyrir líkan 4.....	35
Tafla 22. Bílar staðsettir á þremur stöðum	39
Tafla 23. Bílar staðsettir á fimm stöðum	39
Tafla 24. Bílar staðsettir á átta stöðum	39
Tafla 25. Niðurstöður líkans 1	40
Tafla 26. Lokaniðurstöður líkans 1 eftir breytingar á akstursleiðum	41
Tafla 27. Niðurstöður líkans 2	44
Tafla 28. Lokaniðurstöður líkans 2 eftir breytingar á akstursleiðum	45
Tafla 29. Niðurstöður líkans 3	48
Tafla 30. Lokaniðurstöður líkans 3 eftir breytingar á akstursleiðum	49
Tafla 31. Niðurstöður líkans 4	52
Tafla 32. Lokaniðurstöður líkans 4 eftir breytingar á akstursleiðum	53
Tafla 33. Akstursvegalengdir fyrir lokaniðurstöðu hvers líkans samanborið við lengd gatnanets	60
Tafla 34. Viðauki A - Ákvarðaður ökuhraði á vegum (1).....	65

Tafla 35. Viðauki A - Ákvarðaður ökuhraði á vegum (2).....	66
Tafla 36. Viðauki A - Ákvarðaður ökuhraði í römpum og hringtorgum.....	66
Tafla 37. Viðauki B - Núverandi verkskipulag verktaka.....	67

Myndaskrá

Mynd 1. Yfirlit yfir Suðvestursvæði Vegagerðarinnar.....	3
Mynd 2. Óhappatíðni með tilliti til þess tíma hvenær vegur er hálfuvarinn (COST 353, 2008)	14
Mynd 3. Salt- og þækildreifingar	17
Mynd 4. Yfirlit yfir fjölda líkana og tilfella	21
Mynd 5. Yfirlitsmynd fyrir líkan 1, þjónustuflokkur 1	22
Mynd 6. Yfirlitsmynd fyrir líkan 2, þjónustuflokkar 1 og 2.....	22
Mynd 7. Yfirlitsmynd fyrir líkan 3, þjónustuflokkar 1, 2 og 3.....	23
Mynd 8. Yfirlitsmynd fyrir líkan 4, þjónustuflokkar 1, 2, 3 og 4.....	23
Mynd 9. Líkan 1, akstursleið bíls 1	42
Mynd 10. Líkan 1, akstursleið bíls 2	42
Mynd 11. Líkan 1, akstursleið bíls 3	42
Mynd 12. Líkan 1, akstursleið bíls 4	42
Mynd 13. Líkan 1, akstursleið bíls 6	42
Mynd 14. Líkan 1, akstursleið bíls 7	42
Mynd 15. Líkan 1, akstursleið bíls 8	43
Mynd 16. Líkan 1, akstursleið bíls 9	43
Mynd 17. Líkan 1, akstursleið bíls 10	43
Mynd 18. Líkan 2, akstursleið bíls 1	46
Mynd 19. Líkan 2, akstursleið bíls 2	46
Mynd 20. Líkan 2, akstursleið bíls 3	46
Mynd 21. Líkan 2, akstursleið bíls 4	46
Mynd 22. Líkan 2, akstursleið bíls 6	46
Mynd 23. Líkan 2, akstursleið bíls 7	46
Mynd 24. Líkan 2, akstursleið bíls 8	47
Mynd 25. Líkan 2, akstursleið bíls 9	47
Mynd 26. Líkan 2, akstursleið bíls 10	47
Mynd 27. Líkan 3, akstursleið bíls 1	50
Mynd 28. Líkan 3, akstursleið bíls 2	50
Mynd 29. Líkan 3, akstursleið bíls 3	50
Mynd 30. Líkan 3, akstursleið bíls 4	50
Mynd 31. Líkan 3, akstursleið bíls 6	50
Mynd 32. Líkan 3, akstursleið bíls 7	50
Mynd 33. Líkan 3, akstursleið bíls 8	51
Mynd 34. Líkan 3, akstursleið bíls 9	51
Mynd 35. Líkan 3, akstursleið bíls 10	51
Mynd 36. Líkan 4, akstursleið bíls 1	54
Mynd 37. Líkan 4, akstursleið bíls 2	54
Mynd 38. Líkan 4, akstursleið bíls 3	54
Mynd 39. Líkan 4, akstursleið bíls 4	54

Mynd 40. Líkan 4, akstursleið bíls 6	54
Mynd 41. Líkan 4, akstursleið bíls 7	54
Mynd 42. Líkan 4, akstursleið bíls 8	55
Mynd 43. Líkan 4, akstursleið bíls 9	55
Mynd 44. Líkan 4, akstursleið bíls 10	55

1 Inngangur

Vegagerðin er ábyrg fyrir vetrarþjónustu á þjóðvegum landsins ásamt helstu stofnbrautum innan þéttbýlis og eru hálkvarnir einn veigamesti þáttur í að tryggja umferðaröryggi vegfarenda að vetrarlagi. Skipulag og framkvæmd vetrarþjónustu hefur verið í stöðugri þróun í gegnum árin og hefur mikil reynsla skapast innan Vegagerðarinnar sem skilar sér í bættri þjónustu og auknu umferðaröryggi á vegum landsins. Vegagerðin hefur tekið þátt í tveimur Evrópusamvinnuverkefnum er snúa beint að vetrarþjónustu, annars vegar COST 344 sem fjallar um bættu vetrarþjónustu og hins vegar COST 353 sem fjallar um stjórnkerfi í vetrarþjónustu og aukið umferðaröryggi (Vegagerðin, 2011). Umrædd samvinnuverkefni eru liður í því að miðla þekkingu og samhæfa stjórnkerfi vetrarþjónustuaðila í því skyni að auka umferðaröryggi.

Þetta verkefni er liður í því að auka skilvirkni og áreiðanleika vetrarþjónustu með það að leiðarljósi að lágmarka kostnað á sama tíma og þjónustustigi og umferðaröryggi er viðhaldið eða aukið. Verkefnið snýst um að byggja upp líkan af Suðvestursvæði Vegagerðarinnar sem inniheldur alla þá vegi sem á að hálkverja samkvæmt vinnureglum Vegagerðarinnar. Á líkanið er svo beitt bestunaraðferð til að finna hagkvæmustu akstursleiðir ákveðins bílafloata um gatnanetið sem unnið er með, þannig að aksturstími og akstursvegalengdir séu lágmarkaðar en öllum gæðakröfum mætt. Mjög mikilvægt er að tryggt sé að allir vegir og veghlutar (beygjur og rampar), sem á að hálkverja, séu hálkvarðir. Í dag er ekkert sem tryggir það nema reynsla og útsjónarsemi bílstjóra sem sinna vetrarþjónustu, þó auðvitað sé unnið eftir ákveðnu verkskipulagi og hver bílstjóri hafi sitt svæði til að þjónusta ásamt því að haft er eftirlit með framkvæmdinni. Hér er átt við að hver bílstjóri hefur ekki fyrirfram ákveðna akstursleið gegnum sitt svæði sem tryggir að ekið sé um alla veghluta. Vill það henda að beygjurampar og aðrir minni veghlutar, til dæmis á mislægum vegamótum, verði útundan. Einnig bregða bílstjórar oft á það ráð að brjóta umferðarreglur við hálkvarnir til þess að komast hjá auka snúningum og akstri á vegum sem ekki eru innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar. Þar má nefna u-beygjur á gatnamótum sem ekki eru leyfðar sem og að bakka upp beygjurampa á mislægum vegamótum. Eykur það hættu á umferðaróhöppum og telst ekki til faglegra vinnubragða. Verkefni þetta tekur á þessum þáttum umferðaröryggis og á úrlausn þess að tryggja að allir veghlutar séu hálkvarðir og að umferðarreglum sé fylgt undantekningarlaust.

Í verkefninu eru byggð upp samtals fjögur líkön sem ná yfir mismunandi þjónustuflokka. Yfirlit yfir þjónustuflokka má sjá á mynd 1. Fyrsta líkanið nær yfir alla þá vegi sem eru í þjónustuflokki 1. Annað líkanið nær yfir vegi í þjónustuflokkum 1 og 2. Þriðja líkanið nær yfir vegi í þjónustuflokkum 1, 2 og 3. Fjórða líkanið nær svo yfir alla vegi í þjónustuflokkum 1, 2, 3 og 4. Þá eru gerð þrjú mismunandi tilfelli fyrir hvert líkan þar sem mismunandi þjónustusvæði eru skilgreind fyrir hvern bíl og þannig haft áhrif á það á hvaða vegum hver bíll sinnir hálkvörnum, eftir staðsetningu bíla. Í tilfelli 1 eru engin svæði skilgreind, þannig að bílar geta þjónustað hvaða veg sem er óháð

staðsetningu. Í tilfelli 2 eru skilgreind svæði sem næst núverandi verksskipulagi sem unnið er eftir veturinn 2010-2011. Í tilfelli 3 eru skilgreind svæði sem í grunninn byggja á núverandi skipulagi en þó með ákveðnum breytingum. Í hverju tilfelli er skilgreindur hámarksaksturstími og hámarksakstursvegalengd fyrir hvern bíl þar sem tekið er mið af viðmiðum gæðastaðals Vegagerðarinnar. Niðurstöður tilfellanna þriggja eru bornar saman innbyrðis innan hvers líkans og lagt mat á það hvaða tilfelli skilar hagkvæmstu niðurstöðum með tilliti til aksturstíma og akstursvegalengda. Það tilfelli sem hagkvæmast kemur út innan hvers líkans er tekið til nánari athugunar og gerðar breytingar á akstursleiðum samkvæmt góðu verklagi við hálkuvörir.

Sams konar akstursleiðaverkefni er snúa að vetrarþjónustu hafa ekki verið unnin hér á landi né á hinum Norðurlöndunum, í það minnsta ekki innan vegagerða Norðurlandanna svo vitað sé til (Einar Pálsson munnleg heimild, 03.11.2010; F. Knudsen munnleg heimild, 19.01.2011; B. Nonstad munnleg heimild, 25.01.2011). Bestunaraðferðum hefur þó víða verið beitt á akstursleiðaverkefni til þess að ná fram hagræðingu í leiðavali. Erlendar rannsóknir þar sem beitt hefur verið bestunaraðferðum á akstursleiðir í vetrarþjónustu með það að markmiði að stytta akstursvegalengdir og aksturstíma hafa sýnt fram á góðan árangur (Leon og Eglese, 1996).

Akstursleiðaverkefni er þýðing á hugtakinu „*Vehicle Routing Problem*“. Í umfjöllun um akstursleiðaverkefni er átt við akstursleiðir ákveðins bílaflota sem notaður er til þess að inna ákveðna þjónustu af hendi.

Vonast er til að verkefni þetta auki þekkingu hér á landi um notkun bestunaraðferða við skipulag akstursleiða, hvort sem það er leiðarval í vetrarþjónustu eða annarri þjónustu og leiði til hagkvæmari og öruggari samgangna um vegakerfi landsins.

1.1 Tilgangur og markmið

Tilgangur þessa verkefnis er að leita leiða til þess að auka áreiðanleika, skilvirkni og hagkvæmni hálkuvarna á Suðvestursvæði Vegagerðarinnar. Í því felst eftirfarandi:

- Finna hentugar staðsetningar og fjölda þjónustubíla.
- Skilgreina þjónustusvæði fyrir hvern bíl þannig að vinnuálag milli bíla sé eins jafnt og kostur er.
- Kortleggja akstursleiðir hálkuvarna, þar með talið akstursleiðir í gegnum mislæg vegamót.

Markmið er snúa að hálkuvörnum:

- Lækka kostnað hálkuvarna með því að lágmarka akstursvegalengdir og aksturstíma á sama tíma og þjónustustigi er viðhaldið.
- Auka umferðaröryggi með skilvirkari og áreiðanlegri stjórnun hálkuvarna þannig að tryggt sé að allir vegir, sem á að hálkuverja, séu hálkuvadrir innan skilgreinds þjónustutíma.

1.2 Rannsóknarspurning

Sú spurning sem ætlast er til að verkefnið svari er eftirfarandi:

Er hægt með notkun bestunaraðferða að endurskipuleggja leiðaval þjónustubíla með það að markmiði að lágmarka aksturstíma og akstursvegalengdir á sama tíma og þjónustustigi er viðhaldið og umferðaröryggi aukið ?

1.3 Takmarkanir verkefnis

Í þessu verkefni er eingöngu horft til hálkuvarna, það er saltdreifingar á vegi. Ekki er tekið tillit til snjómoksturs eða annarra þátta vetrarþjónustu sem þó vissulega hafa áhrif á hálkuvarnir. Gert er ráð fyrir því að bílar þurfi ekki að fara í birgðastöð til þess að fylla á saltbirgðir meðan á akstri stendur, heldur séu tilbúnir til vinnu að morgni og nái að ljúka hálkuvörnum innan síns svæðis með því saltmaga sem lagt er af stað með. Litið er á hefðbundinn dag þegar hálka hefur myndast að næturlagi og að hálkuverja þurfi alla vegi að morgni áður en morgunumferð fer að þyngjast. Gert er ráð fyrir að fara þurfi einu sinni yfir það gatnanet sem er undir í hverju líkani. Ekki er tekið tillit til veðurfars eða annarra þátta sem geta haft áhrif á framkvæmd hálkuvarna.

1.4 Suðvestursvæði Vegagerðarinnar



Mynd 1. Yfirlit yfir Suðvestursvæði Vegagerðarinnar

Svæðið sem um ræðir nær frá syðri gangamunna Hvalfjarðarganga, að þjónustumiðstöð við Þingvelli, austur að Litlu Kaffistofunni við Suðurlandsveg, suður að Krýsuvík og

alla leið út á Reykjanes. Vegir á Suðvestursvæði sem Vegagerðin sinnir vetrarþjónustu á eru fjölmargir, þjóðvegir jafnt utan sem innan þéttbýlis ásamt helstu stofnbrautum og mikilvægum tengivegum innan þéttbýlis. Vegagerðin er með samning við Reykjavíkurborg um að sinna vetrarþjónustu á ákveðnum stofnbrautum innan þéttbýlis (Einar Pálsson munnleg heimild, 03.11.2010), þar má nefna sem dæmi Sæbraut og Hringbraut. Þær stofnbrautir eru því ekki innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar eins og það er skilgreint hér þó vissulega beri Vegagerðin kostnað af vetrarþjónustunni eins og á öðrum stofnbrautum sem þeim tilheyrja. Gatnanetið er alls 606 kílómetra langt.

Í töflum 1-4 hér á næstu síðum eru taldir upp þeir vegir sem eru innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar á Suðvestursvæði eftir þjónustuflokkum. Vegalengdir eru mældar upp úr gatnanetinu sem unnið er með. Allar vegalengdir innihalda rampa, hringtorg og annað sem tilheyrir mislægum vegamótum á þeim vegum sem það á við og eru námundaðar að heilum kílómetra. Á öllum vegum er reiknað með vegalengd í báðar akstursstefnur, það er fram og til baka. Í töflunum er einnig að finna þjónustutíma og fjölda þjónustudaga samkvæmt vinnureglum Vegagerðarinnar (Vegagerðin, 2010b).

Tafla 1. Vegir í þjónustuflokki 1

Vegur	Vegalengd (km)	Þjónustutími	Þjónustudagar
Hringvegur að Hvalfjarðargöngum	33	00:00-24:00	Alla daga
Vesturlandsvegur	26	00:00-24:00	Alla daga
Reykjavegur	5	00:00-24:00	Alla daga
Suðurlandsvegur	37	00:00-24:00	Alla daga
Breiðholtsbraut	9	00:00-24:00	Alla daga
Miklabraut	5	00:00-24:00	Alla daga
Reykjanesbraut innan þéttbýlis	27	00:00-24:00	Alla daga
Reykjanesbraut utan þéttbýlis	101	00:00-24:00	Alla daga
Hafnarfjarðarvegur/Kringlumýrarbraut	18	00:00-24:00	Alla daga
Arnarnesvegur	3	00:00-24:00	Alla daga
Álftanesvegur	8	00:00-24:00	Alla daga
Fjarðarhraun	2	00:00-24:00	Alla daga
Garðskagavegur, Garður	28	00:00-24:00	Alla daga
Sandgerðisvegur, Sandgerði	15	00:00-24:00	Alla daga
Miðnesheiðavegur	3	00:00-24:00	Alla daga
Grindavíkurvegur, Grindavík	26	00:00-24:00	Alla daga
Bláalónsvegur	5	07:00-22:30	Alla daga
Samtals	351		

Reykjanesbraut innan þéttbýlis nær frá Vesturlandsvegi að Lækjargötu í Hafnarfirði. Reykjanesbraut utan þéttbýlis nær svo frá Lækjargötu að Flugstöð Leifs Eiríkssonar. Garðskagavegur inniheldur Garðbraut, sem liggur í gegnum Garð, og Sandgerðisvegur inniheldur Strandgötu gegnum Sandgerði. Það sama gildir um Grindavíkurveg, hann inniheldur Víkurbraut að hringtorgi við Gerðavelli í Grindavík.

Tafla 2. Vegir í þjónustuflokki 2

Vegur	Vegalengd (km)	Þjónustutími	Þjónustudagar
Hafnarvegur	18	07:00-22:00	Alla daga
Vogavegur	3	07:00-22:00	Alla daga
Suðurstrandarvegur	11	07:00-22:00	Alla daga
Krýsuvíkurvegur að Vatnsskarði	19	07:00-21:00	5 daga í viku
Þingvallavegur að Seljabrekkuvegi	14	07:00-21:30	Alla daga
Elliðavatnsvegur og Vífilstaðavegur	12	07:00-23:00	Alla daga
Samtals	77		

Suðurstrandarvegur inniheldur Víkurveg frá hringtorgi við Gerðavelli í Grindavík að Austurvegi, Austurveg og Ísólfskálaveg.

Tafla 3. Vegir í þjónustuflokki 3

Vegur	Vegalengd (km)	Þjónustutími	Þjónustudagar
Þingvallavegur að þjónustumiðstöð	52	08:30-20:00	5 daga í viku
Bláfjallavegur	17	11:00-21:00	Alla daga
Hafravatnsvegur (Nesjavallaleið)	9	07:00-17:30	Alla daga
Samtals	78		

Þingvallavegur í þjónustuflokki 3 nær frá Seljabrekkuvegi að þjónustumiðstöð við Þingvelli.

Tafla 4. Vegir í þjónustuflokki 4

Vegur	Vegalengd (km)	Þjónustutími	Þjónustudagar
Krýsuvíkurvegur að Krýsuvík	25	09:00-17:00	2 daga í viku
Vatnsleysustrandarvegur	22	08:00-17:00	2 daga í viku
Nesvegur	52	09:00-17:00	2 daga í viku
Samtals	99		

Krýsuvíkurvegur í þjónustuflokki 4 nær frá Vatnsskarði að Krýsuvík.

1.5 Uppbygging ritgerðar

Ritgerðinni er skipt upp í 7 aðalkafla og eru þeir eftirfarandi:

Annar kafli: Gefið er yfirlit yfir hefðbundin akstursleiðaverkefni ásamt því að farið er í stuttu máli yfir erlendar rannsóknir. Stuttlega er fjallað um verkefni sem unnin hafa verið hér á landi sem byggja á svipaðri hugmyndafræði og sami hugbúnaður notaður við úrlausn. Einnig er fjallað um samhengi háلكu og umferðaröryggis.

Þriðji kafli: Gerð er grein fyrir þeim gæðakröfum sem gerðar eru til vetrarþjónustu og fjallað stuttlega um þann tækjabúnað sem notaður er við háلكuvarnir.

Fjórdi kafli: Hugbúnaðurinn sem beitt er, er kynntur ásamt þeim möguleikum sem hann býður upp á í greiningarvinnu. Farið er yfir hvernig hugbúnaðurinn vinnur við keyrslu líkana.

Fimmti kafli: Farið er yfir aðferðafræði og forsendur sem liggja að baki líkanagerð.

Sjötti kafli: Helstu niðurstöður kynntar og settar fram í töflum og myndrænt. Lagt er mat á hagkvæmustu niðurstöður.

Sjöundi kafli: Fjallað er nánar um niðurstöður, meðal annars út frá markmiðum og þeirri rannsóknarspurningu sem sett er fram.

Áttundi kafli: Lokaniðurstöður kynntar ásamt því að gerð er grein fyrir frekari rannsóknnum sem framkvæma má í framhaldi þessa verkefnis.

Auk ofangreindra aðalkafla inniheldur ritgerðin fjóra viðauka.

2 Fræðilegt yfirlit

Í þessum kafla er farið almennt yfir akstursleiðaverkefni og nokkrum af algengustu tegundum þess háttar verkefna lýst stuttlega. Fjallað er um nokkrar erlendar rannsóknir sem framkvæmdar hafa verið á akstursleiðaverkefnum þar sem mismunandi aðferðum er beitt og niðurstöður þeirra kynntar. Einnig er farið yfir verkefni sem unnin hafa verið hér á landi og byggja á sömu hugmyndafræði og þar sem hugbúnaður frá ESRI hefur verið notaður við úrlausn. Þá er fjallað um samhengi hálfu og umferðaröryggis.

2.1 Akstursleiðaverkefni

Í yfirlitsgrein frá árinu 2007 (Perrier, Langevin og Campbell, 2007) kemur fram að framfarir í þróun aðferða til að leysa akstursleiðaverkefni hafi verið hægar miðað við þá miklu þróun sem hefur verið í nýrri tækni. Flestar aðferðir sem notaðar voru á árum áður byggðu á einföldum líkönum sem tóku ekki mið af þeim fjölmörgu praktísku þáttum sem tilheyra verkefnum eins og þeim sem snúa að vetrarþjónustu. Telja höfundar þessa hægu þróun meðal annars skýrast af því hversu flókin akstursleiðaverkefni eru úrlausnar og þá sérstaklega þau er snúa að vetrarþjónustu. Þeim fylgja fjölmörg skilyrði og þvinganir sem taka þarf tillit til við framkvæmd. Á síðustu árum hafa komið fram ýmsar aðferðir til þess að leysa raunveruleg akstursleiðaverkefni sem taka inn praktíska þætti eftir því sem við á hverju sinni. Í flestum tilvikum byggja þessar aðferðir á tækni sem er sniðin að ákveðnum staðbundnum verkefnum sem ekki er auðvelt að yfirfæra á önnur verkefni nema með miklum endurbótum. Þessi þróun hefur þó orðið til þess að enn fleiri stofnanir, sem ábyrgar eru fyrir vetrarþjónustu, eru farnar að nýta sér þekktar aðferðir til þess að auka skilvirkni og hagkvæmni þjónustunnar.

Í sömu grein (Perrier o.fl., 2007) er fjallað almennt um akstursleiðaverkefni er snúa til dæmis að vetrarþjónustu, það er saltdreifingu á vegi ásamt því að gefið er yfirlit yfir aðferðir og aðferðafræði við úrlausn akstursleiðaverkefna. Í grunninn snúast akstursleiðaverkefni um að ákvarða mengi akstursleiða þar sem hver akstursleið endar á sama stað og hún hefst og að allir vegir sem á að þjónusta séu þjónustaðir, þannig að allar þvinganir og kröfur séu uppfylltar og heildarkostnaður lágmarkaður. Gatnanetinu sem notað er við úrlausn akstursleiðaverkefna, til dæmis þeirra verkefna sem snúa að vetrarþjónustu, er almennt lýst á teikningu þar sem línur tákna vegi og punktar vegamót. Punktar geta einnig táknað starfs- og birgðastöðvar. Hverri línu er gefin akstursstefna sem getur verið í aðra áttina (einstefna) eða í báðar áttir (tvístefna) og fer eftir aðstæðum hverju sinni. Þjónustustig er skilgreint fyrir hvern veg eða veghluta í gatnanetinu sem byggir yfirleitt á umferðarmagni á hverjum vegi fyrir sig. Umferðarmestu vegirnir eru settir í forgang til þess að auka öryggi sem flestra ökumanna eftir að þjónusta hefst. Aðrir vegir eru svo þjónustaðir í kjölfarið eftir skilgreindu þjónustustigi. Hverjum veghluta er tengdur kostnaður sem samanstendur af lengd og þeim aksturstíma sem tekur að aka hvern veghluta. Til þess að meta heildarkostnað þarf aksturskostnaður og aksturstími allra veghluta að vera þekkt stærð. Gjarnan er gatnanetinu skipt upp í nokkur minni svæði, öll svæði eru engu að síður þjónustuð samtímis eins og um eitt

svæði væri að ræða. Starfsstöðvar þar sem bílar eru staðsettir eru ein eða fleiri og eru staðsettar á ákveðnum punktum í gatnanetinu. Akstursleiðir bíla bæði hefjast og enda á þessum starfsstöðvum og er það oftast þannig að hver akstursleið endar á sömu starfsstöð og hún hófst frá. Á hverri stöð er ákveðinn bílafloti til taks sem getur verið samsettur af ýmsum tegundum bíla sem henta til þjónustunnar hverju sinni. Einnig geta birgðastöðvar verið staðsettar víðs vegar um gatnanetið sem ýmist eru á sama stað og starfsstöðvar eða standa einar og sér. Ef birgðastöð stendur ein og sér er hún hugsuð til þess að stytta akstursvegalengdir bíla sem þurfa að fylla á saltbirgðir, þannig að þeir þurfi ekki alltaf að fara á upphafsstað til þess að ná í salt. Bílstjórar verða að uppfylla ákveðnar þvinganir sem settar geta verið fram í þjónustusamningum eða regluverki sem tilheyrir starfsemi. Til dæmis varðandi fjölda vinnustunda á dag, aksturs- og hvíldartíma og yfirvinnu. Hver akstursleið verður einnig að uppfylla ákveðnar þvinganir sem fara eftir þjónustustigi vega, sem og þeim þvingunum sem settar eru hverjum veghluta, hverju svæði, saltdreifurum og bílstjórum. Algeng markmið fyrir akstursleiðaverkefni eru meðal annars að lágmarka kostnað, lágmarka fjölda bíla og akstursvegalengdir. Yfirlit yfir almenn einkenni akstursleiðaverkefna eins og fyrir vetrarþjónustu þar sem salti er dreift á vegi má sjá í töflu 5 hér að neðan.

Tafla 5. Almenn einkenni akstursleiðaverkefna fyrir vetrarþjónustu (Perrier o.fl., 2007)

Þáttur	Einkenni
Gatnanet	Stefnugreint eða ekki, þjónustustig, hámarkstími til að ljúka þjónustu.
Veghluti	Skilgreint þjónustustig, lengd veghluta, þjónustu- og akstur tími, tímarammi þjónustu, tíðni þjónustu, fjöldi akreina, fjöldi akreina þjónustaðar í hverri ferð.
Svæði	Hönnun svæðisskiptingar, þéttleiki, fjöldi og lögun svæða, jafnvægi á stærð og vinnuálagi milli svæða, nálægð/samfella svæða.
Starfs- og birgðastöðvar	Staðsetning innan hvers svæðis, fjöldi bíla á hverri starfsstöð, fjöldi birgðastöðva þar sem bílar geta fyllt á saltbirgðir, fastur og breytilegur kostnaður tengdur starfs- og birgðastöðvum.
Bílar	Starfsstöð, tegund og burðargeta dreifara, þjónustusvæði, fjöldi akstursleiða, fastur- og breytilegur kostnaður tengdur hverjum bíl.
Bílstjórar	Hámarksaksturs- og vinnutími, hvíldartími, yfirvinna, breytilegur kostnaður tengdur bílstjóra.
Akstursleiðir	Upphafs- og endastöð akstursleiða, upphafstími akstursleiða, jöfnun álags milli akstursleiða, þjónusta eina eða fleiri akreinar í ferð, beygjubönn, hlutfall fríaksturs og aksturs í þjónustu af heildarakstri, mörk þjónustusvæðis.
Markmið	Lágmarka fríakstur, lágmarka fastan kostnað dreifara, starfs- og birgðastöðva, lágmarka fjölda bíla í þjónustu, lágmarka heildarakstur og hlutfall fríaksturs af heildarakstri, lágmarka brot á þvingunum.

Fjöl margar tegundir eru til af akstursleiðaverkefnum sem krefjast mismunandi úrlausna. Í bókinni *The Vehicle Routing Problem* (Toth og Vigo, 2002) er fjallað um nokkur af þeim mikilvægustu og mest rannsökuðu og er þremur af þeim verkefnum lýst stuttlega hér að neðan.

Burðargetuþvingað akstursleiðaverkefni (*Capacitated Vehicle Routing Problem*): Þá er burðargeta bíla takmörkuð við til dæmis ákveðna þyngd eða rúmmál sem hver bíll má bera. Það magn af aðföngum, svo sem salti sem þarf til þess að þjónusta hvern veg verður að vera þekkt stærð sem sett er fram sem þyngd á vegalengd. Bílar geta verið gerðir út frá einum eða fleiri stöðum en verða að enda ferð á sama stað og hún hófst frá. Markmið er að lágmarka heildarkostnað verkefnisins þannig að akstursvegalengdir og eða aksturstími sé lágmarkaður. Felur það í sér að ákvarða hversu marga bíla þarf til þess að ljúka þjónustu þannig að eftirfarandi skilyrði séu uppfyllt:

- Hver akstursleið hefst og endar við ákveðna birgða- eða starfsstöð.
- Hver vegur er einungis þjónustaður af einum bíl, það er að hver vegur er eingöngu inni í einni akstursleið.
- Magn aðfanga, sem þarf til þess að þjónusta alla vegi í hverri akstursleið, fari ekki yfir burðargetu viðkomandi bíls.

Vegalengdabþvingað akstursleiðaverkefni (*Distance-Constrained Vehicle Routing Problem*): Þá eru akstursvegalengdir bíla takmarkaðar við ákveðnar vegalengdir. Byggt er á sama grunni og í burðargetuþvinguðum verkefnum. Annaðhvort er þvingunum varðandi burðargetu skipt út fyrir akstursvegalengd eða hvort tveggja notað í senn. Ef þvinganir varðandi akstursvegalengdir eru eingöngu notaðar er yfirleitt búið að reikna út hversu langt bílar geta ekið út frá því magni aðfanga sem þeir geta borið. Markmið er að lágmarka heildarkostnað að uppfylltum sömu skilyrðum og talin voru upp hér að ofan.

Akstursleiðaverkefni þvingað með tímaramma (*Vehicle Routing Problem with Time Window*): Þá er vegum oft skipt upp í flokka og settur ákveðinn þjónustutími á alla vegi eftir flokkum. Til dæmis að þjónusta á forgangsvegum þurfi að vera lokið innan tveggja klukkustunda en á öðrum vegum innan fjögurra klukkustunda. Oft eru þvinganir varðandi burðargetu eða akstursvegalengdir notaðar með tímarammanum. Markmið eins og áður er að lágmarka heildarkostnað að uppfylltum eftirfarandi skilyrðum:

- Hver akstursleið hefst og endar við ákveðna birgða- eða starfsstöð.
- Hver vegur er einungis þjónustaður af einum bíl, það er að hver vegur er eingöngu inni í einni akstursleið.
- Magn aðfanga, sem þarf til þess að þjónusta alla vegi í hverri akstursleið, fari ekki yfir burðargetu viðkomandi bíls.
- Þjónustu við hvern veg sé lokið innan þess skilgreinda tímaramma sem settur er hverjum vegi.

2.2 Erlendar rannsóknir á akstursleiðaverkefnum

J.R. Evans og M. Weant gerðu rannsókn á akstursleiðum vetrarþjónustuaðila í Butler héraði í Ohio fylki Bandaríkjanna sem fjallað er um í grein Perrier (Perrier o.fl., 2007). Settu þeir fram kerfisbundna aðferð sem kallast „*Snow Master*“ sem aðstoðað getur skipuleggjendur akstursleiða í vetrarþjónustu við ákvarðanatöku varðandi leiðaval, þannig að allar akstursleiðir uppfylli öll skilyrði og þvinganir sem settar eru varðandi aksturstíma, akstursvegalengdir og burðargetu bíla eða dreifara. Aðferðin býður notanda upp á að skilgreina vegi eftir því hversu oft þarf að aka eftir þeim til þess að dreifing salts nái yfir allar akreinar, til dæmis frá mjóum tveggja akreina vegi sem þarf bara eina ferð í aðra áttina til þess að þjónusta báðar akreinar eða veg með aðgreindar akstursstefnur sem þarf eina ferð í hvora átt. Einnig var hægt að vera með fleiri en eina starfs- eða birgðastöð. Sá tími sem tekur að aka til baka að starfsstöð eftir að búíð er að þjónusta alla þá vegi sem á að þjónusta var ekki tekinn með inn í aksturstíma hverrar leiðar. Við úrlausn verkefnisins var notaður „*The path-scanning*“ algóriþmi sem þróaður var af B.L. Golden og fleiri aðilum til þess að leysa akstursleiðaverkefni. Svæðið, sem unnið var með, innihélt 185 vegi sem þurfti að þjónusta og taldi samtals 457 kílómetra. Niðurstöður þessara rannsókna voru bornar saman við þá akstursleiðaáætlun sem þjónustuaðili vann eftir á þeim tíma. Í ljós kom að með þessari aðferð var hægt að sýna fram á að minnka mætti þann bílafloata sem notaður var til þess að sinna vetrarþjónustu á svæðinu um 30% og þann tíma sem fer í að salta vegi (þjónustutíma) um 40%.

Í grein eftir Leon og Eglese frá árinu 1996 (Leon og Eglese, 1996) koma höfundar fram með gagnvirka aðferð til þess að leysa akstursleiðaverkefni er snúa að vetrarþjónustu sem kallast „*The time constrain two phase algorithm*“. Aðferðin var byggð upp í hugbúnaði sem gerir notanda kleift að taka yfir sjálfvirka keyrslu hugbúnaðarins ef hann telur það hagkvæmara og stjórna leiðavali hvers bíls handvirkt, þó með hjálp hugbúnaðarins þannig að hugbúnaðurinn býður notanda upp á ákveðna valkosti í leiðavali. Að leyfa inngrip notanda getur verið mjög gagnlegt fyrir þá sem skipuleggja akstursleiðir ákveðins bílafloata. Ákveðnar þvinganir voru notaðar við keyrslu hugbúnaðarins. Birgðastöðvar voru staðsettar á nokkrum stöðum innan þess svæðis sem unnið var með og hver bíll þurfti að enda ferð sína á sömu birgðastöð og hann hóf ferð frá. Burðargeta bíla var mismunandi þannig að reiknað var út fyrir hvern og einn bíl hversu langt þeir gátu ekið miðað við það magn af salti sem þeir gátu borið og það magn sem dreift var á hvern ekinn kílómetra. Þannig var þvingun varðandi burðargetu yfirfærð yfir á hámarksakstursvegalengd hvers bíls. Tímaþvingun var sett á alla vegi og var vegum skipt upp í tvo þjónustuflokka, annars vegar vegi sem þurfti að þjónusta innan tveggja klukkustunda og hins vegar vegi sem þurfti að þjónusta innan fjögurra klukkustunda. Ekkert var þó því til fyrirstöðu að vegir í flokki tvö væru þjónustaðir áður en búíð væri að þjónusta alla vegi í flokki eitt ef það leiddi til betri niðurstöðu. Opið var fyrir þann möguleika að skilgreina ákveðna staði eða svæði, önnur en birgðastöðvarnar þar sem bílar gátu eingöngu fyllt á saltbirgðar. Markmið höfunda með því að setja fram þessa aðferð við úrlausn akstursleiðaverkefna var að lágmarka árlegan kostnað við

vetrarþjónustu að uppfylltum ofangreindum þvingunum. Til þess að meta hagkvæmni þessarar nýju aðferðar báru höfundar lausn saman við tvær aðrar þekktar aðferðir við úrlausn akstursleiðaverkefna. Annars vegar svokallaða „*Lower Bound*“ aðferð sem gefur lágmarks fjölda bíla og minnstu eknu vegalengd til þess að þjónusta svæðið óháð þvingunum, hins vegar svokallaða „*Cycles*“ aðferð, en báðar aðferðir hefur Eglese sett fram og notað áður (Eglese, 1994; Eglese og Li, 1992). Borin voru sama þrjú svæði innan Lancashire í Englandi. Á austursvæði var vegalengd vega sem þurfti að þjónusta samtals 238 km, á suðursvæði voru það 347 km og á norðursvæði 577 km. Samanburðinn má sjá töflu 6 hér að neðan.

Tafla 6. Niðurstöður prófana fyrir „*The time constrain two phase alorithm*“ (Leon og Eglese, 1996)

Svæði	Aðferð	Fjöldi bíla	Akstursvegalengd (km)	% yfir Lower bound
Austur	Lower Bound	6	281	-
	Cycles Approach	8	422	50,2
	Automatic Version	7	366	30,2
	User-intervened Version	7	339	20,6
Suður	Lower Bound	9	434	-
	Cycles Approach	12	645	48,6
	Automatic Version	12	640	47,5
	User-intervened Version	10	532	22,6
Norður	Lower Bound	14	705	-
	Cycles Approach	20	1057	49,9
	Automatic Version	20	1124	59,4
	User-intervened Version	17	927	31,5

Eins og sést á niðurstöðum prófana sýndu höfundar fram á aukna hagkvæmni með notkun þessarar nýju aðferðar. Þó sjálfvirk keyrsla sýni ekki alltaf betri niðurstöðu heldur en „*Cycles*“ aðferðin telja höfundar að líta megi á þær niðurstöður sem viðmið fyrir notanda þegar hann stjórnar akstursleiðum handvirkt með hjálp hugbúnaðarins. Í öllum tilvikum kom handvirka stýringin best út, bæði hvað varðar fjölda bíla og akstursvegalengdir. Stytting akstursleiða var um 80-130 km eftir svæðum ef miðað er við „*Cycles*“ aðferðina og handvirku stýringuna. Þessi aðferð hefur einnig verið notuð á tveimur öðrum svæðum á norðvestanverðu Englandi með góðum árangri.

T.M. Cook og B.S. Alprin gerðu rannsókn á akstursleiðum fyrir vetrarþjónustu í borginni Tulsa í Oklahoma fylki Bandaríkjana sem fjallað er um í grein Perrier (Perrier o.fl., 2007). Þeir settu fram aðferð sem kallast „*parallell route construction heuristic*“ til þess að jafna vinnuálag milli bíla samhliða því að þvingunum varðandi burðargetu og því skilyrði að aka þurfi alla vegi í báðar áttir (ekki hægt að dreifa salti á tvær akreinar í einu) sé uppfyllt. Aðferðin byggir á því að fyrir hvern bíl er byrjað á að velja þann veg (v_i, v_j) sem næstur er þeirri starfsstöð sem bíllinn er staðsettur á og hann settur inn í akstursleið viðkomandi bíls. Síðan er athugað hvort það saltmagn sem bíllinn má bera

sé nægjanlegt til þess að þjónusta báðar akreinar vegarins. Þá er hentug akstursleið ákvörðuð þannig að báðar akreinar vegarins (v_i , v_j) séu þjónustaðar í tveimur ferðum, það er fram og til baka. Þetta þýðir að fundin er stysta vegalengd frá starfsstöð að v_i , svo er vegurinn þjónustaður frá v_i að v_j og aftur frá v_j til v_i , á endanum er svo aftur fundin stysta leið frá v_i til baka að starfsstöð. Þetta ferli er endurtekið þangað til búið er að setja alla vegi sem á að þjónusta inn á viðeigandi akstursleiðir. Aðferðin var felld inn í líkan sem byggði á akstursleiðum vetrarþjónustu í Tulsa og sýndu niðurstöður fram á 36% minnkun á þjónustutíma sem fór í að salta vegi í borginni.

2.3 Akstursleiðaverkefni unnin hér á landi

Árið 2003 kannaði verkfræðistofan Hnit hf. hvernig útkallssvæði slökkvistöðvarinnar á Tunguhálsi breyttist með bættum tengingum við nærliggjandi stofnbrautir (HNIT hf., 2003). Notast var við hugbúnaðinn Network Analyst frá ESRI við úrlausn verkefnisins. Viðbragðstími stöðvarinnar að ystu mörkum norðursvæðis sem inniheldur Grafarvog og Mosfellsbæ var 12-13 mínútur. Þótti það ekki viðunandi þar sem markmið Slökkviliðs höfuðborgarsvæðisins er að viðbragðstími sé ekki lengri en 10 mínútur. Ný tenging frá Lynghálsi beint inn á Suðurlandsveg var skoðuð sem raunhæfur kostur. Kannað var hvaða áhrif sú tenging hafði á akstursvegalengd og aksturstíma frá Tunguhálsi að vegamótum Suðurlandsvegar og Vesturlandsvegar. Samanburð á leiðavali með tilliti til vegalengda og aksturstíma má sjá í töflu 7 hér að neðan.

Tafla 7. Samanburður á leiðavali frá Tunguhálsi með tilliti til vegalengda og aksturstíma (HNIT hf., 2003)

Leið	Vegalengd (m)	Aksturstími (sek)
Um Lyngháls, Hálsabraut, Grjótháls og Vesturlandsveg	2.100	168
Um Tunguháls, Bæjarháls og Suðurlandsveg	2.700	216
Frá Tunguhálsi um nýja tengingu inn á Suðurlandsveg	800	64

Ofangreind tenging frá Lynghálsi inn á Suðurlandsveg stytta aksturstíma frá Tunguhálsi að vegamótum Suðurlandsvegar og Vesturlandsvegar um 104-152 sekúndur miðað við þær forsendur sem gefnar voru varðandi aksturshraða og óhindraðan akstur. Miðað við að aksturstími inn á norðursvæði myndi stytta um 1,5-2,5 mínútur hafði í för með sér að slökkvistöðin á Tunguhálsi næði að þjónusta allt það svæði á innan við 10 mínútum.

Árið 2005 var unnið lokaverkefni við viðskiptafræðideild Háskólans í Reykjavík (Árný Björg Ísberg og Eva Lilly Bjarnald Einarsdóttir, 2005) sem snérist um að greina dreifikerfi Parlogis og finna viðeigandi úrbætur á því með tilliti til kostnaðar, áreiðanleika, þjónustu og hagkvæmni. Parlogis er þjónustufyrirtæki sem sér um að dreifa vörum til fyrirtækja í heilbrigðisgeiranum, svo sem til apóteka og heilbrigðisstofnana. Alls hafði fyrirtækið fimm bíla til þess að sinna daglegri dreifingu. Við úrlausn þess hluta verkefnis er snéri að akstursvegalengdum og aksturstíma var notaður hugbúnaðurinn ArcLogistics Route frá ESRI. Nutu höfundar aðstoðar verkfræðinga frá verkfræðistofunni Hnit hf. við notkun hugbúnaðarins. Bornar voru

saman akstursleiðir sem fyrir voru og þær sem komu út úr greiningarvinnunni, niðurstöður þess samanburðar má sjá í töflu 8 hér að neðan.

Tafla 8. Samanburður á akstursáætlunum (Árný Björg Ísberg og Eva Lillý Bjarndal Einarsdóttir, 2005)

Bíll	Akstursáætlun sem fyrir var		Akstursáætlun skv. ArcLogistics	
	Akstursvegalengd (km)	Aksturstími (mín)	Akstursvegalengd (km)	Aksturstími (mín)
1	83	88	40	41
2	38	43	27	31
3	18	19	33	38
4	0	9	25	28
5	49	53	43	47
Samtals	188	212	168	185

Eins og sést í töflunni hér að ofan var hægt að minnka heildarakstur um sem nam 20 km og aksturstíma um 27 mínútur með notkun ArcLogistics. Þessar niðurstöður byggðu eingöngu á föstum útkeyrslustöðum sem heimsækja þurfti daglega.

2.4 Hálka og umferðaröryggi

Hálka hefur neikvæð áhrif á umferðaröryggi og er talið að auknar hálkuvarnir auki umferðaröryggi vegfarenda og fækki umferðaróhöppum, hvort sem um ræðir eignatjón eða meiðsl á fólki. Rannsóknur ber þó ekki saman um það hversu mikið umferðaröryggi eykst við bætta hálkuvarnir (Heimir F. Guðmundsson, Sváfnir Hreiðarsson, Svavar Jónsson og Auður Þóra Árnadóttir, 1996). Þýskar athuganir hafa sýnt fram á að óhappatíðni sé um sex sinnum hærri þegar hálka eða snjór er á vegum samanborið við auðan veg (COST 353, 2008) (sjá mynd 2 á næstu síðu). Þegar hálka er á vegum hefur það áhrif á núningstuðul vegyfirborðs þannig að hann lækkar og bremsuvegalengdir lengjast (Haraldur Sigþórsson, Einar Sveinbjörnsson og Árni Sigurðsson, 2010). Í töflu 9 hér að neðan má sjá hvernig núningstuðull vegyfirborðs breytist við mismunandi aðstæður og ökuhraða.

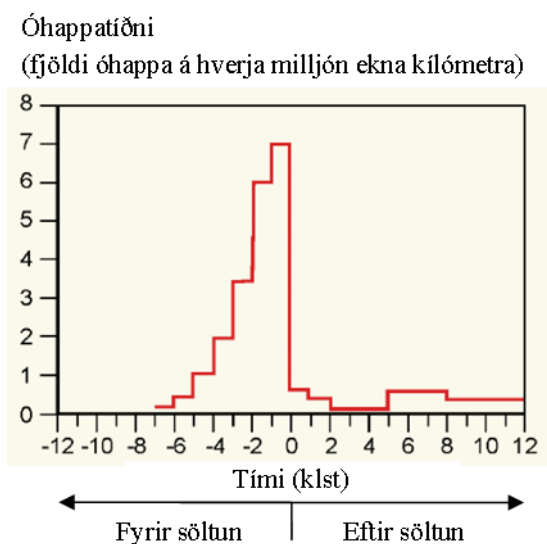
Tafla 9. Núningstuðull fyrir mismunandi vegyfirborð og ökuhraða (Haraldur Sigþórsson o.fl., 2010)

Tegund vegyfirborðs	Purrt				Blautt			
	<50 km/klst.		>50 km/klst.		<50 km/klst.		>50 km/klst.	
	Frá	Til	Frá	Til	Frá	Til	Frá	Til
Malbik eða tjara								
Nýtt	0,80	1,20	0,65	1,00	0,50	0,80	0,45	0,75
Gamalt	0,60	0,80	0,55	0,70	0,45	0,70	0,40	0,65
Gamalt og núið	0,55	0,75	0,45	0,65	0,45	0,65	0,40	0,60
Of mikil tjara	0,50	0,60	0,35	0,60	0,30	0,60	0,25	0,55
Ísing								
Slétt	0,10	0,25	0,07	0,20	0,05	0,10	0,05	0,10
Snjór								
Þjappaður	0,30	0,55	0,35	0,55	0,30	0,60	0,30	0,60
Laus	0,10	0,25	0,10	0,20	0,30	0,60	0,30	0,60

Eins og sést í töflunni hér að framan hefur tegund vegyfirborðs, aðstæður hverju sinni og ökuhraði mikil áhrif á núningstuðul vegyfirborðs. Sem dæmi má nefna að fyrir gamalt þurr maltbik fer stuðullinn úr 0,55-0,70 miðað við að hraði ökutækis sé meiri en 50 km/klst. í 0,07-0,20 ef það er ísing og miðað er við sama ökuhraða. Það er því mikill hagur í því að hálkuvarnir hefjist sem fyrst þannig að þær virki sem fyrirbyggjandi aðgerðir til þess að varna því að núningstuðull verði ekki lægri en nauðsynlegt er, og þar af leiðandi auka öryggi vegfarenda eins og kostur er.

Gerðar hafa verið athuganir á umferðaröryggi að vetrarlagi á Suðurlandsvegi frá Breiðholtsbraut að Hveragerði (Auður Þóra Árnadóttir, 2000), en hluti þess vegar er innan Suðvestursvæðis Vegagerðarinnar sem unnið er með í þessu verkefni. Kom þar í ljós að um 36% allra óhappa á vegkaflanum frá Breiðholtsbraut að sýslumörkum ofan Sandskeiðs (vegkafla I) urðu við vetraraðstæður á því tímabili sem til skoðunar var. Á vegkaflanum frá sýslumörkum að Hveragerði (vegkafla II) var hlutfallið mun hærra eða um 62% fyrir sama tímabil. Einnig kom í ljós að á vegkafla II voru 25% allra óhappa við vetraraðstæður á tímabilinu 08:00-11:00 að morgni til. Gaf það tilefni til velta því upp hvort hálkuvörnum sé lokið of seint miðað við þá miklu umferð sem er um Suðurlandsveg.

Í lokaskýrslu COST 353 verkefnisins (COST 353, 2008) er fjallað um þýskar athuganir á sambandi óhappatíðni og hálkuvarna. Á mynd 2 hér að neðan má sjá óhappatíðni fyrir og eftir að búið er að hálkuverja vegi.



Mynd 2. Óhappatíðni með tilliti til þess tíma hvenær vegur er hálkubarinn (COST 353, 2008)

Tíminn 0 á myndinni segir til um það hvenær hálkuvarnir hefjast. Eins og sést er óhappatíðni á hálum eða snjólögðum vegum áður en hálkuvarnir hefjast mjög há samanborið við þegar búið er að hálkuverja. Munurinn þar á milli er um sexfaldur og sýnir að mjög mikilvægt er að hálkuvarnir hefjist sem fyrst, helst áður en hálka myndast og taki sem skemmstan tíma til þess að auka umferðaröryggi vegfarenda eins og kostur er.

3 Vetrarþjónusta

Í þessum kafla eru hugtökin vetrarþjónusta og þjónustutími skilgreind. Farið yfir þær gæðakröfur sem gerðar eru til vetrarþjónustu hér á landi eftir þjónustuflokkum og tækjum og búnaði sem notaður er við vetrarþjónustu lýst stuttlega.

3.1 Skilgreiningar á vetrarþjónustu og þjónustutíma

Vetrarþjónusta

„Vetrarþjónusta er öll vinna við framkvæmd, eftirlit, aðstoð og beina verkstjórn á verkstað við snjómokstur og hálkuvarnir, hreinsun og flutningur á ís og krapa af vegi, úr vegrásum, rásum og niðurföllum og frá umferðarmerkjum og öðrum mannvirkjum við veginn svo og hreinsun vegyfirborðs og rása eftir hrun í þeim tilfellum þar sem það er af völdum snjóskriða eða ísmyndunar ofan vegar, rekstur og minni viðgerðir á sandgeymslum, sandsílóum, viðgerðir á snjóflóðanetum, stofnkostnaður og viðgerðir á saltkistum, snjógrindum og öðrum minni háttar snjóvarnavirkjum svo og viðhald snjóstika og snjóspíra sem lagfæra þarf á meðan snjómokstur stendur yfir. Vetrarþjónusta er einnig endurnýjun á girðingum og öðrum minni háttar mannvirkjum utan vegar sem verða fyrir skemmdum í snjómokstri að því tilskildu að um leið séu gerðar ráðstafanir til að hliðstæðar skemmdir endurtaki sig ekki við sambærilegar aðstæður“ (Vegagerðin, 2010a).

Eins og fram kemur hér að ofan er skilgreining á vetrarþjónustu víðtæk og tekur á öllum þáttum er snúa að því að tryggja öryggi vegfarenda að vetrarlagi. Hér verður ekki tekið á öllum þessum verkþáttum heldur eingöngu horft til hálkuvarna. Hálkuvarnir eru fyrst og fremst fyrirbyggjandi aðgerðir til þess að koma í veg fyrir hálkumyndun á vegyfirborði, en einnig aðgerðir eftir að hálka hefur myndast.

Þjónustutími

„Sá tími innan sólarhringsins þegar full þjónusta er veitt skv. lýsingu fyrir viðkomandi þjónustustig“ (Vegagerðin, 2010a).

Þjónustutími á vegum er misjafn og fer eftir skilgreindum þjónustuflokki hverju sinni. Umferðarþungi hefur þar mikið að segja þannig að umferðarminni vegir eru ekki með jafnlangan þjónustutíma og umferðarmestu vegirnir.

3.2 Gæðakröfur vetrarþjónustu

Vegum er skipt í þjónustuflokka eftir umfangi þjónustu sem veitt er á hverjum vegi fyrir sig. Umfang þjónustu fer mikið til eftir umferðarmagni þannig að umferðarmestu vegirnir fá meiri þjónustu en umferðarminni vegir. Alls eru fjórir þjónustuflokkar og farið er í nánari skýringar á markmiðum og gæðum þjónustu samkvæmt gæðastaðli Vegagerðarinnar fyrir hvern þjónustuflokk hér næstu síðu. Ákveðin viðmið eru varðandi snjódypt, sléttleika yfirborðs vega og vegsýn á vegamótum, en ekki verður fjallað um það hér þar sem eingöngu er horft til hálkuvarna en ekki snjóhreinsunar.

Þjónustuflokkur 1

Þjónustumarkmið fyrir þjónustuflokk 1 er að halda yfirborði vega hreinu af snjó og ís allan sólarhringinn. Ástand vega skal vera þannig að snjór og ís hafi óveruleg áhrif á flæði og öryggi umferðar. Þjónustutími er eins og áður sagði allan sólarhringinn, þó er gert þjónustuhlé að næturlagi ef umferð er orðin minni en 10 bílar á klst. Hálkueyðingu skal lokið innan 2 klst. frá því að snjókomu líkur. Miða skal við að akstursleið hvers bíls taki ekki lengri tíma en 2 klst., þá er átt við akstursleið fram og til baka. Viðmið varðandi akstursvegalengd er að hver bíll aki um 50 km (Vegagerðin, 2010a).

Þjónustuflokkur 2

Þjónustumarkið fyrir þjónustuflokk 2 er að halda vegyfirborði þannig að ís og snjór hafi sem minnst áhrif á flæði og öryggi umferðar. Að hausti, vori og þegar snjólétt er skal vegum haldið auðum eins og færi gefst. Að vetri skal vegum haldið greiðfærum í samræmi við skilgreindan þjónustutíma á hverjum stað. Þjónustutími er breytilegur og fer eftir umferðarmagni á hverjum vegi fyrir sig en er öllu jafna á tímabilinu 07:00-23:00. Hálkueyðingu skal lokið innan 3 klst. frá því að snjókomu líkur. Miða skal við að akstursleið hvers bíls taki ekki lengri tíma en 2 klst., þá er átt við akstursleið fram og til baka. Viðmið varðandi akstursvegalengd er að hver bíll aki um 50 km (Vegagerðin, 2010a).

Þjónustuflokkur 3

Þjónustumarkmið fyrir þjónustuflokk 3 er að halda vegyfirborði þannig að ís og snjór hafi sem minnst áhrif á flæði og öryggi umferðar. Að hausti, vori og þegar snjólétt er skal vegum haldið greiðfærum alla virka daga. Að vetri skal vegum haldið greiðfærum á opnunardögum í samræmi við skilgreindan þjónustutíma á hverjum stað. Þjónustutími er breytilegur og fer eftir umferðarmagni á hverjum vegi fyrir sig en er öllu jafna á tímabilinu 08:00-21:00. Hálkueyðingu skal lokið innan 3 klst. frá því að snjókomu lýkur. Miðað skal við að akstursleið hvers bíls taki ekki lengri tíma en 3 klst., þá er átt við akstursleið fram og til baka. Viðmið varðandi akstursvegalengd er að hver bíll aki um 60 km, á langleiðum má akstursvegalengd vera allt að 120 km (Vegagerðin, 2010a).

Þjónustuflokkur 4

Þjónustumarkmið fyrir þjónustuflokk 4 er að halda vegyfirborði þannig að ís og snjór hafi sem minnst áhrif á flæði og öryggi umferðar. Að hausti, vori og þegar snjólétt er skal vegum haldið greiðfærum alla virka daga. Að vetri skal vegum haldið greiðfærum á opnunardögum í samræmi við skilgreindan þjónustutíma á hverjum stað. Þjónustutími er breytilegur og fer eftir umferðarmagni á hverjum vegi fyrir sig en er að öllu jafna á tímabilinu 09:00-18:00. Hálkueyðingu skal lokið innan 4 klst. frá því að snjókomu lýkur. Miðað skal við að akstursleið hvers bíls taki ekki lengri tíma en 3 klst., þá er átt við akstursleið fram og til baka. Viðmið varðandi akstursvegalengd er að hver bíll aki um 80 km, á langleiðum má akstursvegalengd vera allt að 120 km (Vegagerðin, 2010a).

Samantekt þjónustuflokka

Samantekt á þjónustutíma, hvenær hálkuvörn skal lokið eftir að snjókomu líkur og hvaða vegir eða staðir eru hálkugarðir eftir þjónustuflokkum má sjá í töflu 10 hér að neðan.

Tafla 10. Samantekt þjónustuflokka (Vegagerðin, 2010a)

Þjónustu- flokkur	Þjónustu- tími	Hálkuvörn lokið innan	Hálkuvárið í háلكu	Hálkuvárið í flugháلكu
1	00:00-24:00	2 klst.	Allir vegir	Allir vegir
2	07:00-23:00	3 klst.	Varasamir staðir	Allir vegir
3	08:00-21:00	3 klst.	Mjög varasamir staðir	Varasamir staðir
4	09:00-20:00	4 klst.	Mjög varasamir staðir	Mjög varasamir staðir

3.3 Bílar og búnaður

Krafa er gerð um að samtals séu tíu vörubílar til taks til þess að sinna vetrarþjónustu á Suðvestursvæði. Auk vörubíllanna þarf tvo eftirlitsbíla (Vegagerðin, 2008). Hér verður horft fram hjá hlutverki eftirlitsbíla og einblínt á hlutverk vörubíllanna sem sinna hálkuvörnum.

Allir bílar eru útbúnir með epoke dreifurum, annaðhvort saltdreifara eða þækildreifara. Tvær tegundir saltdreifara eru notaðar hérlendis í dag, annars vegar Sirius og hins vegar Sirius Combi. Hvor um sig er útbúinn fyrir þurr salt sem og vætt salt (þækil), þó eru misjafnlega stórir tankar fyrir þækil eftir tegund. Þá er ein tegund þækildreifara í notkun hér á landi sem er eingöngu útbúinn fyrir þækil. Myndir af umræddum dreifurum má sjá hér hér að neðan.



Mynd 3. Salt- og þækildreifarar

Á fyrstu myndinni er Sirius saltdreifari, á annarri myndinni er Sirius Combi salt- og þækildreifari, á þriðju myndinni er svo þækildreifari. Samtals eru sex bílar útbúnir með Sirius dreifara, þrjú bílar með Sirius Combi dreifara og einn bíll með þækildreifara (Kristinn G. Ebenezersson munnleg heimild, 24.11.2010). Dreifubreidd dreifara er 2-12 metrar (Wendel, 2010). Fyrir saltdreifara er hámarkshraði gefinn upp 60 km/klst. en fyrir þækildreifara 90 km/klst. (Epoke, 2010). Út frá dreifubreiddum er því fræðilega hægt að hálkuverja allt að þrjár akreinar í ferð, það miðast þó við aksturhraða bíla í dreifingu. Því hraðar sem bílar aka þeim mun meiri hætta er á að hálkuvörnarefni fari til spillis og nýtist ekki sem skyldi.

4 Hugbúnaðurinn ArcGIS og Network Analyst

Í þessum kafla er greint frá þeim hugbúnaði sem notaður er við úrlausn verkefnisins. Farið er yfir það hvers konar greiningarvinnu er hægt að framkvæma með notkun hugbúnaðarins ásamt því að gerð er grein fyrir þeim algörðum og þeim aðferðum sem hugbúnaðurinn notar við úrlausn akstursleiðaverkefna.

4.1 Val á hugbúnaði

Sá hugbúnaður sem notaður er við úrlausn þessa verkefnis er ArcGIS sem framleiddur er af ESRI. Umboðsaðili ESRI á Íslandi er Samsýn ehf. ESRI er stærsti framleiðandi hugbúnaðar á sviði landupplýsinga í heiminum (Samsýn ehf, 2010a) og nýttist hugbúnaðurinn vel til allrar vinnu er snýr að landupplýsingum og greiningarvinnu eins og framkvæmd er í þessu verkefni. Network Analyst er hugbúnaður sem byggir ofan á ArcGIS og er framleiddur af sama aðila. Network Analyst er sérstaklega hannað til þess að leysa almenn umferðarmál með því að líkja nákvæmlega eftir almennum akstri á götum (HNIT hf., 2003).

Ástæða þess að umræddur hugbúnaður var valinn til þess að leysa verkefnið var fyrst og fremst sú að hann var fánlegur hér á landi í gegnum Samsýn ehf. sem útvegaði hann án endurgjalds. Samsýn ehf. er einn af þátttakendum verkefnisins og útvegaði einnig miðlínugrind allra vega á svæðinu sem unnið var með og gatnanetið byggir á. Miðlínugrindin er unnin í ArcGIS og því þurfti ekki að fara í neinar breytingar sem oft á tíðum fylgja því að flytja gögn á milli mismunandi hugbúnaðar. Aðferðir sem þróaðar hafa verið til þess að leysa akstursleiðaverkefni hafa oftast verið þróaðar til þess að leysa ákveðin staðbundin verkefni og erfitt er að yfirfæra þær yfir á önnur verkefni án mikilla breytinga. Network Analyst býður upp á aðferð sem þróuð hefur verið af ESRI sem hægt er að beita á það gatnanet sem byggt er upp hverju sinni fyrir mismunandi aðstæður. Ásamt því að hægt er að setja inn allar þær þvinganir og þau skilyrði varðandi bíla og akstursleiðir sem þarf til þess að leysa þetta verkefni. Umræddar þvinganir og skilyrði eru að mestu leyti þau sömu og notuð voru í erlendu rannsóknunum sem fjallað var um í kafla 2 um fræðilegt yfirlit, þó sömu bestunaraðferð sé ekki beitt.

4.2 Network Analyst

Gatnanetið sem Network Analyst vinnur með er í raun samsett kerfi úr punktum og línunum sem tengjast innbyrðis og gerir það kleift að skilgreina leiðir milli tveggja eða fleiri staðsetninga. Línurnar eru vegirnir og tengist hver lína einum punkti á hvorum enda sem gerir það kleift að komast af einum vegi yfir á annan. Punktarnir virka því eins og gatnamót þar sem tveir eða fleiri vegir mætast. Beygjur eru einnig hluti af gatnanetinu og með þeim er hægt að stýra umferð um gatnanetið með beygjubönum. Hægt er að hafa net fyrir til dæmis flugvélar, gangandi vegfarendur eða olíuleiðslur þó algengast sé að vinna með gatnanet fyrir bíla (ESRI, 2010).

Með notkun Network Analyst sem er byggt ofan á ArcGIS er hægt að svara margvíslegum spurningum og nýttist hugbúnaðurinn vel í greiningarvinnu. Boðið er upp

á greiningar varðandi leiðaval milli tveggja eða fleiri staðsetninga (*Route*), greina þjónustusvæði út frá ákveðnum staðsetningum (*Service Area*) og greiningu akstursleiða fyrir ákveðinn bílafloata sem þjónusta þarf ákveðið svæði (*Vehicle Routing Problem*). Dæmi um spurningar sem hægt er að fá svör við með notkun hugbúnaðarins eru eftirfarandi (ESRI, 2010):

- Hver er fljótlegasta eða stysta leiðin milli tveggja eða fleiri staðsetninga?
- Hvaða hús/svæði eru innan tiltekins aksturstíma frá ákveðinni staðsetningu, til dæmis slökkvistöðva?
- Hvaða markaðssvæði hefur ákveðinn þjónustukjarni?
- Hvaða sjúkra-, lögreglu- eða slökkviliðsbílar komast fyrstir á vettvang slysa eða óhappa?
- Hvernig getur fyrirtæki með ákveðinn bílafloata þjónustubíla aukið skilvirkni þjónustu og lágmarkað ferðakostnað?

Þessi spurningalisti er engan veginn tæmandi og hægt er að gera margvíslegar greiningar þó ekki sé farið nánar út í það hér. Sú spurning sem snýr mest að þessu verkefni er sú síðastnefnda varðandi bílafloata og að lágmarka ferðakostnað.

Hægt er að skilgreina ákveðin skilyrði fyrir hvern og einn bíl til þess að stýra breytum á borð við aksturstíma og akstursvegalengd eins og mikilvægt er í þessu verkefni. Einnig er hægt að skilgreina fjöldann allan af þvingunum og öðrum skilyrðum sem nýtast við úrlausn þessa verkefnis. Hér að neðan eru taldir upp nokkrir af þeim möguleikum varðandi þvinganir og skilyrði sem boðið er upp á í Network Analyst og notað var við úrlausn þessa verkefnis.

- Upphafs- og endastöð: Hver bíll hefur sína upphafs- og endastöð sem í þessu tilviki er sami staðurinn.
- Upphafstími þjónustu: Skilgreindur er sá tími sem þjónusta á að hefjast, til dæmis mega bílar í fyrsta lagi fara af stað kl:04:30 og í síðasta lagi kl:05:00 að morgni til.
- Hámarksaksturstími: Skilgreindur er hámarksaksturstími fyrir hvern bíl til þess að sinna hálkuvörnum.
- Hámarksakstursvegalengd: Skilgreindur er hámarksakstursvegalengd sem hverjum bíl er leyfilegt að aka til þess að sinna hálkuvörnum.
- Þjónustusvæði: Skilgreint er þjónustusvæði fyrir hvern bíl þannig að bílar geta ekki þjónustað vegi sem eru utan skilgreinds svæðis.
- Tímarammi: Skilgreindur er tímarammi fyrir hvern veg, það er að þjónusta þarf hvern veg innan ákveðins tímaramma, til dæmis innan tveggja klukkustunda frá því að þjónusta hefst.

4.3 Algóripmi sem Network Analyst byggir á

Í grunninn byggir Network Analyst á hinum þekktu Dijkstra's algóripma til þess að finna stystu eða fljótlegustu leið milli staða. ESRI hefur einnig þróað sínar eigin aðferðir til þess að leysa flókin verkefni er snúa að akstursleiðum sem notaðar eru með fyrrgreindum algóripma (ESRI, 2010). Aðferðum sem Network Analyst beitir við úrlausn akstursleiðaverkefna verður lýst stuttlega hér að neðan.

Til þess að leysa verkefni eins og fyrir farandsöllumann (*Traveling Salesman Problem*) með einn bíl sem þarf að sinna mörgum pöntunum á leið sinni um gatnanetið er byrjað á því að búa til svokallað kostnaðarfylki milli allra pantana sem á að raða upp og inniheldur lengd milli allra pantana. Kostnaðarfylkið er svo notað til þess að finna bestu uppröðun pantana sem gefur stystu leiðina til þess að sinna öllum pöntunum á sem skemmstum tíma. Aðferðin sem notuð er við þessa uppröðun er algóripmi sem byggir á töfluleit (*tabular search algorithm*) sem þróuð hefur verið af ESRI. Hvernig aðgerðin er framkvæmd er ekki gert opinbert þar sem hún er í einkaeigu ESRI. Aðferðin hefur mikið verið rannsökuð innan ESRI og ítarlega þróuð til þess að gefa góða niðurstöðu (ESRI, 2010).

Akstursleiðaverkefni eru mun flóknari en verkefni fyrir farandsöllumann, enda er ekki um einn bíl að ræða heldur bílaflota sem inniheldur allt frá tveim bílum. Fyrir lausn akstursleiðaverkefna er byrjað á því að búa til kostnaðarfylki sem inniheldur stystu vegalengdir milli allra pantana og starfsstöðva. Kostnaðarfylkið er svo notað til þess að finna grunnlausn með því að setja allar pantanir, hverja á fætur annarri inn á viðeigandi akstursleiðir eftir vegalengdum frá starfsstöð. Grunnlausnin er svo endurbætt með því að endurraða pöntunum á hverri akstursleið upp í röð sem gefur stystu leið frá upphafi til enda, sem og með því að færa pantanir milli akstursleiða sem gefur svo lokaniðurstöðu í leiðavali fyrir hvern bíl. Aðferðin sem notuð er við uppröðun pantana og skiptingu þeirra milli akstursleiða byggir eins og áður á töfluleit sem þróuð hefur verið af ESRI og er ekki gerð opinber vegna einkaeigu. Aðferðin hefur verið í stöðugri þróun hjá ESRI undanfarin ár til þess að gefa góðar niðurstöður (ESRI, 2010).

Ef skilgreind eru svæði fyrir hvern bíl í akstursleiðaverkefnum eins og gert er í þessu verkefni má segja að verið sé að skipta því upp í nokkur smærri verkefni eins og fyrir farandsöllumann. Með skilgreiningu svæða þannig að bílar geti ekki sinnt pöntunum fyrir utan sitt svæði er ekki hægt að færa pantanir á milli leiða eins og lýst var hér að framan.

5 Aðferðafræði og forsendur

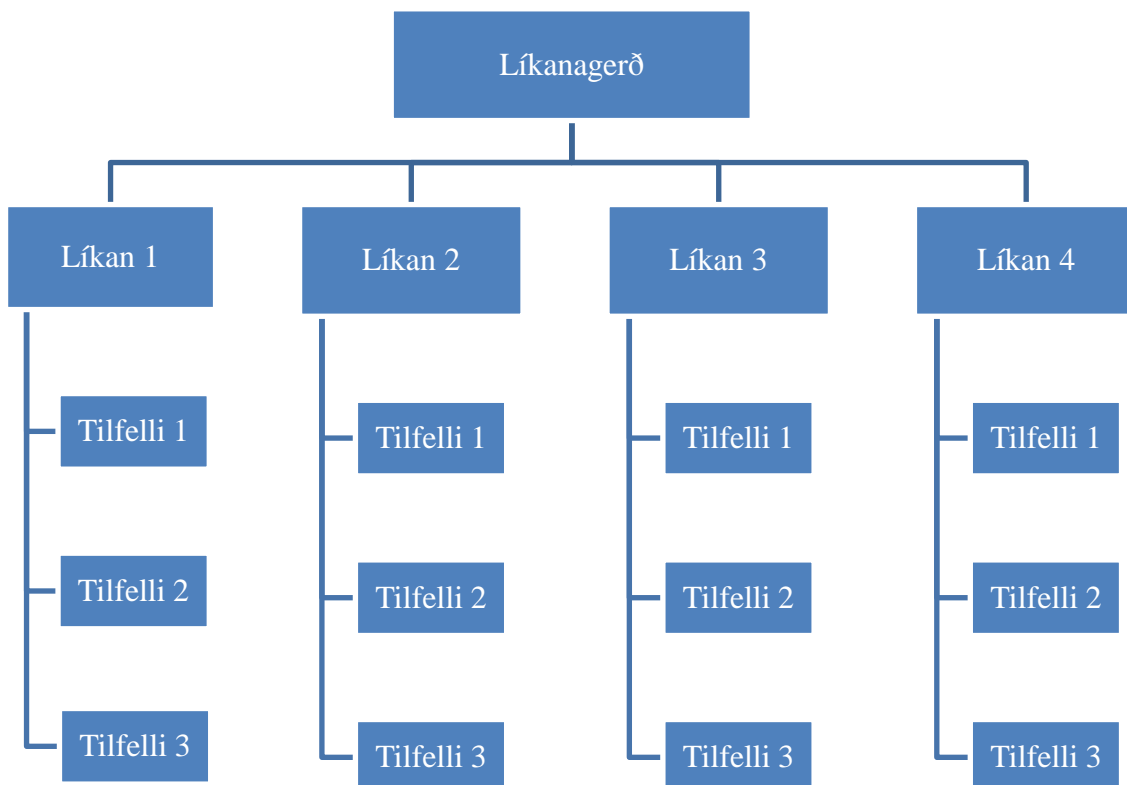
Í þessum kafla er farið yfir aðferðafræði við úrlausn verkefnisins. Farið eru yfir þau svæði sem eru undir í hverju líkani fyrir sig og hvernig gatnanetið er uppbyggt. Ítarlega er farið yfir allar forsendur og skilyrði varðandi svæðisskiptingu, ákvarðaðan ökuhraða, akstursvegalengdir, aksturstíma og allt sem við kemur keyrslu líkana.

5.1 Líkön

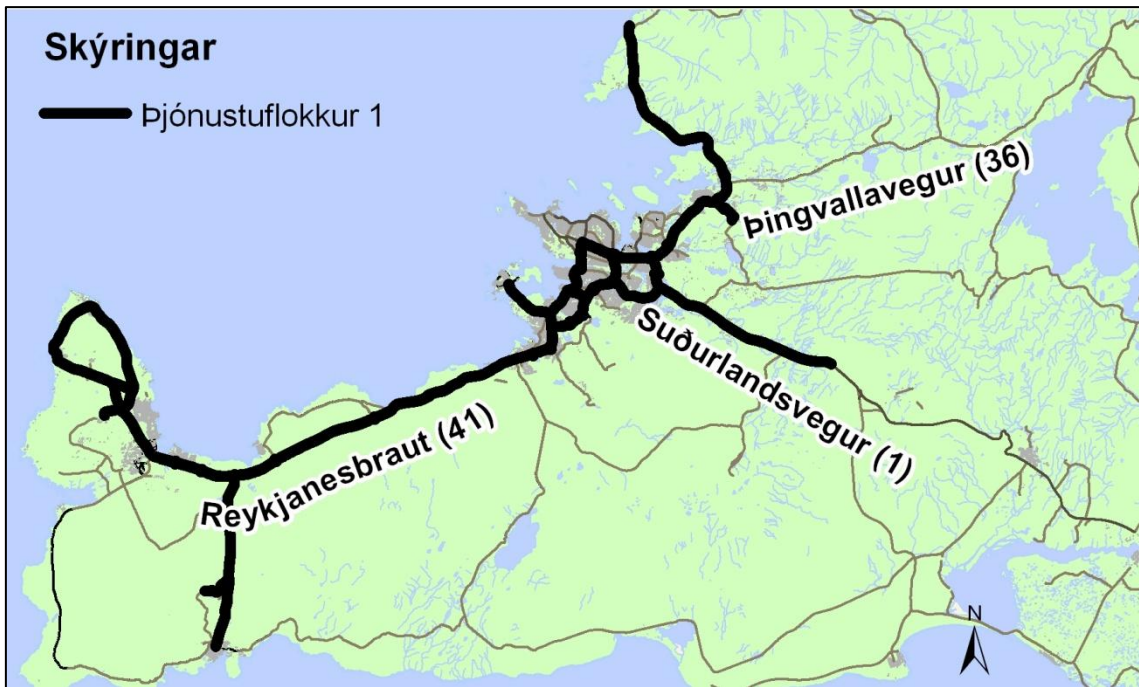
Samtals voru gerð fjögur líkön út frá mismunandi þjónustuflokkum. Fyrir hvert líkan voru svo gerð þrjú tilfelli byggð á mismunandi forsendum til samanburðar.

- Tilfelli 1: Engin þjónustusvæði voru skilgreind, því gátu bílar farið um allt gatnanetið og þjónustað hvaða veg sem var óháð staðsetningu.
- Tilfelli 2: Skilgreind voru þjónustusvæði fyrir hvern bíl sem næst því verkskipulagi sem þjónustuaðili vann eftir veturinn 2010-2011, þannig að bílar gátu ekki þjónustað vegi utan þess skilgreinda svæðis.
- Tilfelli 3: Skilgreind voru þjónustusvæði fyrir hvern bíl sem í grunninn byggðu á núverandi skipulagi en þó með ýmsum breytingum. Eins og áður voru svæðin skilgreind þannig að bílar gátu ekki þjónustað vegi utan þess skilgreinda svæðis.

Skýringarmynd af fjölda líkana og tilfella má sjá hér að neðan.

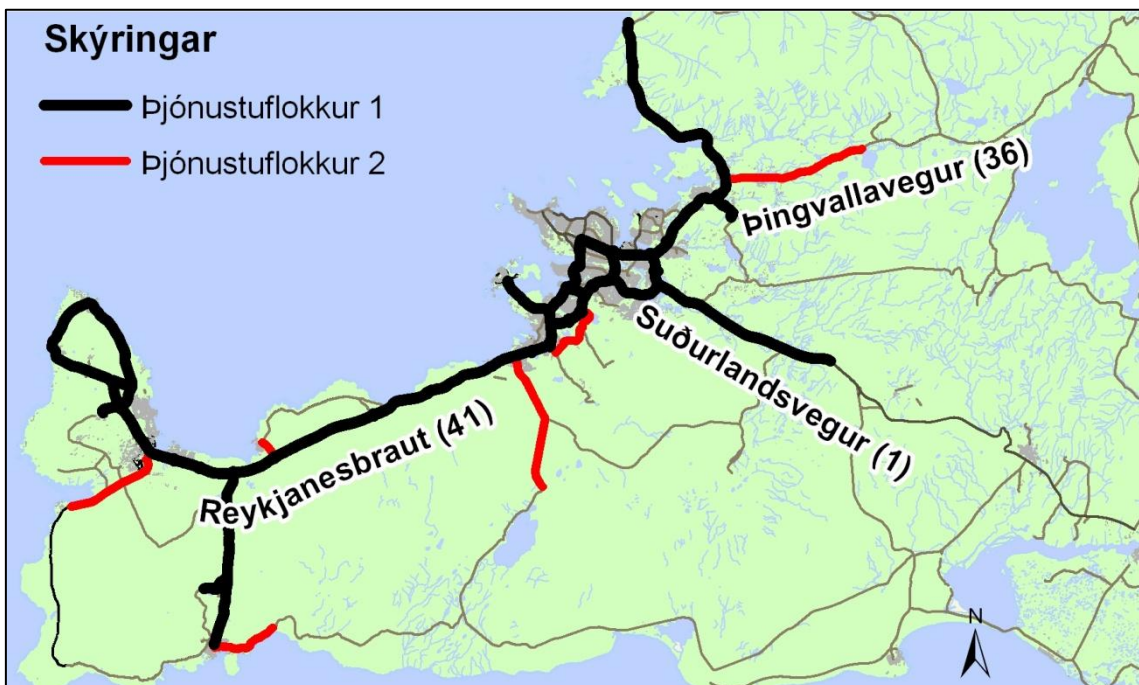


Mynd 4. Yfirlit yfir fjölda líkana og tilfella



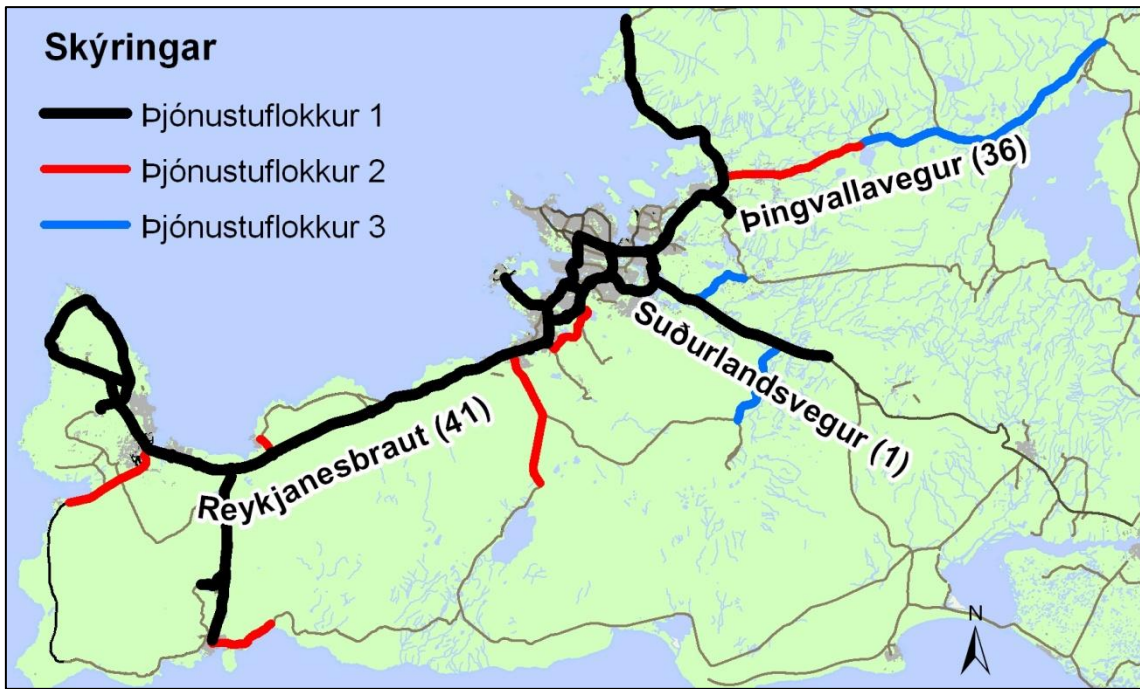
Mynd 5. Yfirlitsmynd fyrir líkan 1, þjónustuflokkur 1

Mynd 5 hér að ofan sýnir alla þá vegi sem þjónustaðir eru í líkani 1. Líkan 1 nær yfir þá vegi sem eru í þjónustuflokki 1, hvort sem þeir hafa sólarhringsþjónustu eða annan skilgreindan þjónustutíma. Þeir vegir sem um ræðir eru þjónustaðir alla daga vikunnar og er heildarlengd gatnanets fyrir líkanið 351 kílómetrar.



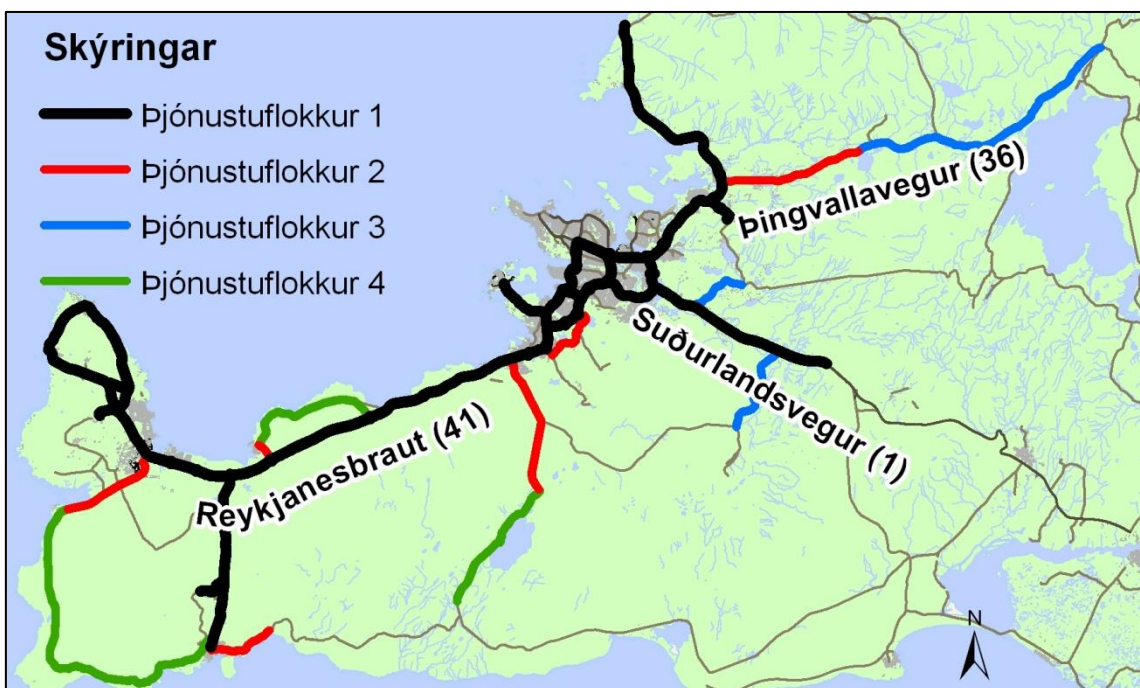
Mynd 6. Yfirlitsmynd fyrir líkan 2, þjónustuflokkar 1 og 2

Mynd 6 hér að ofan sýnir alla þá vegi sem þjónustaðir eru í líkani 2. Líkan 2 nær yfir þá vegi sem eru í þjónustuflokkum 1 og 2. Þeir vegir sem um ræðir eru þjónustaðir alla daga vikunnar að undanskildum Krýsuvíkurvegi sem er þjónustaður 5 daga í viku. Heildarlengd gatnanets fyrir líkanið er 429 kílómetrar.



Mynd 7. Yfirlitsmynd fyrir líkan 3, þjónustuflokkar 1, 2 og 3

Mynd 7 hér að ofan sýnir alla þá vegi sem þjónustaðir eru í líkani 3. Líkan 3 nær yfir þá vegi sem eru í þjónustuflokkum 1, 2 og 3. Þeir vegir sem um ræðir eru þjónustaðir alla daga vikunnar að undanskildum Krýsuvíkurvegi og Þingvallavegi frá Seljabrekkuvegi að þjónustumiðstöð sem eru þjónustaðir 5 daga í viku. Heildarlengd gatnanets fyrir líkanið er 507 kílómetrar.



Mynd 8. Yfirlitsmynd fyrir líkan 4, þjónustuflokkar 1, 2, 3 og 4

Mynd 8 hér að ofan sýnir alla þá vegi sem þjónustaðir eru í líkani 4. Líkan 4 nær yfir þá vegi sem eru í þjónustuflokkum 1, 2, 3 og 4. Þeir vegir sem um ræðir eru þjónustaðir alla daga vikunnar að undanskildum Krýsuvíkurvegi og Þingvallavegi frá

Seljabrekkuvegi að þjónustumiðstöð sem eru þjónustaðir 5 daga í viku. Þá eru Krýsuvíkurvegur frá Vatnsskarði að Krýsuvík, Vatnsleysustrandarvegur og Nesvegur þjónustaðir 2 daga í viku. Heildarlengd gatnanets fyrir líkanið er 606 kílómetrar.

5.2 Uppbygging gatnanets

Til þess að byggja upp gatnanet sem hægt var að nota til þess að leysa verkefnið þurfti að huga að ýmsu. Sú miðlínugrind (Samsýn ehf., 2010b) sem afhent var til úrvinnslu þessa verkefnis náði yfir mun stærra svæði en nauðsynlegt var. Því var eytt út vegum og götum jafnt innan sem utan þéttbýlis sem ekki höfðu áhrif á úrlausn verkefnisins, var það gert til þess að komast hjá óþarfa vinnu og minnka flækjustig. Á ákveðnum vegamótum, hvort sem var í plani eða mislægt vantaði inn beygjuakreinar sem skýrist af vinnureglum hjá Samsýn ehf. varðandi lengdir beygjuakreina. Ef lengd beygjuakreina er undir ákveðnu viðmiði er hún ekki teiknuð inn í miðlínugrindina (Stefán Guðlaugsson munnleg heimild, 19.10.2010). Til þess að gatnanetið væri sem næst raunveruleikanum var því bætt inn öllum þeim beygjum og römpum sem vantaði. Vinnuferlið við að byggja upp gatnanet sem hægt var að nota við úrlausn og greiningu þessa verkefnis má setja upp í fimm skref sem verður lýst er hér að neðan. Til skýringar skal tekið fram að gatnanetið er byggt upp á miðlínunum allra vega (miðlínugrind) og er hver vegur settur saman úr mörgum línunum, því þegar talað er um línur hér að neðan má segja að verið sé að tala um veghluta.

1. Undirbúa fitjugagnasafn og grunnöggn: Sjá þarf til þess að skipulag á þeim gögnum sem liggja til grundvallar gatnanetinu sé rétt svo allt virki eins og það á að gera. Allir fitjuklasar (*Feature class*) þurfa að vera í sama fitjugagnasafni (*Feature dataset*), þeir fitjuklasar sem búnir voru til og liggja til grundvallar gatnanetinu eru eftirfarandi:
 - *Gatnanet:* Inniheldur upplýsingar um alla vegi og götur á Suðvestursvæði, línufitja (*Line feature*).
 - *Beygjubönn:* Inniheldur upplýsingar um beygjubönn, línufitja (*Line feature*).
2. Undirbúningur grunnagna og hlutverk þeirra innan gatnanetsins: Allir fitjuklasar þurfa að hafa réttar og viðeigandi eigindir (*Attributes*). Til þess að hugbúnaðurinn lesi gögnin rétt þurfa dálkheiti að vera á ákveðnu formi og bera heiti sem eru lýsandi fyrir þær eigindir sem hver dálkur inniheldur. Þar sem unnið var með gatnanet sem inniheldur einstefnur, beygjubönn, mismunandi hámarkshraða og mislæg vegamót þurfti að sjá til þess að allar þær upplýsingar skiluðu sér rétt inn í gatnanetið. Eftirfarandi eigindadálkar sem taldir eru upp hér á næstu síðu voru búnir til fyrir gatnanetið til viðbótar við þá sem eru sjálfgefnir í því skyni að tryggja rétta virkni gatnanetsins:

- *Oneway*: Segir til um það hvort um einstefnu eða tvístefnu er að ræða. FT=einstefna í þá átt sem línan er teiknuð, TF=einstefna í öfuga átt miðað við þá átt sem línan er teiknuð, annars er dálkurinn auður.
- *Spd limit*: Segir til um hámarkshraða, í þessu verkefni er notaður ákvarðaður hraði.
- *F_ELEV*: Segir til um í hvaða hæð hver lína er í upphafspunkti, 0 er grunnildi en ef lína byrjar í annarri hæð er gildið sett 1. Þessi gildi eiga við á þeim stöðum þar sem vegir eru ekki í plani eins og á mislægum vegamótum.
- *T_ELEV*: Segir til um í hvaða hæð hver lína er í endapunkti, 0 er grunnildi en ef lína endar í annarri hæð en í upphafspunkti er gildið 1. Þessi gildi eiga við á þeim stöðum þar sem vegir eru ekki í plani eins og á mislægum vegamótum.
- *Meters*: Segir til um það hversu löng hver lína er í gatnanetinu.
- *Minutes*: Segir til um það hversu langan tíma tekur að aka hverja línu.

Auk einna akreina vega sem eru með einstefnu eru vegir með aðgreindar akstursstefnur skilgreindir sem einstefnuvegir, þar að auki eru allir rampar og öll hringtorg skilgreind sem einstefna. Á mislægum vegamótum var séð til þess að ekki væri hætt á að akbrautir á aðalvegi og hliðarvegi skerist í plani með því að setja upphafs og endapunkta í rétta hæð þar sem það átti við. Lengd allra lína reiknast út frá *SHAPE_Length* sem reiknast sjálfkrafa þegar gatnanetið er uppfært (byggt). Aksturstími reiknast úr frá ákvörðuðum ökuhraða og lengd hverrar línu.

Mikið magn af öðrum upplýsingum eru tengdar gatnanetinu þó ekki sé skýrt nánar frá þeim hér. Það eru upplýsingar um heiti vega, staðsetning vega innan sveitarfélags, hvernig veg um ræðir og aðrar upplýsingar sem vissulega eru góðar og nauðsynlegar en hafa ekki áhrif úrlausn verkefnisins.

3. Setja inn upplýsingar um beygjubönn: Í þessu verkefni var mikilvægt að skilgreina beygjubönn rétt þar sem um er að ræða stóra vörubíla sem ekki eru jafn liprir í umferðinni og hinn hefðbundni fólkubíll. Að ýmsu þurfti að huga þegar beygjubönn voru búin til en þau eru öll teiknuð handvirkt inn í gatnanetið. Tilgreind er upphafsstaða á ákveðnum vegi og svo endastaða á þeim vegi sem ekki má beygja inn á. Öll beygjubönn eru tengd auðkennum í gatnanetinu til þess að tryggja rétta virkni beygjubanna. Samtals voru sett inn 82 beygjubönn í gatnanetið, bæði beygjubönn sem bönnuð eru samkvæmt umferðarreglum sem og bönn sem skilgreind voru sérstaklega þar sem um er að ræða stóra vörubíla sem þurfa mikið rými sem er ekki alltaf fyrir hendi. Þá þurfti líka að setja beygjubönn á öllum stöðum þar sem vegur fer úr því að vera með aðgreindar akstursstefnur í það að vera með tvístefnu.

4. Búa til netgagnasafn: Til þess að búa til netgagnasafnið (*Network Dataset*) þurfa grunn gögnin að vera til staðar og rétt útbúin til þess að hugbúnaðurinn lesi þau rétt inn í gatnanetið. Netgagnasafnið byggir eins og áður hefur komið fram á grunn gögnum sem útbúin voru í skrefi 1, gatnaneti og beygjubönnum. Fyrsta skrefið við að útbúa netgagnasafnið er að velja þau grunn gögn sem nauðsynleg eru og á að nota. Svo er skilgreint hvort notast skuli við viðbótarupplýsingar um beygjur og eða beygjubönn eins og gert var í þessu verkefni, það er þó ekki nauðsynlegt ef engin boð og bönn eru til staðar. Þá er það skilgreint hvernig tengja skuli gögnin saman sem í þessu verkefni var skilgreint á upphafs- og endapunktum allra lína, þannig verður til samfellt gatnanet. Ef vegir eru ekki í plani, til dæmis á mislægum vegamótum, þarf að skilgreina á hvaða hátt hugbúnaðurinn meðhöndlar þau gögn. Eins og fram kom í skrefi 2 voru skilgreindir eigindadálkarnir F_ELEV sem tengdur er upphafspunkti hvernar línu í gatnanetinu og T_ELEV sem tengdur er við endapunkt hvernar línu. Þannig var komið í veg fyrir að hægt væri að fara af einum vegi inn á annan nema þeir séu í sama plani. Að lokum eru svo skilgreindar þær eigindir sem tengja á við gatnanetið og hafa ákveðið hlutverk varðandi keyrslu og niðurstöður líkana, í þessu verkefni voru eingöngu skilgreindar eigindir varðandi kostnað og takmarkanir. Eigindirnar *meters* og *minutes* voru skilgreindar sem kostnaður þar sem áhersla var lögð á að lágmarka akstursvegalengdir og aksturstíma. Beygjubönn voru skilgreind sem takmarkanir enda hafa þau áhrif á akstursleiðir bíla um gatnanetið.
5. Byggja gatnanetið: Loka skrefið er svo að byggja gatnanetið. Er það í raun sú aðgerð sem sameinar fyrri skref og tengir saman öll grunn gögn eftir áður skilgreindum þáttum og leiðum. Úr verður samfellt gatnanet þar sem viðeigandi gildi eða upplýsingar eru komin á allar eigindir sem skilgreindar voru. Ef einhverju er breytt í grunn gögnum eftir að netið hefur verið byggt þarf að endurtaka þetta síðasta skref fyrir hverja breytingu til þess að hún taki gildi, annars hefur breytingin ekki áhrif á gatnanetið.

5.3 Keyrsla líkana

Þegar gatnanetið var fullbúið og tilbúið til notkunar var hægt að fara stilla upp mismunandi líkönum og keyra þau til að fá niðurstöður. Hugbúnaðurinn Network Analyst byggir á því að settar séu inn svokallaðar pantanir (*Orders*) víðs vegar um gatnanetið og svo er fundin besta leiðin til þess að sinna öllum pöntunum með tilliti til þjónustutíma og eða akstursvegalengda. Í þessu verkefni er ekki verið að vinna með pantanir eins og hugbúnaðurinn skilgreinir heldur er verið að vinna með vegi sem þarf að aka um og hálkverja. Því var litið á þessar pantanir sem hjálpartæki til þess að tryggja að ekið væri um umrædda vegi. Til þess að tryggja að allir vegir sem á að þjónusta fái þjónustu þurfti að setja pöntun á alla þá staði sem aka átti í gegnum, það á við um beina vegi, beygjur, hringtorg og rampa. Vegna þess hve gatnanetið er stórt og

inniheldur nokkurn fjölda mislægra vegamóta sem eru mörg hver erfið yfirferðar þurfti að setja mikinn fjölda pantana til þess að tryggja að enginn veghluti yrði útundan. Mesta hættan á að skilja eftir veghluta er á mislægum vegamótum þar sem eru margar beygjur, rampar og stuttir beinir kaflar. Fjöldi pantana sem settur var inn í líkön er eftirfarandi:

- Líkan 1: Pantanir settar á samtals 319 veghluta.
- Líkan 2: Pantanir settar á samtals 337 veghluta.
- Líkan 3: Pantanir settar á samtals 343 veghluta.
- Líkan 4: Pantanir settar á samtals 359 veghluta.

Hægt var að komast af með að setja pantanir á færri veghluta en fjöldinn hefur engin áhrif á tíma eða vegalengdir. Pantanir voru skilgreindar þannig að þær taka engan tíma og því þurftu bílar ekki að nema staðar heldur einungis að aka fram hjá viðkomandi stöðum. Tímarammi var settur á allar pantanir þannig að skilyrði um þjónustutíma hvers þjónustuflokks væri uppfyllt. Ef ekki náðist að uppfylla þjónustutíma á ákveðnum vegum reiknar hugbúnaðurinn út þann tíma sem var umfram skilgreindan þjónustutíma sem gaf til kynna að breyta þyrfti akstursleiðum.

Áður en hægt var að keyra líkönin voru bílum gefnar staðsetningar sem eru þeirra starfsstöð. Hver bíll hóf og endaði ferð sína í sömu starfsstöð. Þá voru skilgreind þjónustusvæði fyrir hvern og einn bíl. Með þeirri svæðisskiptingu er bílum stýrt og haft áhrif á það hvaða vegi hver bíll þjónustar. Nánar er fjallað um staðsetningu bíla og svæðisskiptingu hér að neðan ásamt helstu forsendum og skilyrðum hvers líkans sem keyrt var.

5.4 Ákvarðaður ökuhraði á vegum

Við ákvörðun ökuhraða bíla þegar þeir sinna hálkuvörnum var horft til raunhraða sömu bíla fyrri ár ásamt reynslu verkstjóra og bílstjóra sem sjá um og stýra vetrarþjónustu á Suðvestursvæði. Reiknaður var meðalhraði á hverjum vegi fyrir sig, annars vegar fyrir haustið 2010 fram til 22. nóvember, hins vegar fyrir veturinn 2009-2010. Útreikningar voru gerðir út frá gögnum ferilvöktunar (Vegagerðin 2010c; Vegagerðin, 2010d) og eingöngu voru notuð gögn þegar bílar voru að sinna hálkuvörnum, það er í salt- eða pækildreifingu. Þar af leiðandi voru bílar í fríakstri ekki að skekkja reikningana. Samráð var haft við yfirverkstjóra vetrarþjónustu hjá Vegagerðinni, verkstjóra hjá aðalverktaka sem sinnir vetrarþjónustu og fyrrum bílstjóra við loka ákvörðun varðandi ákvarðaðan ökuhraða. Hámarkshraða, reiknaðan meðalhraða veturinn 2009-2010 og ákvarðaðan ökuhraða í líkönum má sjá í töflu 11 hér á næstu síðu. Nánari reikninga má sjá í viðauka A.

Tafla 11. Ákvarðaður ökuhraði á vegum

Vegur	Hámarkshraði (km/klst.)	Reiknaður meðalhraði (km/klst.)	Ákvarðaður hraði í líkönum (km/klst.)
Hringvegur að Hvalfjarðargöngum	90	60	50
Pingvallavegur	70-90	60	50
Reykjavegur	50	34	30
Hafravatnsvegur	80	50	50
Vesturlandsvegur	70-80	52	40
Suðurlandsvegur	80-90	57	50
Breiðholtsbraut	60-70	43	40
Elliðavatnsvegur	50	39	35
Vífilstaðavegur	60	32	30
Reykjanesbraut innan þéttbýlis	60-80	54	50
Reykjanesbraut utan þéttbýlis	80-90	55	50
Miklabraut (Nesbraut)	60-80	44	40
Hafnarfjarðarvegur	60-80	53	40
Kringlumýrarbraut	60-80	52	40
Arnarnesvegur	60	32	30
Álftanesvegur	50-70	43	40
Krýsuvíkurvegur 1	50	30	30
Krýsuvíkurvegur 2	90	44	50
Krýsuvíkurvegur 3	90	50	35
Bláfjallavegur	90	42	40
Fjarðarhraun	60	39	30
Miðnesheiðavegur	70-90	48	40
Grindavíkurvegur	90	55	50
Bláalónsvegur	90	43	50
Suðurstrandarvegur	90	32	30
Garðskagavegur	90	52	50
Sandgerðisvegur	90	54	50
Hafnarvegur	70-90	50	50
Vogavegur	70	39	30
Vatnsleysustrandarvegur	70	28	35
Nesvegur	90	27	50

Innanbæjar í Garði, Sandgerði og Grindavík var ákvarðaður hraði í líkönum 30 km/klst. Á vegum innan höfuðborgarsvæðisins, sem ekki eru innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar, var ákvarðaður hraði einnig 30 km/klst., þar má nefna Stekkjabakka og Nýbílaveg sem dæmi.

Krýsuvíkurvegur 1 er frá Reykjanesbraut að hringtorgi við Hraunhelli, Krýsuvíkurvegur 2 nær svo frá Hraunhelli að Vatnsskarði og Krýsuvíkurvegur 3 er svo

frá Vatnsskarði að Krýsuvík. Þessi þrískipting Krýsuvíkurvegjar er vegna mismunandi hámarkshraða og þjónustuflokka.

Lágur ákvarðaður hraði á Krýsuvíkurvegi 3 og Vatnsleysustrandarvegi miðað við hámarkshraða hefur sínar skýringar. Þessir vegir eru í þjónustuflokki 4 og eru því að öllu jafna ekki hálfkuvarðir nema á sérstaklega varasömum stöðum. Þegar þess krefst þarf iðulega að ryðja veginn í leiðinni sem orsakar þennan lága hraða.

Útreiknaður meðalhraði á Suðurstrandarvegi, Nesvegi og Vatnsleysustrandarvegi er frekar lágur miðað við hámarkshraða. Það skýrist meðal annars af eftirfarandi:

- Þegar bíll sem er við þjónustu á Hafnarvegi snýr við þegar komið er að Höfnum er hann kominn inn á Nesveg samkvæmt því gatnaneti sem unnið er með. Þar er hann ávallt á litlum sem engum hraða sem skekkir reikningana fyrir Nesveg þar sem hann í heild sinni er sjaldan farinn. Það að Nesvegur er sjaldan farinn verður til þess að punktarnir á umræddu snúningssvæði við Hafnir hafa mikið vægi í útreikningum.
- Sá hluti Suðurstrandarvegjar sem er innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar er stuttur eða um 3,4 km í aðra áttina, það fer tími í að snúa við og koma sér af stað til baka og því reiknast meðalhraði svo lágur.
- Á Vatnsleysustrandarvegi reiknast hringtorgið við Reykjanesbraut með í útreikningum þar sem hraðinn er lágur, skekkir það reikningana þar sem Vatnsleysustrandarvegur í heild sinni er sjaldan farinn. Það að Vatnsleysustrandarvegur er sjaldan farinn verður til þess að punktarnir á og við umrætt hringtorg við Reykjanesbraut hafa mikið vægi í útreikningum.

Sams konar útreikningar voru gerðir fyrir alla rampa og hringtorg sem tilheyra ofangreindum vegum. Hámarkshraða, reiknaðan meðalhraða veturinn 2009-2010 og ákvarðaðan ökuhraða í líkönum má sjá í töflu 12 hér að neðan. Nánari reikninga má sjá í viðauka A.

Tafla 12. Ákvarðaður ökuhraði í römpum og hringtorgum

Rampar / hringtorg	Hámarkshraði (km/klst.)	Reiknaður meðalhraði (km/klst.)	Ákvarðaður hraði líkönum (km/klst.)
Allir rampar	50	40	30
Öll hringtorg	50	30	20

Við ákvörðun ökuhraða á vegum, römpum og hringtorgum var ekki eingöngu tekið mið af reiknuðum meðalhraða og reynslu. Það var líka horft til þess að ná sem bestri virkni út úr hálfkuvarnum og hálfkuvarnarefnum. Ef hraði er of mikill fer hálfkuvarnarefni til spillist og nýtist því ekki sem skyldi. Við aukinn hraða myndast sog fyrir aftan bílana sem verður til þess að hálfkuvarnarefni þeytast út fyrir veg og verða því ekki neinum að gagni.

5.5 Staðsetning bíla

Mismunandi staðsetningar voru prófaðar í líkönum til þess að meta hvar æskilegt væri að staðsetja bíla sem sinna hálkuvörnum á Suðvestursvæði. Staðsetningar tóku mið af núverandi staðsetningum bíla (Einar Pálsson munnleg heimild, 10.11.2010; Kristinn G. Ebezersson munnleg heimild, 24.11.2010), en Vegagerðin og þjónustuaðili (verktaki) hverju sinni hafa lagt mikla vinnu í að skoða hvar staðsetja eigi bíla með tilliti til þess að þjónusta geti hafist eins fljótt og hægt er eftir að útkall berst (Jóhann B. Skúlason munnleg heimild, 25.11.2010). Eftirfarandi staðsetningar sem sjá má í töflu 13 hér að neðan komu hagkvæmast út ef horft var til þess að halda akstursvegalengdum í lágmarki og voru því notaðar í líkönunum.

Tafla 13. Staðsetning bíla í líkönunum

Bíll	Staðsetning
Bíll 1	Stapabraut, Reykjanesbær
Bíll 2	Vogavegur, Vatnsleysuströnd
Bíll 3	Rauðhella, Hafnarfjörður
Bíll 4	Rauðhella, Hafnarfjörður
Bíll 5	Rauðhella, Hafnarfjörður
Bíll 6	Krikahverfi, Mosfellsbær
Bíll 7	Víkurvegur, Grafarvogur
Bíll 8	Sæbraut, Reykjavík
Bíll 9	Hringbraut, Reykjavík
Bíll 10	Höfðabakki, Reykjavík

Þó staðsetning bíla sé nákvæmlega sett niður með götuheitum geta þær verið breytilegar innan ákveðins svæðis, ávallt var miðað við að bílar komi inn á gatnanetið á ákveðnum stöðum. Varðandi staðsetningu bíla 1 og 2 á Reykjanesi var ákveðið að staðsetja báða bílana í námunda við Reykjanesbraut vegna umferðarþunga þar sem kemur meðal annars til vegna Keflavíkurflugvallar. Varðandi akstursvegalengdir ætti ekki að breyta neinu að hafa bíl 2 staðsettan í Grindavík í stað við Voga. Var þó talið heppilegra að staðsetja hann nær Reykjanesbraut eins og áður kom fram ásamt því að hans fyrsta verk er að háлкуverja Reykjanesbraut áður en hann fer á Grindavíkurveg. Bílar 3, 4 og 5 eru staðsettir í Hafnarfirði sem hentar mjög vel þar sem þeirra verkefni er að háлкуverja Reykjanesbraut utan þéttbýlis. Bíll 6 gæti verið staðsettur annars staðar í Mosfellsbæ en skilyrði fyrir staðsetningu hans er að hann komi inn á Vesturlandsveg í námunda við Mosfellsbæ, því hans fyrsta verkefni er að háлкуverja Vesturlandsveg frá Mosfellsbæ að Lambhagavegi. Bíll 7 sem staðsettur var við Víkurveg í Grafarvogi gæti allt eins verið staðsettur annars staðar í Grafarvogi og komið inn á Vesturlandsveg til dæmis við Korpúlfsstaðaveg. Þó var ákveðið að hann komi inn á Vesturlandsveg við Víkurveg vegna hringtorgs og rampa þar sem eru innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar ásamt því að hans fyrsta verk er að háлкуverja Vesturlandsveg og Miklubraut. Fyrsta verk bíls 8 sem staðsettur var við Sæbraut er að háлкуverja Reykjanesbraut innan þéttbýlis. Því er skilyrðið fyrir staðsetningu hans að hann komi inn á Reykjanesbraut við Elliðaárvog,

hann gæti því verið staðsettur í næstu hverfum norðan við Elliðaárvog. Bíll 9 hefur vinnu á því að hálkuverja Kringlumýrarbraut og Hafnarfjarðarveg. Hann þarf að koma inn á gatnanetið við Kringluna og gæti því verið staðsettur hvar sem er vestan Kringlumýrarbrautar og norðan Miklubrautar. Bíll 10 var staðsettur á Höfðabakka til þess að komast sem fyrst inn á Suðurlandsveg.

5.6 Svæðisskipting

Hægt er að stýra bílum með því að skilgreina þjónustusvæði fyrir hvern og einn. Það var gert með það í huga að svæði myndu skarast sem minnst og var það skilgreint þannig að bílar geta ekki sinnt hálkuvörnum á þeim vegum sem eru utan þeirra þjónustusvæðis. Svæði voru lätin skarast við hringtorg og á mislægum vegamótum þar sem því var við komið svo bílar ættu auðvelt með að snúa við og fara til baka. Hugbúnaðurinn velur svo hagkvæmstu akstursleið bíla innan þeirra skilgreinda svæðis. Þjónustusvæði allra bíla fyrir tilfelli 3 allra líkana má sjá í töflum 14-17 á næstu síðum. Núverandi verkskipulag fyrir veturinn 2010-2011 sem svæðisskipting fyrir tilfelli 2 byggir á má sjá í viðauka B. Þeir vegir sem ekki eru tilgreindir í skipulaginu voru settir inn á þau svæði sem best þóttu henta.

Tafla 14. Svæðisskipting fyrir tilfelli 3 í líkani 1

Bíll	Þjónustusvæði / vegir
Bíll 1	Reykjanesbraut frá Grindavíkurvegi að Flugstöð, Sandgerðisvegur, Garðskagavegur, Miðnesheiðavegur.
Bíll 2	Reykjanesbraut frá Vogavegi að Grænásvegi, Grindavíkurvegur, Bláalónsvegur.
Bíll 3	Reykjanesbraut frá Lækjargötu í Hafnarfirði að Grindavíkurvegi.
Bíll 4	Reykjanesbraut frá Lækjargötu í Hafnarfirði að Grindavíkurvegi.
Bíll 5	Bíll ekki í notkun.
Bíll 6	Reykjavegur, Vesturlandsvegur frá Þingvallavegi að Lambhagavegi, Hringvegur að Hvalfjarðargöngum.
Bíll 7	Vesturlandsvegur frá Lambhagavegi að Miklubraut, Miklabraut, Kringlumýrarbraut, Hafnarfjarðarvegur.
Bíll 8	Reykjanesbraut frá Vesturlandsvegi að Lækjargötu í Hafnarfirði.
Bíll 9	Hafnarfjarðarvegur, Kringlumýrarbraut Álftanesvegur, Fjarðarhraun, Arnarnesvegur.
Bíll 10	Vesturlandsvegur frá Miklubraut að Lambhagavegi, Suðurlandsvegur, Breiðholtsbraut.

Tafla 15. Svæðisskipting fyrir tilfelli 3 í líkani 2

Bíll	Þjónustusvæði / vegir
Bíll 1	Reykjanesbraut frá Grindavíkurvegi að Flugstöð, Sandgerðisvegur, Hafnarvegur, Garðskagavegur, Miðnesheiðavegur.
Bíll 2	Reykjanesbraut frá Vogavegi að Grænásvegi, Grindavíkurvegur, Bláalónsvegur, Suðurstrandarvegur.
Bíll 3	Reykjanesbraut frá Lækjargötu í Hafnarfirði að Grindavíkurvegi, Kaldárselsvegur, Elliðavatnsvegur, Krýsuvíkurvegur að Vatnsskarði.
Bíll 4	Reykjanesbraut frá Lækjargötu í Hafnarfirði að Grindavíkurvegi, Kaldárselsvegur, Elliðavatnsvegur, Krýsuvíkurvegur að Vatnsskarði.
Bíll 5	Bíll ekki í notkun.
Bíll 6	Reykjavegur, Vesturlandsvegur frá Þingvallavegi að Lambhagavegi, Hringvegur að Hvalfjarðargöngum, Þingvallavegur að Seljabrekkuvegi.
Bíll 7	Vesturlandsvegur frá Lambhagavegi að Miklubraut, Miklabraut, Kringlumýrarbraut, Hafnarfjarðarvegur.
Bíll 8	Reykjanesbraut frá Vesturlandsvegi að Lækjargötu í Hafnarfirði.
Bíll 9	Hafnarfjarðarvegur, Kringlumýrarbraut, Álftanesvegur, Fjarðarhraun, Arnarnesvegur.
Bíll 10	Vesturlandsvegur frá Miklubraut að Lambhagavegi, Suðurlandsvegur, Breiðholtsbraut.

Tafla 16. Svæðisskipting fyrir tilfelli 3 í líkani 3

Bíll	Þjónustusvæði / vegir
Bíll 1	Reykjanesbraut frá Grindavíkurvegi að Flugstöð, Sandgerðisvegur, Hafnarvegur, Garðskagavegur, Miðnesheiðavegur.
Bíll 2	Reykjanesbraut frá Vogavegi að Grænásvegi, Grindavíkurvegur, Bláalónsvegur, Suðurstrandarvegur.
Bíll 3	Reykjanesbraut frá Lækjargötu í Hafnarfirði að Grindavíkurvegi, Kaldárselsvegur, Elliðavatnsvegur, Krýsuvíkurvegur.
Bíll 4	Reykjanesbraut frá Lækjargötu í Hafnarfirði að Grindavíkurvegi, Kaldárselsvegur, Elliðavatnsvegur, Krýsuvíkurvegur.
Bíll 5	Bíll ekki í notkun.
Bíll 6	Reykjavegur, Vesturlandsvegur frá Þingvallavegi að Lambhagavegi, Hringvegur að Hvalfjarðargöngum, Þingvallavegur að Þjónustumiðstöð.
Bíll 7	Vesturlandsvegur frá Þingvallavegi að Miklubraut, Miklabraut, Kringlumýrarbraut, Hafnarfjarðarvegur.
Bíll 8	Reykjanesbraut frá Vesturlandsvegi að Lækjargötu í Hafnarfirði.
Bíll 9	Hafnarfjarðarvegur, Kringlumýrarbraut, Álftanesvegur, Fjarðarhraun, Arnarnesvegur.
Bíll 10	Vesturlandsvegur frá Miklubraut að Lambhagavegi, Suðurlandsvegur, Breiðholtsbraut, Nesjavallaleið, Bláfjallavegur.

Tafla 17. Svæðisskipting fyrir tilfelli 3 í líkani 4

Bíll	Þjónustusvæði / vegir
Bíll 1	Reykjanesbraut frá Grindavíkurvegi að Flugstöð, Sandgerðisvegur, Hafnarvegur, Garðskagavegur, Miðnesheiðavegur, Nesvegur.
Bíll 2	Reykjanesbraut frá Vogavegi að Grænásvegi, Grindavíkurvegur, Bláalónsvegur, Suðurstrandarvegur, Vatnsleysustrandarvegur.
Bíll 3	Reykjanesbraut frá Lækjargötu í Hafnarfirði að Grindavíkurvegi, Kaldárselsvegur, Elliðavatnsvegur, Krýsuvíkurvegur að Krýsuvík.
Bíll 4	Reykjanesbraut frá Lækjargötu í Hafnarfirði að Grindavíkurvegi, Kaldárselsvegur, Elliðavatnsvegur, Krýsuvíkurvegur að Krýsuvík.
Bíll 5	Bíll ekki í notkun.
Bíll 6	Reykjavegur, Vesturlandsvegur frá Þingvallavegi að Lambhagavegi, Hringvegur að Hvalfjarðargöngum, Þingvallavegur að þjónustumiðstöð.
Bíll 7	Vesturlandsvegur frá Þingvallavegi að Miklubraut, Miklabraut, Kringlumýrarbraut, Hafnarfjarðarvegur.
Bíll 8	Reykjanesbraut frá Vesturlandsvegi að Lækjargötu í Hafnarfirði.
Bíll 9	Hafnarfjarðarvegur, Kringlumýrarbraut, Álftanesvegur, Fjarðarhraun, Arnarnesvegur.
Bíll 10	Vesturlandsvegur frá Miklubraut að Lambhagavegi, Suðurlandsvegur, Breiðholtsbraut, Nesjavallaleið, Bláfjallavegur.

5.7 Aksturstími og akstursvegalegd

Varðandi aksturstíma og akstursvegalegdir bíla var tekið mið af gæðastaðli Vegagerðarinnar um gæði vetrarþjónustu sem og skilgreindu þjónustustigi hvers þjónustuflokks. Í öllum tilfellum var gengið út frá því að allir bílar fari af stað á tímabilinu 04:30-05:00 að morgni til, þannig að hálkuvörnum á öllum umferðarmestu vegum sé lokið fyrir kl.07:00 áður en morgunumferð fer að þyngjast. Til þess að halda akstursvegalegðum í lágmarki var lögð áhersla á að samtvinna akstursleiðir bíla sem sinna vegum í mismunandi þjónustuflokkum. Til dæmis bíll sem sinnir vegum í þjónustuflokkum 1 og 2 klárar ekki alla vegi í þjónustuflokki 1 áður en farið er að sinna vegum í þjónustuflokki 2, heldur tekur þá inn í akstursleiðina eins og best hentar hverju sinni án þess þó að þjónusta skerðist og ekki er farið yfir skilgreind tímamörk. Því var þó ekki alltaf við komið og má þar nefna vegi sem eru í þjónustuflokki 4 eins og Nesvegur og Vatnsleysustrandarvegur, þeir eru ekki þjónustaðir fyrr en búið er að hálkuverja alla aðra vegi.

Fyrir líkan 1 sem inniheldur alla vegi sem eru í þjónustuflokki 1 og líkan 2 sem inniheldur alla vegi í þjónustuflokkum 1 og 2 er hámarksaksturstími hvers bíls 2 klst. Akstursvegalegðum var reynt að halda innan skynsamlegra marka og haft til grundvallar það viðmið að akstursvegalegd hvers ökutækis sé um 50 km eins og fram kemur í gæðastaðli Vegagerðarinnar (Vegagerðin, 2010a). Þó var það viðmið ekki

fastsett og var bílum sem sinna langleiðum eins og Reykjanesbraut utan þéttbýlis, Suðurlandsvegi og Suðurnesjum leyft að aka lengra. Í töflum 18 og 19 hér að neðan má sjá þau skilyrði sem sett voru hverjum bíl í líkönum 1 og 2 varðandi hámarksaksturstíma og hámarksakstursvegalegd.

Tafla 18. Hámarksaksturstími og hámarksakstursvegalemdir bíla fyrir líkan 1

Bíll	Tilfelli 1		Tilfelli 2		Tilfelli 3	
	Tími (mín)	Lengd (km)	Tími (mín)	Lengd (km)	Tími (mín)	Lengd (km)
Bíll 1	120	90	120	70	120	70
Bíll 2	120	90	120	65	120	65
Bíll 3	120	70	120	65	120	60
Bíll 4	120	90	120	65	120	60
Bíll 5	120	70	1	1	1	1
Bíll 6	120	60	120	70	120	70
Bíll 7	120	60	120	70	120	60
Bíll 8	120	60	120	75	120	61
Bíll 9	120	60	120	65	120	60
Bíll 10	120	60	120	65	120	65

Tafla 19. Hámarksaksturstími og hámarksakstursvegalemdir bíla fyrir líkan 2

Bíll	Tilfelli 1		Tilfelli 2		Tilfelli 3	
	Tími (mín)	Lengd (km)	Tími (mín)	Lengd (km)	Tími (mín)	Lengd (km)
Bíll 1	120	100	120	90	120	85
Bíll 2	120	100	120	90	120	80
Bíll 3	120	75	120	70	120	75
Bíll 4	120	75	120	70	120	75
Bíll 5	120	100	1	1	1	1
Bíll 6	120	70	120	80	120	70
Bíll 7	120	60	120	70	120	60
Bíll 8	120	60	120	80	120	61
Bíll 9	120	60	120	80	120	60
Bíll 10	120	60	120	80	120	65

Fyrir líkan 3 sem inniheldur alla vegi í þjónustuflokkum 1, 2 og 3 sem og fyrir líkan 4 sem inniheldur alla vegi í þjónustuflokkum 1, 2, 3 og 4 eru rýmri viðmið varðandi aksturstíma og akstursvegalemdir en í líkönum 1 og 2. Fyrir líkan 3 er leyfilegt að aksturstími bíla sem sinna vegum í þjónustuflokki 3 sé allt að 3 klst. og viðmið varðandi akstursvegalegd 60 km. Fyrir þá sem sinna vegum í þjónustuflokki 4 má aksturstími vera allt að 3 klst. og viðmið varðandi akstursvegalegd 80 km. Bílum sem sinna hálkuvörnum á langleiðum var eins og áður leyft að aka lengra eða allt að 120 km (Vegagerðin, 2010a). Í töflum 20 og 21 hér á næstu síðu má sjá þau skilyrði sem sett

voru hverjum bíl í líkönum 3 og 4 varðandi hámarksaksturstíma og hámarksakstursvegalegd.

Tafla 20. Hámarksaksturstími og hámarksakstursvegalegdir bíla fyrir líkan 3

Bíll	Tilfelli 1		Tilfelli 2		Tilfelli 3	
	Tími (mín)	Lengd (km)	Tími (mín)	Lengd (km)	Tími (mín)	Lengd (km)
Bíll 1	180	100	180	90	180	85
Bíll 2	180	100	180	80	180	80
Bíll 3	180	70	180	70	180	75
Bíll 4	180	60	180	70	180	75
Bíll 5	180	90	1	1	1	1
Bíll 6	180	80	180	120	180	110
Bíll 7	180	65	180	70	180	60
Bíll 8	180	65	180	75	180	61
Bíll 9	180	65	180	80	180	60
Bíll 10	180	80	180	80	180	90

Tafla 21. Hámarksaksturstími og hámarksakstursvegalegdir bíla fyrir líkan 4

Bíll	Tilfelli 1		Tilfelli 2		Tilfelli 3	
	Tími (mín)	Lengd (km)	Tími (mín)	Lengd (km)	Tími (mín)	Lengd (km)
Bíll 1	180	140	180	150	180	150
Bíll 2	180	100	180	100	180	105
Bíll 3	180	90	180	80	180	75
Bíll 4	180	125	180	80	180	95
Bíll 5	180	80	180	1	180	1
Bíll 6	180	100	180	120	180	110
Bíll 7	180	80	180	70	180	60
Bíll 8	180	80	180	75	180	61
Bíll 9	180	80	180	100	180	60
Bíll 10	180	100	180	80	180	90

Með því að setja hámarksakstursvegalegd 1 kílómetur og aksturstíma 1 mínútu eins og fyrir bíl 5 í tilfelli 2 og 3 allra líkana er í raun verið að sjá til þess að sá bíll verði ekki ræstur út. Þannig að fyrir tilfelli 2 og 3 eru bara níu bílar til taks í stað tíu eins og fyrir tilfelli 1. Áhersla var lögð á að dreifa álaginu jafnt á milli bíla þannig að sem best dreifing og nýting bíla fengist. Niðurstöður varðandi aksturstíma og akstursvegalegdir allra líkana eru reiknaðar og mældar upp í hverju líkani fyrir sig og settar fram á töfluformi.

5.8 Umferðarreglur, boð og bönn

Umferðarreglur liggja til grundvallar í líkönum og var þeim fylgt undantekningarlaust. Áhersla var lögð á að bílar héldu sig á þeim vegum sem eru innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar og færu sem minnst út af því gatnaneti, því voru sett beygjubönn á ákveðna staði til þess að stýra akstursleiðum að hluta. Það var þó ekki hjá því komist að farið yrði út fyrir skilgreint gatnanet á ákveðnum stöðum þar sem að öðrum kosti myndu akstursvegalengdir lengjast nokkuð. Bílum var ekki leyft að fara inn í íbúðargötur eða inn á stærri bílastæði til þess að snúa við. Í þeim tilvikum sem bílum var beint út fyrir skilgreint þjónustusvið var þeim stýrt að hringtorgum og öðrum hentugum stöðum til þess að snúa við.

Að ýmsu þurfti að huga varðandi beygjubönn vegna þess hve stórir bílarnir eru sem sinna hálkuvörnum. Þeir eru ekki jafn liprir og fólksbílar í viðsnúningum og þurfa því meira rými til þess að athafna sig, því þurfti að banna ýmsa viðsnúninga sem þó eru ekki bannaðir samkvæmt umferðarreglum. Þar var í flestum tilvikum um að ræða svokallaðar u-beygjur sem eru leyfðar en rými á viðkomandi stöðum býður ekki upp á að vörubílar taki þar u-beygjur.

Bílum var ekki leyft að fara í mislæg vegamót Vesturlandsvegar og Víkurvegar, þar var sett beygjubann af Vesturlandsegi í SV-ramp þegar ekið er í austurátt eftir Vesturlandsvegi. Þurftu bílar því að fara að hringtorgi við Lambhagaveg til þess að snúa við ef þess þurfti. Umrædd vegamót eru ekki innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar og er það helsta ástæðan fyrir því að bílum var frekar beint í hringtorgið, það er þó um 0,5 km lengri leið.

Bílum var leyft að fara inn í Stekkjarbakka af Breiðholtsbraut til þess að snúa við á hringtorginu við Grænastekk, þeir komust þó ekki lengra en í hringtorgið. Var það gert vegna þess hve erfið mislæg vegamót Breiðholtsbrautar og Reykjanesbrautar eru yfirferðar. Margar ferðir þarf til þess að ná öllum beygjum og römpum og var þessi leið inn Stekkjabakka eingöngu leyfð til þess að snúa við og fara til baka. Að öðrum kosti þyrftu bílarnir að fara lengri leið til þess að snúa við, jafnvel alla leið að hringtorgi við Suðurlandsveg. Af sömu ástæðum var einnig leyft að fara Nýbílaveg að hringtorgi við Skemmuveg og Smiðjuveg til þess að snúa við.

Mislæg vegamót Reykjanesbrautar og Stekkjarbakka eru ekki innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar. Bílum var þó leyft að nota vegamótin til þess að snúa við ef þess þurfti vegna þess hve margar ferðir þarf um mislæg vegamót Reykjanesbrautar og Breiðholtsbrautar. Það að leyfa bílum að snúa við á umræddum vegamótum í stað þess að fara að mislægum vegamótum við Elliðaárvog munar um 2,7 km í akstri.

Á mislægum vegamótum Reykjanesbrautar og Kaupþúns var bílum leyft að fara að hringtorgi við Austurhraun og Miðhraun til þess að snúa við, þó sú leið sé ekki innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar. Var það gert vegna þess að tvær ferðir þarf yfir brúna í

suðurátt til þess að ná beygjum og öllum veghlutum við gatnamót Kaupþúns og Urriðaholtsstrætis.

Arnarnes frá mislægum vegamótum við Hafnarfjarðarveg og Arnarnesveg er ekki innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar. Það var þó ekki hjá því komist að láta bíla aka Arnarnes alla leið að Æðanesi til þess að snúa við þar sem u-beygja er ekki leyfileg á gatnamótum við Súlunes og Hegranes.

Mislæg vegamót við Miklubraut og Réttarholtsveg eru ekki innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar nema þá ef nauðsyn krefur vegna mikillar hálfu að næturlagi (Jóhann B. Skúlason munnleg heimild, 10.11.2010). Bílum var leyft að nota vegamótin til þess að snúa við ef þess þurfti. Ef Miklubraut er ekin til austurs sparar það um 2,2 km að leyfa bílum að snúa við á umræddum vegamótum í stað þess að fara að mislægum vegamótum við Elliðaárvog. Ef ekið er Miklubraut til vesturs sparar það um 5,0 km akstur að leyfa bílum að snúa þarna við í stað þess að fara alla leið að mislægum vegamótum við Kringlumýrarbraut og Bústaðaveg, en ekki er um annan stað að ræða til að snúa við fyrir en þar.

Á svokölluðum dauðum endum, eða þar sem vegir enda og enginn annar vegur tekur við, var bílum leyft að taka u-beygjur til þess að snúa við.

5.9 Breytingar á akstursleiðum

Ákveðnar breytingar þurfti að gera á þeim akstursleiðum sem koma út úr líkönum. Þar var horft til þess að ákveðnar leiðir eru í meiri forgangi en aðrar þó um sama þjónustuflokk sé að ræða. Stofnbrautir njóta forgangs og því er byrjað á því að fara fram og til baka eftir helstu stofnbrautum áður en farið er að huga að mislægum vegamótum og öðrum vegum. Þá er það mismunandi hversu margar akreinar eru á vegum, því þurfa ákveðnir vegir fleiri ferðir en kom beint út úr keyrslu líkana og var því bætt við ferðum eftir þörfum. Það gatnanet sem unnið var með byggir á miðlínugrind allra vega á svæðinu og geri því ekki greinarmun á til dæmis tveggja og þriggja akreina vegum. Lögð var áhersla á að hafa akstursleiðir eins raunhæfar og hægt var miðað við hvernig æskilegt er að verkið sé unnið samkvæmt góðu verklagi hálkuvarna. Þessar breytingar voru því óhjákvæmilegar og leiða til þess að akstursvegalengdir ákveðinna bíla eru lengri en lesa má beint út úr niðurstöðum líkana. Eftirfarandi breytingar á akstursleiðum eiga við vegi sem eru í þjónustuflokki 1 og voru því gerðar fyrir það tilfelli sem kom hagkvæmast út varðandi aksturstíma og akstursvegalengd fyrir hvert líkan.

- Sá bíll sem sinnir Kringlumýrarbraut og Hafnarfjarðarvegi hefur ferð sína við Kringluna og byrjar á því að fara beint að Fjarðarhrauni, áfram að hringtorgi við Lækjargötu í Hafnarfirði og fer svo sömu leið til baka. Fer síðan inn á Miklubraut að mislægum vegamótum við Réttarholtsveg þar sem hann snýr við og fer aftur til baka að Kringlunni. Eftir það fer hann að sinna mislægum vegamótum og öðrum vegum innan hans þjónustusvæðis.

- Sá bíll sem sinnir Reykjanesbraut innan þéttbýlis byrjar á því að fara frá Elliðaárvogi að hringtorgi við Lækjargötu í Hafnarfirði, fer svo sömu leið til baka áður en hann fer að sinna mislægum vegamótum og öðrum vegum innan hans þjónustusvæðis.
- Vesturlandsvegur frá Elliðaárvogi að Þingvallavegi er 2-3 akreinar ásamt vegöxlum. Út úr líkönum er bara ein ferð eftir Vesturlandsvegi í hvora átt, því var bætt við einni ferð í báðar áttir til þess að tryggja nægar hálkuvörnir. Það sama gildir um Breiðholtsbraut, þar er bætt við einni ferð af sömu ástæðu.

Þá voru gerðar ákveðnar breytingar á akstursleiðum í líkönum 3 og 4 sem ekki eiga við í öðrum líkönum. Þar eru ákveðnir vegir sem ekki var hægt að samtvinna við fyrri akstursleiðir án þess að aksturstími væri kominn yfir skilgreind mörk og þjónusta á forgangsvegum skertist. Eftirfarandi breytingar voru gerðar á akstursleiðum bíla sem sinna vegum í þjónustuflokkum 3 og 4.

- Bíll sem sinnir Þingvallavegi klárar að hálkuverja alla vegi í þjónustuflokki 1 og 2 sem eru innan hans þjónustusvæðis áður en hann þjónustar Þingvallaveg frá Seljabrekkuvegi að þjónustumiðstöð sem er í þjónustuflokki 3.
- Bílar sem sinna Nesvegi og Vatnsleysustrandarvegi klára að hálkuverja alla vegi í þjónustuflokkum 1 og 2 sem eru innan þeirra þjónustusvæðis áður en þeir hefja þjónustu á Nesvegi og Vatnsleysustrandarvegi sem eru í þjónustuflokki 4. Varðandi Vatnsleysustrandarveg hefur þessi breyting ekki áhrif á heildarakstursvegalegnd þess bíls þar sem hann er staðsettur við Voga á Vatnsleysuströnd.
- Bíll sem sinnir Krýsuvíkurvegi endar á því sinna þjónustu þar eftir að hafa lokið hálkuvörnum á öðrum vegum innan hans þjónustusvæðis.

Niðurstöður akstursleiða eru settar fram myndrænt fyrir hvert líkan. Ekki eru settar fram akstursleiðir fyrir hvert tilfalli heldur eingöngu fyrir það tilfalli sem kemur hagkvæmast út og búið er að taka tillit til þeirra breytinga sem fjallað var um hér að framan.

6 Niðurstöður

Í niðurstöðum varðandi aksturstíma og akstursvegalengdir var í öllum tilfellum notast við sömu staðsetningu bíla sem fjallað er um hér að neðan. Í tilfelli 1 voru ekki skilgreind nein þjónustusvæði. Því gátu bílarnir farið um allt gatnanetið óháð staðsetningu. Fyrir tilfelli 2 voru skilgreind þjónustusvæði fyrir hvern bíl sem næst því verkskipulagi sem verktaki vann eftir veturinn 2010-2011. Í tilfelli 3 voru skilgreind þjónustusvæði fyrir hvern bíl sem í grunninn byggðu á núverandi skipulagi en þó með ýmsum breytingum. Svæðisskiptingu má sjá í kafla 5.6. Skilyrði voru skilgreind varðandi hámarksaksturstíma og hámarksakstursvegalengdir fyrir hvert tilfelli sem sjá má í kafla 5.7. Það tilfelli sem kom hagkvæmast út í hverju líkani með tilliti til aksturstíma og akstursvegalengda var tekið til nánari skoðunar og gerðar breytingar á akstursleiðum samkvæmt kafla 5.9. Akstursleiðir sem settar eru fram myndrænt eiga við um það tilfelli sem kom hagkvæmast út og búið var að taka tillit til allra breytinga.

6.1 Staðsetning bíla

Í töflum 22-24 hér að neðan má sjá heildarakstursvegalengdir miðað við breytilegar staðsetningar bíla. Við samanburð á staðsetningum var notaður sami grunnur og fyrir líkan 1, það er að hálkuverja þurfti alla vegi í þjónustuflokki 1.

Tafla 22. Bílar staðsettir á þremur stöðum

Fjöldi bíla	Staðsetning	Heildarakstursvegalengd
2	Stapabraut, Reykjanesbær	
4	Rauðhella, Hafnarfjörður	501 kílómetri
4	Höfðabakki, Reykjavík	

Tafla 23. Bílar staðsettir á fimm stöðum

Fjöldi bíla	Staðsetning	Heildarakstursvegalengd
2	Stapabraut, Reykjanesbær	
3	Rauðhella, Hafnarfjörður	
2	Höfðabakki, Reykjavík	504 kílómetrar
1	Korpúlfsstaðavegur, Reykjavík	
1	Suðurlandsvegur, Reykjavík	

Tafla 24. Bílar staðsettir á átta stöðum

Fjöldi bíla	Staðsetning	Heildarakstursvegalengd
1	Stapabraut, Reykjanesbær	
1	Vogavegur, Vatnsleysuströnd	
3	Rauðhella, Hafnarfjörður	
1	Krikahverfi, Mosfellsbær	484 kílómetrar
1	Víkurvegur, Grafarvogur	
1	Sæbraut, Reykjavík	
1	Hringbraut, Reykjavík	
1	Höfðabakki, Reykjavík	

Það að staðsetja bíla á alls átta stöðum víðs vegar um gatnanetið skilaði hagkvæmustu niðurstöðu ef horft var til aksturstíma og akstursvegalengda. Heildarakstursvegalengd var 484 km eða 17-20 km styttri samanborið við aðrar staðsetningar. Við keyrslu allra líkana var því notast við þær átta staðsetningar sem fram koma í töflu 24 hér að framan.

6.2 Líkan 1

6.2.1 Niðurstöður keyrslu líkans 1

Niðurstöður keyrslu líkans 1 varðandi aksturstíma og akstursvegalengdir allra bíla má sjá í töflu 25 hér að neðan.

Tafla 25. Niðurstöður líkans 1

Bíll	Tilfelli 1		Tilfelli 2		Tilfelli 3	
	Tími (mín)	Lengd (km)	Tími (mín)	Lengd (km)	Tími (mín)	Lengd (km)
Bíll 1	81	59	90	68	90	68
Bíll 2	76	58	82	62	82	62
Bíll 3	108	67	58	45	78	60
Bíll 4	110	89	57	47	58	47
Bíll 5	74	59	0	0	0	0
Bíll 6	86	54	71	51	71	51
Bíll 7	76	56	75	46	38	23
Bíll 8	82	59	116	73	95	60
Bíll 9	25	16	85	58	93	55
Bíll 10	84	51	65	48	81	58
Samtals		568		498		484

Í öllum tilfellum var hálkuvörnum lokið innan tveggja klukkustunda þó nokkur munur hafi verið á heildarakstursvegalengdum milli tilfella. Akstursvegalengdir flestra bíla í öllum tilfellum voru 45-60 km, þó ákveðnir bílar hafi ekið lengra. Í tilfelli 1 voru tíu bílar í notkun og var heildarakstursvegalengd 568 km sem var umtalsvert lengra en í öðrum tilfellum. Einn bíll var einungis í þjónustu í 25 mínútur og ók 16 km, en ekki er talið heppilegt að bíll sé ræstur út fyrir svo skamman tíma. Betra hefði verið að dreifa þessum 16 km á aðra bíla þar sem flestir bílar í tilfelli 1 hafa nokkurn slaka á þjónustutíma. Í tilfelli 2 voru níu bílar í notkun og var heildarakstursvegalengd allra bíla 498 km eða 70 km styttri en fyrir tilfelli 1. Bíll 8 var áberandi lengst við þjónustu eða í 116 mínútur og ók 73 km. Í þessu tilfelli sinnir bíll 8 hálkuvörnum á Reykjanesbraut innan þéttbýlis og Breiðholtsbraut. Verður það að teljast óheppilegt að bíll sem sinnir svo umferðarmiklum vegum sé með lítinn sem engan slaka á þjónustutíma til þess að ljúka hálkuvörnum. Einnig var akstursvegalengd nokkuð yfir viðmiði varðandi 50 km akstursvegalengd hvers bíls. Að öðru leyti kom tilfelli 2 nokkuð vel út. Í tilfelli 3 sem gaf hagkvæmstu niðurstöður voru níu bílar í notkun og var heildarakstursvegalengd 484 km eða 14 km styttri en í tilfelli 2. Sá bíll sem lengst var við hálkuvörnin var í 95 mínútur sem gefur slaka upp á 25 mínútur. Bíll 7 ók einungis 23 km sem var mun styttra

en aðrir bílar. Eftir að tillit hefur verið tekið til breytinga á akstursleiðum leiðréttist það misræmi eins og greint verður frá hér að neðan í umfjöllun um lokaniðurstöður líkans 1. Helstu breytingar á akstursvegalegndum ef borið er saman við tilfelli 2 voru þær að bílar sem sinna hálkuvörnum á vegum innan þéttbýlis óku styttra á kostnað þeirra sem þjónusta vegi utan þéttbýlis.

Í töflu 26 hér að neðan má sjá lokaniðurstöður eftir að búið var að vinna nánar með niðurstöður tilfelli 3 og taka tillit til þeirra breytinga á akstursleiðum sem nauðsynlegt var að framkvæma.

Tafla 26. Lokaniðurstöður líkans 1 eftir breytingar á akstursleiðum

Bíll	Eftir breytingar		Breyting frá tilfelli 3		Staðsetning hálkuvarna
	Tími (mín)	Lengd (km)	Tími (mín)	Lengd (km)	
Bíll 1	90	68	0	0	Utan þéttbýlis
Bíll 2	82	62	0	0	Utan þéttbýlis
Bíll 3	63	50	-15	-10	Utan þéttbýlis
Bíll 4	73	57	15	10	Utan þéttbýlis
Bíll 5	0	0	0	0	
Bíll 6	71	51	0	0	Innan og utan þéttbýlis
Bíll 7	75	48	37	25	Innan þéttbýlis
Bíll 8	95	60	0	0	Innan þéttbýlis
Bíll 9	100	60	7	5	Innan þéttbýlis
Bíll 10	97	68	16	10	Innan og utan þéttbýlis
Samtals		524		40	

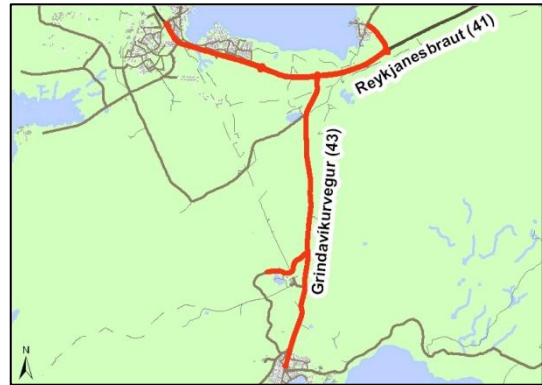
Þegar búið var að taka tillit til breytinga á akstursleiðum fyrir tilfelli 3 var heildarakstursvegalegnd allra bíla 524 km eða 40 km lengri en í tilfelli 3. Miðað við að lengd gatnanets fyrir líkan 1 sé 351 km þarf því að aka 173 km umfram þá vegalegnd til þess að hálkuverja alla vegi eins og gert var ráð fyrir samkvæmt gæðastaðli og góðu verklagi í vetrarþjónustu. Akstursvegalegndir voru um 50-70 km og þeir bílar sem eingöngu hálkuvörðu vegi innan þéttbýlis óku um 50-60 km. Er það vel ásættanlegt ef tekið er mið af viðmiðum gæðastaðals fyrir þjónustuflokk 1. Vinnuálag var nokkuð jafnt milli bíla og voru þeir vel innan við tvær klukkustundir að ljúka hálkuvörnum og hafa því nokkuð góðan slaka á þjónustutíma. Breytingar á akstursvegalegndum bíla 3 og 4 skýrast af breyttum akstursleiðum þeirra á milli en hafði ekki áhrif á heildarakstursvegalegnd. Bíll 7 ók 25 km lengra en í tilfelli 3 sem skýrist af því að bætt var við ferð á Vesturlandsveg frá Elliðaársvogi að Þingvallavegi. Á bíl 9 sem þjónustar meðal annars Hafnarfjarðarveg var bætt við ferð á Miklubraut að Réttarholtsvegi. Bíll 10 ók 10 km lengri vegalegnd sem skýrist af því að á hann var bætt einni ferð á Breiðholtsbraut.

6.2.2 Akstursleiðir líkans 1

Akstursleiðir allra bíla fyrir tilfelli 3 eftir að tillit hafði verið tekið til breytinga má sjá á myndum 9-17 hér á næstu síðum.



Mynd 9. Líkan 1, akstursleið bíls 1



Mynd 10. Líkan 1, akstursleið bíls 2



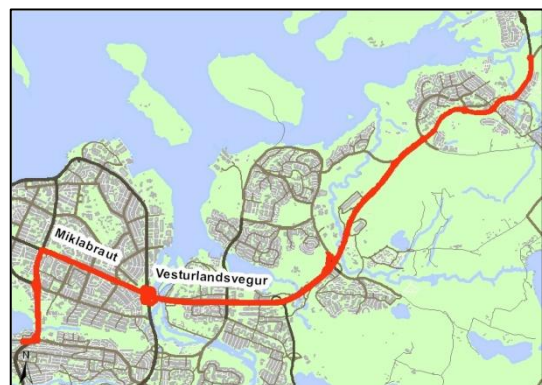
Mynd 11. Líkan 1, akstursleið bíls 3



Mynd 12. Líkan 1, akstursleið bíls 4



Mynd 13. Líkan 1, akstursleið bíls 6



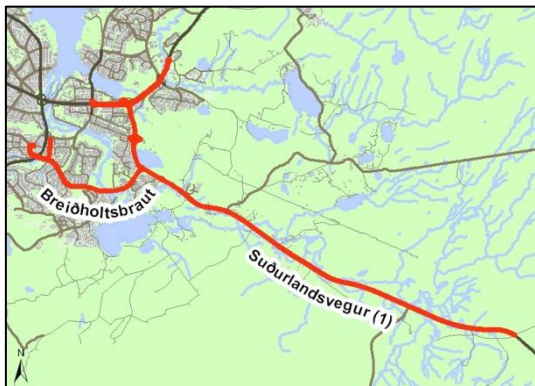
Mynd 14. Líkan 1, akstursleið bíls 7



Mynd 15. Líkan 1, akstursleið bíls 8



Mynd 16. Líkan 1, akstursleið bíls 9



Mynd 17. Líkan 1, akstursleið bíls 10

Bílar 1 og 2 þjónusta í sameiningu Reykjanesbraut frá Vogavegi að Flugstöð Leifs Eiríkssonar, bíll 1 þjónustar svo Garðskagaveg, Sandgerðisveg og Miðnesheiðaveg á meðan bíll 2 þjónustar Grindavíkurveg og Bláalónsveg. Bílar 3 og 4 þjónusta sameiginlega Reykjanesbraut frá Lækjargötu í Hafnarfirði að Grindavíkurvegi. Bíll 6 þjónustar Vesturlandsveg frá Lambhagavegi að Þingvallavegi, Hringveg frá Þingvallavegi að syðri gangamunna Hvalfjarðarganga og Reykjaveg. Bíll 7 þjónustar Vesturlandsveg frá Þingvallavegi að Miklubraut, Miklubraut og Kringlumýrarbraut að Kársnesbraut. Bíll 8 þjónustar Reykjanesbraut frá Vesturlandsvegi að Lækjargötu í Hafnarfirði. Bíll 9 þjónustar Kringlumýrarbraut, Hafnarfjarðarveg, Álfarnesveg, Fjarðarhraun, Arnarnesveg og Miklubraut. Bíll 10 þjónustar Suðurlandsveg og Breiðholtsbraut.

Í viðauka C má sjá akstursleiðir í gegnum mismög vegamót. Leiðarlýsingu fyrir akstursleið hvers bíls eftir breytingar má sjá í viðauka D.

6.3 Líkan 2

6.3.1 Niðurstöður keyrslu líkans 2

Niðurstöður keyrslu líkans 2 varðandi aksturstíma og akstursvegalengdir allra bíla má sjá í töflu 27 hér að neðan.

Tafla 27. Niðurstöður líkans 2

Bíll	Tilfelli 1		Tilfelli 2		Tilfelli 3	
	Tími (mín)	Lengd (km)	Tími (mín)	Lengd (km)	Tími (mín)	Lengd (km)
Bíll 1	120	91	105	81	105	81
Bíll 2	99	69	110	77	110	77
Bíll 3	107	68	85	61	99	71
Bíll 4	92	57	57	47	82	66
Bíll 5	120	96	0	0	0	0
Bíll 6	103	63	89	65	89	65
Bíll 7	65	49	75	46	38	23
Bíll 8	55	43	116	73	95	60
Bíll 9	72	48	110	74	93	55
Bíll 10	58	39	65	48	81	58
Samtals		623		572		556

Í öllum tilfellum var hálkuvörnum lokið innan tveggja klukkustunda. Í tilfelli 1 voru tíu bílar í notkun og nýttu tveir þeirra allan þann tíma sem þeir höfðu til þess að ljúka hálkuvörnum eða 120 mínútur. Heildarakstursvegalengd í tilfelli 1 var 623 km og voru akstursvegalengdir flestra bíla 40-70 km. Í tilfelli 2 voru níu bílar í notkun og var heildarakstursvegalengd allra bíla 572 km eða 51 km styttri en í tilfelli 1. Akstursvegalengdir bíla í tilfelli 2 voru 45-80 km og þeir sem lengst óku sinntu hálkuvörnum á langleiðum utan þéttbýlis. Bílar 8 og 9 sinntu hálkuvörnum innan þéttbýlis og voru akstursvegalengdir þeirra nokkuð frá viðmiði gæðastaðals um að akstursvegalengd hvers bíls eigi að vera um 50 km. Auk þess hafa þessir bílar lítinn slaka á þjónustutíma þar sem þeir voru í þjónustu í 110-120 mínútur. Í tilfelli 3 voru níu bílar í notkun eins og í tilfelli 2 en heildarakstursvegalengd var 556 km eða 16 km styttri og gaf því hagkvæmustu niðurstöður. Akstursvegalengdir flestra bíla í tilfelli 3 voru um 50-80 km og þeir bílar sem eingöngu sinntu hálkuvörnum innan þéttbýlis óku um 40-60 km, að undanskildum bíl 7 sem ók 23 km. Ef tekið er mið af gæðastaðli varðandi akstursvegalengdir fyrir hvern bíl er það vel ásættanlegt. Allir bílar ljúka hálkuvörnum innan 100 mínútna að undanskildum bílum 1 og 2 sem þjónusta langleiðir á Reykjarnesi, því hafa flestir bílar nokkurn slaka á þjónustutíma. Eins og fyrir líkan 1 eru helstu breytingar á akstursvegalengdum í tilfelli 3 samanborið við tilfelli 2 þær að bílar sem sinna hálkuvörnum innan þéttbýlis óku styttra sem varð til þess að þeir sem sinna hálkuvörnum utan þéttbýlis óku lengra.

Í töflu 28 hér að neðan má sjá lokaniðurstöður eftir að búið var að vinna nánar með niðurstöður tilfelli 3 og taka tillit til þeirra breytinga á akstursleiðum sem nauðsynlegt var að framkvæma.

Tafla 28. Lokaniðurstöður líkans 2 eftir breytingar á akstursleiðum

Bíll	Eftir breytingar		Breyting frá tilfelli 3		Staðsetning hálkuvarna
	Tími (mín)	Lengd (km)	Tími (mín)	Lengd (km)	
Bíll 1	105	81	0	0	Utan þéttbýlis
Bíll 2	110	77	0	0	Utan þéttbýlis
Bíll 3	99	71	0	0	Utan þéttbýlis
Bíll 4	82	66	0	0	Utan þéttbýlis
Bíll 5	0	0	0	0	
Bíll 6	89	65	0	0	Innan og utan þéttbýlis
Bíll 7	75	48	37	25	Innan þéttbýlis
Bíll 8	95	60	0	0	Innan þéttbýlis
Bíll 9	100	60	7	5	Innan þéttbýlis
Bíll 10	97	68	16	10	Innan og utan þéttbýlis
Samtals		596		40	

Heildarakstursvegalegd eftir að búið var að taka tillit til allra breytinga var 596 km eða 40 km lengri en í tilfelli 3. Miðað við að lengd gatnanets fyrir líkan 2 sé 429 km þarf að aka 167 km lengri vegalegd til þess að hálkuverja alla vegi eins og gert var ráð fyrir. Akstursvegalegdir voru um 50-80 km og bílar sem eingöngu sinntu hálkuvörnum innan þéttbýlis óku um 50-60 km. Fellur það nokkuð vel að viðmiðum gæðastaðals um að hver akstursleið sé um 50 km fyrir þjónustuflokka 1 og 2. Vinnuálag var nokkuð jafnt milli bíla og voru flestir í um 80-100 mínútur að ljúka hálkuvörnum sem gefur þeim góðan slaka á þjónustutíma. Tveir bílar voru þó í þjónustu í yfir 100 mínútur en báðir sinna þeir hálkuvörnum á Suðurnesjum og höfðu stórt svæði til þess að fara yfir. Aukin akstursvegalegd hjá bílum 7, 9 og 10 skýrast af sömu ástæðum og fyrir líkan 1 og farið var yfir hér að framan.

6.3.2 Akstursleiðir líkans 2

Akstursleiðir allra bíla fyrir tilfelli 3 eftir að tillit hafði verið tekið til breytinga má sjá á myndum 18-26 hér á næstu síðum.



Mynd 18. Líkan 2, akstursleið bíls 1



Mynd 19. Líkan 2, akstursleið bíls 2



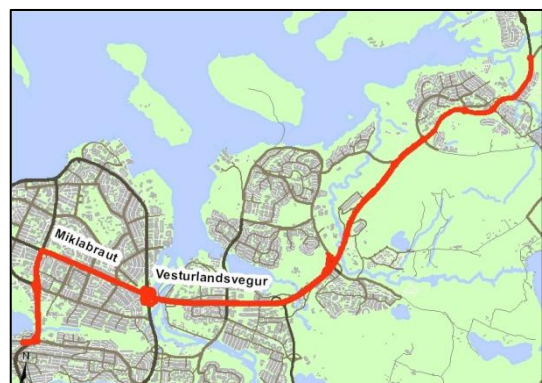
Mynd 20. Líkan 2, akstursleið bíls 3



Mynd 21. Líkan 2, akstursleið bíls 4



Mynd 22. Líkan 2, akstursleið bíls 6



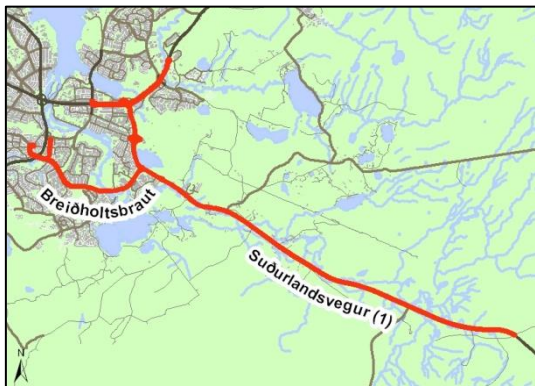
Mynd 23. Líkan 2, akstursleið bíls 7



Mynd 24. Líkan 2, akstursleið bíls 8



Mynd 25. Líkan 2, akstursleið bíls 9



Mynd 26. Líkan 2, akstursleið bíls 10

Bílar 1 og 2 þjónusta í sameiningu Reykjanesbraut frá Vogavegi að Flugstöð Leifs Eiríkssonar, bíll 1 þjónustar svo Garðskagaveg, Sandgerðisveg, Miðnesheiðaveg og Hafnarveg á meðan bíll 2 þjónustar Grindavíkurveg, Bláalónsveg, Suðurstrandarveg og Vogaveg. Bílar 3 og 4 þjónusta sameiginlega Reykjanesbraut frá Lækjargötu í Hafnarfirði að Grindavíkurvegi, bíll 3 þjónustar svo Elliðavatnsveg á meðan bíll 4 þjónustar Krýsuvíkurveg að Vatnsskarði. Bíll 6 þjónustar Vesturlandsveg frá Lambhagavegi að Þingvallavegi, Hringveg frá Þingvallavegi að syðri gangamunna Hvalfjarðarganga, Reykjaveg og Þingvallaveg að Seljabrekkuvegi. Bíll 7 þjónustar Vesturlandsveg frá Þingvallavegi að Miklubraut, Miklubraut og Kringlumýrarbraut að Kársnesbraut. Bíll 8 þjónustar Reykjanesbraut frá Vesturlandsvegi að Lækjargötu í Hafnarfirði. Bíll 9 þjónustar Kringlumýrarbraut, Hafnarfjarðarveg, Álftanesveg, Fjarðarhraun, Arnarnesveg og Miklubraut. Bíll 10 þjónustar Suðurlandsveg og Breiðholtsbraut.

Í viðauka C má sjá akstursleiðir í gegnum mismög vegamót. Leiðarlýsingu fyrir akstursleið hvers bíls eftir breytingar má sjá í viðauka D.

6.4 Líkan 3

6.4.1 Niðurstöður keyrslu líkans 3

Niðurstöður keyrslu líkans 3 varðandi aksturstíma og akstursvegalengdir allra bíla má sjá í töflu 29 hér að neðan.

Tafla 29. Niðurstöður líkans 3

Bíll	Tilfelli 1		Tilfelli 2		Tilfelli 3	
	Tími (mín)	Lengd (km)	Tími (mín)	Lengd (km)	Tími (mín)	Lengd (km)
Bíll 1	107	82	105	81	105	81
Bíll 2	111	79	110	77	110	77
Bíll 3	95	62	85	61	99	71
Bíll 4	88	56	57	47	82	66
Bíll 5	111	90	0	0	0	0
Bíll 6	95	74	155	119	138	109
Bíll 7	82	60	75	46	54	33
Bíll 8	85	62	116	73	95	60
Bíll 9	90	61	110	74	93	55
Bíll 10	116	78	102	74	121	84
Samtals		704		652		636

Í tilfelli 1 voru tíu bílar í notkun og ljúka þeir hálkuvörnum á öllum vegum innan tveggja klukkustunda. Það er þó á kostnað þess að bílar óku lengra en í öðrum tilfellum. Heildarakstursvegalengd fyrir tilfelli 1 var 704 km og voru akstursvegalengdir allra bíla um 55-90 km. Í tilfelli 2 voru níu bílar í notkun og var heildarakstursvegalengd allra bíla 652 km eða 52 km styttri en í tilfelli 1. Akstursvegalengdir flestra bíla í tilfelli 2 voru um 45-80 km og var þjónustutími innan við tvær klukkustundir hjá öllum bílum nema einum. Bíll 6 ók afgerandi lengst eða 119 km sem skýrist af því að hann sinnir hálkuvörnum á langleið í þjónustuflokki 3. Eins og í líkönum 1 og 2 voru bílar sem þjónusta vegi innan þéttbýlis í tilfelli 2 með helst til of langar akstursleiðir þó svo að markmiðum varðandi þjónustutíma hafi verið náð. Í tilfelli 3 voru einnig níu bílar sem sinntu hálkuvörnum og var heildarakstursvegalengd 636 km eða 16 km styttri en í tilfelli 2 og gaf því hagkvæmustu niðurstöður tilfella þriggja. Allir bílar nema einn ljúka hálkuvörnum innan tilsetts tíma og eru akstursvegalengdir bíla sem eingöngu þjónusta vegi innan þéttbýlis innan viðmiða gæðastaðals um að æskileg akstursvegalengd bíla sé um 60 km. Bílar sem sinna hálkuvörnum á langleiðum eru einnig innan viðmiða um að hver akstursleið sé allt að 120 km.

Samkvæmt niðurstöðum keyrslu tilfella 2 og 3 náði bíll 6 ekki að ljúka hálkuvörnum á vegum í þjónustuflokkum 1 og 2 innan tveggja klukkustunda. Skýrist það af því að í báðum tilfellum var Þingvallavegur að þjónustumiðstöð hálkuvárinn áður en Hringvegur að Hvalfjarðargöngum er þjónustaður, þó svo að Hringvegur sé í forgangi.

Í töflu 30 hér að neðan má sjá lokaniðurstöður eftir að búið var að vinna nánar með niðurstöður tilfelli 3 og taka tillit til þeirra breytinga á akstursleiðum sem nauðsynlegt var að framkvæma.

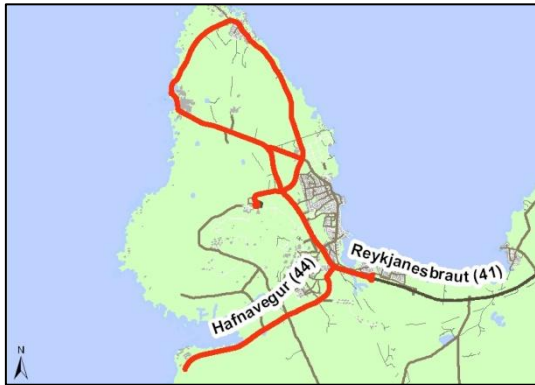
Tafla 30. Lokaniðurstöður líkans 3 eftir breytingar á akstursleiðum

Bíll	Eftir breytingar		Breyting frá tilfelli 3		Staðsetning hálkuvarna
	Tími (mín)	Lengd (km)	Tími (mín)	Lengd (km)	
Bíll 1	105	81	0	0	Utan þéttbýlis
Bíll 2	110	77	0	0	Utan þéttbýlis
Bíll 3	99	71	0	0	Utan þéttbýlis
Bíll 4	82	66	0	0	Utan þéttbýlis
Bíll 5	0	0	0	0	
Bíll 6	178	136	40	27	Innan og utan þéttbýlis
Bíll 7	90	57	36	24	Innan þéttbýlis
Bíll 8	95	60	0	0	Innan þéttbýlis
Bíll 9	100	60	7	5	Innan þéttbýlis
Bíll 10	119	83	-2	-1	Innan og utan þéttbýlis
Samtals		691		55	

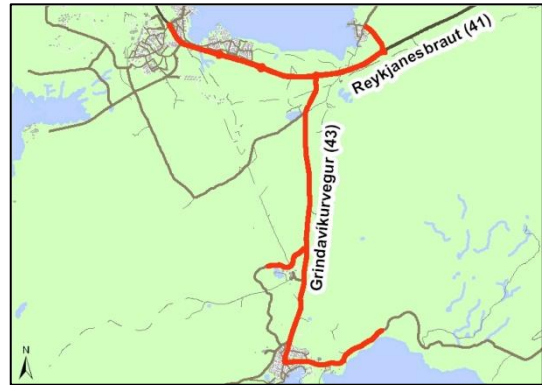
Heildarakstursvegalengd eftir að búið var að taka tillit til allra breytinga var 691 km eða 55 km lengri en í tilfelli 3. Miðað við að lengd gatnanets fyrir líkan 3 sé 507 km þarf að aka 184 km lengri vegalengd til þess að þjónusta alla vegi eins og gert var ráð fyrir. Akstursvegalengdir bíla sem sinntu eingöngu hálkuvörnum á vegum innan þéttbýlis voru um 50-60 km, aðrir bílar óku lengra eða allt að 136 km. Fellur það nokkuð vel að viðmiðum gæðastaðals um að hver akstursleið sé um 60 km og bílar sem sinna hálkuvörnum á langleiðum megi aka allt að 120 km. Bíll 6 sem var lengst við þjónustu sinnir meðal annars hálkuvörnum á Þingvallavegi alla leið að þjónustumiðstöð við Þingvelli, en sú akstursleið er 66 km löng og tekur 80 mínútur í þjónustu. Áður en hann sinnir hálkuvörnum á Þingvallavegi frá Seljabrekkuvegi að þjónustumiðstöð lýkur hann þjónustu á öðrum vegum í þjónustuflokkum 1 og 2. Einnig er bætt var á hann ferð á Vesturlandsveg sem varð til þess að akstursvegalengd hans jókst um 27 km. Bíll 7 ók 24 km lengra en í tilfelli 3, bætt var á hann þjónustu á Suðurlandsvegi frá Vesturlandsvegi að Breiðholtsbraut ásamt einni ferð í Ártúnsbrekku. Bíll 10 ók 1 km styttri vegalengd samanborið við tilfelli 3 sem skýrist af því að bíll 7 tók yfir þjónustu á hluta Suðurlandsvegar, á móti var bætt á hann einni ferð um Breiðholtsbraut. Var það gert til þess að bíll 10 gæti tekið Bláfjallaveg og Hafravatnsveg með í leið sinni um Suðurlandsveg, einnig til að tryggja að hálkuvörnum á Suðurlandsvegi og Breiðholtsbraut væri lokið innan tveggja klukkustunda.

6.4.2 Akstursleiðir líkans 3

Akstursleiðir allra bíla fyrir tilfelli 3 eftir að tillit hafði verið tekið til breytinga má sjá á myndum 27-35 hér á næstu síðum.



Mynd 27. Líkan 3, akstursleið bíls 1



Mynd 28. Líkan 3, akstursleið bíls 2



Mynd 29. Líkan 3, akstursleið bíls 3



Mynd 30. Líkan 3, akstursleið bíls 4



Mynd 31. Líkan 3, akstursleið bíls 6



Mynd 32. Líkan 3, akstursleið bíls 7



Mynd 33. Líkan 3, akstursleið bíls 8



Mynd 34. Líkan 3, akstursleið bíls 9



Mynd 35. Líkan 3, akstursleið bíls 10

Bílar 1 og 2 þjónusta í sameiningu Reykjanesbraut frá Vogavegi að Flugstöð Leifs Eiríkssonar, bíll 1 þjónustar svo Garðskagaveg, Sandgerðisveg, Miðnesheiðaveg og Hafnarveg á meðan bíll 2 þjónustar Grindavíkurveg, Bláalónsveg, Suðurstrandarveg og Vogaveg. Bílar 3 og 4 þjónusta sameiginlega Reykjanesbraut frá Lækjargötu í Hafnarfirði að Grindavíkurvegi, bíll 3 þjónustar svo Elliðavatnsveg á meðan bíll 4 þjónustar Krýsuvíkurveg að Vatnsskarði. Bíll 6 þjónustar Vesturlandsveg frá Lambhagavegi að Þingvallavegi, Hringveg frá Þingvallavegi að syðri gangamunna Hvalfjarðarganga, Reykjaveg og Þingvallaveg að þjónustumiðstöð við Þingvelli. Bíll 7 þjónustar Vesturlandsveg frá Þingvallavegi að Miklubraut, Miklubraut, Kringlumýrarbraut að Kársnesbraut og Suðurlandsveg frá Vesturlandsvegi að Breiðhóltsbraut. Bíll 8 þjónustar Reykjanesbraut frá Vesturlandsvegi að Lækjargötu í Hafnarfirði. Bíll 9 þjónustar Hafnarfjarðarveg, Álftanesveg, Fjarðarhraun, Arnarnesveg og Miklubraut. Bíll 10 þjónustar Suðurlandsveg, Breiðhóltsbraut, Bláfjallaveg og Hafravatnsveg.

Í viðauka C má sjá akstursleiðir í gegnum mismög vegamót. Leiðarlýsingu fyrir akstursleið hvers bíls eftir breytingar má sjá í viðauka D.

6.5 Líkan 4

6.5.1 Niðurstöður keyrslu líkans 4

Niðurstöður keyrslu líkans 4 varðandi aksturstíma og akstursvegalengdir allra bíla má sjá í töflu 31 hér að neðan.

Tafla 31. Niðurstöður líkans 4

Bíll	Tilfelli 1		Tilfelli 2		Tilfelli 3	
	Tími (mín)	Lengd (km)	Tími (mín)	Lengd (km)	Tími (mín)	Lengd (km)
Bíll 1	176	136	177	139	177	139
Bíll 2	111	81	148	100	148	100
Bíll 3	130	81	101	71	99	71
Bíll 4	125	102	57	47	125	91
Bíll 5	116	76	0	0	0	0
Bíll 6	143	90	155	119	138	109
Bíll 7	110	80	92	55	54	33
Bíll 8	110	80	114	73	95	60
Bíll 9	59	35	123	81	93	55
Bíll 10	123	93	102	74	121	84
Samtals		854		759		742

Í tilfelli 1 voru tíu bílar í notkun og var heildarakstursvegalengd 854 km sem var umtalsvert lengra en í öðrum tilfellum. Bílar 1, 3 og 6 voru lengst við þjónustu og samkvæmt keyrslu tilfellis 1 náðu þeir ekki að ljúka hálkuvörnum á forgangsvegum innan tveggja klukkustunda. Í tilfelli 2 voru níu bílar í notkun og var heildarakstursvegalengd allra bíla 759 km eða 95 km styttri en í tilfelli 1. Bílar sem óku lengst í tilfelli 2 óku um 100-140 km sem skýrist af því að þeir sinna hálkuvörnum á vegum í þjónustuflokkum 3 og 4. Í tilfelli 3 voru einnig níu bílar sem sinntu hálkuvörnum og var heildarakstursvegalengd allra bíla 742 km eða 17 km styttri en í tilfelli 2 og gaf þar af leiðandi hagkvæmustu niðurstöður. Niðurstöður tilfella 2 og 3 falla nokkuð vel að viðmiðum gæðastaðals um að akstursvegalengdir bíla séu um 80 km og allt að 120 km á langleiðum.

Samkvæmt niðurstöðum keyrslu tilfella 2 og 3 náðu bílar 1, 2 og 6 ekki að ljúka hálkuvörnum á vegum í þjónustuflokkum 1 og 2 innan tveggja klukkustunda. Skýrist það af því að í báðum tilfellum voru vegir í þjónustuflokkum 3 og 4 teknir inn í akstursleiðir bílanna sem varð til þess að ákveðnir vegir og veghlutar sem eru í forgangi voru þjónustaðir of seint.

Í töflu 32 hér að neðan má sjá lokaniðurstöður eftir að búið var að vinna nánar með niðurstöður tilfelli 3 og taka tillit til þeirra breytinga á akstursleiðum sem nauðsynlegt var að framkvæma.

Tafla 32. Lokaniðurstöður líkans 4 eftir breytingar á akstursleiðum

Bíll	Eftir breytingar		Breyting frá tilfelli 3		Staðsetning hálkuvarna
	Tími (mín)	Lengd (km)	Tími (mín)	Lengd (km)	
Bíll 1	197	156	20	17	Utan þéttbýlis
Bíll 2	148	100	0	0	Utan þéttbýlis
Bíll 3	99	71	0	0	Utan þéttbýlis
Bíll 4	125	91	0	0	Utan þéttbýlis
Bíll 5	0	0	0	0	
Bíll 6	178	136	40	27	Innan og utan þéttbýlis
Bíll 7	90	57	36	24	Innan þéttbýlis
Bíll 8	95	60	0	0	Innan þéttbýlis
Bíll 9	100	60	7	5	Innan þéttbýlis
Bíll 10	119	83	-2	-1	Innan og utan þéttbýlis
Samtals		814		72	

Heildarakstursvegalengd eftir að búið var að taka tillit til allra breytinga var 814 km eða 72 km lengri en í tilfelli 3. Miðað við að lengd gatnanets fyrir líkan 4 sé 606 km þarf að aka 208 km lengri vegalengd til þess að þjónusta alla vegi eins og gert var ráð fyrir. Akstursvegalengdir bíla sem sinntu eingöngu hálkuvörnum á vegum innan þéttbýlis voru um 50-60 km, aðrir bílar óku lengra eða allt að 156 km. Fellur það nokkuð vel að viðmiðum gæðastaðals um að hver akstursleið sé um 80 km og bílar sem sinna hálkuvörnum á langleiðum megi aka allt að 120 km. Bíll 1 sem var lengst við þjónustu sinnir meðal annars hálkuvörnum á Nesvegi sem ekki var unnt að taka inn í akstursleið bílsins án þess að hálkuvörnum á forgangsvegum lyki of seint. Því var farin sér ferð til þess að þjónusta Nesveg sem varð til þess að akstursvegalengd jókst um 17 km. Breytingar á akstursvegalengdum bíla 6, 7 og 10 skýrast af sömu ástæðum og greint var frá fyrir líkan 3 hér að framan.

6.5.2 Akstursleiðir líkans 4

Akstursleiðir allra bíla fyrir tilfelli 3 eftir að tillit hafði verið tekið til breytinga má sjá á myndum 36-44 hér á næstu síðum.



Mynd 36. Líkan 4, akstursleið bíls 1



Mynd 37. Líkan 4, akstursleið bíls 2



Mynd 38. Líkan 4, akstursleið bíls 3



Mynd 39. Líkan 4, akstursleið bíls 4



Mynd 40. Líkan 4, akstursleið bíls 6



Mynd 41. Líkan 4, akstursleið bíls 7



Mynd 42. Líkan 4, akstursleið bíls 8



Mynd 43. Líkan 4, akstursleið bíls 9



Mynd 44. Líkan 4, akstursleið bíls 10

Bílar 1 og 2 þjónusta í sameiningu Reykjanesbraut frá Vogavegi að Flugstöð Leifs Eiríkssonar, bíll 1 þjónustar svo Garðskagaveg, Sandgerðisveg, Miðnesheiðaveg, Hafnarveg og Nesveg á meðan bíll 2 þjónustar Grindavíkurveg, Bláalónsveg, Suðurstrandarveg, Vogaveg og Vatnsleysustrandarveg. Bílar 3 og 4 þjónusta sameiginlega Reykjanesbraut frá Lækjargötu í Hafnarfirði að Grindavíkurvegi, bíll 3 þjónustar svo Elliðavatnsveg á meðan bíll 4 þjónustar Krýsuvíkurveg að Krýsuvík. Bíll 6 þjónustar Vesturlandsveg frá Lambhagavegi að Þingvallavegi, Hringveg frá Þingvallavegi að syðri gangamunna Hvalfjarðarganga, Reykjaveg og Þingvallaveg að þjónustumiðstöð við Þingvelli. Bíll 7 þjónustar Vesturlandsveg frá Þingvallavegi að Miklubraut, Miklubraut, Kringlumýrarbraut að Kársnesbraut og Suðurlandsveg frá Vesturlandsvegi að Breiðholtsbraut. Bíll 8 þjónustar Reykjanesbraut frá Vesturlandsvegi að Lækjargötu í Hafnarfirði. Bíll 9 þjónustar Kringlumýrarbraut, Hafnarfjarðarveg, Álfanesveg, Fjarðarhraun, Arnarnesveg og Miklubraut. Bíll 10 þjónustar Suðurlandsveg, Breiðholtsbraut, Bláfjallaveg og Hafravatnsveg.

Í viðauka C má sjá akstursleiðir í gegnum mismög vegamót. Leiðarlýsingu fyrir akstursleið hvers bíls eftir breytingar má sjá í viðauka D.

7 Umræða

Þegar mismunandi staðsetningar voru skoðaðar kom í ljós að þær staðsetningar sem núverandi skipulag byggir á eru nokkuð góðar og skila góðum niðurstöðum. Þó ekki hafi verið notast við nákvæmlega sömu staðsetningar og í núverandi skipulagi hefur það ekki áhrif á svæðisskiptingu og niðurstöður tilfellis 2 innan líkananna fjögurra. Nákvæmar staðsetningar skipta ekki höfuðmáli varðandi niðurstöður líkana, það er að bílar geta verið staðsettir innan ákveðinna svæða í námunda við það þjónustusvæði sem þeim er gert að þjónusta. Mestu máli skiptir hvar bílarnir koma inn á gatnanetið. Gott er að staðsetning bíla sé sem næst endamörkum skilgreindra þjónustusvæða, eða þar sem svæði skarast. Þannig næst að tengja hálkuvagnarleiðir vel saman. Varðandi fjölda bíla sem eru í notkun hverju sinni er talið að níu bílar nái að anna svæðinu að uppfylltum gæðakröfum. Ef notaðir eru færri bílar við hálkuvagnir lengjast akstursvegalengdir bíla nokkuð ásamt því að erfiðara er að uppfylla gæðakröfur varðandi þjónustutíma og akstursvegalengdir.

Niðurstöður tilfellis 1 allra líkana þar sem ekki voru skilgreind nein þjónustusvæði og því engin áhrif höfð á það hvaða vegum hver bíll sinnir hálkuvörnum á komu ávallt verst út. Þegar engin þjónustusvæði eru skilgreind hafa hámarksakstursvegalengdir afgerandi áhrif á niðurstöður. Þegar ekki er vitað á hvaða vegum hver bíll sinnir hálkuvörnum er erfitt að ákvarða hvað hver bíll má aka langt. Ef til dæmis bílum sem staðsettir eru í Hafnarfirði er leyft að aka lengra en öðrum getur það leitt til þess að þeir sinna hálkuvörnum á Suðurlandsvegi eða Vesturlandsvegi, þó aðrir bílar séu betur staðsettir gagnvart þeim vegum. Verður það til þess að bílar aka oft á tíðum langar vegalengdir eftir vegum sem búið er að hálkuverja til þess að komast að vegum sem á eftir að hálkuverja. Af þessum sökum má sjá að mjög erfitt er að ná fram raunhæfum og hagkvæmum niðurstöðum án þess að stýra bílum með svæðisskiptingu eins og gert er í öðrum tilfellum.

Ef litið er til niðurstaðna fyrir tilfelli 2 allra líkana þar sem svæðisskipting var sem næst núverandi skipulagi komu þær mun betur út samanborið við tilfelli 1. Hafa verður í huga að þó svæðisskipting sé sem næst núverandi skipulagi er ekki þar með sagt að akstursleiðir séu þær sömu. Hugbúnaðurinn velur hagkvæmstu akstursleið fyrir hvert svæði en hermir ekki eftir núverandi akstursleiðum. Talið er að þetta tilfelli gefi ágætis mynd af aðstæðum eins og þær eru í dag og því gott til samanburðar við önnur tilfelli. Þó verður að teljast líklegt að akstursvegalengdir séu að einhverju leyti lengri í raunveruleikanum en koma út úr keyrslu líkana. Er það áætlað út frá því að hugbúnaðurinn velur hagkvæmstu leiðir en í raunveruleikanum eru akstursleiðirnar aðrar. Skýrist það meðal annars af því að ákveðnir vegir og veghlutar eru í meiri forgangi en aðrir þó um sama þjónustuflokk sé að ræða. Leiðir það til lengri akstursvegalengda og tekur hugbúnaðurinn ekki tillit til þess frekar en í öðrum tilfellum. Ástæða þess að einn bíll er ónotaður í tilfelli 2 er sú að hann er ekki til taks eins og staðan er og því ekki inn í núverandi skipulagi.

Niðurstöður tilfelli 3 allra líkana skila hagkvæmstu niðurstöðum samanborið við önnur tilfelli. Skýr svæðisskipting og nokkuð ströng skilyrði varðandi hámarksakstursvegalengdir hafa þar mikil áhrif. Það að tilfelli 3 komi ávallt hagkvæmara út en tilfelli 2 kemur ekki á óvart þar sem í núverandi skipulagi sáust strax ákveðin tækifæri til skýrari verkaskiptingar. Sú 14 km stytting á heildarakstursvegalengd sem tilfelli 3 gefur í líkani 1 samanborið við tilfelli 2 rekur sig í gegnum öll þau líkön sem á eftir koma, enda byggir líkan 1 á vegum í þjónustuflokki 1 og eru því hluti af öllum líkönum. Það að einn bíll sé ónotaður í tilfelli 3 skýrist af því að með notkun hans næst ekki frekari hagræðing. Ávallt leiddi notkun hans til aukinna akstursvegalengda þó vissulega létti hann á vinnuálagi annarra bíla. Það svæði sem fellur best að hans staðsetningu og bíllinn nýtist best á er Reykjanesbraut innan þéttbýlis. Einn bíll sinnir hálkuvörnum á því svæði og má deila um hvort það sé nóg þar sem um mjög umferðarþungan veg er að ræða. Sá bíll líkur þó hálkuvörnum á sínu svæði vel innan tveggja klukkustunda og er akstursvegalengd hans 60 km. Ef nota á bíl 5 sem er ónotaður er vænsti kosturinn að hann sinni hálkuvörnum á Reykjanesbraut og öðrum vegum innan þéttbýlis þegar þess þarf vegna erfiðra aðstæðna, að öðrum kosti er hann til taks ef aðrir bílar nema staðar vegna bilana eða annarra ófyrirséðra atburða. Miðað við akstursvegalengd og aksturstíma bíls 7 má líka gera ráð fyrir því að hann geti aðstoðað bíla sem sinna hálkuvörnum á Hafnarfjarðarvegi og Reykjanesbraut innan þéttbýlis ef þess er talin þörf.

Líkön 1 og 2 hafa það sameiginlegt að hálkuvörnum þarf að vera lokið innan tveggja klukkustunda á öllum vegum. Lokaniðurstöður sýna fram á að hægt er að ljúka hálkuvörnum innan þess tíma og eru akstursvegalengdir vel ásættanlegar ef tekið er mið af viðmiðum gæðastaðals. Einnig sýna niðurstöður fram á að hægt er að taka alla vegi í þjónustuflokki 2 inn í akstursleiðir bíla án þess að akstursvegalengdir aukist nema sem nemur lengd vega í þjónustuflokki 2. Ef aðstæður eru þannig að talið er að fleiri ferðir þurfi til dæmis á aðalvegi innan þéttbýlis hafa flestir bílar nokkurn slaka á þjónustutíma. Það svigrúm gerir þeim kleift að verða við þeim breyttu aðstæðum og vera jafnvel enn innan tveggja klukkustunda að ljúka hálkuvörnum, það fer þó eftir aðstæðum hverju sinni. Eins og líkönum er stillt upp þá hefjast hálkuvörnin á tímabilinu 04:30-05:00 að morgni til. Þannig á að vera tryggt að búið sé að hálkuverja alla vegi í þjónustuflokkum 1 og 2 áður en morgunumferð fer að þyngjast um kl.06:30-07:00. Þannig er umferðaröryggi vegfarenda aukið ásamt því að núningsstuðull vegyfirborðs helst eins hár og kostur er, minnkar það hættu á umferðaróhöppum.

Í líkönum 3 og 4 reyndist erfiðara að taka vegi í þjónustuflokkum 3 og 4 inn í akstursleiðir bíla án þess að það orsakaði auknar akstursvegalengdir og þjónusta á forgangsvegum skertist. Mun minni þjónusta er á þeim vegum en öðrum og eru þeir eingöngu hálkuvörðir á mjög varasömum stöðum. Bláfjallaveg og Hafravatnsveg sem eru í þjónustuflokki 3 er hægt að taka inn í akstursleið þess bíls sem sinnir hálkuvörnum á Suðurlandsvegi, þó eingöngu með því að minnka þjónustu hans á öðrum stöðum. Aðra vegi í þjónustuflokkum 3 og 4 verður að hálkuverja eftir að búið er að hálkuverja alla

aðra vegi sem eru í forgangi. Engu að síður sýna lokaniðurstöður þessara líkana að hálkuvörnum sé lokið innan tilsetts tíma, bæði á forgangsvegum sem og öðrum umferðarminni vegum. Akstursvegalengdir bíla sem sinna hálkuvörnum innan þéttbýlis eru í ágætu samræmi við viðmið gæðastaðals. Ákveðnir bílar sem þjónusta langleiðir í þjónustuflokkum 3 og 4 aka nokkuð umfram viðmið gæðastaðals en hjá því er ekki komist.

Ef litið er til markmiða er snúa að hálkuvörnum sem og þeirrar rannsóknarspurningar sem sett var fram í inngangi er talið að markmiðum hafi verið náð og spurningunni svarað. Bein tenging er á milli aksturs og kostnaðar, þannig lækkar kostnaður með minni akstri. Ef borin eru saman tilfelli 2 og 3 allra líkana sést að heildarakstursvegalengd styttest um 14-17 km. Þó styttingin sé ekki hlutfallslega mikil af heildarakstursvegalengd telur hún þegar til lengri tíma er litið. Oft þarf að fara tvisvar sinnum yfir allt gatnanetið sama daginn, það er að morgni til og aftur að kvöldi. Einnig ef litið er til fjölda þjónustudaga yfir veturinn. Niðurstöður líkans 2 sem innheldur alla vegi sem í mestum forgangi eru og hafa mesta þjónustu er styttingin 16 km miðað við að farið sé einu sinni yfir gatnanetið. Hálkuvarnir eru háðar veðurfari sem hefur áhrif á umsvif þjónustu og fjölda þjónustudaga. Ef miðað er við fjölda þjónustudaga veturna 2008-2009 og 2009-2010 voru að meðaltali 125 þjónustudagar (Vegagerðin, 2010c). Lauslega reiknað getur 16 km stytting því gefið samtals um 2.000-4.000 km styttingu ef horft er til eins árs. Til lengri tíma litið hefur því 16 km stytting heildarakstursvegalengda umtalsverð áhrif á kostnað hálkuvarna þar sem hverjir 1.000 km eru fljótir að telja hvað kostnað varðar.

Varðandi aukið umferðaröryggi er talið að því markmiði sé náð með því að tryggja að allir vegir og veghlutar sem á að hálkuverja séu hálkugarðir og það innan tilsetts tíma. Einnig að þjónustubílar fari eftir umferðarreglum í einu og öllu. Eins og fram hefur komið hefur það hent að ákveðnir veghlutar hafi orðið útundan við hálkuvarnir sem skapar aukna hættu á umferðaróhöppum. Einnig hefur borið á því að umferðarreglur hafi verið brotnar til þess að komast hjá ákveðnum viðsnúningum sem orsaka auknar akstursvegalengdir. Þær akstursleiðir, sem settar eru fram í hverju líkani fyrir sig, ná til allra vega og veghluta sem eru innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar. Skýr leiðarlýsing fyrir hvern bíl tryggir að allir vegir séu hálkugarðir og reynir þá minna á reynslu og útsjónarsemi bílstjóra. Ef fast leiðaval er fyrir hvern bíl er hægt að hnita hverja leið fyrir sig og setja inn í leiðsögutæki (GPS). Þá aka bílstjórar eftir leiðsögutækinu sem stýrir þeim eftir fyrirfram ákveðnu verkskipulagi. Eykur það skilvirkni og áreiðanleika hálkuvarna sem skilar sér í auknu umferðaröryggi. Opnar það einnig fyrir möguleika á GPS stýrðri saltdreifingu, það er að dreifarar breyti dreifibreiddum sjálfkrafa eftir staðsetningu bíla í gatnanetinu, til dæmis þar sem fjöldi akreina breytist úr einni í tvær eða öfugt og á biðstöðvum strætó.

Hafa verður í huga að þó settar séu fram ákveðnar akstursleiðir fyrir alla bíla sem uppfylla gæðakröfur Vegagerðarinnar er ekki þar með sagt að hægt sé að vinna eftir

þeim öllum stundum. Hálfakvæmilega háðar veðurfari sem er breytilegt og getur breyst á mjög skömmum tíma. Þannig getur myndast hálka á ákveðnum vegum á meðan aðrir vegir eru auðir. Þegar aðstæður eru þannig eru bílar færðir á milli svæða og því ekki hægt að fara eftir því akstursskipulagi sem sett er fram hér.

Varðandi akstursleiðir í gegnum mislæg vegamót er í mörgum tilvikum aðeins ein ferð eftir aðalvegi í gegnum vegamótin. Oftast er aðalvegur tvær akreinar og ætti það ekki að skapa mikil vandræði þó einungis sé ein ferð eftir aðalvegi í gegnum vegamótin. Út frá dreifibreiddum dreifara ná þeir auðveldlega að þjónusta tvær akreinar í einu, að auki er mikil umferð á þessum vegum sem hjálpar til við hálkueyðingu. Á þessum stöðum þyrftu bílstjórar að hafa í huga að minnka ökuhraða til þess að ná betri dreifingu ef ekki er bætt við auka ferðum á viðkomandi staði. Ef talið er þurfa fleiri ferðir á umrædda staði hafa flestir bílar nokkurn slaka á þjónustutíma eins og fram hefur komið og ættu að geta orðið við þeim breyttu aðstæðum.

Við líkanagerð eins og framkvæmd er í þessu verkefni eru fjölmargar breytur sem hafa áhrif á niðurstöður. Þær breytur sem hafa mest áhrif eru staðsetning bíla, svæðisskipting milli bíla, hámarksaksturstími og hámarksakstursvegalengdir ásamt ökuhraða. Ef staðsetningum bíla er breytt hefur það oftast en ekki áhrif á svæðisskiptingu sem verður til þess að skoða þarf hámarksakstursvegalengdir í kjölfarið. Ofangreindar breytur hafa því áhrif innbyrðis á hverja aðra og þarf því ávallt að skoða þær í samhengi. Ökuhraði hefur áhrif á það hversu stórt svæði bílar komast yfir á ákveðnum tíma og stýrir því að hluta svæðisskiptingu og hámarksakstursvegalengdum. Þegar unnið er með líkön sem þessi er endalaust hægt að gera breytingar á ofangreindum breytum sem skila sér í misjafnlega miklum ávinningi. Þær staðsetningar, svæðisskipting og akstursleiðir sem settar eru fram í þessu verkefni þurfa ekki endilega að vera „besta“ lausnin á þessu akstursleiðaverkefni þó niðurstöður teljist góðar og ásættanlegar. Ávallt er hægt að gera betur og vinna meira með grunn gögn svo sem þá miðlínugrind sem notuð var við úrlausn verkefnisins, gera frekari greiningar á staðsetningu bíla og svæðisskiptingu. Þá má deila um það hvort réttur ökuhraði sé notaður á vegum. Niðurstöður þessa verkefnis eru því ekki þær einu réttu, enda er þetta fyrsta verkefni sinnar tegundar sem unnið hefur verið hér á landi svo vitað sé til. Því er þetta verkefni gott innlegg í áframhaldandi rannsóknir og athuganir á akstursleiðum í vetrarþjónustu sem og á öðrum sviðum akstursleiðaverkefna.

8 Lokaorð

Eins og sýnt hefur verið fram á er hægt með notkun bestunaraðferða að ná fram hagræðingu í leiðavali bíla sem sinna hálkuvörnum á Suðvestursvæði. Sú hagræðing skilar sér í styttri akstursvegalegdum sem leiðir af sér lægri kostnað fyrir Vegagerðina, eða þann aðila sem ábyrgur er fyrir hálkuvörnum á hverjum stað. Akstursleiðir sem settar eru fram fyrir lokaniðurstöður hvers líkans tryggja að allir vegir og veghlutar sem á að háлкуverja séu háлкуvarðir innan þess þjónustutíma sem skilgreindur var á hverjum vegi. Það að hver bíll hafi ákveðna akstursleið eykur skilvirkni og áreiðanleika háлкуvarna sem skilar sér í auknu umferðaröryggi á vegum Suðvestursvæðis. Í töflu 33 hér að neðan má sjá akstursvegalengdir fyrir lokaniðurstöðu hvers líkans samanborið við lengd gatnanets í hverju líkani fyrir sig.

Tafla 33. Akstursvegalengdir fyrir lokaniðurstöðu hvers líkans samanborið við lengd gatnanets

Líkan	Lengd gatnanets (km)	Akstursvegalengd (km)	Umframakstursvegalengd (km)
Líkan 1	351	524	173
Líkan 2	429	596	167
Líkan 3	507	691	184
Líkan 4	606	814	208

Þær umframakstursvegalengdir sem lesa má úr töflunni skýrast af því hversu stórt gatnanetið er og af fjölda mislægra vegamóta, þá sérstaklega þeirra sem eru innan þéttbýlis. Á mörgum vegamótum þarf margar ferðir til þess að ná að háлкуverja alla veghluta vegamótanna. Orsakar það auknar akstursvegalengdir. Með skýrum svæðisskiptingum þannig að svæði skarist sem minnst og þá á hentugum stöðum í gatnanetinu, ásamt nokkuð ströngum skilyrðum varðandi hámarksakstursvegalengdir sýndu niðurstöður fram á að heildarakstursvegalengdir hvers líkans, áður en tekið var tillit til breytinga á akstursleiðum væru 14-17 km styttri samanborið við núverandi verkskipulag og svæðisskiptingu. Stytting á akstursvegalegdum næst að stærstum hluta á vegum innan þéttbýlis enda mestri hagræðingu hægt að ná fram þar. Ef til lengri tíma er litið getur stytting um 14-17 km skilað sér í þúsundum ekinna kílómetra hjá þeim bílum sem sinna háلكuvörnum á Suðvestursvæði með tilheyrandi lækkun á kostnaði.

Talið er að þetta verkefni opni ýmsa möguleika fyrir aðila sem ábyrgir eru fyrir vetrarþjónustu til þess að endurskoða skipulag við stjórnun og framkvæmd háلكuvarna. Hvort sem það er Vegagerðin eða sveitarfélög á höfuðborgarsvæðinu sem sinna háلكuvörnum innan síns svæðis. Sveitarfélög sem og aðrir þjónustuaðilar geta nýtt svona verkefni til þess að fara yfir verklag varðandi til dæmis sorphirðu eða dreifingu á vörum og þjónustu til þess að ná fram aukinni hagræðingu.

8.1 Framkvæmd og frekari rannsóknir

Til þess að fá raunhæft mat á það hversu góðar akstursleiðirnar eru, hvort akstursvegalengdir og þjónustutími hvers bíls standist það sem kemur út úr líkönum er nauðsynlegt að aka hverja akstursleið fyrir sig. Hentugt er að nota akstursleiðir fyrir annaðhvort líkan 1 eða líkan 2 til þess að leggja mat á gæði og áreiðanleika akstursleiða. Áhugavert væri að láta þjónustuaðila vinna eftir því skipulagi sem sett er fram hér til skamms tíma, þá jafnvel eingöngu morgunvakt sem sinnir hálkuvörnum áður en morgunumferð fer að þyngjast. Fá þá bílstjóra og eftirlitsaðila til þess að leggja mat á skilvirkni og áreiðanleika skipulagsins. Þeir aðilar eru best til þess fallnir að meta gæði þjónustunnar eftir nýju skipulagi þar sem niðurstöður líkana eru eingöngu nálgun að raunveruleikanum.

Áður en frekari rannsóknir eru framkvæmdar er talið að vinna þurfi nánar með miðlínugrind vega á Suðvestursvæði, þannig að settur sé inn fjöldi akreina á hverjum vegi fyrir sig. Þannig er hægt að koma í veg fyrir að gera þurfi breytingar á akstursleiðum með því að bæta við ferðum á ákveðna vegi eins og gert var í þessu verkefni. Með því væri einnig hægt að nýta miðlínugrindina til þess að vinna akstursleiðaverkefni er snúa að snjómokstri. Í snjómokstri þarf að aka hverja akrein einu sinni en ekki hægt að þjónusta fleiri en eina akrein í ferð eins og hægt er við hálkuvarnir. Einnig að kortleggja allar biðstöðvar strætó sem eru á vegum innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar og hafa þær inn í miðlínugrindinni, en stöðvarnar hafa áhrif á dreifibreiddir þegar ekið er þar fram hjá. Hugbúnaðurinn Network Analyst sem notaður var við úrlausn verkefnis byggir eins og fram hefur komið á að setja þarf pantanir inn á alla veghluta sem á að hálkuverja. Til þess að ná fram nákvæmari og enn betri niðurstöðum er hægt að útbúa forrit sem býður upp á að velja línur allra vega (eða akreina) í stað þess að nota umræddar pantanir. Það forrit á að vera hægt að keyra með Network Analyst og ætti því ekkert að vera því til fyrirstöðu að notast við þann hugbúnað í áframhaldandi rannsóknum á akstursleiðum.

Það sem beinast liggur við fyrir Vegagerðina er að vinna þetta verkefni lengra með endurbættri miðlínugrind. Taka inn alla þá vegi sem Vegagerðin á og rekur innan Suðvestursvæðis, svo sem Sæbraut, Miklubraut og aðra þjóðvegi innan þéttbýlis. Athuga hvort ná megi meiri hagræðingu ef þeir vegir eru teknir með í stað þess að láta Reykjavíkurborg eða önnur sveitarfélög þjónusta þá vegi. Það mun þó leiða til þess að fjölga þarf þjónustubílum á svæðinu. Þá væri áhugavert að reikna út það saltmagn sem þarf til þess að hálkuverja hvern veg fyrir sig út frá fjölda ferða og fjölda akreina. Í framhaldinu reikna út hvort það saltmagn sem hver bíll má bera dugi til þess að hálkuverja vegi innan hvers svæðis. Með því mætti ákvarða nánar skilyrði varðandi hámarksakstursvegalengdir, þannig að eftir ákveðna vegalengd þurfi bílar að fara í birgðastöð til þess að fylla á saltbirgðir áður en þeir halda áfram við hálkuvarnir. Teljast verður ólíklegt að það hafi áhrif á þau skilyrði sem notuð voru í þessu verkefni varðandi hámarksakstursvegalengdir. Engu að síður er nauðsynlegt að tryggja að ekki sé verið að

reikna með of löngum akstursvegalengdum miðað við það saltmagn sem þarf til hálkuvarna á hverju svæði.

Í áframhaldandi rannsóknum varðandi akstursleiðir hálkuvarna ætti að einblína á forgangsvegi, það er vegi í þjónustuflokkum 1 og 2 sem fá mesta þjónustu. Mestri hagræðingu er hægt að ná fram á þeim vegum enda bera þeir mestan kostnað hálkuvarna og eru að stórum hluta innan þéttbýlis. Eins og gefur að skilja eru möguleikar á aukinni hagræðingu meiri innan þéttbýlis þar sem gatnanetið er erfiðara yfirferðar en á þjóðvegum utan þéttbýlis. Aðrir vegir, það er vegir í þjónustuflokkum 3 og 4 eru aðeins hálkubarðir á stöku stað og mun sjaldnar. Því hafa þeir minna vægi í heildarkostnaði hálkuvarna.

Ef svo færi að sveitarfélög á höfuðborgarsvæðinu, þá sérstaklega Reykjavíkurborg myndi vinna akstursleiðaverkefni fyrir hálkuvarnir innan sveitarfélagsins væri hægt að samræma skipulag Vegagerðarinnar og sveitarfélaga enn frekar. Þá væri hægt að meta það hvort Vegagerðin ætti að taka að sér hálkuvarnir á fleiri vegum sem falla vel að akstursleiðum bíla, eða jafnvel semja við sveitarfélög um þjónustu á fleiri vegum en gert er í dag.

Heimildaskrá

- Auður Þóra Árnadóttir. (2000). *Hringvegur frá Reykjavík til Hveragerðis, umferðaröryggi að vetrarlagi*. Erindi flutt á Vetrarráðstefnu Vegagerðarinnar.
- Árný Björg Ísberg og Eva Lillý Bjarndal Einarsdóttir. (2005). *Úrbætur á dreifikerfi Parlogis hf.*, Háskólinn í Reykjavík, Reykjavík.
- COST 353. (2008). *New Development for Winter Service on European Roads*.
- Eglese, R. W. (1994). Routeing winter gritting vehicles. *Discrete Applied Mathematics*, 48(3), 231-244.
- Eglese, R. W. og Li, L. Y. O. (1992). Efficient Routeing for Winter Gritting. *The Journal of the Operational Research Society*, 43(11), 1031-1034.
- Epoke. (2010). Products. Sótt 25.11, 2010, vefslóð: <http://www.epoke.dk/Eng/>
- ESRI. (2010). ArcGIS Network Analyst (Útgáfa 10.1). Bandaríkin: ESRI.
- Haraldur Sigþórsson, Einar Sveinbjörnsson og Árni Sigurðsson. (2010). *Áhrif gufu frá virkjunum við Suðurlandsveg á umferðaröryggi*. Reykjavík.
- Heimir F. Guðmundsson, Sváfnir Hreiðarsson, Svavar Jónsson og Auður Þóra Árnadóttir. (1996). *Vetrarþjónusta og umferðaröryggi: Vegagerðin*.
- HNIT hf. (2003). *Slökkvistöðin á Tunguhálsi - Athugun á útkallssvæðum m.t.t. breytinga á staðsetningu og tengingu við stofnbrautir*. Reykjavík.
- Leon, Y. O. L. og Eglese, R. W. (1996). An Interactive Algorithm for Vehicle Routeing for Winter - Gritting. *The Journal of the Operational Research Society*, 47(2), 217-228.
- Perrier, N., Langevin, A. og Campbell, J. F. (2007). A survey of models and algorithms for winter road maintenance. Part III: Vehicle routing and depot location for spreading. *Computers & Operations Research*, 34(1), 211-257.
- Samsýn ehf. (2010a). Hugbúnaður. Sótt 21.12.2010, vefslóð: <http://samsyn.is/index.php?id=9>
- Toth, P. og Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. Bandaríkin: Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Vegagerðin. (2008). *Vetrarþjónusta Suðvestursvæði 2008-2013*. Reykjavík: Vegagerðin.
- Vegagerðin. (2010a). *Handbók um Vetrarþjónustu*. Reykjavík: Vegagerðin.

Vegagerðin. (2010b). Vinnureglur þjónustudeildar. Sótt 22.11.2010, vefslóð:

<http://www.vegagerdin.is/upplýsingar-og-utgafa/leidbeiningar-og-stadlar/vetrarhjonusta/vinnureglur/>

Vegagerðin. (2011). Erlent samstarf. Sótt 01.02.2011, vefslóð:

<http://www.vegagerdin.is/um-vegagerdina/samstarf/erlent/>

Wendel. (2010). Sirius dreifarar. Sótt 25.11.2010, vefslóð:

<http://www.wendel.is/vorur/vetrarhjonusta/dreifrar/epoke/sirius-dreifrar>

Munnlegar heimildir

Bard Nonstad starfsmaður norsku Vegagerðarinnar. 25.01.2011. Tölvupóstur.

Einar Pálsson deildarstjóri þjónustudeildar Vegagerðarinnar, 03.11.2010. Fundur.

Einar Pálsson deildarstjóri þjónustudeildar Vegagerðarinnar. 10.11.2010. Tölvupóstur.

Freddy Knudsen starfsmaður dönsku Vegagerðarinnar. 19.01.2011. Tölvupóstur.

Jóhann B. Skúlason yfirverkstjóri hjá Vegagerðinni. 10.11.2010. Fundur.

Jóhann B. Skúlason yfirverkstjóri hjá Vegagerðinni. 25.11.2010. Símtal.

Kristinn G. Ebenezersson verkstjóri hjá GT Verktökum, 24.11.2010. Tölvupóstur.

Stefán Guðlaugsson sérfræðingur hjá Samsýn ehf., 19.10.2010. Fundur.

Gögn afhent til úrlausnar verkefnis

Samsýn ehf. (2010b). Miðlínugrind allra vega á Suðvestursvæði Vegagerðarinnar. Gögn afhent 24.09.2010.

Vegagerðin. (2010c). Gögn ferilvöktunar fyrir veturna 2008-2009 og 2009-2010. Gögn afhent 10.09.2010.

Vegagerðin. (2010d). Gögn ferilvöktunar fyrir tímabilið 01.09.2010-22.11.2010. Gögn afhent 23.11.2010.

Viðauki A - Ákvarðaður ökuhraði bíla við hálkuvarnir

Í töflum hér á næstu síðum má sjá útreikning á meðalhraða bíla þegar þeir voru við hálkuvarnir. Reiknað var staðalfrávik fyrir hvern veg. Í næstu dálkum á eftir staðalfrávikum er það dregið frá reiknuðum meðalhraða, annars vegar hálf staðalfrávik og hins vegar allt staðalfrávik. Að lokum er ákvarðaður ökuhraði sem notaður var við líkanagerð.

Tafla 34. Viðauki A - Ákvarðaður ökuhraði á vegum (1)

Vegur	Hámarks- hraði (km/klst.)	Reiknaður meðalhraði (km/klst.)	Staðal- frávik (km/klst.)	Meðalhraði - 1/2 staðalfrávik (km/klst.)	Meðalhraði - staðalfrávik (km/klst.)	Ákvarðaður ökuhraði (km/klst.)
Hringvegur að göngum	90	60	15	52	44	50
Þingvallavegur	70-90	60	15	52	44	50
Reykjavegur	50	34	14	26	19	30
Vesturlandsvegur	70-80	52	16	44	37	40
Suðurlandsvegur	80-90	57	12	51	45	50
Breiðholtsbraut	60-70	43	18	34	25	40
Reykjanesbraut innan þéttbýlis	80	54	14	48	41	50
Reykjanesbraut utan þéttbýlis	80-90	55	12	50	44	50
Miklabraut (Nesbraut)	60-80	44	20	34	24	40
Hafnarfjarðarvegur	60-80	53	15	45	37	40
Kringlumýrarbraut	60-80	52	16	44	36	40
Arnarnesvegur	60	32	14	26	19	30
Álftanesvegur	50-70	43	16	35	27	30
Fjarðarhraun	60	39	15	31	24	30
Miðnesheiðavegur	70-90	48	15	40	33	40
Grindavíkurvegur	90	55	11	49	43	50
Garðskagavegur	90	52	13	45	39	50
Sandgerðisvegur	90	54	14	47	40	50

Tafla 35. Viðauki A - Ákvarðaður ökuhraði á vegum (2)

Vegur	Hámarks- hraði (km/klst.)	Reiknaður meðalhraði (km/klst.)	Staðal- frávik (km/klst.)	Meðalhraði - 1/2 staðfrávik (km/klst.)	Meðalhraði - staðfrávik (km/klst.)	Ákvarðaður ökuhraði (km/klst.)
Hafnarvegur	70-90	50	15	43	36	50
Hafravatnsvegur	80	50	15	43	35	50
Elliðavatnsvegur	50	39	11	33	28	35
Vífilstaðavegur	60	32	14	25	18	30
Krýsuvíkurvegur 1	50	30	11	24	18	30
Krýsuvíkurvegur 2	90	44	20	34	24	50
Krýsuvíkurvegur 3	90	50	19	40	31	35
Bláfjallavegur	90	42	13	35	29	40
Bláalónsvegur	90	43	13	37	30	40
Suðurstrandavegur	90	32	19	22	13	30
Vogavegur	70	39	17	30	22	30
Vatnsleysustrandarvegur	70	28	14	21	14	35
Nesvegur	90	27	20	17	7	50

Tafla 36. Viðauki A - Ákvarðaður ökuhraði í römpum og hringtorgum

Rampar og hringtorg	Hámarks- hraði (km/klst.)	Reiknaður meðalhraði (km/klst.)	Staðal- frávik (km/klst.)	Meðalhraði - 1/2 staðfrávik (km/klst.)	Meðalhraði - staðfrávik (km/klst.)	Ákvarðaður ökuhraði (km/klst.)
Allir rampar	50	40	18	31	22	30
Öll hringtorg	50	30	11	24	19	20

Viðauki B - Núverandi verkskipulag verktaka

Í töflu 37 hér að neðan má sjá það verkskipulag sem þjónustuaðili (verktaki) vann eftir veturinn 2010-2011 og svæðisskipting tilfellis 2 byggir á.

Tafla 37. Viðauki B - Núverandi verkskipulag verktaka

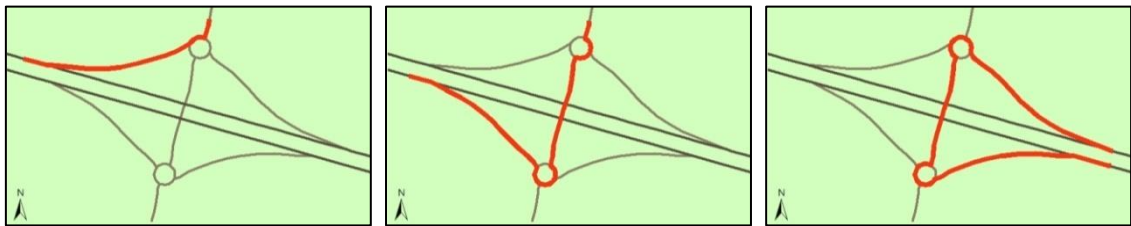
Bíll	Staðsetning	Verkefni 1	Verkefni 2
Bíll 1	Stapabraut	Flugstöð - Hafnir	Sandgerði - Garður
Bíll 2	Vogar	Fitjabraut – Grindarvík – náma	Bláalón
Bíll 3	Rauðhella	Reykjanesbraut	Að Grindavíkur gatnamótum
Bíll 4	Rauðhella	Reykjanesbraut	Að Grindavíkur gatnamótum
Bíll 5	Rauðhella		
Bíll 6	Sævarhöfði	Vesturlandsvegur - Göng	Mosfellsheiði að þjónustumiðst.
Bíll 7	Spöngin	Miklabraut að hringtorgi við Bauhus	Hafnarfjarðarvegur að Engidal
Bíll 8	Klettagarðar	Nýja Reykjanesbraut að Kaplakrika	Breiðholtsbraut að hringtorgi við Rauðavatn
Bíll 9	Seljavegur	Hafnarfjarðarvegur að Engidal	Álftarnes-Kaldársel-Vatnsskarð
Bíll 10	Sævarhöfði	Suðurlandsvegur-Kaffistofa	Hafrafellshringur

Viðauki C - Akstursleiðir í gegnum mislæg vegamót

Hér eru teiknaðar upp akstursleiðir í gegnum öll mislæg vegamót á Suðvestursvæði ásamt aksturslýsingu. Ekki eru teiknaðar inn ferðir eftir aðalvegi í gegnum vegamótin. Akstursleiðir miðast við lokaniðurstöður líkans 2. Rauða línan á hverri mynd táknar akstursleið hvernar ferðar í gegnum vegamótin. Myndirnar eru settar upp í sömu röð og ferðalýsingin sem kemur fram á eftir myndunum. Þetta er ekki endilega sett upp í réttri tímaröð, það er að ferð 2 þarf ekki að gerast á eftir ferð 3, hún gæti verið á undan í framkvæmd.

Mislæg vegamót á Reykjanesbraut utan þéttbýlis

Reykjanesbraut / Stapabraut vestari

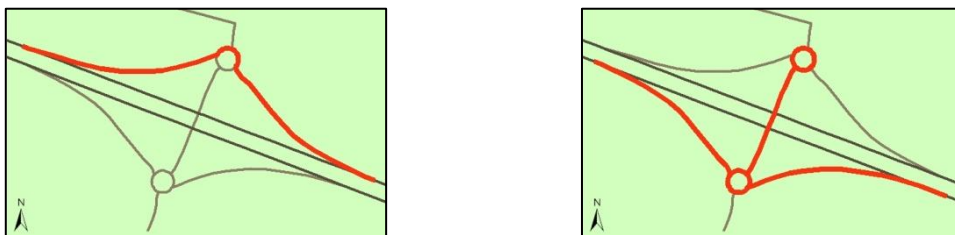


Ferð 1: Bíll 1 er staðsettur við Stapabraut þar og hefur ferð sína á því að taka NV-ramp frá Stapabraut inn á Reykjanesbraut og heldur áfram út á Reykjanes.

Ferð 2: Bíll 1 kemur Reykjanesbraut að vegamótunum eftir að hafa farið hringinn á Reykjanesinu og tekur SV-ramp og undirgöngin inn á Stapabraut þar sem hann endar ferð sína í starfsstöð.

Ferð 3: Bíll 2 kemur Reykjanesbraut frá Grindavíkurvegi og notar vegamótin til þess að snúa við, hann tekur NA-ramp, undirgöngin og svo SA-rampi aftur inn á Reykjanesbraut.

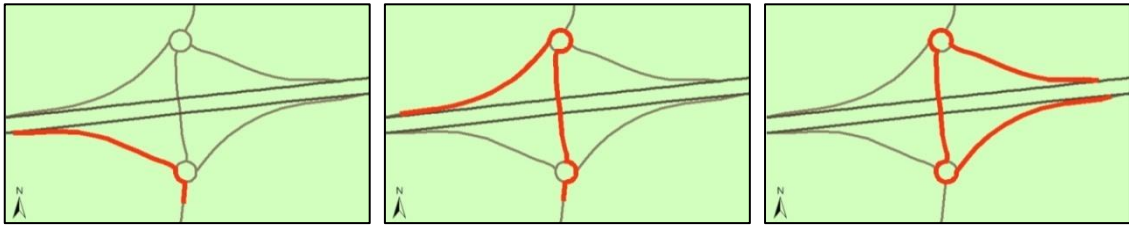
Reykjanesbraut / Stapabraut eystri



Ferð 1: Bíll 2 kemur Reykjanesbraut frá Grindavíkurvegi að vegamótunum, tekur NA-ramp og NV-ramp og heldur svo áfram eftir Reykjanesbraut í átt að Stapabraut vestari.

Ferð 2: Bíll 2 kemur Reykjanesbraut frá Stapabraut vestari að vegamótunum og tekur SV-ramp, fer svo undirgöngin fram og til baka áður en hann tekur SA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut og heldur áfram að Grindavíkurvegi.

Reykjanesbraut / Grindavíkurvegur

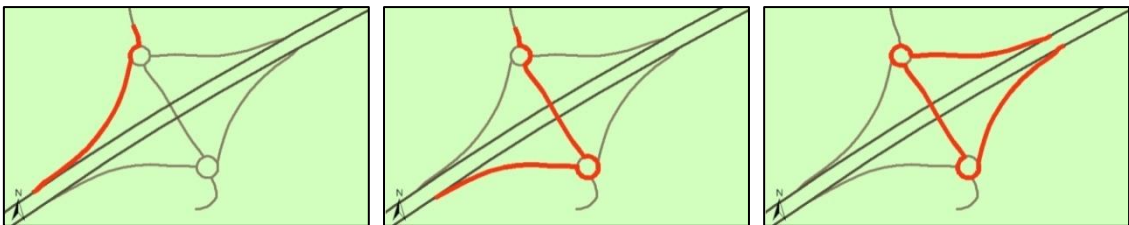


Ferð 1: Bíll 2 kemur Reykjanesbraut frá Stapabraut eystri að vegmótunum og tekur SV-ramp inn á Grindavíkurveg og heldur áfram alla leið að Grindavík.

Ferð 2: Bíll 2 kemur til baka frá Grindavík að vegamótunum, fer undirgöngin og tekur svo NV-ramp inn á Reykjanesbraut og heldur áfram að Stapabraut eystri.

Ferð 3: Bíll 4 kemur Reykjanesbraut frá Vogavegi að vegamótunum og tekur NA-ramp, undirgöngin og svo SA-ramp og heldur áfram Reykjanesbraut til baka að Vogavegi.

Reykjanesbraut / Vogavegur

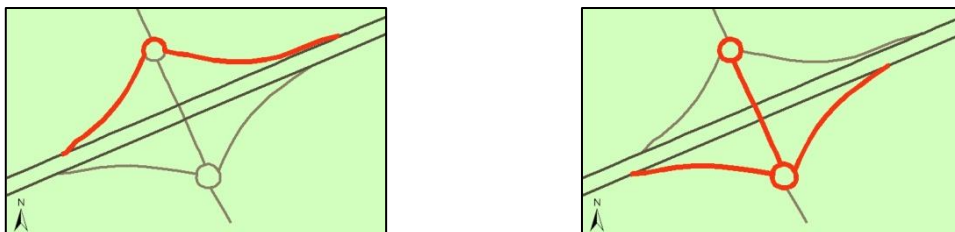


Ferð 1: Bíll 2 er staðsettur í Vogunum og hefur því ferð sína á að taka NV-ramp af Vogavegi inn á Reykjanesbraut og heldur áfram í átt að Grindavíkurvegi.

Ferð 2: Bíll 2 kemur Reykjanesbraut frá Grindavíkurvegi að vegamótunum, tekur SV-ramp og undirgöngin á leið sinni í starfsstöð við Voga þar sem hann endar ferð sína.

Ferð 3: Bíll 3 kemur Reykjanesbraut frá Vatnsleysustrandarvegi að vegamótunum og notar þau til þess að snúa við, hann tekur því NA-ramp, undirgöngin, SA-ramp og heldur áfram Reykjanesbraut til baka að Vatnsleysustrandarvegi.

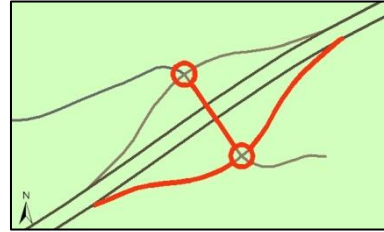
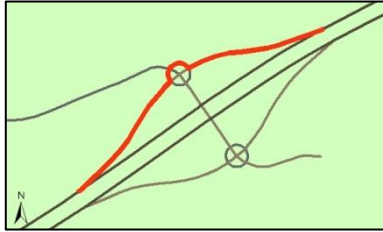
Reykjanesbraut / Vatnsleysustrandarvegur



Ferð 1: Bíll 3 kemur Reykjanesbraut frá Hvassahrauni að vegamótunum, tekur NA-ramp og NV-ramp og heldur svo áfram Reykjanesbraut að Vogavegi.

Ferð 2: Bíll 3 kemur Reykjanesbraut frá Vogavegi að vegamótunum og tekur SV-ramp, undirgöng fram og til baka áður en hann fer í SA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut og heldur áfram að Hvassahrauni.

Reykjanesbraut / Hvassahraun



Ferð 1: Bíll 3 kemur Reykjanesbraut frá Hafnarfirði að vegamótunum, tekur NA-ramp og NV-ramp og heldur svo áfram Reykjanesbraut að Vatnsleysustrandarvegi.

Ferð 2: Bíll 3 kemur Reykjanesbraut frá Vatnsleysustrandarvegi að vegamótunum og tekur SV-ramp, undirgöngin fram og til baka áður en hann fer í SA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut og heldur áfram að Hafnarfirði.

Reykjanesbraut / Strandgata Hafnarfirði

Strandgatan sjálf, það er undirgöngin eru ekki innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar, þó er ekki hjá því komist að aka þau fram og til baka þar sem ekki er hægt að taka u-beygju úr NA-rampi beint í NV-ramp.



Ferð 1: Bíll 3 kemur Reykjanesbraut frá Krýsuvíkurvegi að vegamótunum, tekur SV-ramp niður að hringtorginu og fer beint í SA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut og heldur áfram að Kaldárselsvegi.

Ferð 2: Bíll 3 kemur Reykjanesbraut frá Kaldárselsvegi að vegamótunum og tekur NA-ramp niður að Strandgötu, fer undirgöngin fram og til baka áður en hann tekur NV-ramp aftur upp á Reykjanesbraut og heldur áfram að Krýsuvíkurvegi.

Reykjanesbraut / Kaldárselsvegur



Ferð 1: Bíll 3 kemur Reykjanesbraut frá Strandgötu að vegamótunum, tekur SV-ramp upp að hringtorginu og fer beint í SA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut og heldur áfram að Lækjargötu.

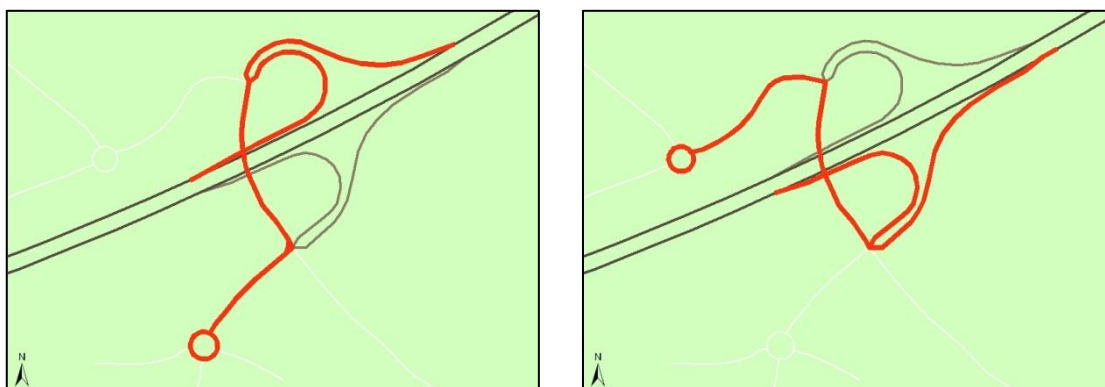
Ferð 2: Bíll 3 kemur Reykjanesbraut frá Lækjargötu að vegamótunum og tekur NA-ramp upp á brúna, fer yfir brúna og inn á Elliðavatsveg sem hann ekur alla leið að mismögum vegamótum Reykjanesbrautar og Vífilstaðavegar.

Ferð 3: Bíll 3 kemur til baka að vegamótunum eftir að hafa farið Elliðavatsveg fram og til baka, fer yfir brúna og tekur NV-ramp inn á Reykjanesbrautina og heldur áfram að Strandgötu.

Ef ekki er þörf á að hálkuverja Elliðavatsveg verða ferðir 2 og 3 að einni, þá snýr hann við á hringtorginu við Kaldárselsveg og Ásabraut og fer aftur yfir brúna.

Mislæg vegamót á Reykjanesbraut innan þéttbýlis

Reykjanesbraut / Kaupún



Ferð 1: Bíll 8 kemur Reykjanesbraut frá Vífilstaðavegi að vegamótunum og tekur NA-ramp upp á brúna, fer yfir brúna og tekur hægri beygjurampinn inn í Kaupún að IKEA og snýr við á hringtorginu. Fer aftur til baka yfir brúna og tekur NV-ramp inn á Reykjanesbraut og heldur áfram að Kaplakrika.

Ferð 2: Bíll 8 kemur Reykjanesbraut frá Kaplakrika að vegamótunum og tekur SV-ramp upp að brúnni, tekur hægri beygju og fer yfir brúna. Fer að hringtorgi við Miðhraun/Austurhraun til þess að snúa við og fer aftur til baka yfir brúna, tekur SA-ramp inn á Reykjanesbraut og heldur áfram að Vífilstaðavegi.

Hvorki Austurhraun né Kaupún er innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar. Varðandi Kaupún frá gatnamótunum að hringtorginu er ekki hjá því komist að aka þennan vegkafla til þess að að hálkuverja gatnamótin eins og ráð er gert fyrir. Beygjurampinn sem er af brúnni inn í Kaupún að IKEA orsakar það að tvær ferðir þarf yfir brúna, annars verður 20-30 metra veghluti upp við gatnamótin ekki hálkubarinn. Af þeim sökum fer bíllinn í ferð 2 inn að hringtorgi við Austurhraun/Miðhraun til þess að snúa við, en það er stysta vegalengd sem hægt er að aka til þess að ná umræddum veghluta.

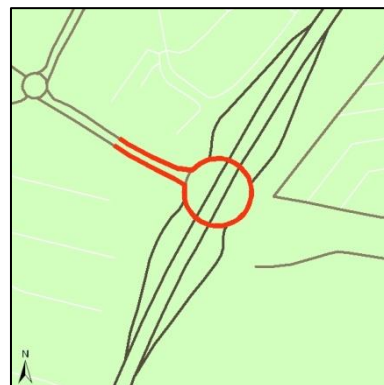
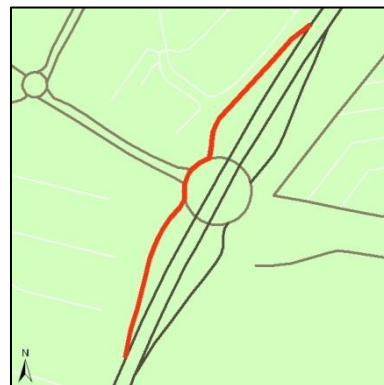
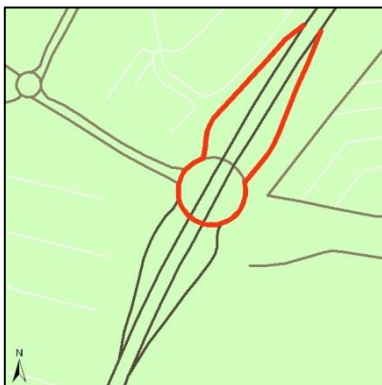
Reykjanesbraut / Vífilstaðavegur



Ferð 1: Bíll 8 kemur Reykjanesbraut frá Arnarnesvegi að vegamótunum og tekur NV-ramp upp að hringtorginu, tekur svo allan hringinn í hringtorginu áður en hann tekur SV-ramp aftur inn á Reykjanesbraut og heldur áfram að Kaupúni.

Ferð 2: Bíll 8 kemur Reykjanesbraut frá Kaupúni að vegamótunum og tekur SA-ramp upp að hringtorginu, tekur svo allan hringinn í hringtorginu áður en hann tekur NA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut og heldur áfram að Arnarnesvegi.

Reykjanesbraut / Arnarnesvegur



Ferð 1: Bíll 8 kemur Reykjanesbraut frá Fífuhammsvegi að vegamótunum og tekur NV-ramp upp að hringtorginu, tekur hringtorgið og beint í NA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut og fer til baka að Fífuhammsvegi.

Ferð 2: Bíll 8 kemur Reykjanesbraut frá Fífuhammsvegi að vegamótunum, tekur NV-ramp upp að hringtorginu og fer beint í SV-ramp aftur inn á Reykjanesbraut og heldur áfram að Vífilstaðavegi.

Ferð 3: Bíll 8 kemur Reykjanesbraut frá Vífilstaðavegi að vegamótunum, tekur SA-ramp upp að hringtorginu og fer beint í NA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut og heldur áfram að Fífuhammsvegi.

Ferð 4: Bíll 9 kemur Arnarnesveg frá Arnarnesi að vegamótunum, tekur allt hringtorgið og fer til baka inn á Arnarnesveg og heldur áfram að Arnarnesi.

Reykjanesbraut / Fífuhammsvegur



Ferð 1: Bíll 8 kemur Reykjanesbraut frá Arnarnesvegi að vegamótunum, tekur SV-ramp, undirgöngin og svo NA-ramp inn á Reykjanesbraut og fer til baka að Arnarnesvegi.

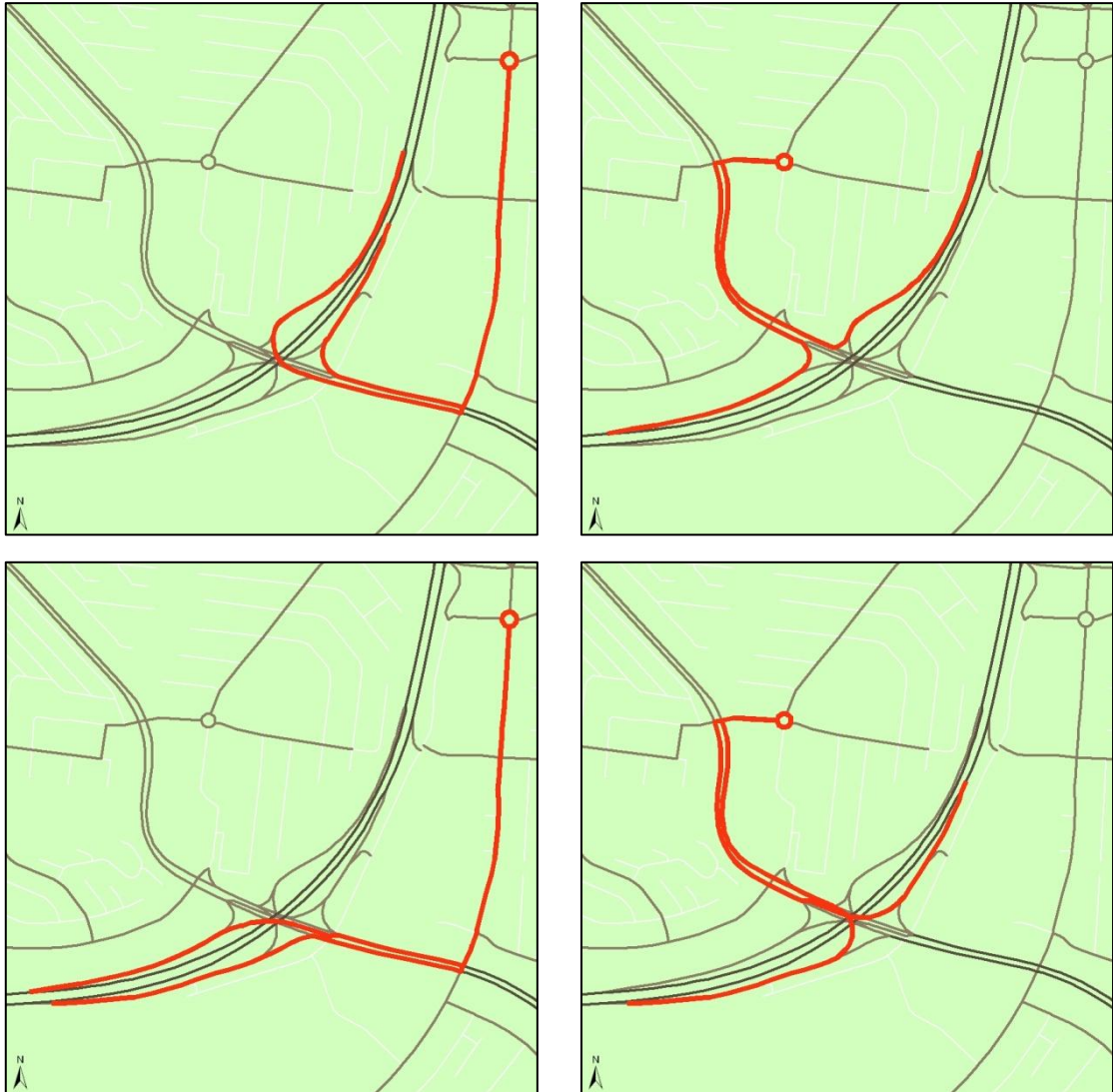
Ferð 2: Bíll 8 kemur Reykjanesbraut frá Breiðholtsbraut að vegamótunum, tekur NV-ramp, undirgöngin og svo SA-ramp inn á Reykjanesbraut og fer til baka að Breiðholtsbraut.

Fífuhammsvegur, það er undirgöngin eru ekki innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar en ekki verður hjá því komist að aka þau.

Reykjanesbraut / Breiðholtsbraut

Þessi vegamót eru mjög erfið yfirferðar vegna þess að úr hverjum rampi upp að vegamótunum er hægt að beygja annars vegar til hægri og hins vegar til vinstri. Það sama á við um rampana niður af vegamótunum, hægt er að koma frá hægri og vinstri í rampana. Af þessum sökum þarf margar ferðir í gegnum vegamótin sem orsakar akstur á vegum sem ekki eru innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar, hjá því verður ekki komist nema með auknum akstursvegalengdum. Hér var því ákveðið að senda bíla annars vegar

í hringtorgið við Stekkjarbakka og hins vegar upp að hringtorginu við Skemmuveg/Smiðjuveg til þess að snúa við.



Ferð 1: Bíll 8 kemur Reykjanesbraut frá Stekkjarbakka að vegamótunum, tekur NV-ramp upp að brúnni og vinstri beygjuna inn á Breiðholtsbraut, fer svo inn í Stekkjarbakka til þess að snúa við og kemur aftur inn á Breiðholtsbraut. Tekur svo hægri beygju í NA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut og fer til baka að Stekkjarbakka.

Ferð 2: Bíll 8 kemur Reykjanesbraut frá Stekkjarbakka að vegamótunum, tekur NV-ramp upp að brúnni og hægri beygjuna inn á Nýbílaveg. Fer upp að hringtorginu við Smiðjuveg/Skemmuveg þar sem hann snýr við og kemur aftur til baka að brúnni. Tekur þar hægri beygju í SV-ramp inn á Reykjanesbraut og heldur áfram að Fífuhvammsvegi. Hægri beygjan í SV-ramp er ekki innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar en óhjákvæmilegt er að taka hana með til þess að stytta akstursvegalengdir.

Ferð 3: Bíll 8 kemur Reykjanesbraut frá Fífuhvammsvegi að vegamótunum og tekur SA-ramp upp að brúnni og hægri beygjuna inn á Breiðholtsbraut, fer inn í Stekkjarbakka til þess að snúa við og kemur aftur inn á Breiðholtsbraut. Fer yfir brúna

og tekur vinstri beygju í SV-ramp aftur inn á Reykjanesbrautina og fer til baka að Fífuhvammsvegi.

Ferð 4: Bíll 8 kemur Reykjanesbraut frá Fífuhvammsvegi að vegamótunum og tekur SA-ramp upp að brúnni og vinstri beygjuna yfir brúna, fer inn á Nýbílaveg upp að hringtorginu við Smiðjuveg/Skemmuveg þar sem hann snýr við. Kemur svo aftur að brúnni og tekur vinstri beygju í NA-ramp inn á Reykjanesbraut og heldur áfram í átt að Stekkjarbakka.

Hver ferð inn í Stekkjarbakka sem eingöngu er til þess að snúa við er um 1,5 km löng. Miðað við að bíll 8 fari tvisvar þessa leið ásamt einni ferð hjá bíl 10 er því samtals akstur inn Stekkjabakka 4,5 km. Hver ferð upp Nýbílaveg frá Skemmuvegi/Dalvegi að hringtorginu við Smiðjuveg/Skemmuveg til þess að snúa við er um 1,0 km löng. Miðað við að bíll 8 fari þessa leið tvisvar sinnum ásamt einni ferð hjá bíl 10 er því samtals akstur á Nýbílavegi 3 km. Samanlagt er því akstur á vegum utan þjónustusviðs Vegagerðarinnar sem tilkominn er vegna mislægra vegamóta Breiðholtsbrautar og Reykjanesbrautar 7,5 km.

Það væri hagur í því fyrir Vegagerðina að reyna stytta þá vegalengd sem ekin er til þess að snúa við og má þar nefna tvo staði við Breiðholtsbraut. Annars vegar vegamótin við Stekkjabakka og Þangbakka, hins vegar vegamótin við Skógarsel og Miðskóga. Á hvorum stað fyrir sig mætti hugsanlega setja hringtorg sem myndi auðvelda bílum að snúa við og stytta því akstursvegalengdir. Varðandi Nýbílaveg er erfiðara að sjá fyrir sér möguleg snúningssvæði sem myndu stytta akstursvegalengdir, þó mætti skoða það að setja lítið hringtorg við Skemmuveg þar sem ekið er upp að bílplani Byko frá gatnamótum Nýbílavegar og Dalsvegar. Þar er lítið pláss og ekki víst að það sé raunhæft að hringtorg komist fyrir.

Reykjanesbraut / Stekkjarbakki

Mislæg vegamót Reykjanesbrautar og Stekkjarbakka eru ekki innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar og því ættu bílarnir ekki að fara í þau. Það er hins vegar óhjákvæmilegt að sleppa þeim alveg vegna þess hve erfið mislæg vegamót Reykjanesbrautar og Breiðholtsbrautar eru, það er hversu margar ferðir þarf í gegnum þau. Af þeim sökum eru þessi vegamót nýtt til þess að snúa við í stað þess að fara alla leið í Elliðaárvog til að snúa við, sparar það ríflega 1,5 km akstur fyrir hverja ferð.



Ferð 1: Bíll 8 kemur Reykjanesbraut frá Breiðholtsbraut að vegamótunum, tekur SA-ramp, undirgöngin og svo SV-ramp aftur inn á Reykjanesbraut og fer til baka að Breiðholtsbraut.

Mislæg vegamót á Hafnarfjarðarvegi og Kringlumýrarbraut

Hafnarfjarðarvegur / Arnarnesvegur

Þessi vegamót eru erfið yfirferðar vegna þriggja hægri beygjurampa. Í þrjá af fjórum römpum þarf tvær ferðir til þess að ná öllum beygjum og beinum köflum. Arnarnes sem tekur við af Arnarnesvegi á vegamótum Hegraness og Súluiness er ekki innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar. Ekki er hægt að komast hjá því að aka Arnarnesið því þegar Arnarnesvegur er ekinn í átt að Arnarnesi er ekki hægt að snúa við fyrr en komið er að Æðanesi.



Ferð 1: Bíll 9 kemur Hafnarfjarðarveg frá Hamraborg að vegamótunum, tekur NV-ramp upp að brúnni og hægri beygjuna í átt að Arnarnesi, fer að gatnamótum Arnarness og Æðarness þar sem hann snýr við. Kemur til baka að brúnni og tekur hægri beygjuna í SV-ramp aftur inn á Hafnarfjarðarveg og heldur áfram að Hafnarfirði.

Ferð 2: Bíll 9 kemur Hafnarfjarðarveg frá Hafnarfirði að vegamótunum, tekur SA-ramp upp að brúnni og hægri beygju inn á Arnarnesveg, fer að mislægu hringtorgi við Reykjanesbraut þar sem hann snýr við. Kemur til baka að brúnni og tekur hægri beygju í NA-ramp aftur inn á Hafnarfjarðarveg og heldur áfram að Hamraborg.

Ferð 3: Bíll 9 kemur Hafnarfjarðarveg frá Hamraborg að vegamótunum, tekur NV-ramp upp að brúnni og hægri beygju í átt að Arnarnesi, fer að gatnamótum Arnarness og Æðarness þar sem hann snýr við. Kemur til baka og fer beint yfir brúna alla leið að hringtorgi við Fífuhvammsveg þar sem hann snýr við. Kemur til baka að brúnni og tekur vinstri beygju í SV-ramp inn á Hafnarfjarðarveg og heldur áfram að Hafnarfirði.

Ferð 4: Bíll 9 kemur Hafnarfjarðarveg frá Hafnarfirði að vegamótunum og tekur SA-ramp upp að brúnni, fer beint áfram í NA-ramp aftur inn á Hafnarfjarðarvegi og heldur áfram að Hamraborg.

Hver ferð út á Arnarnes frá gatnamótum við Súlunes og Hegranes að Æðarnesi til þess að snúa við er um 0,75 km löng. Þessi leið er farin tvisvar sinnum sem gerir samtals 1,5 km. Hugsanlega væri hægt að stytta akstursvegalengdir um sem því nemur með því að setja hringtorg í stað kross gatnamóta við Súlunes og Hegranes.

Hafnarfjarðarvegur / Hamraborg / Digranesvegur



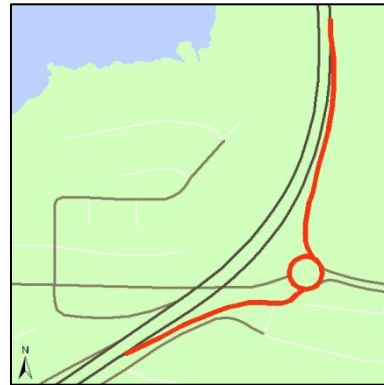
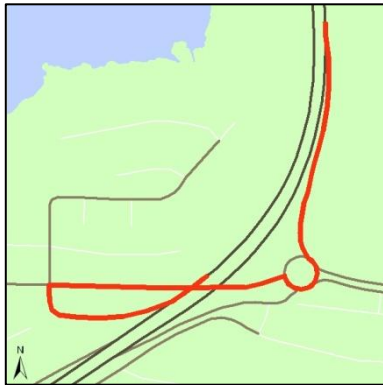
Ferð 1: Bíll 9 kemur Hafnarfjarðarveg frá Bústaðavegi að vegamótunum og tekur NV-ramp upp að Hamraborg, fer þar beint yfir Kópavogsháls í SV-ramp aftur inn á Hafnarfjarðarveg og heldur áfram að Arnarnesvegi.

Ferð 2: Bíll 9 kemur Hafnarfjarðarveg frá Arnarnesvegi að vegamótunum og tekur SA-ramp upp að brúnni, tekur vinstri beygju inn á brúna og svo SV-ramp aftur inn á Hafnarfjarðarveg og heldur áfram að Arnarnesvegi.

Ferð 3: Bíll 9 kemur Hafnarfjarðarveg frá Arnarnesvegi að vegamótunum, tekur SA-ramp upp að Digranesvegi og fer beint í NA-ramp aftur inn á Hafnarfjarðarveg og heldur áfram að Bústaðavegi.

Kópavogsháls milli NV-rampa og SV-rampa er ekki innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar, en ekki verður hjá því komist að aka hann.

Hafnarfjarðarvegur / Kársnesbraut / Nýbílavegur



Ferð 1: Bíll 7 kemur Hafnarfjarðarveg frá Bústaðavegi að vegamótunum og tekur hægri beygjurampinn (SV-ramp) niður að Kársnesbraut, tekur svo hægri beygju í undirgöngin og fer að hringtorginu á Nýbílavegi þar sem hann fer beint í NA-ramp inn á Hafnarfjarðaveg aftur og fer til baka að Bústaðavegi.

Þessi beygjurampi kostar í raun eina ferð eftir Hafnarfjarðavegi milli Bústaðavegar og Hamraborgar þar sem ekki er hægt að taka hann með neinni annarri leið.

Ferð 2: Bíll 9 kemur Hafnarfjarðarveg frá Hamraborg að vegamótunum, tekur SA-ramp eftir að hafa tekið rampana við Digranesveg og fer í hringtorgið á Nýbílavegi. Hann tekur allan hringinn í hringtorginu áður en hann fer í NA-ramp aftur inn á Hafnarfjarðarveg og heldur áfram að Bústaðavegi.

Kringlumýrarbraut / Bústaðavegur

Brúin sjálf er ekki innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar heldur eingöngu ramparnir.



Ferð 1: Bíll 7 kemur Kringlumýrarbraut frá Miklubraut að vegamótunum og tekur NV-ramp upp að brúnni, fer beint í SV-ramp aftur inn á Kringlumýrarbraut heldur áfram að Hamraborg.

Ferð 2: Bíll 7 kemur Kringlumýrarbraut frá Hamraborg að vegamótunum og tekur SA-ramp upp að brúnni, fer beint í NA-ramp aftur inn á Kringlumýrarbraut og heldur áfram að Miklubraut .

Mislæg vegamót á Miklubraut

Miklubraut / Réttarholtsvegur

Mislæg vegamót Miklubrautar og Réttarholtsvegur eru ekki innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar nema nauðsyn krefji að næturlagi vegna mikillar hálfku. Til þess að halda akstursvegalegðum í lágmarki er nauðsynlegt að nota þessi vegamót til þess að snúa við, annars vegar fyrir bíl 9 sem kemur frá Kringlumýrarbraut inn á Miklubraut, hins vegar fyrir bíl 8 sem sinnir beygjurampanum sem er af Miklubraut inn á Reykjanesbraut í Elliðaárvogi.



Ferð 1: Bíll 8 kemur inn á Miklubraut af Reykjanesbraut í Elliðaárvogi og að vegamótunum, tekur NA-ramp upp að brúnni, fer yfir brúna í SA-ramp aftur inn á Miklubraut og fer til baka að beygjurampanum af Miklubraut inn á Reykjanesbraut.

Ferð 2: Bíll 9 kemur inn á Miklubraut af Kringlumýrarbraut og að vegamótunum, tekur SV-ramp upp að brúnni, fer yfir brúna og í NV-ramp aftur inn á Miklubraut og fer til baka að Kringlumýrarbraut.

Það að láta bíl 9 snúa við á þessum vegamótum í stað á mislægum vegamótum í Elliðaárvogi styttir akstursvegalegð hans um 2,2 km. Fyrir bíl 8 er í raun engin annar staður til þess að snúa við fyrr en komið er að mislægum vegamótum Kringlumýrarbrautar og Bústaðavegar, að láta hann snúa við þarna styttir akstursvegalegð hans um 5,0 km.

Mislæg vegamót í Elliðaárvogi

Reykjanesbraut / Sæbraut / Miklubraut / Vesturlandsvegur



Ferð 1: Bíll 7 kemur Vesturlandsveg frá Höfðabakka (niður Ártúnsbrekku) að vegamótunum, tekur allar fjórar slaufurnar (NV-, SV-, SA- og NA-slaufu) hverja á fætur annarri og heldur svo áfram inn á Miklubraut í átt að Kringlumýrarbraut.

Ferð 2: Bíll 8 kemur Reykjanesbraut frá Stekkjarbakka að vegamótunum og tekur NA-slaufu upp á Miklubraut, fer að mislægum vegamótum Miklubrautar og Réttarholtsvegar þar sem hann snýr við. Kemur svo til baka og tekur SV-ramp af Miklubraut inn á Reykjanesbrautina og heldur áfram að Stekkjarbakka.

Ferð 3: Bíll 8 kemur Reykjanesbraut frá Stekkjarbakka að vegamótunum og tekur SA-ramp af Reykjanesbrautinni inn á Vesturlandsveg (Ártúnsbrekku). Tekur svo hægri beygjuna niður að Rafstöðvarvegi og fer undirgöngin að hringtorginu við Bíldshöfða. Þá fer hann yfir Elliðaá eftir Bíldshöfðanum og í NA-rampinn inn á Sæbraut þar sem hann fer í starfsstöð. Rampinn inn á Sæbraut er ekki innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar en þar sem bíll 8 er að enda ferð sína er þetta stysta leiðin fyrir hann að

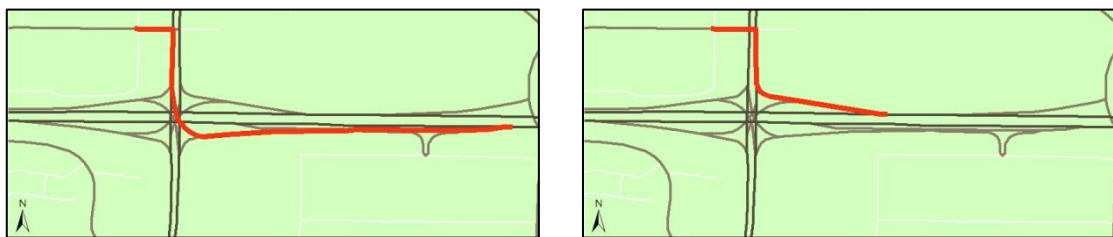
starfsstöð eftir að hafa tekið beygjurampinn af Reykjanesbraut inn á Vesturlandsveg (Ártúnsbrekku).

Ferð 4: Bíll 7 kemur Vesturlandsveg frá Höfðabakka að vegamótunum, tekur NV-slaufu og SV-slaufu til þess að snúa við og fer aftur inn á Vesturlandsveg til baka að Höfðabakka.

Mislæg vegamót og tvöföld hringtorg á Vesturlandsvegi

Vesturlandsvegur / Höfðabakki

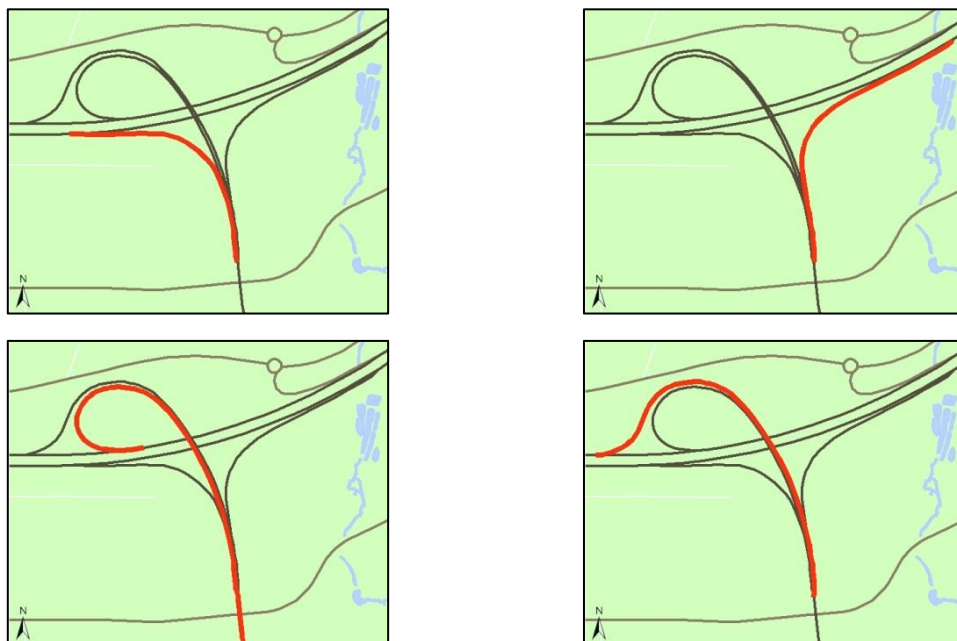
Mislæg vegamót Vesturlandsvegur og Höfðabakka eru ekki innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar. Bíll 10 er staðsettur á Höfðabakka og því óhjákvæmilegt fyrir hann að aka um þau þegar hann hefur og endar ferð.



Ferð 1: Bíll 10 tekur vinstri beygju af Höfðabakka í SA-ramp inn á Vesturlandsveg þar sem hann heldur áfram að Suðurlandsvegi.

Ferð 2: Bíll 10 kemur Vesturlandsveg frá Suðurlandsvegi að vegamótunum, tekur NA-ramp inn á Höfðabakka þar sem hann endar ferð sína.

Vesturlandsvegur / Suðurlandsvegur



Ferð 1: Bíll 10 kemur Vesturlandsveg frá Höfðabakka að vegamótunum, tekur SV-ramp af Vesturlandsvegi inn á Suðurlandsveg og heldur áfram að Bæjarhálsi.

Ferð 2: Bíll 10 kemur Suðurlandsveg frá Bæjarhálsi að vegamótunum, tekur SA-ramp inn á Vesturlandsveg og heldur áfram að hringtorgi við Lambhagaveg þar sem hann snýr við.

Ferð 3: Bíll 10 kemur Vesturlandsveg frá Víkurvegi að vegamótunum, tekur NA-ramp (trompet) upp á Suðurlandsveg og heldur áfram að Bæjarhálsi.

Ferð 4: Bíll 10 kemur Suðurlandsveg frá Bæjarhálsi að vegamótunum, tekur NV-ramp (trompet) inn á Vesturlandsveg og heldur áfram að Höfðabakka.

Vesturlandsvegur / Víkurvegur

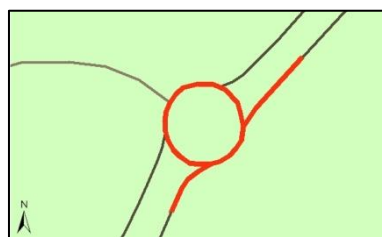
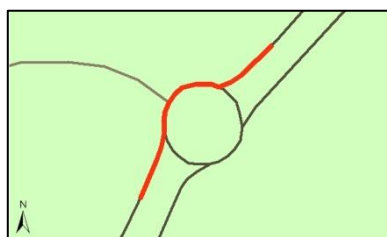
Mislæg vegamót Vesturlandsvegur og Víkurvegur eru ekki innan þjónustusviðs Vegagerðarinnar, að rampanum frá hringtorginu við Víkurveg að Vesturlandsvegi undanskildum.



Ferð 1: Bíll 7 kemur frá starfsstöð við Víkurveg að hringtorginu, fer niður rampinn inn á Vesturlandsveg og heldur áfram að Höfðabakka.

Ferð 2: Bíll 7 kemur Vesturlandsveg eftir að hafa snúið við á hringtorginu við Lambhagaveg og tekur hægri beygju í rampinn og fer upp að hringtorginu, fer inn á Víkurveg þar sem hann endar ferð sína í starfsstöð.

Tvöföld hringtorg á Vesturlandsvegi

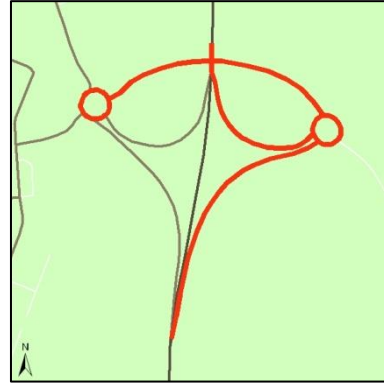
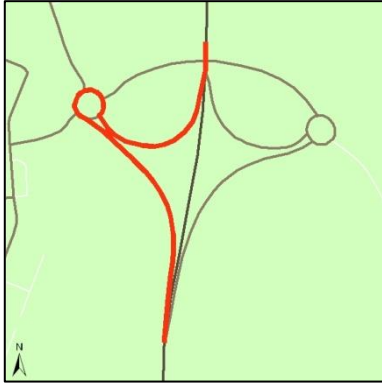


Ferð 1: Bíll 6 kemur Vesturlandsveg frá Mosfellsbæ að hringtorginu, tekur allan hringinn í hringtorginu áður en hann heldur áfram í átt að Reykjavík.

Ferð 2: Bíll 6 kemur Vesturlandsveg frá Reykjavík að hringtorginu, fer beint í gegnum hringtorgið og heldur áfram í átt að Mosfellsbæ.

Mislæg vegamót á Suðurlandsvegi

Suðurlandsvegur / Bæjarháls / Hádegismóar



Ferð 1: Bíll 6 kemur Suðurlandsveg frá Vesturlandsvegi að vegamótunum og tekur NV-ramp upp að hringtorginu við Bæjarháls, fer í hringtorgið og tekur svo SV-ramp aftur inn á Suðurlandsveg og heldur áfram að Breiðholtsbraut þar sem hann snýr við.

Ferð 2: Bíll 6 kemur Suðurlandsveg frá Breiðholtsbraut að vegamótunum og tekur SA-ramp upp að hringtorginu við Hádegismóa, heldur áfram yfir brúna að hringtorginu við Bæjarháls þar sem hann snýr við og fer aftur yfir brúna. Fer allan hringinn í hringtorginu áður en hann tekur NA-ramp aftur inn á Suðurlandsveg og heldur áfram að Vesturlandsvegi.

Viðauki D - Akstursleiðir allra bíla fyrir hvert líkan

Akstursleiðir fyrir líkan 1

Bíll 1 - akstursleið

Fer frá starfsstöð við Stapabraut vestari yfir brúna á mislægu vegamótunum og tekur SA-ramp inn á Reykjanesbraut. Fer að mislægum vegamótum við Stapabraut eystri, tekur þar SV-ramp, undirgöngin og svo NV-ramp aftur inn á Reykjanesbraut að mislægum vegamótum við Stapabraut vestari. Tekur þar NA-ramp og NV-ramp aftur inn á Reykjanesbraut. Fer beina leið að Flugstöð og aftur til baka að hringtorgi við Sandgerðisveg/Garðskagaveg. Fer inn á Garðskagaveg og ekur hringinn á Reykjanesinu í gegnum Garð og Sandgerði, tekur svo vinstri beygju inn á Miðnesheiðaveg. Af Miðnesheiðavegi tekur hann hægri beygju inn á Garðskagaveg að hringtorginu við Reykjanesbraut. Úr hringtorginu fer hann inn á Sandgerðisveg og fer hringinn á Reykjanesinu í gegnum Sandgerði og Garð, tekur svo hægri beygju inn á Miðnesheiðaveg. Af Miðnesheiðavegi tekur hann svo vinstri beygju inn á Sandgerðisveg og fer að hringtorginu við Reykjanesbraut. Fer Reykjanesbraut að mislægum vegamótum við Stapabraut vestari, tekur þar SV-ramp og undirgöngin að starfsstöð þar sem hann endar ferð sína. **Samtals 68 km og tekur 90 mín.**

Bíll 2 - akstursleið

Fer frá starfsstöð við Voga á Vatnsleysuströnd inn á Reykjanesbraut eftir NV-rampa og fer að hringtorgi við Grænásveg, þar snýr hann við og fer til baka að Grindavíkurvegi. Tekur hægri beygju í SV-ramp og inn á Grindavíkurveg, fer alla leið að hringtorgi við Gerðavelli í Grindavík þar sem hann snýr við og fer sömu leið til baka að Bláalónsvegi. Tekur þar vinstri beygju inn á Bláalónsveg og fer að Bláalóninu þar sem hann snýr við og fer sömu leið til baka að Grindavíkurvegi. Tekur vinstri beygju inn á Grindavíkurveg og heldur áfram að Reykjanesbraut. Á mislægu vegamótunum tekur hann undirgöngin og NV-ramp inn á Reykjanesbraut að mislægum vegamótum við Stapabraut eystri. Tekur þar NA-ramp, undirgöngin og SA-ramp (snýr við á vegamótunum) aftur inn á Reykjanesbraut og fer beina leið að mislægum vegamótum við Vogaveg. Þar tekur hann SV-ramp og undirgöngin inn á Vogaveg þar sem hann endar ferð sína í starfsstöð. **Samtals 62 km og tekur 82 mín.**

Bíll 3 - Akstursleið

Fer frá starfsstöð við Rauðhelli í Hafnarfirði inn á Reykjanesbraut og beina leið að hringtorgi við Lækjargötu í Hafnarfirði þar sem hann snýr við. Frá hringtorginu fer hann beina leið að mislægum vegamótum við Hvassahraun. Þar tekur hann NA-ramp og NV-ramp og heldur áfram eftir Reykjanesbraut að mislægum vegamótum við Vatnsleysustrandarveg. Þar tekur hann NA-ramp og NV-ramp og heldur áfram að mislægum vegamótum við Vogaveg. Þar tekur hann NA-ramp, undirgöngin og SA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut. Fer til baka að mislægum vegamótum við Vatnsleysustrandarveg, tekur þar SV-ramp, undirgöngin fram og til baka og svo SA-

ramp aftur inn á Reykjanesbraut. Heldur áfram að mislægum vegamótum við Hvassahraun þar sem hann tekur SV-ramp, undirgöngin fram og til baka og svo SA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut. Heldur áfram að Krýsuvíkurvegi, tekur hægri beygju inn á Krýsuvíkurveg þar sem hann endar ferð sína í starfsstöð. **Samtals 50 km og tekur 63 mín.**

Bíll 4 - Akstursleið

Fer frá starfsstöð við Rauðhelli í Hafnarfirði inn á Reykjanesbraut og beina leið að mislægum vegamótum við Grindavíkurveg. Tekur þar NA-ramp, undirgöngin og SA-ramp (snýr við á vegamótunum) og fer aftur beina leið til baka að mislægum vegamótum við Strandgötu í Hafnarfirði. Tekur þar SV-ramp og SA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut og heldur áfram að mislægum vegamótum við Kaldárselsveg. Tekur þar SV-ramp og SA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut og fer að hringtorgi við Lækjargötu þar sem hann snýr við og fer til baka að mislægum vegamótum við Kaldárselsveg. Tekur þar NA-ramp, fer yfir brúna fram og til baka og svo NV-ramp aftur inn á Reykjanesbraut að mislægum vegamótum við Strandgötu. Tekur þar NA-ramp, undirgöngin fram og til baka og svo NV-ramp aftur inn á Reykjanesbraut að Krýsuvíkurvegi. Tekur vinstri beygju inn á Krýsuvíkurveg þar sem hann endar ferð sína í starfsstöð. **Samtals 57 km og tekur 73 mín.**

Bíll 5 - Akstursleið

Ekki í notkun.

Bíll 6 - Akstursleið

Fer frá starfsstöð við Krikahverfi í Mosfellsbæ inn á Reykjaveg, fer að Sólvöllum og aftur til baka að Vesturlandsvegi. Tekur vinstri beygju inn á Vesturlandsveg og fer beina leið að hringtorgi við Lambhagaveg þar sem hann snýr við og fer sömu leið til baka að Þingvallavegi. Á leiðinni til baka að Mosfellsbæ þarf hann að taka allan hringinn í öllum hringtorgum á leiðinni. Heldur áfram inn á Hringveg og fer beina leið að Hvalfjarðargöngum þar sem hann snýr við og fer sömu leið til baka að Þingvallavegi. Heldur áfram Vesturlandsveg að Reykjavegi, tekur vinstri beygju inn á Reykjaveg og fer að hringtorgi við Stórakrika. Tekur allan hringinn í hringtorginu áður en hann endar ferð sína í starfsstöð. **Samtals 51 km og tekur 71 mín.**

Bíll 7 - Akstursleið

Fer frá starfsstöð við Víkurveg inn á Vesturlandsveg og fer beina leið að mislægum vegamótum í Elliðaárvogi. Tekur allar slaufurnar hverja á fætur annarri áður en hann heldur áfram inn á Miklubraut að Kringlunni. Tekur vinstri beygju inn á Kringlumýrarbraut. Fer að mislægum vegamótum við Bústaðaveg, tekur þar NV-ramp og SV-ramp og heldur áfram í átt að Hamraborg. Áður en komið er að Hamraborg tekur hann hægri beygjurampinn af Kringlumýrarbraut inn á Kársnesbraut. Fer að hringtorgi við Nýbílaveg og fer í rampinn aftur inn á Kringlumýrarbraut og fer að mislægum

vegamótum við Bústaðaveg. Tekur þar SA-ramp og NA-ramp og heldur áfram að Kringlunni. Tekur hægri beygju inn á Miklubraut og heldur áfram inn á Vesturlandsveg, alla leið að hringtorgi við Þingvallaveg þar sem hann snýr við og fer sömu leið til baka að mislægum vegamótum í Elliðaárvogi. Tekur þar NV-slaufu og SV-slaufu (snýr við á vegamótunum) og fer til baka eftir Vesturlandsvegi að hringtorgi við Lambhagaveg. Þar snýr hann við og fer að mislægum vegamótum við Víkurveg þar sem hann tekur hægri beygju í rampinn upp að hringtorginu við Víkurveg þar sem hann endar ferð sína í starfsstöð. **Samtals 48 km og tekur 75 mín.**

Bíll 8 - Akstursleið

Fer frá starfsstöð við Sæbraut inn á Reykjanesbraut við mislæg vegamót í Elliðaárvogi, fer beina leið að hringtorgi við Lækjargötu í Hafnarfirði þar sem hann snýr við og fer sömu leið til baka að Elliðaárvogi. Þar tekur hann NA-slaufu upp á Miklubraut og fer að mislægum vegamótum við Réttarholtsveg. Tekur þar NA-ramp upp á brúna og svo SA-ramp (snýr við á vegamótunum) inn á Miklubraut, fer til baka að mislægum vegamótum við Elliðaárvog þar sem hann tekur hægri beygjuramp inn á Reykjanesbraut. Fer beina leið að Breiðholtsbraut, tekur þar NV-ramp og vinstri beygju yfir brúna. Tekur svo vinstri beygju inn í Stekkjarbakka þar sem hann fer að hringtorgi við Grænastekk þar sem hann snýr við og fer aftur til baka að Breiðholtsbraut. Tekur hægri beygju inn á Breiðholtsbraut og svo hægri beygjurampinn í NA-ramp inn á Reykjanesbraut. Fer að mislægum vegamótum við Stekkjarbakka, tekur þar SA-ramp og SV-ramp (snýr við á vegamótunum) og fer til baka að mislægum vegamótum við Breiðholtsbraut. Tekur þar NV-ramp og hægri beygju inn á Nýbílaveg. Fer að hringtorgi við Skemmuveg og Smiðjuveg þar sem hann snýr við og fer til baka að mislægu vegamótunum við Breiðholtsbraut. Tekur þar hægri beygjurampinn í SV-ramp inn á Reykjanesbraut og fer beina leið að mislægum vegamótum við Arnarnesveg. Tekur þar NV-ramp, hringtorgið og NA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut og fer að mislægum vegamótum við Fífuhvamsveg. Tekur þar SV-ramp og NA-ramp (snýr við á vegamótunum) aftur inn á Reykjanesbraut og fer að mislægum vegamótum við Arnarnesveg. Tekur þar NV-ramp og SA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut og heldur áfram að mislægum vegamótum við Vífilstaðaveg. Tekur þar NV-ramp, allan hringinn í hringtorginu og svo SV-ramp inn á Reykjanesbraut og fer að mislægum vegamótum við Kaupþún. Tekur þar NA-ramp og fer yfir brúna, tekur svo hægri beygjurampinn inn í Kaupþún að hringtorginu þar sem hann snýr við og fer aftur yfir brúna og í NV-ramp inn á Reykjanesbraut og heldur áfram að Kaplakrika. Við Kaplakrika tekur hann hægri beygju inn í Fjarðarhraun og fer að hringtorgi við Flatahraun þar sem hann snýr við og fer til baka að Kaplakrika þar sem hann tekur vinstri beygju inn á Reykjanesbraut. Fer að mislægum vegamótum við Kaupþún, tekur þar SV-ramp og svo hægri beygju yfir brúna. Tekur svo vinstri beygju inn í Austurhraun, fer að hringtorgi við Austurhraun/Miðhraun þar sem hann snýr við og fer til baka að brúnni. Tekur þar hægri beygju yfir brúna og svo vinstri beygju í SA-ramp inn á Reykjanesbraut. Fer að mislægum vegamótum við Vífilstaðaveg, tekur þar SA-ramp, allan hringinn í hringtorginu og svo NA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut og

fer að mislægum vegamótum við Arnarnesveg. Tekur þar SA-ramp og NA-ramp og svo beina leið að mislægum vegamótum við Breiðholtsbraut. Tekur þar SA-ramp og hægri beygju inn á Breiðholtsbraut að gatnamótum við Stekkjarbakka. Tekur vinstri beygju inn í Stekkjarbakka og fer að hringtorgi við Grænastekk þar sem hann snýr við og fer aftur til baka að Breiðholtsbraut. Tekur hægri beygju inn á Breiðholtsbraut og fer yfir brúna, tekur svo vinstri beygju í SV-ramp og fer að mislægum vegamótum við Fífuhvammsveg. Tekur þar NV-ramp og SA-ramp (snýr við á vegamótunum) og fer til baka að mislægum vegamótum við Breiðholtsbraut. Tekur þar SA-ramp og svo vinstri beygju yfir brúna inn á Nýbílaveg. Fer að hringtorgi við Skemmuveg/Smíðjuveg þar sem hann snýr við og fer til baka að mislægu vegamótunum við Breiðholtsbraut. Fer yfir brúna og tekur vinstri beygju í NA-ramp inn á Reykjanesbraut og fer beina leið að mislægum vegamótum í Elliðaárvogi. Tekur þar hægri beygurampinn inn á Vesturlandsveg (Ártúnsbrekku) og svo hægri beygju inn á Rafstöðvarveg. Fer að hringtorgi við Bíldshöfða og fer yfir Elliðaárnar eftir Bíldshöfða og endar ferð sína í starfsstöð við Sæbraut. **Samtals 60 km og tekur 95 mín.**

Bíll 9 - Akstursleið

Fer frá starfsstöð Hringbraut inn á Kringlumýrarbraut við Kringluna. Fer beina leið að gatnamótum Fjarðarhrauns og Álftanesvegar. Tekur vinstri beygju inn í Fjarðarhraun og heldur áfram að hringtorgi við Lækjargötu í Hafnarfirði þar sem hann snýr við og fer sömu leið til baka að Kringlunni. Tekur hægri beygju inn á Miklubraut og fer að mislægum vegamótum við Réttarholtsveg. Tekur þar SV-ramp upp á brúna og svo NV-ramp (snýr við á vegamótunum) aftur inn á Miklubraut að Kringlunni. Tekur vinstri beygju inn á Kringlumýrarbraut og fer beina leið að mislægum vegamótum við Hamraborg. Tekur þar NV-ramp og SV-ramp aftur inn á Hafnarfjarðarveg og fer að mislægum vegamótum við Arnarnesveg. Tekur þar NV-ramp og hægri beygju út á Arnarnes, fer að Æðanesi þar sem hann snýr við og fer til baka að mislægum vegamótum við Arnarnesveg. Tekur þar hægri beygurampinn niður á Hafnarfjarðarveg og fer beint að gatnamótum Álftanesvegar og Fjarðarhrauns. Tekur hægri beygju inn á Álftanesveg og fer að hringtorgi við Bessastaðaveg þar sem hann snýr við og fer til baka að Hafnarfjarðarvegi. Tekur vinstri beygju inn á Hafnarfjarðarveg og fer að mislægum vegamótum við Arnarnesveg. Tekur þar SA-ramp og hægri beygju inn á Arnarnesveg. Fer alla leið að mislægu hringtorgi við Reykjanesbraut þar sem hann snýr við og fer aftur til baka að mislægum vegamótum Arnarnesvegar og Hafnarfjarðarvegar. Tekur þar hægri beygju í NA-ramp og fer að mislægum vegamótum við Hamraborg. Tekur þar SA-ramp og vinstri beygju upp á brúna, svo aftur vinstri beygju í SV-ramp (snýr við á vegamótunum) og fer til baka að mislægum vegamótum við Arnarnesveg. Tekur þar NV-ramp og hægri beygju út á Arnarnes, fer að Æðanesi þar sem hann snýr við og fer til baka að brúnni. Fer beint yfir brúnni að hringtorgi við Fífuhvammsveg þar sem hann snýr við og fer til baka að brúnni. Tekur vinstri beygju í SV-ramp og fer að gatnamótum við Fjarðarhraun. Tekur vinstri beygju inn í Fjarðarhraun og fer að hringtorgi við Flatahraun þar sem hann snýr við og fer til baka að gatnamótum við Álftanesveg og

Hafnarfjarðarveg. Fer beint yfir gatnamótin inn á Álftanesveg og fer að hringtorgi við Hraunholtsbraut í Garðabæ (við Álftanesveg) þar sem hann snýr við og fer til baka að gatnamótum við Hafnarfjarðarveg. Tekur vinstri beygju inn á Hafnarfjarðarveg og fer að mislægum vegamótum við Arnarnesveg. Tekur þar SA-ramp og beint í NA-ramp og heldur áfram að mislægum vegamótum við Hamraborg. Tekur þar SA-ramp og NA-ramp aftur inn á Hafnarfjarðarveg. Tekur svo í beinu framhaldi hægri beygjuramp af Hafnarfjarðarvegi niður að hringtorgi við Nýbýlaveg, fer allan hringinn í hringtorginu áður en hann tekur rampinn aftur inn á Hafnarfjarðarveg. Fer svo beina leið að Kringlunni þar sem hann tekur vinstri beygju inn á Hringbraut þar sem hann endar ferð sína í starfsstöð. **Samtals 60 km og tekur 100 mín.**

Bíll 10 - Akstursleið

Fer frá starfsstöð við Höfðabakka og tekur vinstri beygju inn á Vesturlandsveg. Fer að mislægum vegamótum við Suðurlandsveg þar sem hann tekur hægri beygjuramp inn á Suðurlandsveg. Fer að hringtorgi við Breiðholtsbraut og tekur þar hægri beygju inn á Breiðholtsbrautina, fer alla leið inn á Nýbýlaveg og áfram að hringtorgi við Skemmuveg/Smiðjuveg þar sem hann snýr við og fer sömu leið til baka að Suðurlandsvegi. Tekur hægri beygju inn á Suðurlandsveg og fer beina leið að Litlu Kaffistofunni þar sem hann snýr við og fer sömu leið til baka að mislægum vegamótum við Vesturlandsveg. Tekur þar hægri beygjurampinn inn á Vesturlandsveg og fer að hringtorgi við Lambhagaveg þar sem hann snýr við og fer til baka að mislægum vegamótum við Suðurlandsveg. Tekur þar NA-ramp (trompetið) inn á Suðurlandsveg og fer að mislægum vegamótum við Bæjarháls. Tekur þar NV-ramp og SV-ramp aftur inn á Suðurlandsveg og fer að hringtorgi við Breiðholtsbraut. Tekur hægri beygju inn á Breiðholtsbraut og fer að gatnamótum við Stekkjarbakka þar sem hann tekur hægri beygju inn í Stekkjarbakka. Fer að hringtorgi við Grænastekk þar sem hann snýr við og fer aftur til baka að Breiðholtsbraut. Tekur vinstri beygju inn á Breiðholtsbraut og fer að Suðurlandsvegi. Tekur vinstri beygju inn á Suðurlandsveg og fer að mislægum vegamótum við Bæjarháls. Tekur þar SA-ramp, allan hringinn í hringtorginu og svo fer hann yfir brúna og aftur til baka í NA-ramp inn á Suðurlandsveg og fer að mislægum vegamótum við Vesturlandsveg. Tekur þar NV-ramp (trompetið) inn á Vesturlandsveg og heldur áfram að Höfðabakka þar sem hann tekur hægri beygju inn á Höfðabakka þar sem hann endar ferð sína í starfsstöð. **Samtals 68 km og tekur 97 mín.**

Akstursleiðir fyrir líkan 2

Bíll 1 - akstursleið

Fer frá starfsstöð við Stapabraut vestari inn á Reykjanesbraut eftir NV-rampi og fer beint að Flugstöð og aftur til baka að hringtorgi við Sandgerðisveg/Garðskagaveg. Fer inn á Garðskagaveg og ekur hringinn á Reykjanesinu í gegnum Garð og Sandgerði, tekur svo vinstri beygju inn á Miðnesheiðaveg. Af Miðnesheiðavegi tekur hann hægri beygju inn á Garðskagaveg og fer að hringtorginu við Reykjanesbraut. Úr hringtorginu fer hann inn á Sandgerðisveg og fer hringinn á Reykjanesinu í gegnum Sandgerði og Garð, tekur svo hægri beygju inn á Miðnesheiðaveg. Af Miðnesheiðavegi tekur hann svo vinstri beygju inn á Sandgerðisveg og fer að hringtorginu við Reykjanesbraut. Fer svo eftir Reykjanesbraut að Hafnarvegi og tekur hægri beygju inn á Hafnarveg, fer að Höfnum þar sem hann snýr við og fer til baka að Reykjanesbraut. Tekur hægri beygju inn á Reykjanesbraut og fer að mislægum vegamótum við Stapabraut vestari, tekur þar SV-ramp og undirgöngin að starfsstöð þar sem hann endar ferð sína. **Samtals 81 km og tekur 105 mín.**

Bíll 2 - akstursleið

Fer frá starfsstöð við Voga á Vatnsleysuströnd inn á Reykjanesbraut eftir NV-ramp og fer að hringtorgi við Grænásveg, þar snýr hann við og fer til baka að Grindavíkurvegi. Tekur hægri beygju í SV-ramp og inn á Grindavíkurveg, fer alla leið í gegnum Grindavík og ekur Suðurstrandarveg á enda og fer til baka inn í Grindavík. Fer Grindavíkurveg að Bláalónsvegi þar sem hann tekur vinstri beygju og fer að Bláalóninu þar sem hann snýr við og fer til baka að Grindavíkurvegi. Tekur vinstri beygju inn á Grindavíkurveg og heldur áfram að Reykjanesbraut. Á mislægu vegamótunum tekur hann undirgöngin og NV-ramp inn á Reykjanesbraut að mislægum vegamótum við Stapabraut eystri, þar tekur hann NA- og NV-ramp og heldur áfram að mislægum vegamótum við Stapabraut vestari. Þar tekur hann NA-ramp, undirgöngin, SA-ramp (snýr við á vegamótunum) og fer til baka að mislægum vegamótum við Stapabraut eystri. Þar tekur hann SV-ramp, undirgöngin fram og til baka og svo SA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut og heldur áfram að mislægum vegamótum við Vogaveg. Þar tekur hann SV-ramp og undirgöngin inn á Vogaveg þar sem hann endar ferð sína í starfsstöð. **Samtals 77 km og tekur 110 mín.**

Bíll 3 - Akstursleið

Fer frá starfsstöð við Rauðhelli í Hafnarfirði inn á Reykjanesbraut og beina leið að hringtorgi við Lækjargötu í Hafnarfirði þar sem hann snýr við. Frá hringtorginu fer hann beina leið að mislægum vegamótum við Hvassahraun. Þar tekur hann NA-ramp og NV-ramp og heldur áfram eftir Reykjanesbraut að mislægum vegamótum við Vatnsleysustrandarveg. Þar tekur hann NA-ramp og NV-ramp og heldur áfram að mislægum vegamótum við Vogaveg. Þar tekur hann NA-ramp, undirgöngin og SA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut. Fer til baka að mislægum vegamótum við

Vatnsleysustrandarveg, tekur þar SV-ramp, undirgöngin fram og til baka og svo SA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut. Heldur áfram að mislægum vegamótum við Hvassahraun þar sem hann tekur SV-ramp, undirgöngin fram og til baka og svo SA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut. Heldur áfram mislægum vegamótum við Strandgötu, tekur þar SV-ramp og svo SA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut og heldur áfram að mislægum vegamótum við Kaldárselsveg. Tekur þar SV-ramp og SA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut og fer að hringtorgi við Lækjargötu þar sem hann snýr við og fer til baka að mislægum vegamótum við Kaldárselsveg. Tekur þar NA-ramp, fer yfir brúna og inn á Elliðavatnsveg. Fer Elliðavatnsveg alla leið að hringtorgi við Vífilstaðaveg þar sem hann snýr við og fer aftur til baka að mislægum vegamótum við Kaldárselsveg. Tekur þar NV-ramp inn á Reykjanesbraut og fer að mislægum vegamótum við Strandgötu. Tekur þar NA-ramp, undirgöngin fram og til baka og svo NV-ramp aftur inn á Reykjanesbraut. Fer að Krýsuvíkurvegi og tekur vinstri beygju inn í Rauðhelli þar sem hann endar ferð sína í starfsstöð. **Samtals 71 km og tekur 99 mín.**

Bíll 4 - Akstursleið

Fer frá starfsstöð við Rauðhelli í Hafnarfirði inn á Reykjanesbraut og beina leið að mislægum vegamótum við Grindavíkurveg. Tekur þar NA-ramp, undirgöngin og SA-ramp (snýr við á vegamótunum) og fer aftur beina leið til baka að Krýsuvíkurvegi. Tekur hægri beygju inn á Krýsuvíkurveg og fer alla leið að Vatnsskarði þar sem hann snýr við og fer sömu leið til baka að Reykjanesbraut þar sem hann endar ferð sína í starfsstöð. **Samtals 66 km og tekur 82 mín.**

Bíll 5 - Akstursleið

Ekki í notkun.

Bíll 6 - Akstursleið

Fer frá starfsstöð við Krikahverfi í Mosfellsbæ inn á Reykjaveg, fer að Sólvöllum og aftur til baka að Vesturlandsvegi. Tekur vinstri beygju inn á Vesturlandsveg og fer beina leið að hringtorgi við Lambhagaveg þar sem hann snýr við og fer sömu leið til baka að Þingvallavegi. Á leiðinni til baka að Mosfellsbæ þarf hann að taka allan hringinn í öllum hringtorgum á leiðinni. Heldur áfram inn á Hringveg og fer beina leið að Hvalfjarðargöngum þar sem hann snýr við og fer sömu leið til baka að Þingvallavegi. Tekur vinstri beygju inn á Þingvallaveg og fer að Seljabrekkuvegi þar sem hann snýr við og fer beina leið til baka að Vesturlandsvegi. Tekur vinstri beygju inn á Vesturlandsveg og fer að Reykjavegi, tekur vinstri beygju inn á Reykjaveg og fer að hringtorgi við Stórakrika. Tekur allan hringinn í hringtorginu áður en hann endar ferð sína í starfsstöð. **Samtals 65 km og tekur 89 mín.**

Bíll 7 - Akstursleið

Sjá akstursleið fyrir líkan 1.

Bíll 8 - Akstursleið

Sjá akstursleið fyrir líkan 1.

Bíll 9 - Akstursleið

Sjá akstursleið fyrir líkan 1.

Bíll 10 - Akstursleið

Sjá akstursleið fyrir líkan 1.

Akstursleiðir fyrir líkan 3

Bíll 1 - akstursleið

Sjá akstursleið fyrir líkan 2.

Bíll 2 - akstursleið

Sjá akstursleið fyrir líkan 2.

Bíll 3 - Akstursleið

Sjá akstursleið fyrir líkan 2.

Bíll 4 - Akstursleið

Sjá akstursleið fyrir líkan 2.

Bíll 5 - Akstursleið

Ekki í notkun.

Bíll 6 - Akstursleið

Fer frá starfsstöð við Krikahverfi í Mosfellsbæ inn á Reykjaveg, fer að Sólvöllum og aftur til baka að Vesturlandsvegi. Tekur vinstri beygju inn á Vesturlandsveg og fer beina leið að hringtorgi við Lambhagaveg þar sem hann snýr við og fer sömu leið til baka að Þingvallavegi. Á leiðinni til baka að Mosfellsbæ þarf hann að taka allan hringinn í öllum hringtorgum á leiðinni. Heldur áfram inn á Hringveg og fer beina leið að Hvalfjarðargöngum þar sem hann snýr við og fer sömu leið til baka að Þingvallavegi. Heldur áfram Vesturlandsveg að Reykjavegi, tekur vinstri beygju inn á Reykjaveg og fer að hringtorgi við Stórakrika. Snýr þar við og fer aftur að Vesturlandsvegi, tekur hægri beygju inn á Vesturlandsveg og fer að Þingvallavegi. Tekur hægri beygju inn á Þingvallaveg og fer beina leið Seljabrekkuvegi þar sem hann snýr við og fer til baka að Vesturlandsvegi. Fer svo aftur inn á Þingvallaveg og fer þá alla leið að Þjónustumiðstöð við Þingvelli þar sem hann snýr við og fer sömu leið til baka að Vesturlandsvegi. Tekur vinstri beygju inn á Vesturlandsveg og fer að Reykjavegi, tekur vinstri beygju inn á Reykjaveg þar sem hann endar ferð í starfsstöð. **Samtals 136 km og tekur 178 mín.**

Bíll 7 - Akstursleið

Fer frá starfsstöð við Víkurveg inn á Vesturlandsveg og fer beina leið að mislægum vegamótum í Elliðaárvogi. Tekur allar slaufurnar hverja á fætur annari áður en hann heldur áfram inn á Miklubraut að Kringlunni. Tekur vinstri beygju inn á Kringlumýrabraut. Fer að mislægum vegamótum við Bústaðaveg, tekur þar NV-ramp og SV-ramp og heldur áfram í átt að Hamraborg. Áður en komið er að Hamraborg tekur hann hægri beygjurampinn af Kringlumýrabraut inn á Kársnesbraut. Fer að hringtorgi við Nýbílaveg og fer í rampinn aftur inn á Kringlumýrabraut og fer að mislægum vegamótum við Bústaðaveg. Tekur þar SA-ramp og NA-ramp og heldur áfram að

Kringlunni. Tekur hægri beygju inn á Miklubraut og heldur áfram inn á Vesturlandsveg, alla leið að hringtorgi við Þingvallaveg þar sem hann snýr við og fer sömu leið til baka að mislægum vegamótum í Elliðaárvogi. Tekur þar NV-slaufu og SV-slaufu (snýr við á vegamótunum) og fer til baka eftir Vesturlandsvegi að hringtorgi við Lambhagaveg. Snýr þar við og fer að mislægum vegamótum við Suðurlandsveg. Tekur þar NA-ramp (trompetið) inn á Suðurlandsveg og fer að mislægum vegamótum við Bæjarháls. Tekur þar NV-ramp og SV-ramp aftur inn á Suðurlandsveg og fer að hringtorgi við Breiðholtsbraut þar sem hann snýr við og fer til baka að mislægum vegamótum við Bæjarháls. Tekur þar SA-ramp, allan hringinn í hringtorginu og svo fer hann yfir brúna og aftur til baka í NA-ramp inn á Suðurlandsveg og fer að mislægum vegamótum við Vesturlandsveg. Tekur þar hægri beygjurampa inn á Vesturlandsveg, fer að hringtorgi við Lambhagaveg þar sem hann snýr við og fer að mislægum vegamótum við Víkurveg þar sem hann tekur hægri beygju í rampinn upp að hringtorginu við Víkurveg, þar sem hann endar ferð sína í starfsstöð. **Samtals 57 km og tekur 90 mín.**

Bíll 8 - Akstursleið

Sjá akstursleið fyrir líkan 1.

Bíll 9 - Akstursleið

Sjá akstursleið fyrir líkan 1.

Bíll 10 - Akstursleið

Fer frá starfsstöð við Höfðabakka og tekur vinstri beygju inn á Vesturlandsveg. Fer að mislægum vegamótum við Suðurlandsveg þar sem hann tekur hægri beygjurampa inn á Suðurlandsveg. Fer að hringtorgi við Breiðholtsbraut og tekur þar hægri beygju inn á Breiðholtsbrautina, fer alla leið inn á Nýbílaveg og áfram að hringtorgi við Skemmuveg og Smiðjuveg þar sem hann snýr við og fer sömu leið til baka að Suðurlandsvegi. Tekur hægri beygju inn á Suðurlandsveg og fer beina leið að Litlu Kaffistofunni þar sem hann snýr við og fer til baka að Bláfjallavegi, tekur vinstri beygju inn á Bláfjallaveg og fer að Bláfjallaleið þar sem hann snýr við og fer til baka að Suðurlandsvegi. Tekur vinstri beygju inn á Suðurlandsveg fer að Hafravatnsvegi. Tekur hægri beygju inn á Hafravatnsveg og fer að Nesjavallaleið þar sem hann snýr við og fer til baka að Suðurlandsvegi. Tekur hægri beygju inn á Suðurlandsveg og fer að hringtorgi við Breiðholtsbraut. Tekur vinstri beygju inn á Breiðholtsbraut og fer að gatnamótum við Stekkjarbakka þar sem hann tekur hægri beygju inn í Stekkjarbakka. Fer að hringtorgi við Grænastekk þar sem hann snýr við og fer aftur til baka að Breiðholtsbraut. Tekur vinstri beygju inn á Breiðholtsbraut og fer að Suðurlandsvegi. Tekur vinstri beygju inn á Suðurlandsveg og fer að mislægum vegamótum við Vesturlandsveg. Tekur þar NV-ramp (trompetið) inn á Vesturlandsveg og heldur áfram að Höfðabakka þar sem hann endar ferð sína í starfsstöð. **Samtals 83 km og tekur 119 mín.**

Akstursleiðir fyrir líkan 4

Bíll 1 - akstursleið

Fer frá starfsstöð við Stapabraut vestari inn á Reykjanesbraut eftir NV-rampi og fer beint að Flugstöð og aftur til baka að hringtorgi við Sandgerðisveg/Garðskagaveg. Fer inn á Garðskagaveg og ekur hringinn á Reykjanesinu í gegnum Garð og Sandgerði, tekur svo vinstri beygju inn á Miðnesheiðaveg. Af Miðnesheiðavegi tekur hann hægri beygju inn á Garðskagaveg og fer að hringtorginu við Reykjanesbraut. Úr hringtorginu fer hann inn á Sandgerðisveg og fer hringinn á Reykjanesinu í gegnum Sandgerði og Garð, tekur svo hægri beygju inn á Miðnesheiðaveg. Af Miðnesheiðavegi tekur hann svo vinstri beygju inn á Sandgerðisveg og fer að hringtorginu við Reykjanesbraut. Fer svo eftir Reykjanesbraut að Hafnarvegi og tekur hægri beygju inn á Hafnarveg, fer að Höfnum þar sem hann snýr við og fer til baka að Reykjanesbraut. Tekur hægri beygju inn á Reykjanesbraut og fer að mislægum vegamótum við Stapabraut vestari og tekur SV-ramp, undirgöngin og NV-ramp (snýr við á vegamótunum) aftur inn á Reykjanesbraut og fer að Hafnarvegi. Tekur vinstri beygju inn á Hafnarveg og fer að Höfnum, heldur áfram Nesveg alla leið að Grindavík. Inn í Grindavík snýr hann við á hringtorginu við Gerðavelli og fer sömu leið til baka eftir Nesvegi og Hafnarvegi að Reykjanesbraut. Tekur hægri beygju inn á Reykjanesbraut og fer að mislægum vegamótum við Stapabraut vestari, tekur þar SV-ramp og undirgöngin að starfsstöð þar sem hann endar ferð sína. **Samtals 156 km og tekur 197 mín.**

Bíll 2 – akstursleið

Fer frá starfsstöð við Voga á Vatnsleysuströnd inn á Reykjanesbraut eftir NV-rampa og fer að hringtorgi við Grænásveg, þar snýr hann við og fer til baka að Grindavíkurvegi. Tekur hægri beygju í SV-ramp og inn á Grindavíkurveg, fer alla leið í gegnum Grindavík og ekur Suðurlandsveg á enda og fer til baka inn í Grindavík. Fer Grindavíkurveg að Bláalónsvegi þar sem hann tekur vinstri beygju og fer að Bláalóninu þar sem hann snýr við og fer til baka að Grindavíkurvegi. Tekur vinstri beygju inn á Grindavíkurveg og heldur áfram að Reykjanesbraut. Á mislægu vegamótunum tekur hann undirgöngin og NV-ramp inn á Reykjanesbraut að mislægum vegamótum við Stapabraut eystri, þar tekur hann NA- og NV-ramp og heldur áfram að mislægum vegamótum við Stapabraut vestari. Þar tekur hann NA-ramp, undirgöngin SA-ramp (snýr við á vegamótunum) og fer til baka að mislægum vegamótum við Stapabraut eystri. Þar tekur hann SV-ramp, undirgöngin fram og til baka og svo SA-ramp aftur inn á Reykjanesbraut og heldur áfram að mislægum vegamótum við Vogaveg. Þar tekur hann SV-ramp og undirgöngin inn á Vogaveg að Vogum. Tekur svo hægri beygju inn á Vatnsleysustrandarveg, fer alla leið að mislægum vegamótum við Reykjanesbraut. Snýr þar við á hringtorginu milli NA-ramps og NV-ramps og fer sömu leið til baka að Vogum þar sem hann endar ferð sína í starfsstöð. **Samtals 100 km og tekur 148 mín.**

Bíll 3 - Akstursleið

Sjá akstursleið fyrir líkan 2.

Bíll 4 - Akstursleið

Fer frá starfsstöð við Rauðhelli í Hafnarfirði inn á Reykjanesbraut og beina leið að mislægum vegamótum við Grindavíkurveg. Tekur þar NA-ramp, undirgöngin og SA-ramp (snýr við á vegamótunum) og fer aftur beina leið til baka að Krýsuvíkurvegi. Tekur hægri beygju inn á Krýsuvíkurveg og fer alla leið að Krýsuvík þar sem hann snýr við og fer sömu leið til baka að Reykjanesbraut þar sem hann endar ferð sína í starfsstöð. **Samtals 91 km og tekur 125 mín.**

Bíll 5 - Akstursleið

Ekki í notkun.

Bíll 6 - Akstursleið

Sjá akstursleið fyrir líkan 3.

Bíll 7 - Akstursleið

Sjá akstursleið fyrir líkan 3.

Bíll 8 - Akstursleið

Sjá akstursleið fyrir líkan 1.

Bíll 9 - Akstursleið

Sjá akstursleið fyrir líkan 1.

Bíll 10 - Akstursleið

Sjá akstursleið fyrir líkan 3.