



Sjálfvirk greining á akstursvegalengd og akstursleiðum vinnutækja

Reykjavík, maí 2008
Kristinn Guðmundsson
Magni Þór Birgisson
Þóruna Ýr Oddsdóttir

Efnisyfirlit

1	Inngangur	3
2	Markmið	3
3	Megin niðurstöður – samantekt	4
4	Úrvinnsla	5
4.1	Mat á reikniaðferð ferilvöktunar	6
4.1.1	Ferill fyrir bíl "A"	7
4.1.2	Ferill fyrir bíl "B"	10
4.1.3	Ferill fyrir bíl "C"	11
4.1.4	Samantekt	12
4.2	Könnun á nýtingu landupplýsingakerfis og bestun leiða	13
4.2.1	Loftlína (Pythagorean Theorem milli GPS punkta)	13
4.2.2	Leiðabestun (A* aðferð)	17
4.2.3	Blandað loftlína, leiðabestun og GPS fjarlægðir	23
4.2.4	Samanburður	29
4.2.5	Reynslutæki	30
5	Niðurstöður	32

1 Inngangur

Vegagerðin hefur um tíma rannsakað notkun ferilvöktunar fyrir mælingu á vinnu tækja í vetrarþjónustu. Í ferilvöktun er notaður sjálfvirkur búnaður í bílum sem m.a. inniheldur GPS staðsetningarbúnað og fjarskiptabúnað. Búnaðurinn safnar gögnum um staðsetningu og stöðu (m.t.t. vinnu) farartækisins og miðlar þeim sjálfvirkt áfram til stjórnstöðvar. Í stjórnstöð eru innsend gögn (tími og vegalengd) notuð til að reikna vinnuframlag hvers farartækis.

Komið hefur í ljós að GPS staðsetning og fjarskipti eru ekki óbrigðulir þættir og í sumum tilfellum verða eyður í gögnum sem geta valdið skekkjum í útreikningum á vinnuframlagi farartækjanna.

2 Markmið

Að meta nákvæmni reikninga á vegalengd úr ferilvöktuninni.

Að kanna hvort nota megi landupplýsingakerfi og aðferðir fyrir bestun leiða til að:

Brúa eyður sem orðið hafa í gögnum vegna fjarskiptaleyfis eða vöntun á GPS staðsetningu.

Halda nákvæmni útreikninga ef upplausn í gögnum er minnkuð, þ.e. ef fjarlægð milli punkta er aukin.

3 Megin niðurstöður – samantekt

Núverandi aðferð við innheimtu og úrvinnslu gagna gefur mjög góðar niðurstöður ef gögn eru heil.

Erfitt að meta hvar farartækin voru og hve langa vegalengd var ekið ef eyður koma í gögn. Ein leið við mat á ekinni vegalengd er að gefa sér meðalhraða, t.d. 30 eða 40 km/klst, og gera ráð fyrir að farartækið hafi verið á hreyfingu á meðan fjarskiptaleyfi var.

Erfitt að halda nákvæmni í ferlum farartækjanna með minni upplausn, sérstaklega í þéttbýli. E.t.v. væri hægt að fækka punktum eitthvað ef hægt er að tryggja að GPS staðsetning sé send ef farartækið snýr við, t.d. innst í botnlanga. Þó er ekki mælt með að minnka upplausn í þéttbýli frekar að auka hana í 50 metra, e.t.v. hafa hana minni í dreifbýli.

Hægt væri að fækka punktaseðingum ef einhver greind er færð inn í farartækin, þ.e. að gatnanetið sé þekkt í sjálfu farartækinu. Þannig væri hægt að senda punkta t.d. ef skipt er um götu, ef snúið er við á sömu götu og ef aðgerð breytist.

Einnig mætti hugsa sér að fara þrepi lengra og færa enn meiri vinnslu í farartækin þannig að t.d. þegar lokið er við götu eða svæði yrði samanlögð vegalengd fyrir svæðið sent í stað einstakra punkta.

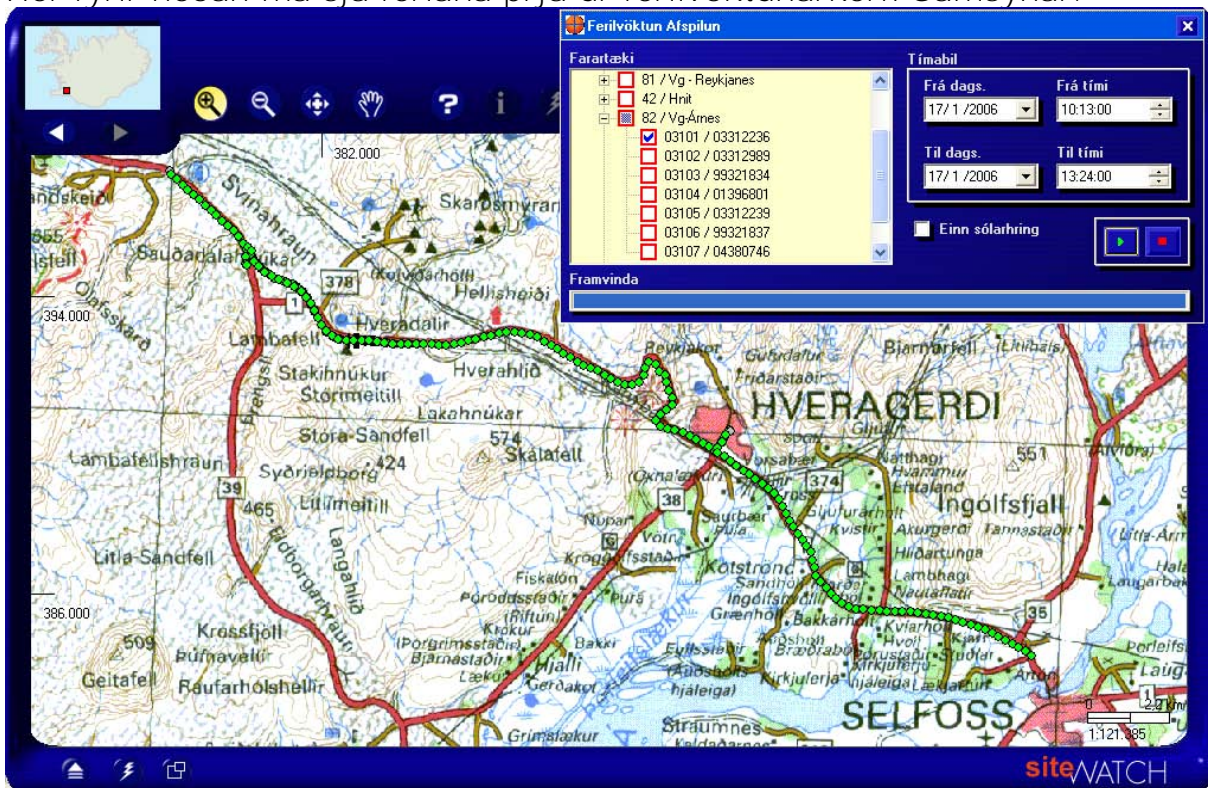
4 Úrvinnsla

Í gagnagrunni liggja gögn yfir hreyfingar farartækja. Upplýsingar um m.a. staðsetningu, hraða og stefnu farartækja eru sendar eftir ákveðnum reglum til stjórnstöðvar þar sem unnið er úr þeim. Upplýsingar eru sendar ýmist á ákveðnum fjarlægðar fresti (fjarlægðarpunktur *) eða þegar aðgerð breytist (aðgerðarpunktur) t.d. tönn er sett niður eða söltun byrjar. Við almennan akstur, þegar tæki eru ekki að ryðja eða salta, eru gögn send á 200 metra fresti. Meðan tækin eru í aðgerð eru sendar upplýsingar á 100 metra fresti. Út frá innsendum gögnum er ekin vegalengd farartækja reiknuð. Framvegis verður vísað í þessa vegalengd sem reiknaða vegalengd frá ferilvöktun. Allir útreikningar voru framkvæmdir fyrir eftirfarandi 3 ferla:

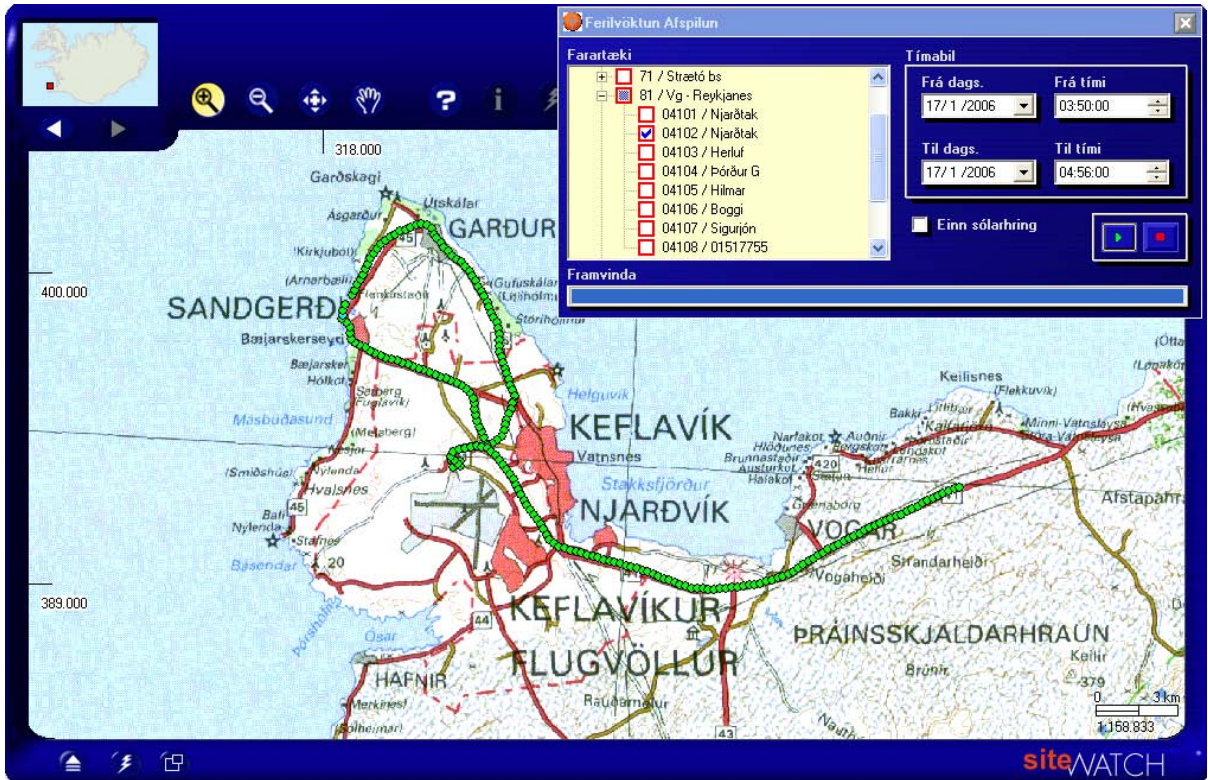
*EventID = 80

Bíll	Tímabil	Ferilvöktun reiknuð vegalengd (km)
"A"	17. jan 2006 kl. 10:13-13:24	45,0
"B"	17. jan 2006 kl. 03:50-04:56	46,1
"C"	17. jan 2006 kl. 03:50-04:30	16,6

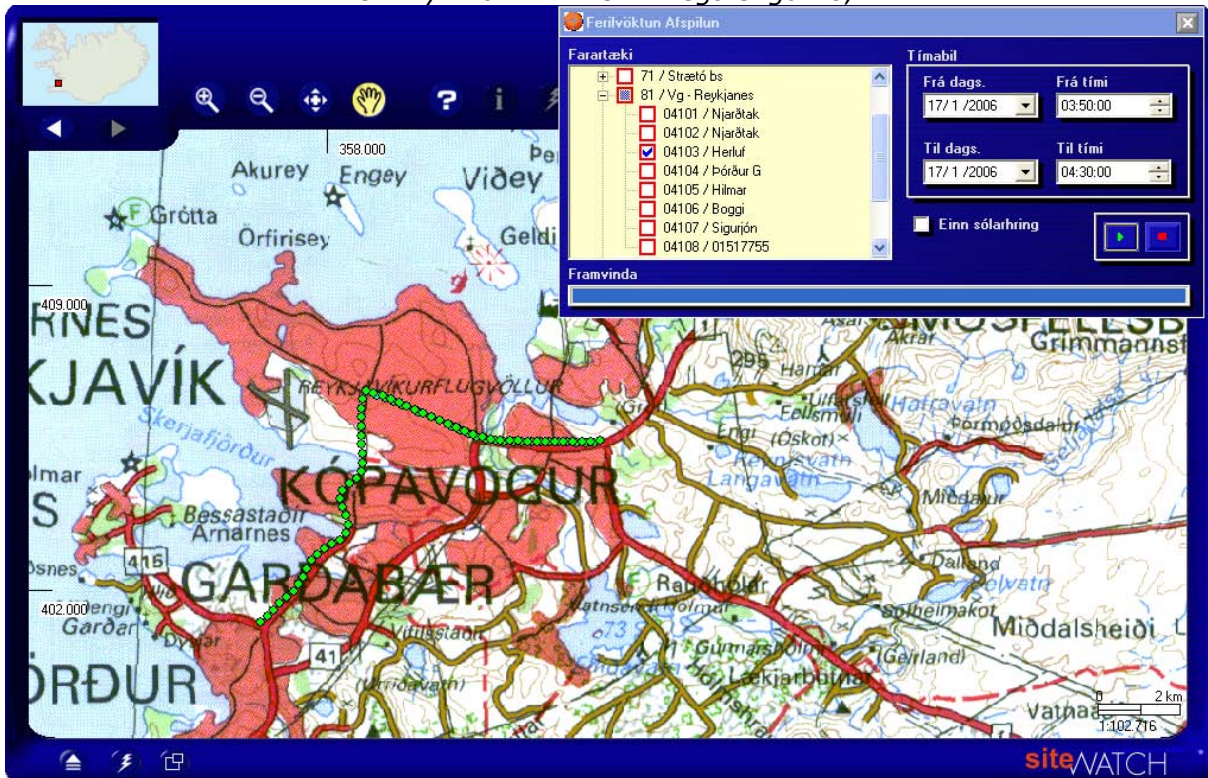
Hér fyrir neðan má sjá ferlana þrjá úr ferilvöktunarkerfi Samsýnar:



Ferill fyrir bíl "A" – ekin vegalengd 45,0 km



Ferill fyrir bíl "B" – ekin vegalengd 46,1 km



Ferill fyrir bíl "C" – ekin vegalengd 16,6 km

4.1 Mat á reikniaðferð ferilvöktunar

Í grófum dráttum byggir reikniaðferð ferilvöktunar á að reikna fjarlægð í

beinni loftlínu milli GPS punkta. Séu báðir punktar fjarlægðarpunktar og vegalengdin milli punktanna því þekkt er tekið tillit til þess eftir ákveðnum reglum.

Fyrri hluti verkefnisins felst í að meta nákvæmni vegalengdarreikninga í ferilvöktuninni.

Nákvæmnin var metin með því að skoða ferlana þrjá sem valdir voru og mæla ekna vegalengd á korti. Litið er á vegalengdina mældu á korti sem **“réttu” vegalengd.**

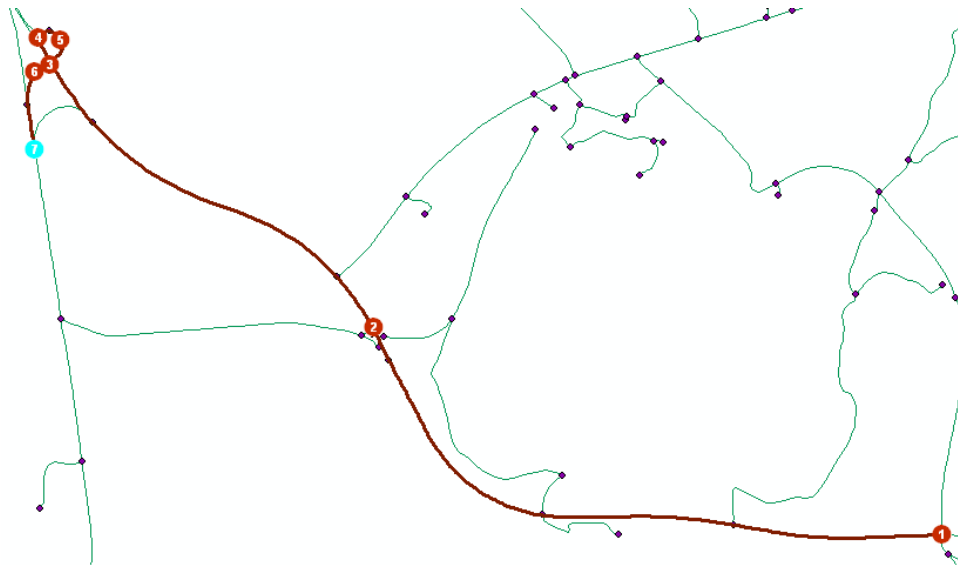
Ferlarnir þrír voru teiknaðir upp í ArcGIS og vegalengd mæld með Network Analyst.

Bílnir keyra fram og til baka á sömu götunum og er ferlunum því skipt upp í hlutferla þar sem bílarnir snúa við. Við mælingu ferlanna á korti kemur einhver óvissa vegna snúnings nema punktur hafi verið sendur nákvæmlega á snúningspunktinum. Þessi óvissa er þó óveruleg fyrir svo stutta ferla.

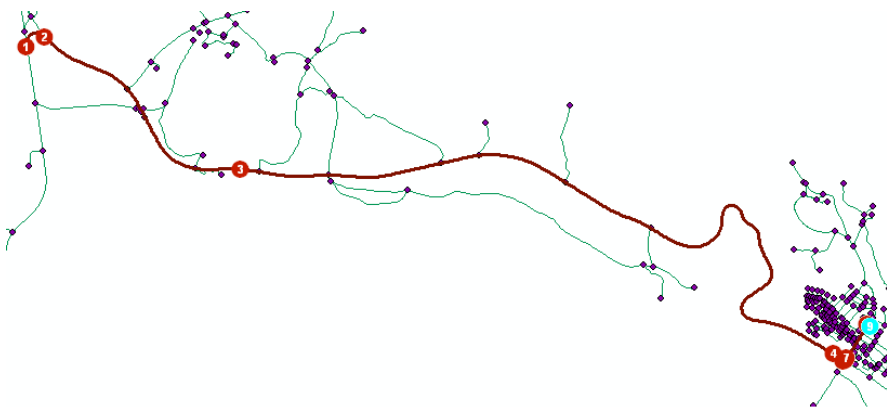
4.1.1 Ferill fyrir bíl “A”



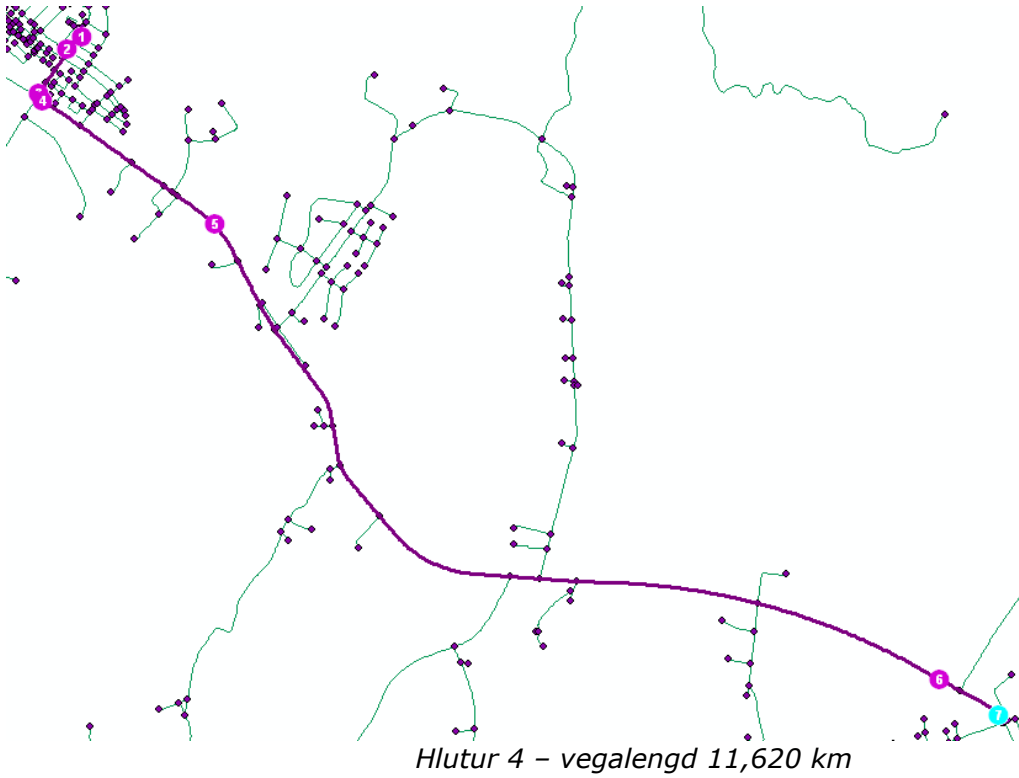
Hluttur 1 – vegalengd 8,928 km



Hlutur 2 – vegalengd 6,613 km

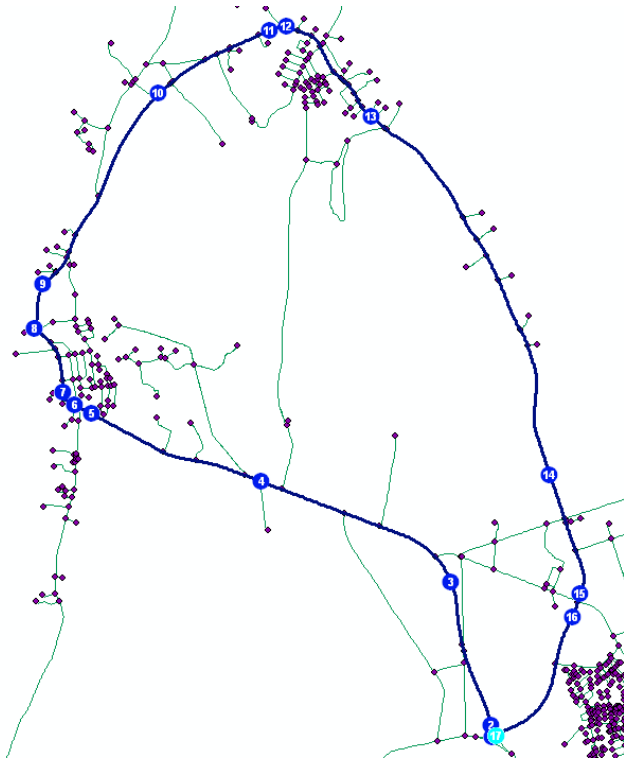


Hlutur 3 – vegalengd 17,514 km

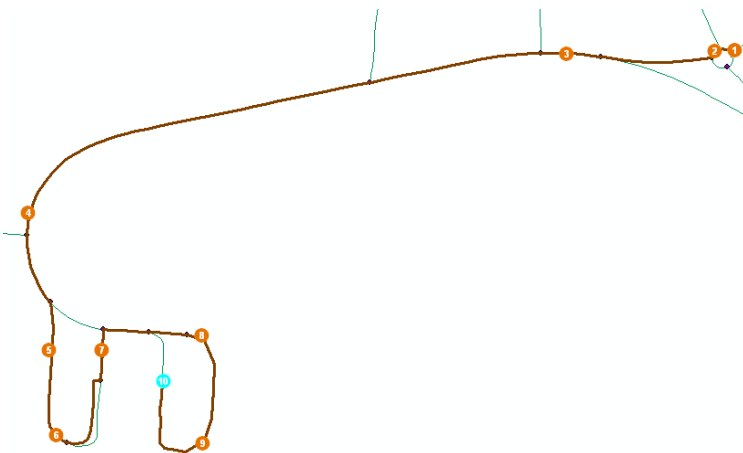


Ekin vegalengd **bíls "A"** alls u.p.b. 44,7 km mælt á korti með Network Analyst.

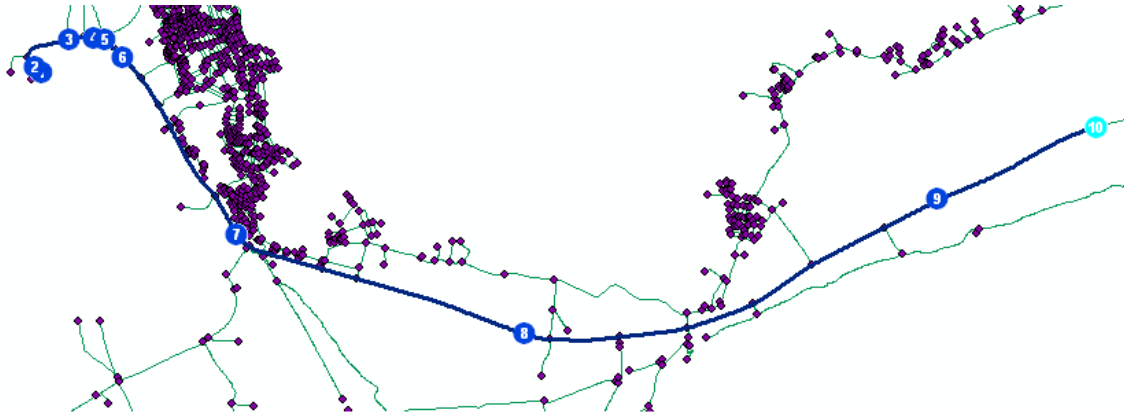
4.1.2 Ferill fyrir bíl "B"



Hlutur 1 – vegalengd 21,511 km



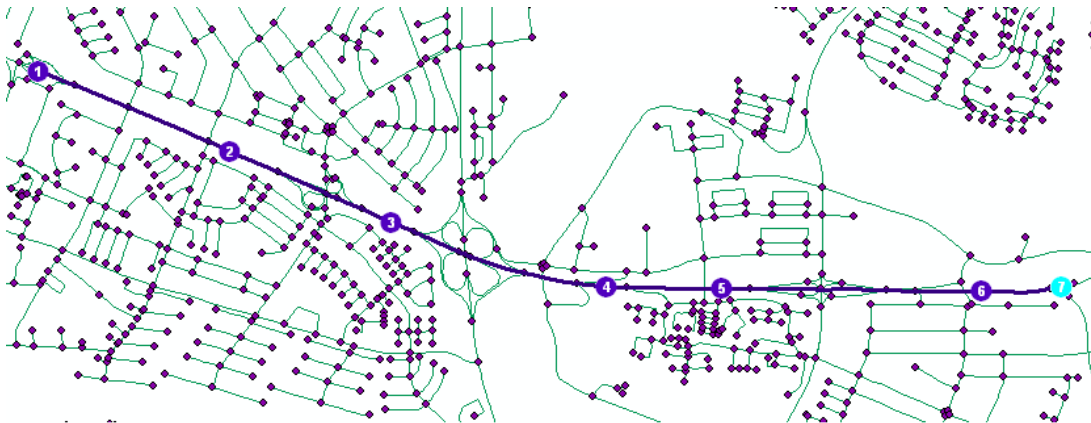
Hlutur 2 – vegalengd 2,672 km



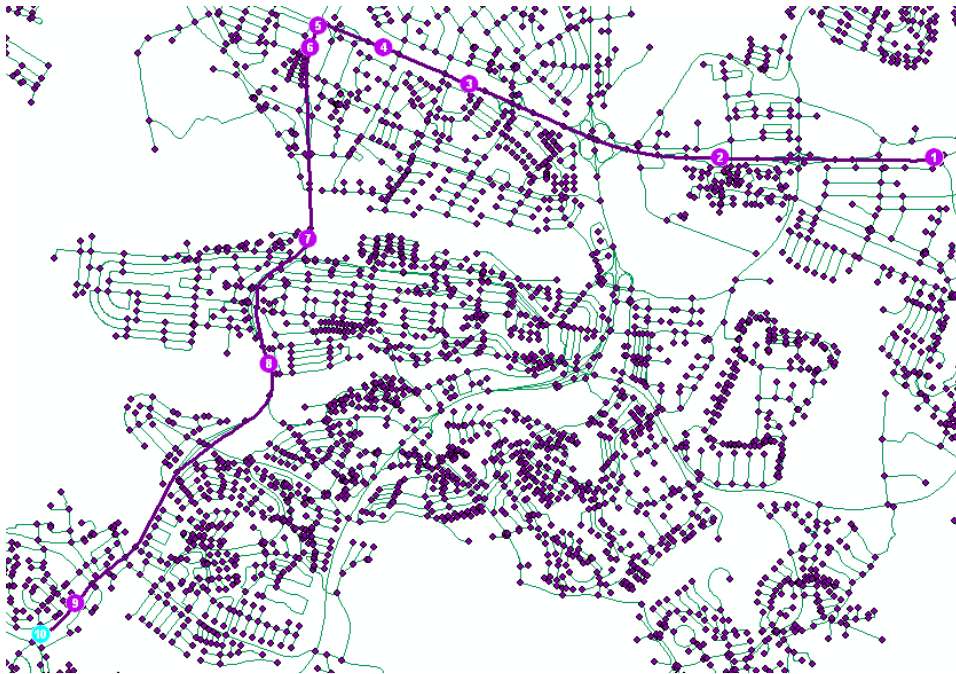
Hlutur 3 – vegalengd 21,303 km

Ekin vegalengd bíls "B" alls u.þ.b. 45,5 km mælt á korti með Network Analyst.

4.1.3 Ferill fyrir bíl "C"



Hlutur 1 – vegalengd 5,335 km



Hlutur 2 – vegalengd 11,993 km

Ekin vegalengd bíls "C" alls u.þ.b. 17,3 km mælt á korti með Network Analyst.

4.1.4 Samantekt

Bíll	Mælt á korti (km)	Ferilvöktun - reiknað (km)	Mismunur (%)
"A"	44,7	45	+0,7
"B"	45,5	46,1	+1,3
"C"	17,3	16,6	-4,0

Sjá má að niðurstöður við mælingu á korti eru mjög svipaðar þeim sem fást með núverandi reikningsaðferð sem staðfestir að sú aðferð er að skila nokkuð góðum niðurstöðum ef gögn eru heil.

4.2 Könnun á nýtingu landupplýsingakerfis og bestun leiða

Með reikniaðferðinni sem notuð er í ferilvöktuninni fást töluvert nákvæmar niðurstöður. Í þeim tilfellum þar sem göt koma í gögn vegna skorts á GPS staðsetningu eða fjarskiptavandræða getur þó verið erfitt að meta hvar og hvernig var keyrt.

Annar hluti verkefnisins felst í að kanna hvort nýta megi landupplýsingar og aðferðir við bestun leiða til að brúa slíkar eyður. Einnig er skoðað hvort nýta megi slíkar aðferðir til að fækka sendingum upplýsinga án þess að tapa nákvæmni.

Áfram er unnið með ferlana þrjá sem nefndir voru hér að ofan. Mismunandi aðferðir voru notaðar til að reikna vegalengdir ferlanna, má þar nefna loftlínuaðferð, leiðabestun og blöndun þessara tveggja aðferða.

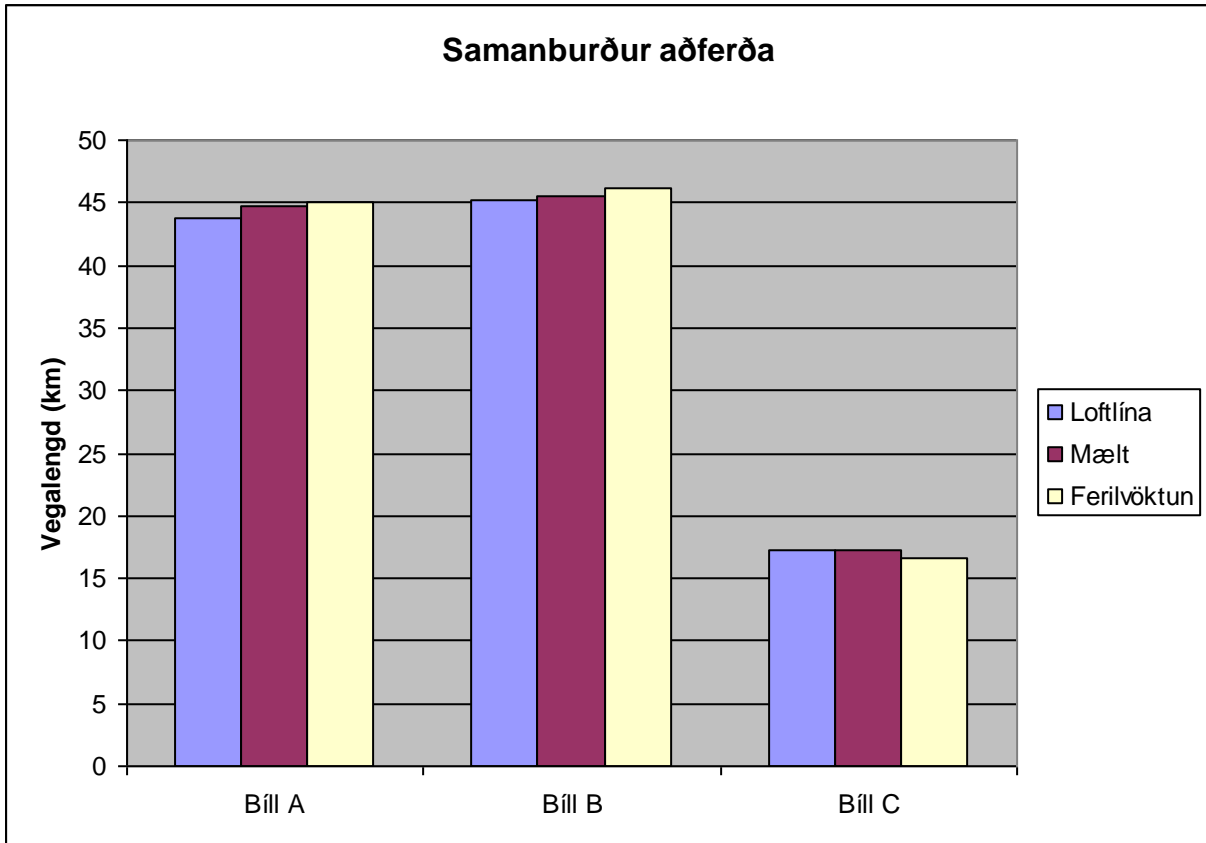
Þegar niðurstöður útreikninga fyrir "hreina" ferla, þ.e. ferla þar sem engar eyður voru í gögnum, voru orðnar góðar var skoðað hvernig niðurstöður breyttust ef ýmist punktum var fækkað, þ.e. fjarlægð milli sendinga aukin frá 200 metrum, eða eyður settar í gögnin, þ.e. líkt eftir skorti á GPS staðsetningu.

Í lokin var prófað að setja tæki í bíl, bæði samsvarandi tæki og eru í vetrarþjónustuökutækjum og einnig lófatölvu tengda GPS tæki. Gögnin voru síðan teiknuð á korti og skoðuð.

4.2.1 Loftlína (Pythagorean Theorem milli GPS punkta)

Loftlínuaðferðin felst í að reikna hreina loftlínu milli allra punkta í ferlum farartækjanna og leggja saman vegalengdirnar. Sjá má niðurstöður í töflunni hér fyrir neðan. Niðurstöðurnar eru mjög nálægt því sem fást með aðferðinni sem notuð er í ferilvöktuninni enda eru aðferðirnar mjög svipaðar. Munurinn á aðferðunum liggur í að í ferilvöktunaraðferðinni er tekið tillit til ef fjarlægðin milli punkta er þekkt.

Bíll	Fjöldi punkta	Loftlínuaðferð (km)	Mælt á korti (km)	Ferilvöktun (km)
"A"	234	43,8	44,7	45
"B"	223	45,2	45,5	46,1
"C"	84	17,3	17,3	16,6



Þegar hrein loftlína er notuð tapast fjarlægð þar sem bílar snúa við, því ekki er vitað nákvæmlega hve langt keyrt var eftir götunni áður en snúið var við. Skekkja af þessum völdum verður meiri ef upplausn í punktum er minnkuð og minni ef hún er aukin.

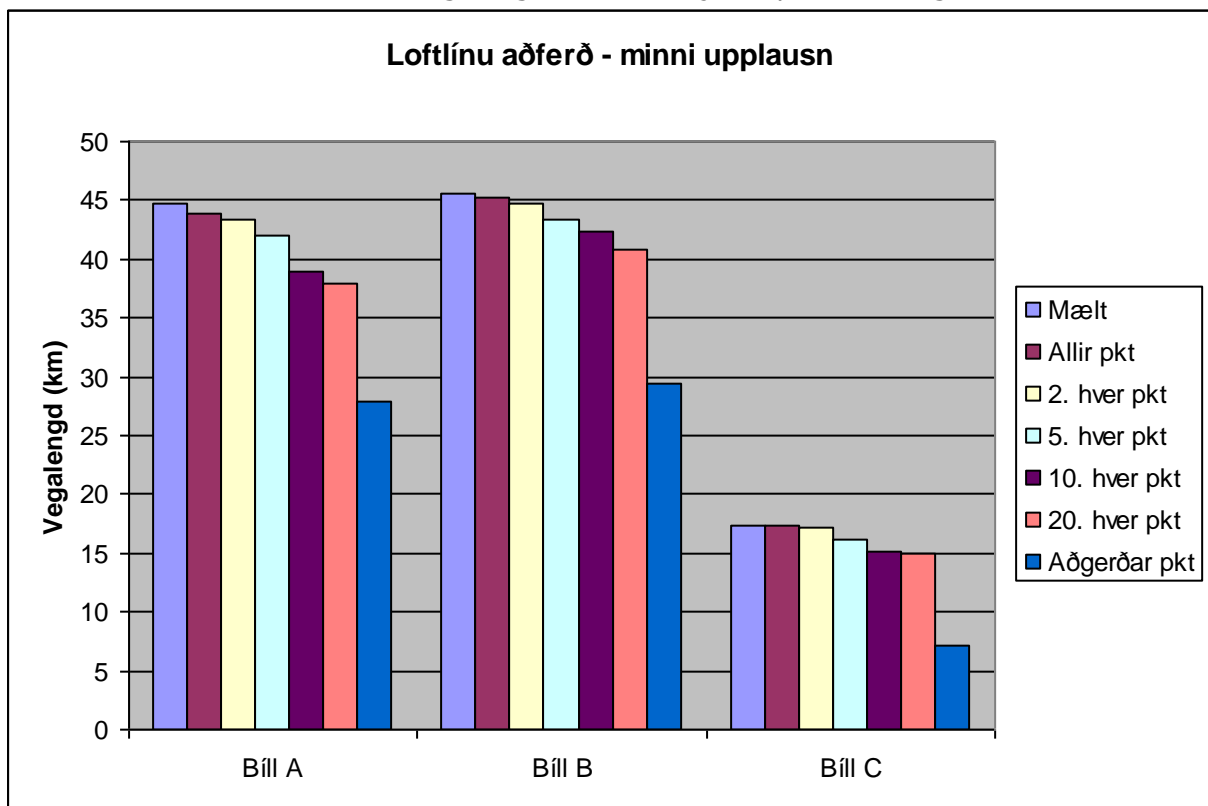
Gerðar voru tilraunir með að henda út punktum, bæði til að líkja eftir minni upplausn og eins til að líkja eftir eyðum í gögnum.

4.2.1.1 Minni upplausn

Prófað var að henda punktum út og sjá hvernig niðurstöður breyttust. Einungis fjarlægðarpunktum var hent út. Engum aðgerðarpunktum var hent út. Hér fyrir neðan má sjá hvernig niðurstöður breyttust eftir því sem punktum var hent út.

Bíll	Nota alla pkt	Nota 2. hvern	Nota 5. hvern	Nota 10. hvern	Nota 20. hvern	Nota bara aðgerðarpunkta
"A"	43,8 km (234 pkt)	43,3 km (126 pkt)	42 km (62 pkt)	39 km (40 pkt)	38 km (29 pkt)	27,9 km (20 pkt)
"B"	45,2 km (223 pkt)	44,7 km (113 pkt)	43,4 km (47 pkt)	42,4 km (25 pkt)	40,8 km (14 pkt)	29,4 km (4 pkt)
"C"	17,3 km (84 pkt)	17,1 km (46 pkt)	16,1 km (23 pkt)	15,2 km (15 pkt)	14,9 km (11 pkt)	7,1 km (8 pkt)

Loftlína - Vegalengd í km með fjölda punkta í sviga



Súlan "Mælt" er sett með til viðmiðunar og sýnir ekna vegalengd bílanna eins og hún mældist á korti. Af súluritinu hér fyrir ofan má greinilega sjá að upplýsingar smá tapast eftir því sem punktum er hent út. Sérstaklega má sjá mikið fall í nákvæmni ef einungis aðgerðarpunktar eru notaðir.

4.2.1.2 Fjarskiptaeyður eða skortur á GPS staðsetningu

Gerð var tilraun með mismunandi langar tímaeyður á mismunandi stöðum í ferlunum. Hér fyrir neðan má sjá niðurstöður fyrir 10 og 20 mínútna eyður.

Tíma eyða:	11:48:00 11:58:00	11:58:00 12:08:00	12:08:00 12:18:00	12:18:00 12:28:00	12:28:00 12:38:00
"A"	42,8 km (190 pkt)	41 km (193 pkt)	42,5 km (177 pkt)	41,9 km (206 pkt)	43,8 km (233 pkt)
Tíma eyða:	03:55:00 04:05:00	04:05:00 04:15:00	04:15:00 04:25:00	04:25:00 04:35:00	04:35:00 04:45:00
"B"	44,9 km (200 pkt)	44,1 km (198 pkt)	44,8 km (187 pkt)	40,4 km (190 pkt)	44,6 km (179 pkt)
"C"	17,3 km (84 pkt)	17,1 km (46 pkt)	16,1 km (23 pkt)	15,2 km (15 pkt)	14,9 km (11 pkt)

Loftlína - 10 mínútna eyður á mismunandi stöðum

Tíma eyða:	11:48:00 12:08:00	12:08:00 12:28:00	12:28:00 12:48:00	12:48:00 13:08:00
"A"	31,9 km (149 pkt)	41 km (149 pkt)	43,8 km (233 pkt)	43,8 km (234 pkt)
Tíma eyða:	03:55:00 04:15:00	04:15:00 04:35:00	04:35:00 04:55:00	
"B"	40,2 km (175 pkt)	39,9 km (154 pkt)	42,7 km (137 pkt)	
"C"	13,5 km (52 pkt)	7 km (33 pkt)		

Loftlína - 20 mínútna eyður á mismunandi stöðum

Sjá má að það skiptir töluverði máli hvenær tímaeyðan á sér stað. T.d. ef það kemur eyða í gögn þar sem verið er að þræða inn og út botnlanga tapast mun meira af upplýsingum en ef eyðan verður þar sem verið er að keyra langar vegalengdir úti á landi.

4.2.2 Leiðabestun (A* aðferð)

Skoðað var hvort nota mætti leiðabestunaraðferðir við útreikning vegalengda. Tilgangurinn var að kanna hvort áætla mætti hvar var keyrt ef ýmist upplausnin í gögnum væri minni eða ef gögnin væru ekki heil. Tvær útfærslur voru kannaðar. Annars vegar að gera leiðabestun milli allra punkta í gagnasafninu án þess að skoða raunhæfi hlutniðurstaðna. Hins vegar að velja út punkta sem uppfylla ákveðin skilyrði og gera leiðabestun milli þeirra.

4.2.2.1 Leiðabestun milli allra punkta án sorteringar

Hér voru leiðabestunarreikningar notaðir milli allra punkta í gagnagrunninum og hlutvegalengdir lagðar saman. Ekkert var skoðað hvort hver hlutniðurstaða væri raunhæf. Allt punktastafnið var tekið óbreytt og besta leið reiknuð milli allra punkta og hlutvegalengdir lagðar saman:

Bíll	Fjöldi punkta	Leiðabestun – allir punktar (km)	Mælt á korti (km)	Ferilvöktun (km)
"A"	234	88,3	44,7	45
"B"	223	45,1	45,5	46,1
"C"	84	29,3	17,3	16,6

Hér fást nokkuð góðar niðurstöður ef punktur "snappast" á rétta götu, þ.e. ef þau hnit sem fengust við GPS mælingu hitta á götuna sem verið var að keyra. Í flestum tilfellum hittir punkturinn ekki beint á götuna heldur aðeins við hliðina á henni. Punktinum er því snappað upp á þá götu sem liggur næst. Í sumum tilfellum liggja tvær eða fleiri götur mjög þétt, t.d. við gatnamót eða þar sem eru frá/aðreinar yfir á aðrar götur, og getur þá GPS punkturinn snappast á aðra götu en þá sem verið er að keyra. Í þessum tilfellum getur leiðabestunin gefið verulega ranga niðurstöðu eins og sést á ferlunum fyrir bæði bíl "A" og "C".

Komast má hjá skekkjum sem þessari með því að skoða hverja hlutvegalengd og kanna hvort raunhæft sé að þessi leið hafi verið farin miðað við þann tíma sem er milli punktanna.

Sama vandamál kemur upp með bestunaraðferðina eins og með loftlínaaðferðina, þ.e. þar sem bílum er snúið við fæst ekki alveg rétt vegalengd nema punktur hafi verið sendur nákvæmlega á snúningspunktinum. Slík skekkja eykst með minni upplausn punkta og getur verið töluverð, sérstaklega ef verið er að salta/ryðja í þéttbýli og fara inn í botnlanga og því oft verið að snúa við.

Minni upplausn

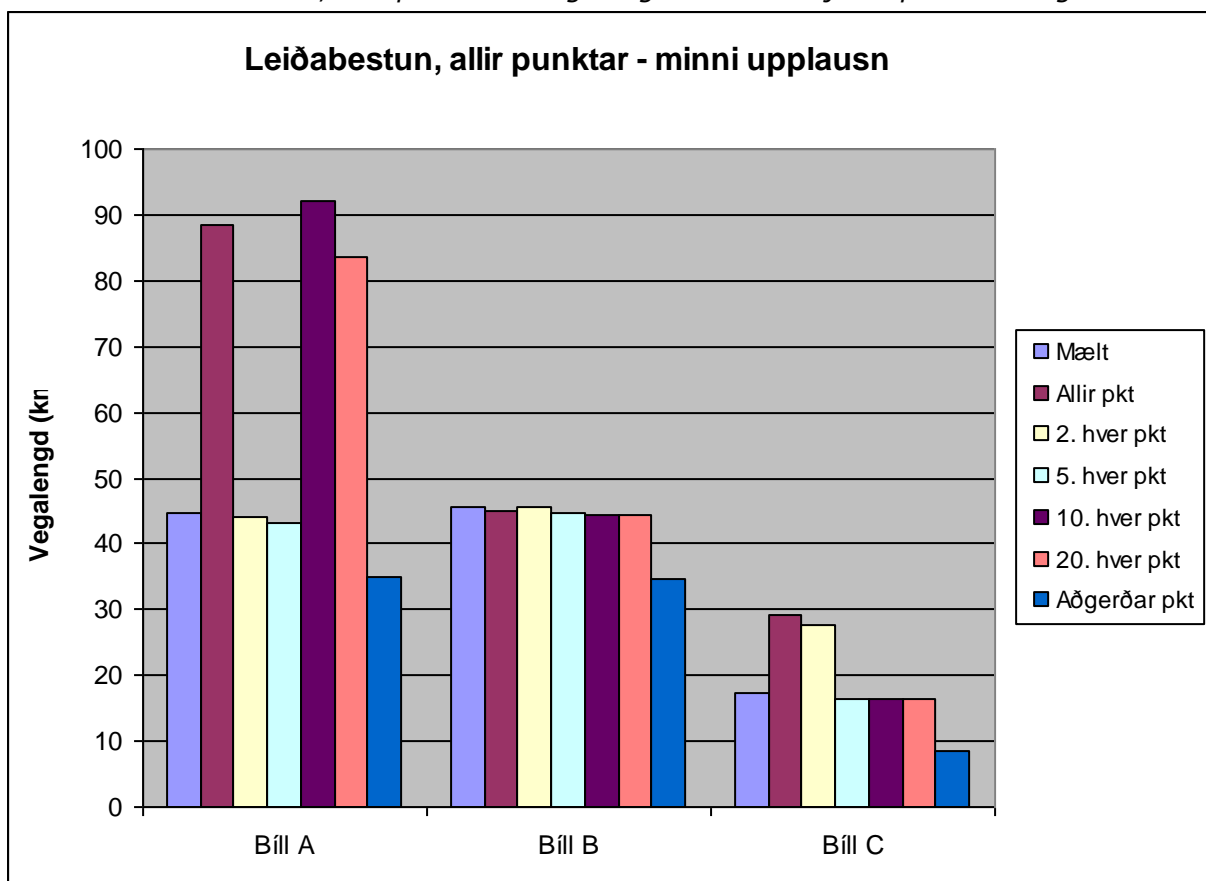
Prófað var að henda punktum út og sjá hvernig niðurstöður breyttust.

Einungis fjarlægðarpunktum var hent út. Engum aðgerðarpunktum var hent

út. Hér fyrir neðan má sjá hvernig niðurstöður breyttust eftir því sem punktum var hent út.

Bíll	Nota alla pkt	Nota 2. hvern	Nota 5. hvern	Nota 10. hvern	Nota 20. hvern	Nota bara aðgerðarpunkta
"A"	88,3 km (234 pkt)	44 km (126 pkt)	43,2 km (62 pkt)	92 km (40 pkt)	83,6 km (29 pkt)	35,1 km (20 pkt)
"B"	45,1 km (223 pkt)	45,5 km (113 pkt)	44,7 km (47 pkt)	44,5 km (25 pkt)	44,5 km (14 pkt)	34,8 km (4 pkt)
"C"	29,3 km (84 pkt)	27,7 km (46 pkt)	16,5 km (23 pkt)	16,5 km (15 pkt)	16,4 km (11 pkt)	8,6 km (8 pkt)

Leiðabestun, allir punktar - Vegalengd í km með fjölda punkta í sviga



Súlan "Mælt" er sett með til viðmiðunar og sýnir vegalengd bílsins eins og hún mældist á korti. Sjá má af súluritinu hér fyrir ofan að miklu máli skiptir hvort GPS punktur snappist á rétta götu. Ef svo hittist á að punktinum sem snappaðist vitlaust sé hent út eru niðurstöðurnar mun betri en annars. Greinilega má sjá hér að töluverðar upplýsingar tapast ef einungis aðgerðarpunktar eru notaðir.

Fjarskiptaeyður eða skortur á GPS staðsetningu

Gerð var tilraun með mismunandi langar eyður á mismunandi stöðum í ferlunum. Hér fyrir neðan má sjá niðurstöður fyrir 10 og 20 mínútna eyður í gögnunum á mismunandi stöðum í ferlunum.

Tíma eyða:	11:48:00 11:58:00	11:58:00 12:08:00	12:08:00 12:18:00	12:18:00 12:28:00	12:28:00 12:38:00
"A"	45,3 km (190 pkt)	85,8 km (193 pkt)	88,3 km (177 pkt)	88,3 km (206 pkt)	88,3 km (233 pkt)
Tíma eyða:	03:55:00 04:05:00	04:05:00 04:15:00	04:15:00 04:25:00	04:25:00 04:35:00	04:35:00 04:45:00
"B"	45,1 km (200 pkt)	45,1 km (198 pkt)	45,1 km (187 pkt)	41,2 km (190 pkt)	45,1 km (179 pkt)
"C"	29,3 km (84 pkt)	14,9 km (52 pkt)	27,9 km (49 pkt)	26 km (68 pkt)	

Leiðabestun, allir punktar - 10 mínútna eyður á mismunandi stöðum

Tíma eyða:	11:48:00 12:08:00	12:08:00 12:28:00	12:28:00 12:48:00	12:48:00 13:08:00
"A"	36,7 km (149 pkt)	88,3 km (149 pkt)	88,3 km (233 pkt)	88,3 km (234 pkt)
Tíma eyða:	03:55:00 04:15:00	04:15:00 04:35:00	04:35:00 04:55:00	
"B"	41,8 km (175 pkt)	41,2 km (154 pkt)	45,1 km (137 pkt)	
"C"	14,9km (52 pkt)	17,7 km (33 pkt)		

Leiðabestun, allir punktar - 20 mínútna eyður á mismunandi stöðum

Sjá má að miklu getur breytt hvar í ferlunum fjarskiptaeyðurnar eiga sér stað. Verði eyða í gögnum á þeim hluta ferilsins þar sem punktur hefur snappast á vitlausu götu (sjá bíl A og C) fellur sá punktur út og niðurstöðurnar eru mjög nálægt réttum niðurstöðum. Verði eyðan hins vegar þannig að „vitlausí“ punkturinn haldist inni er niðurstaðan allt önnur.

4.2.2.2 Leiðabestun milli valdra punkta

Prófað var að velja punkta út úr punktastofni ferla bílanna eftir ákveðnum reglum og nota leiðabestunarreikninga milli þeirra.

Ef punktur lendir á sömu götu og punkturinn á undan er honum hent út nema snúið sé við á sömu götu og keyrt til baka.

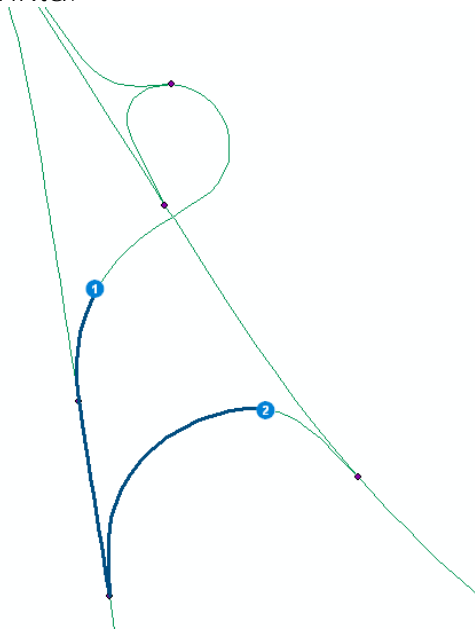
Ef niðurstaða úr leiðabestun milli tveggja punkta er óraunhæf, þ.e. ef meðalhraði hefur verið meiri en t.d. 100 km/klst til að leiðin hafi verið farin er upphafspunktinum hent og reiknað aftur bestun frá fyrri punkti yfir í næsta punkt á eftir. Þetta hjálpar í þeim tilfellum þar sem einn punktur af

einhverjum orsökum snappast yfir á vitlausa götu.

Bíll	Fjöldi punkta	Leiðabestun – valdir punktar (km)	Mælt á korti (km)	Ferilvöktun (km)
"A"	23	43,8	44,7	45
"B"	25	45,1	45,5	46,1
"C"	29	16	17,3	16,6

Sjá má að ef völdum punktum er hent út má fá mjög góðar niðurstöður með mun færri punktum en áður. Enn er þó sama vandamál með ef bíl er snúið við, þ.e. fjarlægðarupplýsingar tapast nema punkturinn hitti nákvæmlega á þann stað þar sem snúið var við.

Vandamál sem kemur upp þegar leiðabestun er notuð er að stundum finnur bestunin enga leið og getur skýring á því verið að í einstaka tilfellum keyra bílar leiðir sem í raun ekki má keyra, t.d. getur verið beygjubann. Dæmi um þetta má sjá á myndinni hér fyrir neðan en þar má sjá leið sem var keyrð og er u.þ.b. 0,7 km frá punkti 1 að punkti 2, en leiðabestun fann enga leið milli þessarra punkta.



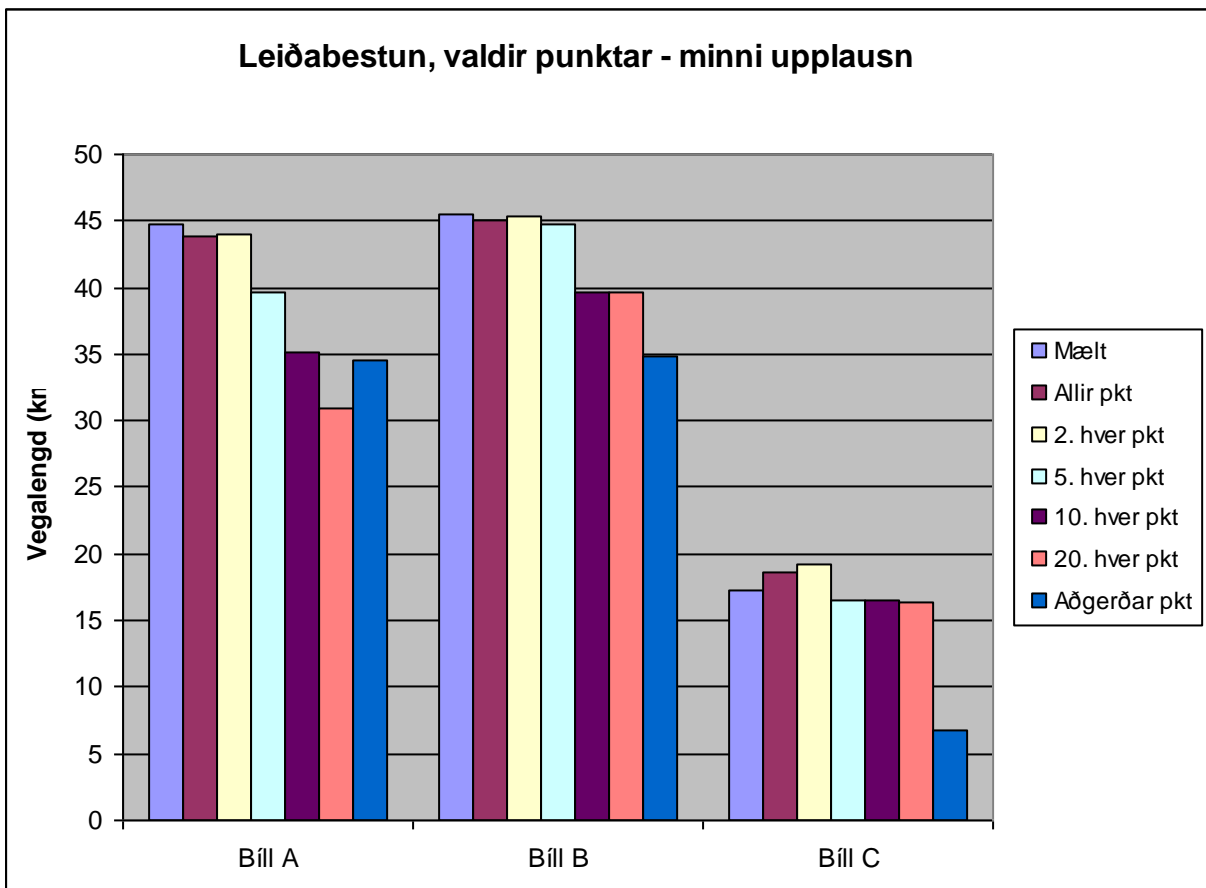
Ef hægt er að færa einhverja greind inn í sjálfa bílana, þ.e. að bílarnir þekki til gatnanetsins, þá má fækka punktum til muna. T.d. væri hægt að senda ef skipt er um götu, ef snúið er við á sömu götu og ef aðgerð breytist.

Minni upplausn

Prófað var að henda punktum út og sjá hvernig niðurstöður breyttust. Einungis fjarlægðarpunktum var hent út. Engum aðgerðarpunktum var hent út. Hér fyrir neðan má sjá hvernig niðurstöður breyttust eftir því sem punktum var hent út.

Bíll	Nota alla pkt	Nota 2. hvern	Nota 5. hvern	Nota 10. Hvern	Nota 20. hvern	Nota bara aðgerðarpunkta
"A"	43,8 km (23 pkt)	44 km (22 pkt)	39,6 km (14 pkt)	35,1 km (12 pkt)	30,9 km (10 pkt)	34,5 km (5 pkt)
"B"	45,1 km (25 pkt)	45,4 km (23 pkt)	44,7 km (16 pkt)	39,7 km (10 pkt)	39,7 km (8 pkt)	34,8 km (4 pkt)
"C"	18,6 km (29 pkt)	19,21 km (22 pkt)	16,5 km (8 pkt)	16,5 km (8 pkt)	16,4 km (5 pkt)	6,7 km (2 pkt)

Leiðabestun, valdir punktar - Vegalengd í km með fjölda punkta í sviga



Sjá má að nákvæmni tapast eitthvað eftir því sem punktum fækkar.

Fjarskiptaeyður eða skortur á GPS staðsetningu

Gerð var tilraun með mismunandi langar eyður á mismunandi stöðum í ferlunum. Hér fyrir neðan má sjá niðurstöður fyrir 10 og 20 mínútna eyður.

Tíma eyða:	11:48:00 11:58:00	11:58:00 12:08:00	12:08:00 12:18:00	12:18:00 12:28:00	12:28:00 12:38:00
"A"	44,9 km (19 pkt)	41,7 km (18 pkt)	43,8 km (22 pkt)	43,8 km (20 pkt)	43,8 km (23 pkt)
Tíma eyða:	03:55:00 04:05:00	04:05:00 04:15:00	04:15:00 04:25:00	04:25:00 04:35:00	04:35:00 04:45:00
"B"	45,1 km (22 pkt)	45,1 km (20 pkt)	42,7 km (22 pkt)	41,1 km (17 pkt)	45,1 km (25 pkt)
"C"	18,6 km (29 pkt)	13,4 km (18 pkt)	18,6 km (18 pkt)	15,3 km (26 pkt)	

Leiðabestun, valdir punktar - 10 mínútna eyður á mismunandi stöðum

Tíma eyða:	11:48:00 12:08:00	12:08:00 12:28:00	12:28:00 12:48:00	12:48:00 13:08:00
"A"	36,7 km (13 pkt)	43,8 km (18 pkt)	43,8 km (23 pkt)	43,8 km (23 pkt)
Tíma eyða:	03:55:00 04:15:00	04:15:00 04:35:00	04:35:00 04:55:00	
"B"	41,1 km (17 pkt)	41,1 km (13 pkt)	45,1 km (25 pkt)	
"C"	13,5 km (18 pkt)	8,4 km (14 pkt)		

Leiðabestun, valdir punktar - 20 mínútna eyður á mismunandi stöðum

Ekki er jafn mikill munur hér eftir því hvar eyðurnar verða eins og ef allir punktarnir eru notaðir, enda er búið að velja út punkta og henda þeim punktum sem gáfu undarlegar niðurstöður. Þó má sjá að það getur breytt þó nokkru samt sem áður hvar í ferlunum eyðurnar verða.

4.2.3 Blandað loftlína, leiðabestun og GPS fjarlægðir

Kannað var hvort tvinna mætti saman mismunandi reikniaðferðir til að fá enn öruggari niðurstöður. Aftur var prófað að ýmist nota alla punkta í gagnasafninu eða velja punkta út eftir ákveðnum reglum.

4.2.3.1 Allir punktar

Allir punktar í gagnasafninu notaðir.

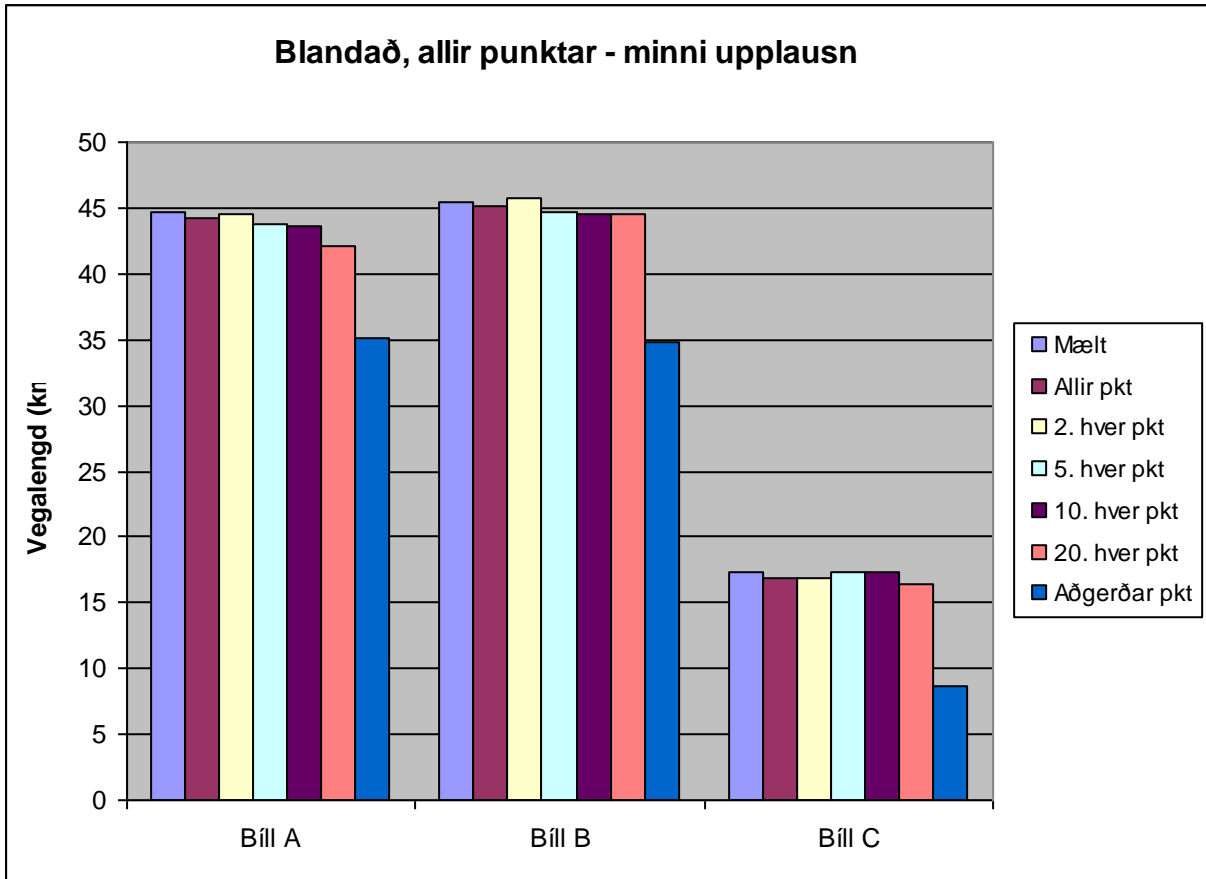
Leiðabestunaraðferðin er notuð sem aðal aðferð. Ef engin eða óraunhæf niðurstaða fæst með leiðabestun milli tveggja punkta, þ.e. ef út frá fjarlægð og tíma ekki þykir raunhæft að sú leið sem bestunin stingur upp á hafi verið farin, er upphafspunktinum hent og reiknað aftur með leiðabestun frá fyrri punkti yfir í næsta punkt á eftir. Þetta hjálpar í þeim tilfellum þar sem einn punktur af einhverjum orsökum snappast yfir á vitlausa götu. Ef sú niðurstaða er heldur ekki raunhæf er notast við loftlínu milli punktanna. Ef bíl er snúið við og sama gata keyrð til baka og ef bæði síðasti punktur fyrir snúning og fyrsti punktur eftir snúning eru fjarlægðarpunktar þannig að fjarlægðin milli punktanna er þekkt er sú fjarlægð notuð.

Minni upplausn

Prófað var að henda punktum út og sjá hvernig niðurstöður breyttust. Einungis fjarlægðarpunktum var hent út. Engum aðgerðarpunktum var hent út. Hér fyrir neðan má sjá hvernig niðurstöður breyttust eftir því sem punktum var hent út.

Bíll	Nota alla pkt	Nota 2. hvern	Nota 5. hvern	Nota 10. hvern	Nota 20. hvern	Nota bara aðgerðarpunkta
"A"	44,2 km (234 pkt)	44,6 km (126 pkt)	43,7 km (62 pkt)	43,6 km (40 pkt)	42,1 km (29 pkt)	35,1 km (20 pkt)
"B"	45,1 km (223 pkt)	45,8 km (113 pkt)	44,7 km (47 pkt)	44,5 km (25 pkt)	44,5 km (14 pkt)	34,8 km (4 pkt)
"C"	16,9 km (84 pkt)	16,9 km (46 pkt)	17,4 km (23 pkt)	17,3 km (15 pkt)	16,4 km (11 pkt)	8,6 km (8 pkt)

Blandað, allir punktar - Vegalengd í km með fjölda punkta í sviga



Greinilega má sjá að hægt er að fækka punktum töluvert án þess að missa mikla nákvæmni.

Fjarskiptaeyður eða skortur á GPS staðsetningu

Gerð var tilraun með mismunandi langar eyður á mismunandi stöðum í ferlunum. Hér fyrir neðan má sjá niðurstöður fyrir 10 og 20 mínútna eyður.

Tíma eyða:	11:48:00 11:58:00	11:58:00 12:08:00	12:08:00 12:18:00	12:18:00 12:28:00	12:28:00 12:38:00
"A"	45,3 km (190 pkt)	41,2 km (193 pkt)	44,2 km (177 pkt)	44,2 km (206 pkt)	44,2 km (233 pkt)
Tíma eyða:	03:55:00 04:05:00	04:05:00 04:15:00	04:15:00 04:25:00	04:25:00 04:35:00	04:35:00 04:45:00
"B"	45,1 km (200 pkt)	45,1 km (198 pkt)	45,1 km (187 pkt)	41,2 km (190 pkt)	45,1 km (179 pkt)
"C"	16,9 km (84 pkt)	13,4 km (52 pkt)	16,9 km (49 pkt)	13,5 km (68 pkt)	

Blandað, allir punktar - 10 mínútna eyður á mismunandi stöðum

Tíma eyða:	11:48:00 12:08:00	12:08:00 12:28:00	12:28:00 12:48:00	12:48:00 13:08:00
"A"	36,7 km (149 pkt)	44,2 km (149 pkt)	44,2 km (233 pkt)	44,2 km (234 pkt)
Tíma eyða:	03:55:00 04:15:00	04:15:00 04:35:00	04:35:00 04:55:00	
"B"	41,8 km (175 pkt)	41,2 km (154 pkt)	45,1 km (137 pkt)	
"C"	13,4 km (52 pkt)	6,7 km (33 pkt)		

Blandað, allir punktar - 20 mínútna eyður á mismunandi stöðum

Svipaðar niðurstöður og fyrir leiðabestunina með völdum punktum. Ekki er mikill munur hér eftir því hvar eyðurnar verða, enda er hér búið að henda þeim punktum sem gáfu undarlegar niðurstöður í leiðabestuninni.

4.2.3.2 Valdir punktar

Punktum hent út eftir sömu röksemdafærslu og fyrir valda punkta með bestun, þ.e. ef punktur lendir á sömu götu og punkturinn á undan er honum hent út nema snúið sé við á sömu götu og keyrt til baka.

Ef óraunhæf niðurstaða fæst milli tveggja punkta, þ.e. ef út frá fjarlægð og tíma ekki þykir raunhæft að sú leið sem bestunin stingur upp á hafi verið farin, þá er upphafspunktinum hent og gerð bestun yfir í næsta punkt á eftir. Ef sú niðurstaða er einnig óraunhæf er notast við loftlínu.

Ef bíl er snúið við og sama gata keyrð til baka og ef bæði síðasti punktur fyrir snúning og fyrsti punktur eftir snúning eru fjarlægðarpunktar þannig að fjarlægðin milli punktanna er þekkt er sú fjarlægð notuð.

Ef hlutvegalengd milli tveggja punkta er núll og punktarnir eru ekki sami punkturinn bendir það til þess að bestunin hafi ekki fundið neina leið milli punktanna. Í þessum tilfellum er notast við loftlínu milli punktanna.

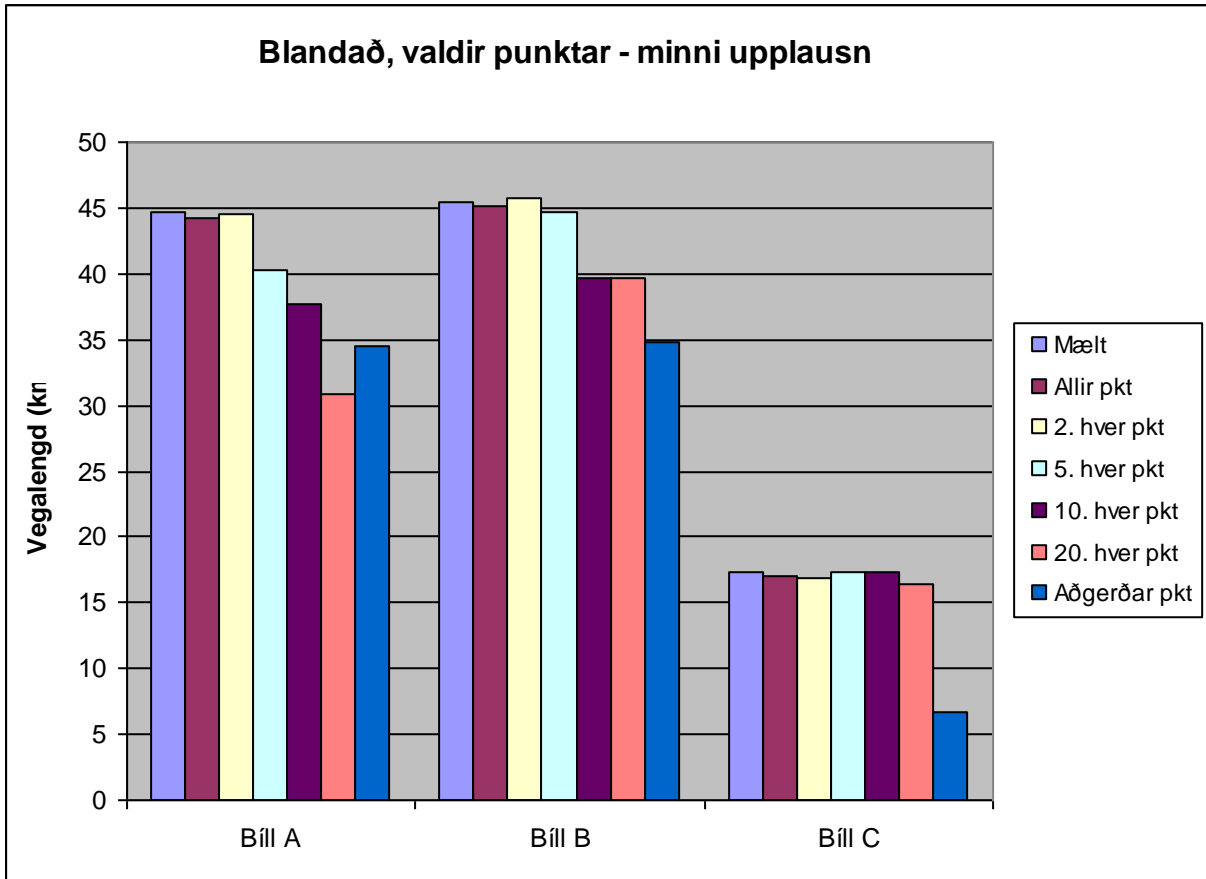
Minni upplausn

Prófað var að henda punktum út og sjá hvernig niðurstöður breyttust.

Einungis fjarlægðarpunktum var hent út. Engum punktum sem sendir voru vegna aðgerðar var hent út. Hér fyrir neðan má sjá hvernig niðurstöður breyttust eftir því sem punktum var hent út.

Bíll	Nota alla pkt	Nota 2. hvern	Nota 5. hvern	Nota 10. hvern	Nota 20. hvern	Nota bara aðgerðarpunkta
"A"	44,3 km (28 pkt)	44,6 km (26 pkt)	40,2 km (17 pkt)	37,7 km (15 pkt)	30,9 km (12 pkt)	34,5 km (6 pkt)
"B"	45,1 km (29 pkt)	45,7 km (26 pkt)	44,7 km (17 pkt)	39,7 km (11 pkt)	39,7 km (9 pkt)	34,8 km (5 pkt)
"C"	17 km (30 pkt)	16,9 km (23 pkt)	17,4 km (9 pkt)	17,3 km (9 pkt)	16,4 km (5 pkt)	6,7 km (2 pkt)

Blandað, valdir punktar - Vegalengd í km með fjölda punkta í sviga



Niðurstöðurnar hér eru mjög svipaðar og leiðabestunin ein og sér gaf.

Fjarskiptaeyður eða skortur á GPS staðsetningu

Gerð var tilraun með mismunandi langar eyður á mismunandi stöðum í ferlunum. Hér fyrir neðan má sjá niðurstöður fyrir 10 og 20 mínútna eyður.

Tíma eyða:	11:48:00 11:58:00	11:58:00 12:08:00	12:08:00 12:18:00	12:18:00 12:28:00	12:28:00 12:38:00
"A"	44,9 km (23 pkt)	41,9 km (21 pkt)	44,3 km (27 pkt)	44,3 km (24 pkt)	44,3 km (28 pkt)
Tíma eyða:	03:55:00 04:05:00	04:05:00 04:15:00	04:15:00 04:25:00	04:25:00 04:35:00	04:35:00 04:45:00
"B"	45,1 km (25 pkt)	45,1 km (21 pkt)	45,1 km (26 pkt)	41,2 km (20 pkt)	45,1 km (29 pkt)
"C"	17 km (30 pkt)	13,9 km (18 pkt)	16,6 km (19 pkt)	13,6 km (27 pkt)	

Blandað, valdir punktar - 10 mínútna eyður á mismunandi stöðum

Tíma eyða:	11:48:00 12:08:00	12:08:00 12:28:00	12:28:00 12:48:00	12:48:00 13:08:00
"A"	36,7 km (15 pkt)	44 km (22 pkt)	44 km (28 pkt)	44 km (28 pkt)
Tíma eyða:	03:55:00 04:15:00	04:15:00 04:35:00	04:35:00 04:55:00	
"B"	41,1 km (18 pkt)	41,2 km (16 pkt)	45,1 km (29 pkt)	
"C"	13,4 km (18 pkt)	5,7 km (15 pkt)		

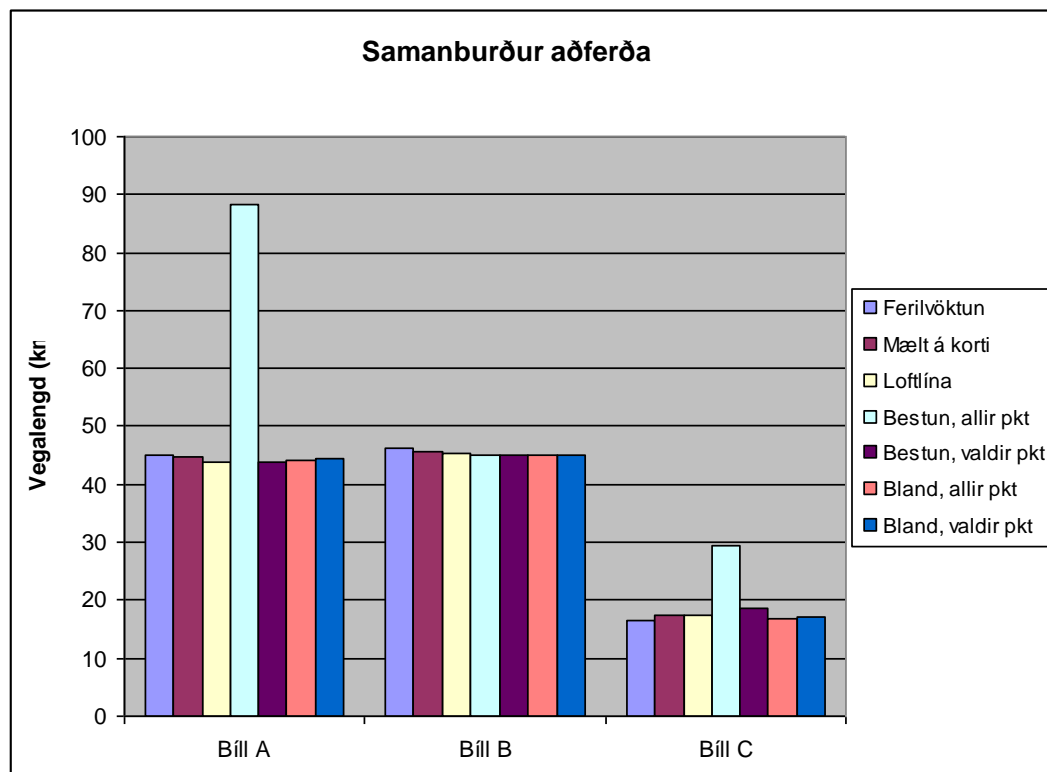
Blandað, valdir punktar - 20 mínútna eyður á mismunandi stöðum

Nokkuð svipaðar niðurstöður og með öllum punktum.

4.2.4 Samanburður

Bill	Ferilvöktun	Mælt á korti	Loftlína	Bestun allir pkt	Bestun valdir pkt	Bland allir pkt	Bland valdir pkt
"A"	45	44,7	43,8 (234 pkt)	88,3 (234 pkt)	43,8 (23 pkt)	44,2 (234 pkt)	44,3 (28 pkt)
"B"	46,1	45,5	45,2 (223 pkt)	45,1 (25 pkt)	45,1 (25 pkt)	45,1 (223 pkt)	45,1 (29 pkt)
"C"	16,6	17,3	17,3 (84 pkt)	29,3 (84 pkt)	18,6 (29 pkt)	16,9 (84 pkt)	17 (30 pkt)

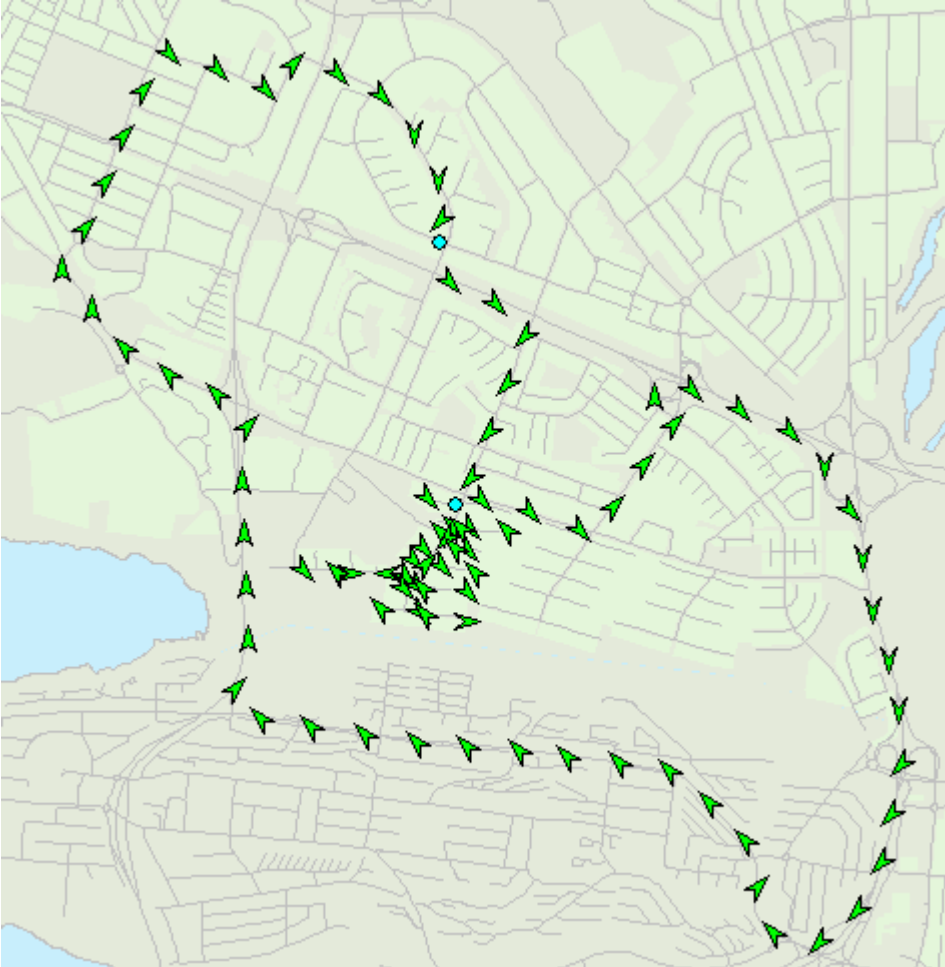
Vegalengdir í km, fjöldi punkta í sviga



Sjá má að töluvert má fækka punktum ef hægt er að velja hvaða punktar eru notaðir. Fyrir bíl "A" er punktum fækkað úr 234 niður í 28 án þess að marktækur munur sé á vegalengdinni. Sömu sögu er að segja um hina bílana tvo. Þar fækkar punktum úr 223 í 29 annars vegar og úr 84 í 30 hins vegar án þess að missa nákvæmni í vegalengd.

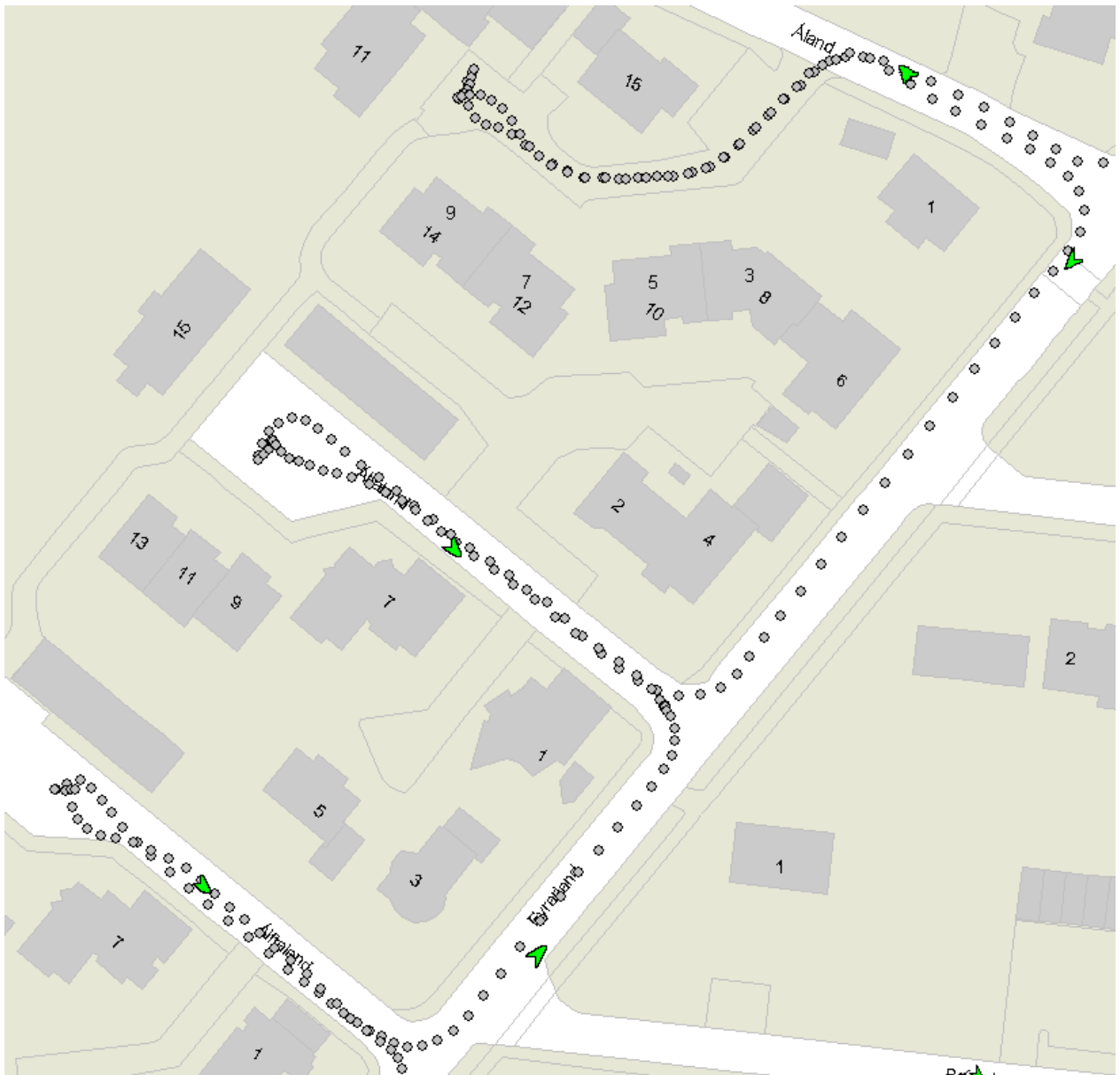
4.2.5 Reynslutæki

Prófað var að setja upp búnað í reynslutæki. Sett var bæði samsvarandi búnaður og er í vetrarþjónustufarartækjunum og einnig var prófað að rekja ferilinn með lófatölvu tengda GPS tæki. Valin var leið sem bæði nær yfir aðalgötur og eins sem þræðir botnlanga. Hér fyrir neðan má sjá hvaða leið var keyrð.



Leið keyrð með reynslubúnaðinum

Einungis sá hluti leiðarinnar sem fer um botnlangana í Fossvoginum var rakinn með lófatölvu og GPS samsetningu. Hér fyrir neðan má sjá þann feril nánar:



Grænu pílnar sýna punkta sem búnaðurinn samsvarandi þeim sem er í vetrarþjónustufarartækjunum sendir. Gráu punktarnir sýna ferillinn sem lófatölva tengd GPS tæki rakti en sá ferill er með mun meiri upplausn. Greinilega sést á þessum tveim ferlum að töluvert tapast af upplýsingum ef upplausn punkta er minnkuð.

5 Niðurstöður

Megin niðurstöður:

Núverandi aðferð við innheimtu og úrvinnslu gagna gefur mjög góðar niðurstöður ef gögn eru heil.

Erfitt að meta hvar farartækin voru ef eyður koma í gögn. Ein leið við mat á ekinni vegalengd er að gefa sér meðalhraða, t.d. 30 eða 40 km/klst, og gera ráð fyrir að farartækið hafi verið á hreyfingu á meðan fjarskiptaleysi var.

Erfitt að halda nákvæmni í ferlum farartækjanna með minni upplausn, sérstaklega í þéttbýli. E.t.v. væri hægt að fækka punktum eitthvað ef hægt er að tryggja að GPS staðsetning sé send ef farartækið snýr við, t.d. innst í botnlanga. Þó er ekki mælt með að minnka upplausn í þéttbýli frekar að auka hana í 50 metra, e.t.v. hafa hana minni í dreifbýli.

Hægt væri að fækka punktasingum ef einhver greind er færð inn í farartækin, þ.e. að gatnanetið sé þekkt í sjálfu farartækinu. Þannig væri hægt að senda punkta t.d. ef skipt er um götu, ef snúið er við á sömu götu og ef aðgerð breytist.

Einnig mætti hugsa sér að fara þrepi lengra og færa enn meiri vinnslu í farartækin þannig að t.d. þegar lokið er við götu eða svæði yrði samanlögð vegalengd fyrir svæðið sent í stað einstakra punkta.

Nánari vangaveltur:

Skilyrði fyrir því að minnka upplausn punkta er að hægt sé að búa til nýjan "atburð" **sem sendir punkt þegar bíl er snúið við**. E.t.v. hægt að tengjast **hraðamæli og senda ef bíll fer niður í 0 km/klst eða fylgjast með "Stefnu" í GPS mælingunum og senda punkt ef breyting á Stefnu er meiri en t.d. 150**. Erfitt getur verið að fá góða nákvæmni þar sem bíllar snúa við nema notast sé við fjarlægðar-atburðinn. T.d. ef bíll sendir punkt 100 metrum frá gatnamótum, snýr svo við á gatnamótunum og keyrir sömu leið til baka. Sendir svo punkt þegar keyrðir hafa verið 200 metrar frá síðustu sendingu þá lenda punktarnir u.þ.b. á sama stað og því myndi loftlínu fjarlægð milli punktanna vera u.þ.b. núll á meðan raunvegalengd væri 200 metrar. Þetta getur valdið töluverðri skekkju þar sem verið er að salta eða ryðja botnlanga og alltaf verið að snúa við. Þetta vandamál kemur þegar loftlínuaðferð eða leiðabestunaraðferð er notuð og eykst ef fjarlægð milli punkta er aukin. Best væri ef hægt er að færa vitneskju um vegnetið inn í bílana þ.a. hægt væri að nota einhverskonar greind í það hvenær punktar eru sendir, t.d. senda þegar komið er innst í botnlanga.

E.t.v. mætti prófa að láta fjarlægðarmælinn ekki núllast þegar aðgerðarpunktur er sendur, þ.e. að punktar séu alltaf sendir með ákveðnum fjarlægðarmun og svo aðgerðarpunktum bætt við þess á milli.

E.t.v. mætti tengja tíðni punktasinga við meðalhraða, þ.a. það væru tíðari sendingar þegar hraði er lítill en sjaldnar ef hraði er hár. Miðað við að hár hraði bendi til að verið sé að keyra á aðalvegum og jafnvel úti á landi á

meðan að lítill hraði bendir til aksturs inni í borg og þar er mikilvægara að fá tíðari sendingar.

Það tekur einhvern tíma fyrir GPS tækið að ná staðsetningu og bíllinn getur verið búinn að keyra eitthvað áður en það næst, þetta veldur ónákvæmni í byrjun akstursleiðar.