

HÁMARKSHRAÐAÁÆTLUN REYKJAVÍKUR

ÁHRIF BREYTINGA Á FERÐATÍMA STRÆTÓ



Reykjavíkurborg
Umhverfis- og skipulagssvið

Formáli

Skipulags- og samgönguráð Reykjavíkurborgar samþykkti þann 14. apríl 2021 hámarkshraðaáætlun Reykjavíkur. Áætlunin var staðfest í borgarstjórn 4. maí 2021. Strætó bs. óskaði eftir því að skoðað væri nánar hvaða áhrif áætlunin hefði á ferðatíma Strætó. Greiningin og skýrslan er unnin af Höskuldi Rúnari Guðjónssyni ráðgjafaverkfræðingi á skrifstofu samgöngustjóra og borgarhönnunar, í samráði við Strætó. Niðurstöður greiningarinnar voru kynntar á fundi stjórnar Strætó 7. janúar 2022.

Reykjavík, 24. janúar 2022



Reykjavíkurborg
Umhverfis- og skipulagssvið



Samantekt

Umhverfis- og skipulagssvið Reykjavíkurborgar samþykkti þann 14. apríl 2021 hámarkshraðaáætlun Reykjavíkurborgar. Áætlunin var staðfest í borgarstjórn 4. maí 2021. Þessi áætlun er liður í vinnu Reykjavíkurborgar að því að fækka alvarlegum umferðarslysum í borginni. Gert er ráð fyrir að þessar breytingar muni hafa einhver áhrif á ferðatíma Strætó. Því var ákveðið, í samráði við Strætó, að skoða nánar hvernig þessar fyrirhuguðu breytingar muni hafa áhrif á ferðatíma Strætó.

Gögn varðandi raunhraða Strætó voru skoðuð fyrir fimm leiðir (leiðir 1, 5, 11, 16, og 18) sem valdar voru í samráði við Strætó. Gert var hermilíkan sem líkir eftir aksturshraða og ferðatíma strætisvagna á þessum leiðum. Settar voru upp þrjár mismunandi sviðsmyndir varðandi hver væru hugsanleg áhrif hámarkshraðabreytingar á aksturshraða vagnstjóra:

- (A) Óskahraði¹ lækkar um 4 km/klst fyrir hverja 10 km/klst lækkun á hámarkshraða.
- (B) Óskahraði þeirra sem aka yfir nýjum hámarkshraða lækkar um 4 km/klst fyrir hverja 10 km/klst lækkun á hámarkshraða (eða að nýjum hámarkshraða).
- (C) Óskahraði þeirra sem aka yfir nýjum hámarkshraða lækkar 10 km/klst fyrir hverja 10 km/klst lækkun á hámarkshraða (eða að nýjum hámarkshraða).

Líkanið var keyrt 60 sinnum miðað við núverandi aðstæður, 60 sinnum fyrir hverja og eina sviðsmynd, einu sinni fyrir sértilfellið þar sem vagnstjóri þarf að stoppa á öllum umferðarljósum og biðstöðvum, og einu sinni fyrir sértilfellið þar sem vagnstjóri þarf ekki að stoppa á neinum umferðarljósum eða biðstöðvum. Út frá þessu var áætlað hver væru hugsanleg raunáhrif hámarkshraðabreytinganna á hverja og eina leið. Tafla A (tafla 13 í skýrslu) sýnir samantekt á áhrifum fyrir mismunandi leiðir og sviðsmyndir. Sjá má að hámarkshraðabreytingin eykur ferðatíma leiðar 1 (sem fyrirfram var talin verða fyrir litlum áhrifum af breytingunni) um 5-11 sekúndur (um það bil 0,1-0,5%). Fyrir þær þrjár leiðir sem voru taldar verða fyrir meðaláhrifum eða lítil til meðaláhrif, þá er gert ráð fyrir að ferðatíminn aukist um 10-86 sekúndur (um 0,3-3,8%). Búist er við að hraðabreytingin auki ferðatímann um 36-122 sekúndur (1,0-6,1%) fyrir þá leið sem talin var verða fyrir miklum áhrifum, það er, leið 5. Hafa ber í huga að sviðsmyndir A og C eru taldar vera frekar svartsýnar, líklegast er að raunveruleg áhrif liggi einhversstaðar nær sviðsmynd B.

Niðurstöður þessa greininga benda til þess að fyrirhugaðar hámarkshraðabreytingar muni auka ferðatíma strætóleiða um að meðaltali 0,1 til 6,1%, það er, stærðargráðunni 5 til 122 sekúndur á hverja ferð. Sviðsmynd B, sem er sú sviðsmynd sem líklega liggur næst raunverulegum áhrifum bendir til þess að meðaláhrifin verði á bilinu 0,1 til 2,9% af ferðatíma, sem samsvarar á stærðargráðunni 5 til 58 sekúndur á ferð. Þessi auka ferðatími (sviðsmynd B) samsvarar því að um 15 til 20 auka farþegar komi um borð í vagninn, eða um það bil sjö auka stopp á leiðinni.

¹ Líkanið byggir á því að vagnstjóri eigi sér óskahraða fyrir mismunandi aðstæður. Vagnstjórinn reynir að hraða eða hægja á sér til að ná óskahraðanum.

Tafla A: Samantekt á áætluðum áhrifum hámarkshraðabreytinga á ferðatíma leiða 1, 5, 11, 16 og 18.

Leið	Huglægt mat*	Sviðsmynd A	Sviðsmynd B	Sviðsmynd C
1	Mjög lítil/lítill áhrif	7,0-7,7 sek 0,2-0,3%	4,5-5,0 sek 0,1-0,2%	10,3-11,2 sek 0,2-0,5%
5	Mikil áhrif	76,7-121,5 sek 2,0-6,1%	35,7-57,7 sek 1,0-2,9%	57,9-88,2 sek 1,5-4,4%
11	Meðaláhrif	22,7-42,8 sek 0,6-2,4%	9,5-18,9 sek 0,3-1,1%	20,6-38,8 sek 0,6-2,2%
16	Meðal/lítill áhrif	47,6-61,5 sek 1,6-3,7%	22,1-29,4 sek 0,7-1,8%	34,6-45,4 sek 1,2-2,7%
18	Meðal áhrif	36,7-64,4 sek 0,9-2,9%	23,3-33,7 sek 0,6-1,8%	53,4-85,8 sek 1,3-3,8%
Samtals		7,0-121,5 sek 0,2-6,1%	4,5-57,7 sek 0,1-2,9%	10,3-88,2 sek 0,2-4,4%

*Huglægt mat: Gróf áætlun á því hversu mikil áhrif af breytinga á hámarkshraða eru miðað við aðrar leiðir Strætó á höfuðborgarsvæðinu.

Efnisyfirlit

1. Inngangur.....	1
1.1 Hraði, öryggi og ferðatími.....	2
2. Gögn og aðferðarfræði.....	4
2.1 Raungagnagreiningar.....	4
2.2 Hermunarlíkan.....	4
2.2.1 Leiðir fyrir greiningar.....	5
2.2.2 Áreiðanleikaprófun líkans.....	5
2.2.3 Sviðsmyndir.....	6
3. Grunngreiningar og núverandi aðstæður.....	7
3.1 Leið 1.....	7
3.1.1 Raunhraðasnið og hámarkshraðabreytingar.....	7
3.1.2 Líkan, stilling, og samanburður við raungögn.....	7
3.1.3 Sviðsmyndir og lækkun hámarkshraða.....	10
3.2 Leið 5.....	14
3.2.1 Raunhraðasnið og hámarkshraðabreytingar.....	14
3.2.2 Líkan, stilling, og samanburður við raungögn.....	17
3.2.3 Sviðsmyndir og lækkun hámarkshraða.....	20
3.3 Leið 11.....	21
3.3.1 Raunhraðasnið og hámarkshraðabreytinga.....	21
3.3.2 Líkan, stilling, og samanburður við raungögn.....	24
3.3.3 Sviðsmyndir og lækkun hámarkshraða.....	25
3.4 Leið 16.....	29
3.4.1 Raunhraðasnið og hámarkshraðabreytinga.....	29
3.4.2 Líkan, stilling, og samanburður við raungögn.....	29
3.4.3 Sviðsmyndir og lækkun hámarkshraða.....	32
3.5 Leið 18.....	36
3.5.1 Raunhraðasnið og hámarkshraðabreytingar.....	36
3.5.2 Líkan, stilling, og samanburður við raungögn.....	36
3.5.3 Sviðsmyndir og lækkun hámarkshraða.....	42
3.6 Samantekt niðurstaðna.....	43
4. Umræða og ályktanir.....	44
4.1 Takmarkanir.....	45
4.2 Ályktanir.....	46
Heimildaskrá.....	47

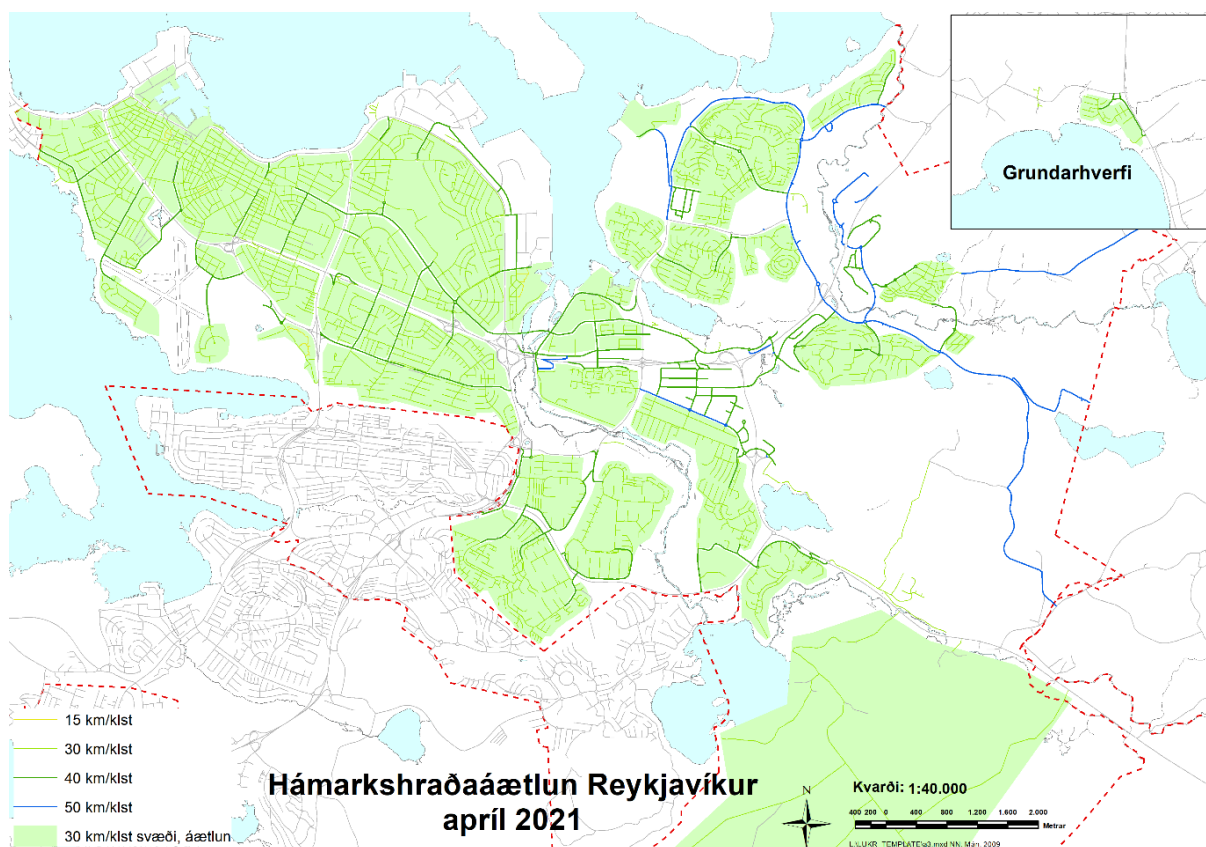


Reykjavíkurborg
Umhverfis- og skipulagssvið

1. Inngangur

Umferðaröryggisáætlun Reykjavíkurborgar 2019-2023 var, að undangengnu samþykki skipulags- og samgönguráðs, samþykkt af borgarstjórn þann 16. júní 2020. Áætlunin miðar að því að vinna markvisst að því að fyrirbyggja alvarleg meiðsli og dauðsföll í umferðinni í anda núllsýnar. Sem liður í þeirri vinnu þá var lagt til að halda áfram að vinna með að lækka hámarkshraða í Reykjavík, og þá sérstaklega að lækka almennan hámarkshraða úr 50 km/klst niður í 40 km/klst.

Gerð var hámarkshraðaáætlun fyrir Reykjavíkurborg (Finnsson, 2020) sem skipulags- og samgönguráð Reykjavíkurborgar samþykkti þann 14. apríl 2021. Tillagan var staðfest í borgarstjórn þann 4. maí 2021. Hámarkshraðaáætlunin gerir ráð fyrir að svæði með hámarkshraða 30 km/klst verði stækkuð og götur í umsjón Reykjavíkurborgar séu ekki með hærri hámarkshraða en 50 km/klst. Áætlunin tekur ekki til gatna þar sem aðrir en Reykjavíkurborg eru veghaldarar. Áætlunin kveður ekki til um hvenær einstakar breytingar verða framkvæmdar, en gert er ráð fyrir að breytingunum verði áfangaskipt yfir nokkra ára tímabil. Mynd 1 sýnir yfirlit yfir áætlun um hámarkshraða á götum borgarinnar.



Mynd 1: Yfirlitsmynd hámarkshraði skv. hámarkshraðaáætlun Reykjavíkur (Unnið úr Finnsson, 2020).

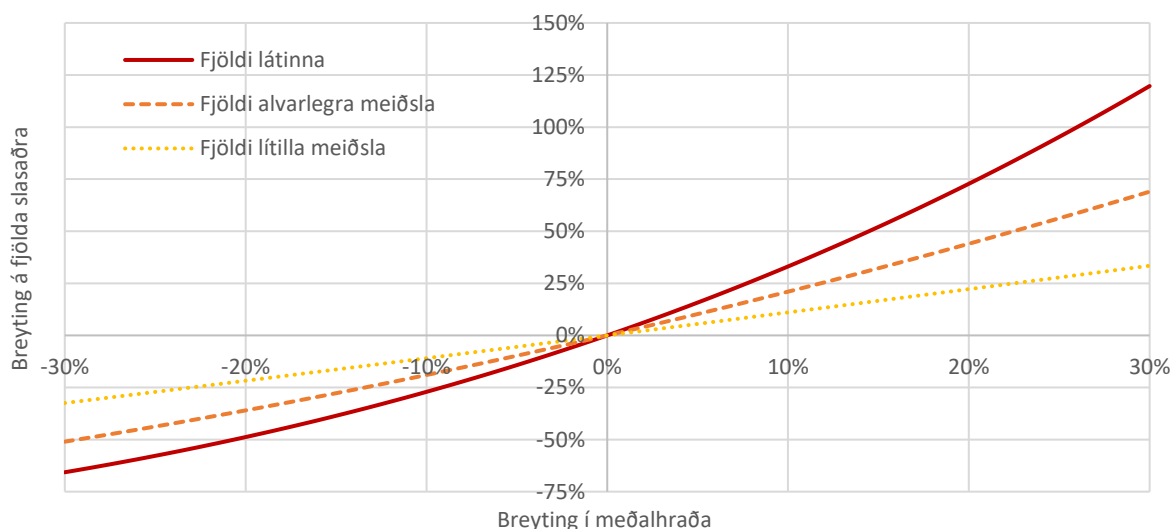
Strætó óskaði eftir því að skoðað væri nánar hvaða áhrif áætlunin hefði á ferðatíma og þar með hugsanlega á rekstur Strætó. Greiningin er framkvæmd af skýrsluhöfundi Höskuldi Rúnar Guðjónssyni á skrifstofu samgöngustjóra og borgarhönnunar, í samráði við Strætó. Markmið verkefnisins er að skoða væntanleg áhrif breytinga hámarkshraða á ferðatíma Strætó.

1.1 Hraði, öryggi og ferðatími

Hraði hefur áhrif á bæði umferðaröryggi og ferðatíma. Til að lýsa áhrifum hraða á umferðaröryggi þá skulum við byrja á því að taka einfaldað dæmi. Ökumaður ekur á 30 km/klst og tekur eftir að það er einhvers konar „hindrun“ framundan (þar sem „hindrunin“ getur verið hvort sem er gangandi vegfarandi, annars konar vegfarandi, eða föst hindrun). Það tekur ökumanninn um það bil 1 sekúndu að bregðast við og á þeim tíma heldur ökutækið áfram á 30 km/klst og nálgast hindrunina um 8 m. Ef fjarlægðin í upphafi var styttri en 8 m þá nær ökumaðurinn ekki að bregðast við og ekur á hindrunina á 30 km/klst. Ef fjarlægðin var um það bil 12 m þá nær ökumaðurinn að stoppa og koma í veg fyrir árekstur. Segjum nú að ökumaðurinn í þessu dæmi hafi verið að aka á 40 km/klst í stað 30 km/klst. Í því tilfelli myndi ökumaðurinn keyra um 11 m á 40 km/klst áður en hann byrjar að hægja á sér og keyra á hindrunina á um það bil 9 km/klst hraða, það er, árekstrarhraðinn hefði orðið 9 km/klst. Ef ökumaðurinn var á 50 km/klst, þá hefði árekstrarhraðinn verið 42 km/klst (Trafikverket, 2021). Þessir útreikningar eru einfaldaðir og háðir nokkrum grunnforsendum, en sýna þó hversu mikilvægur upphafshraðinn er fyrir það hvort árekstur eigi sér stað.

Það eru sterk tengsl milli árekstrarhraða og hversu alvarleg meiðsl verða. Rannsóknir hafa sýnt að líkur á dauðsföllum í árekstrum milli tveggja bifreiða eykst hratt með hærri hraða (Richards, 2010). Innan þéttbýlis, þá er mjög hátt hlutfall alvarlegra slysa þar sem bifreið ekur á óvarinn vegfarenda (til dæmis gangandi, hjólandi og notendur smáfarartækja). Við þess háttar árekstur, þá verður óvarði vegfarandinn oft bæði fyrir höggi við að lenda á bílnum sem og við að falla í götuna. Hraðinn við áreksturinn hefur mikið um það að segja hversu alvarleg meiðslin verða, og hafa rannsóknir sýnt að líkur á alvarlegum meiðslum og dauðsföllum eykst hratt með hærri hraða (Rosén og Sander, 2009). Gróflega má segja að á hröðum innan þéttbýlis, þá tvöfaldast líkurnar á dauðsfalli þegar árekstrarhraðinn eykst um 10 km/klst (Kröyer o.fl., 2014). Við þetta má bæta að árekstur óvarðra vegfarenda við stærri ökutæki, er mun líklegri til að leiða til banaslyss en árekstur við venjulega fólksbifreið (Lefler og Gabler, 2004).

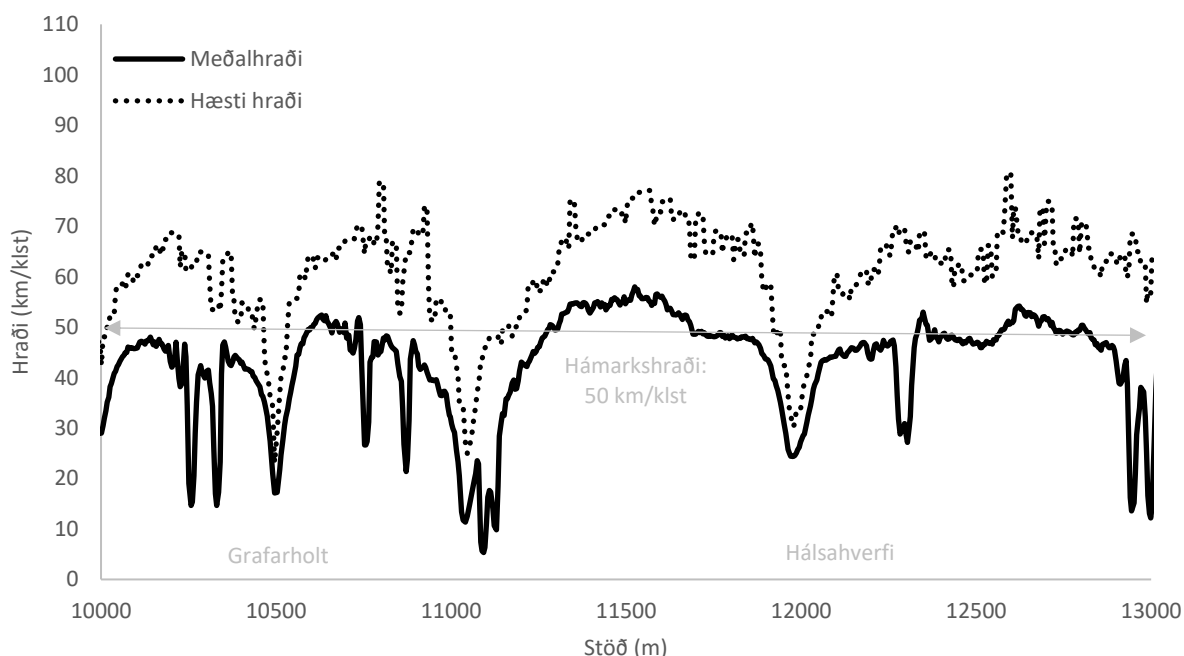
Töluvert er af rannsóknum sem hafa skoðað tengslin milli meðal-aksturhraða, fjölda slysa og afleiðinga slysa. Elvik (2009) gerði samantektarrannsókn til að meta þetta samband, sjá mynd 2. Rannsóknirnar benda til þess að þegar meðalhraði vex um 10% innan þéttbýlis þá vex fjöldi vegfarenda sem urðu fyrir litlum meiðslum um 11%, fjöldi alvarlegra slasaðra um 21%, og fjöldi dauðsfalla um 33%, sjá mynd 2.



Mynd 2: Sambandið milli breytinga á meðalhraða og fjölda slasaðra flokkað eftir alvarleika, byggt á niðurstöðum samantektarrannsóknar Elvik (2009).

Þessi stutta umfjöllun sýnir að samband umferðarhraða, fjölda slysa og alvarleika slysa, er að vissu leiti eðlisfræðilegt samband. Það er því nauðsynlegt að hámarkshraði og aksturshraði taki mið af öryggissjónarmiðum. Það er einnig vert að hafa í huga að notendur strætó hefja ferðina sína oft sem óvarinn vegfarandi sem er sá hópur sem hámarkshraðabreytingunni er sérstaklega ætlað að verja, og að rannsóknir benda til þess að hár hraði sé eitt af þeim atriðum sem skipti miklu máli fyrir þá sem ganga (Methorst o.fl, 2010). Lægri umferðarhraði er því líklegur til að leiða til aukins öryggis og bættrar öryggisupplifunar notenda almenningssamgangna.

Snúum okkur nú að tengingu aksturshraða og ferðatíma, með áherslu á almenningssamgöngur. Ef um væri að ræða jafnan aksturshraða, þá er sá tími sem tekur að ferðast ákveðna vegalengd jafn vegalengdinni deilt með hraðanum. Sú einföldun myndi benda til þess að það að lækka hámarks- hraðann úr 50 í 40 km/klst myndi auka ferðatímann um 25%. Raunveruleikinn er hins vegar sá að forsendan um jafnan hraða er sjaldnast uppfyllt innan þéttbýlis. Ökumaðurinn, sérstaklega þegar um er að ræða vagnstjóra strætó, þarf stöðug að aðlaga hraða sinn af hindrunum, til dæmis biðstöðvum, umferðarljósum, hraðahindrunum, sem og að annarri umferð. Vagnstjórinn þarf að aka hægar en hámarkshraðinn vegna utanaðkomandi þátta, sjá dæmi um raunmeðalhraðasnið á mynd 3. Einnig er vel þekkt að ökumenn aka ekki allir, eða alltaf á hámarkshraða. Sumir aka hægar meðan aðrir aka hraðar. Lækkun hámarkshraða hefur ekki áhrif á alla ökumenn, né heldur öllum stundum, þar sem aksturshraðinn fyrir breytingu er oft lægri en nýi hámarkshraðinn segir til um. Þar að auki, þá mun lækkun hámarkshraða ekki sjálfkrafa leiða til þess að allir ökumenn sem aka yfir nýja hámarkshraðanum hægi á sér. Samantektarrannsóknir benda til þess að það að lækka hámarkshraða um 10 km/klst leiði oft til þess að meðalhraði lækki um að stærðargráðunni 2-4 km/klst (Elvik, 2019). Á sumum stöðum mun breytingin hafa meiri áhrif og á öðrum minni, og á sumum stöðum hugsanlega engin áhrif. Þetta gerir það að verkum að raunáhrif hámarkshraðabreytinga á ferðatíma eru minni en upprunalega einföldunin myndi benda til.



Mynd 3: Dæmi um meðalhraðasnið ökumanna innan þéttbýlis á vegkafla sem er með hámarkshraðann 50 km/klst (unnið úr hraðagögnum frá Strætó). Ökumaðurinn þarf reglulega að hægja á sér eða stoppa vegna annarra hindrana á veginum sem gerir það að verkum að hámarkshraðabreytingar hafa aðeins áhrif á hluta ferðarinnar.

2. Gögn og aðferðarfræði

Framkvæmdar eru tvenns konar greiningar. Annars vegar raungagnagreiningar, þar sem aksturshraði vagnstjóra á götum Reykjavíkur er skoðuð. Hins vegar er gert hermunarlíkan sem líkir eftir aksturshraða vagnstjóra miðað við mismunandi sviðsmyndir.

2.1 Raungagnagreiningar

Raunhraðagögn fyrir tímabilið 1. til 7. mars 2021 voru greind fyrir 5 strætóleiðir, það er, leiðir 1, 5, 11, 16, og 18. Gögnin innihalda meðal annars staðsetningu vagnsins, leiðarnúmer, tíma dags og hraða. Þessi gögn voru notuð annars vegar til að meta meðalhraða vagnstjóra á mismunandi stöðum (byggt á öllum mældum gildum innan ákveðins radíus frá leiðarlínu). Við framkvæmd greininga var notast við QGIS og Excel, ásamt makróum. Ekki er vitað um áreiðanleika og skekkjumörk upplýsinga um hraða og staðsetningu í grunnögnum.

2.2 Hermunarlíkan

Seinni hluti greininganna miðar að því að meta hugsanleg áhrif hámarkshraðabreytinganna á ferðir strætó. Gert var einfaldað Excel makró sem hermir ferð strætó. Líkanið byggir á því að vagnstjóri eigi sér óskahraða fyrir mismunandi aðstæður. Veglína strætóleiðarinnar er skilgreind, meðal annars varðandi hámarkshraða, hraðaumhverfi, hindranir, biðstöðvar og umferðarljós. Vagnstjórinn reynir að hraða eða hægja á sér til að ná óskahraðanum. Ef framundan er hindrun (hraðahindrun, nýr hámarkshraði, umferðarljós, biðstöð o.s.frv.), þar sem hindrunin krefst lægri hraða en óskahraðans, þá hægir vagnstjórinn á sér til að geta uppfyllt viðmiðunarhraða hindrunarinnar. Í sumum tilfellum hefur hindrunin ákveðna lengd (t.d. við hringtorg eða beygjur) og þá heldur vagnstjórinn hraða hindrunarinnar yfir þá lengd áður en hann reynir aftur að hraða sér upp í óskahraða götunnar.

Óskahraðinn og hraðinn fyrir mismunandi hindranir byggir á raunhraðagögnum fyrir leiðir 1, 11, 16 og 18. Umhverfið getur verið mjög mismunandi milli gatna með sama skiltaða hámarkshraða, því voru skilgreindir 3 mismunandi óskahraðar fyrir hvert og eitt hámarkshraðaprep (fyrir utan 80 km/klst þar sem aðeins var notast við eitt gildi), háð hvort um væri að ræða „lághraðaumhverfi (-)“, „venjulegt“ umhverfi eða „háhraðaumhverfi (+)“ miðað við þennan hámarkshraða. Til að áætla óskahraðann var notast við meðalgildi allra mæligilda raungagnanna þar sem aðrar hindranir eru ekki taldar hafa mikil áhrif á hraðavalið (mæligildi þar sem hraðinn var „óeðlilega“ lágur voru tekin burtu). Á sambærilegan máta var viðmiðunarhraði mismunandi hindrana áætlaður. Tafla 1 sýnir yfirlit yfir óska- og viðmiðunarhraðana sem notast var við.

Líkanið hefur undirfall sem hermir hvort ökutækið þurfi að stoppa á rauðu ljósi og þá hve lengi. Þrjár tegundir af umferðarljósum eru skilgreindar, (a) venjuleg ljós, (b) ljós á grænni bylgju, og (c) gönguljós. Á venjulegum ljósum, þá gerir líkanið í grunninn ráð fyrir að líkur á að lenda á grænu ljósi séu hlutfall græntíma og heildarljósatíma. Ef ekki eru til upplýsingar um lengd ljósafasa þá er notast við „venjuleg“ gildi fyrir ljósafasa. Líkurnar á að lenda á rauðu ljósi eru stilltar fyrir hverja og eina leið út frá 5 til 10 heilum raunferðum. Gera má ráð fyrir að líkur á að lenda á rauðu ljósi á ljósum sem eru á grænni bylgju séu lægri, og sú ljósategund er stillt á sama máta út frá raunferðum. Líkanið tekur ekki tillit til þess að ákveðin ljós eru með forgangskerfi fyrir almenningssamgöngur². Biðtími á rauðu ljósi er áætlaður vera helmingur þess tíma sem ekki er grænt ljós. Tíminn er þó stilltur fyrir hverja og eina leið út frá gögnum fyrir 2 til 10 raunferðir.

² Forgangskerfi almenningssamgangna byggir á því að skynjarar mæla ef vagn er að nálgast ljós og við ákveðnar aðstæður lengir grænfasa svo að vagninn þurfi ekki að nema staðar á rauðu ljósi.

Tafla 1: Óskahraði sem notaður var í líkaninu fyrir mismunandi aðstæður.

Hindrun/Hámarkshraði	Meðalhraði	85% hraði	Fjöldi mælipunkta
30-	23,7	31,1	13131
30	30,2	37,3	13411
30+	32,7	40,3	8102
40-	22,9	Áætlað frá hraðadreifingum við aðra hámarkshraða	
40	28,5	35,2	5919
40+	32,7	42,8	1196
50-	35,1	41,0	4911
50	39,3	48,7	32653
50+	51,9	60,2	17141
60-	42,1	50,8	7648
60	51,5	60,5	6483
60+	56,7	66,2	5464
80	69,2	79,4	16923
Hringtorg	21,4	26,5	15552
Gatnamót, beygja	15,1	21,6	10131
Gatnamót, framhjállaup	17,9	27,6	1684
Beygja, kröpp	24,6	30,3	2129
Beygja, mjúk	35,0	45,8	6241
Hraðahindrun	21,9	28,1	4512
Þrenging	23,3	32,3	542
Koddi	30,7	35,8	344

Líkanið er með undirfall sem hermir hvort það séu farþegar að bíða á biðstöð eða farþegar í vagni sem vilja fara út á biðstöð. Undirfallið gerir ráð fyrir að líkurnar á því fylgi Poisson drefingu, sem svo er deilt með 4 til að líkja eftir því að oft eru 4 vagnar á klukkustund. Líkanið er stillt fyrir hverja og eina leið til að reyna að taka tillit til hversu oft stoppað er á biðstöð. Ef vagn þarf að stoppa þá þarf ákveðinn tíma til að opna og loka hurðum og svo ákveðinn tíma fyrir hvern og einn farþega sem kemur um borð eða fer frá borði. Notast var við jöfnu og aðlöguð gildi frá Fernandez (2011). Heildar biðtíminn er þó stilltur fyrir hverja og eina leið út frá 2 til 10 raunferðum. Sökum uppbyggingar makrósisins þá stoppar líkanið á sömu umferðarljósum og biðstöðvum í öllum sviðsmyndunum. Það er, sem dæmi, í keyrslu 37 í sviðsmyndinni með núverandi hámarkshraða er stoppað á sömu biðstöðvum og umferðarljósum og í keyrslu 37 í sviðsmynd A. Munurinn í ferðatíma milli sviðsmyndanna er því ekki sökum þess að stoppað sé á mismunandi biðstöðvum eða umferðarljósum heldur vegna breytinga á hámarkshraða.

2.2.1 Leiðir fyrir greiningar

Til að velja leiðir fyrir nánari greiningar, þá var framkvæmt gróft huglægt mat á hve mikil áhrifin verða á mismunandi leiðir (á höfuðborgarsvæðinu). Valdar voru 5 leiðir í samráði við Strætó, það er, leiðir 1, 5, 11, 16, og 18. Leiðirnar sem voru valdar voru fyrirfram taldar verða fyrir hlutfallslega „litlum“ áhrifum, „meðaláhrifum“ og „miklum“ áhrifum af breytingunni samanborið við aðrar strætóleiðir og ættu því að geta verið lýsandi fyrir heildar strætó kerfið.

2.2.2 Áreiðanleikaprófun líkans

Líkanið fyrir hverja og eina leið var áreiðanleikaprófuð á fernen máta. (1) Lykilgildi voru borin saman við 2-10 raunferðir, (2) Ferðatími milli tveggja sniða á veglínunni var borinn saman við raungögn. Það er, fundnar voru heilar ferðir í raungögnunum og mældur tíminn sem tók að fara milli þessa tveggja staða og þetta borið saman við 60 keyrslur af líkaninu (óbreyttur hámarkshraði). (3) Hraðaprófill líkansins var borinn saman við meðalhraðagildin fyrir strætóleiðina. (4) Gert var TX graf (tími-staðsetning graf) út

frá líkaninu og borið saman við TX graf sem var áætlað út frá raunhraðagögnum. TX graf fyrir raungögnin er nálgun, þar sem tímasetningin er áætluð út frá hraðagildunum og staðsetningunni. Það er ákveðin óvissa í staðsetningunni sem skapar skekkju í TX grafinu og hraðaprófílnum fyrir raungögnin, og í vissum tilfellum leiðir þetta til hliðrunar raunprófílsins samanborið við líkanið. Þessi gildi eru þó talin nægjanlega nákvæm til þess að geta áreiðaleikaprófað líkanið. Þar sem raunhraðaprófíllinn og TX grafið fyrir núverandi aðstæður eru hluti af greiningunum þá er fjallað sér um áreiðanleikaprófunina á hverri og einni strætólinu saman með greiningunum á mismunandi sviðsmyndum.

2.2.3 Sviðsmyndir

Aksturshraði ökumanna ræðst af mörgum þáttum. Einn af þessum þáttum er skiltaður hámarkshraði. Það að hámarkshraðinn sé til dæmis 50 km/klst þýðir ekki að allir aki undir 50 km/klst né heldur að enginn aki hægar en það. Það sama á við um þegar hámarkshraða er breytt, að ekki allir munu virða þann hraða. Vel er þekkt að 10 km/klst lækkun hámarkshraða leiðir ekki sjálfkrafa til þess að meðalhraði lækki um 10 km/klst, samanber umræðuna í kafla 1.1. Algengt viðmið, byggt á rannsóknum erlendis, er að 10 km/klst lækkun hámarkshraða leiði oft til þess að meðalhraði lækki að stærðargráðunni 2-4 km/klst (Elvik, 2019). Hafa ber þó í huga að þessi gildi eru yfirleitt ekki miðuð sérstaklega við strætisvagna og ekki er sjálfgefið að áhrifin verði þau sömu fyrir vagnstjóra og ökumenn fólksbíla. Til að áætla hugsanleg áhrif þá notumst við því við nokkrar mismunandi sviðsmyndir. Hver og ein sviðsmynd er keyrð 60 sinnum (auk þess að gerðar eru nokkrar keyrslur fyrir sérstakar aðstæður). Sviðsmyndirnar eru eftirfarandi:

- (A) Óskahraði³ lækkar um 4 km/klst fyrir hverja 10 km/klst lækkun á hámarkshraða.
- (B) Óskahraði þeirra sem aka yfir nýjum hámarkshraða lækkar um 4 km/klst fyrir hverja 10 km/klst lækkun á hámarkshraða (eða að nýjum hámarkshraða).
- (C) Óskahraði þeirra sem aka yfir nýjum hámarkshraða lækkar 10 km/klst fyrir hverja 10 km/klst lækkun á hámarkshraða (eða að nýjum hámarkshraða).

Tafla 2: Óskahraði fyrir líkanið og sviðsmyndir (50⁺ og 50⁻ standa fyrir lág- og háhraðaumhverfi.)

Núverandi hámarkshraði	Núverandi meðalhraði	Nýr hámarkshraði	Hraðabreyting sviðsmynda			Meðalhraði sviðsmynda		
			A	B	C	A	B	C
50 ⁻	35,1	30 ⁻	-8,0	-5,5	-6,6	27,1	29,6	28,5
50	39,3	30	-8,0	-6,0	-10,1	31,3	33,3	29,2
50 ⁺	51,9	30 ⁺	-8,0	-7,9	-17,8	43,9	44,1	34,1
50 ⁻	35,1	40 ⁻	-4,0	-1,3	-1,4	31,1	33,8	33,7
50	39,3	40	-4,0	-1,7	-3,0	35,3	37,6	36,4
50 ⁺	51,9	40 ⁺	-4,0	-3,6	-8,0	47,9	48,3	43,9
60 ⁻	42,1	40 ⁻	-8,0	-3,5	-4,6	34,1	38,6	37,5
60	51,5	40	-8,0	-6,5	-11,3	43,5	45,0	40,2
60 ⁺	56,7	40 ⁺	-8,0	-7,2	-14,8	48,7	49,5	41,9

Til að ákvarða meðalhraða fyrir sviðsmynd B og C þá voru hraðadreifingarnar skoðaðar, og allir þeir sem óku yfir nýja hámarkshraðanum voru lækkaðir um 4 (sviðsmynd B) eða 10 (sviðsmynd C) km/klst eða að nýja hámarkshraðanum. Það er, ef hraðalækkunin var úr 50 til 40 km/klst, og hraðinn hjá ákveðnum ökumanni var 47, þá var óskahraðinn hans í sviðsmynd B lækkaður niður í 43 km/klst ($47 - 4 = 43$). Í sviðsmynd C, þá að lækka hraðann um 10 km gefa 37 km/klst ($47 - 10 = 37$), en þar sem það

³ Líkanið byggir á því að vagnstjóri eigi sér óskahraða fyrir mismunandi aðstæður. Vagnstjórinn reynir að hraða eða hægja á sér til að ná óskahraðanum.

er lægra en nýi hámarkshraðinn þá yrði óskahraði þessa ökumanns settur í 40 í sviðsmyndinni. Út frá þessari aðlöguðu hraðadreifingu var svo nýr meðalóskahraði ákvarðaður fyrir hraðadreifinguna. Tafla 2 sýnir yfirlit yfir óskahraðadreifingarnar fyrir sviðsmyndirnar.

3. Grunngreiningar og núverandi aðstæður

Kaflar 3.1 til 3.5 fjalla um niðurstöður tengdar þeim fimm leiðum sem skoðaðar voru í þessari greiningu. Kafli 3.6 er samantekt á sviðsmyndunum fyrir allar línurnar saman. Hver og einn undirkafli byrjar á að greind eru raunhraðasniðin og hámarkshraðabreytingarnar. Síðan er líkanið og stilling þess skoðuð og það borið saman við raungögn. Að því loknu er greining á mismunandi sviðsmyndum.

3.1 Leið 1

Leið 1 fer frá Hlemmi, niður Hverfisgötu, framhjá Háskóla Íslands (Hringbraut), BSÍ, Klambratúni, og Kringlunni. Þaðan heldur leiðin áfram eftir Kringlumýrarbraut/Hafnarfjarðarvegi yfir í Hamraborg, Arnarnes, gegnum Hafnarfjörð og að lokum gegnum Vallarhverfi í Hafnarfirði. Leiðin er um það bil 20,7 km löng og tímaáætlun Strætó gerir ráð fyrir að ferðin taki um það bil 55 mínútur (3.300 sekúndur). Meirihluti þessarar leiðar liggur fyrir utan mörk Reykjavíkur. Utan Reykjavíkur, þá höfum við ekki aðgang að jafn ýtarlegum upplýsingum um til dæmis ljósafasa umferðarljósa og hindrana í götuumhverfinu. Því er megináhersla greiningarinnar á þann hluta leiðar 1 sem er innan marka Reykjavíkur.

3.1.1 Raunhraðasnið og hámarkshraðabreytingar

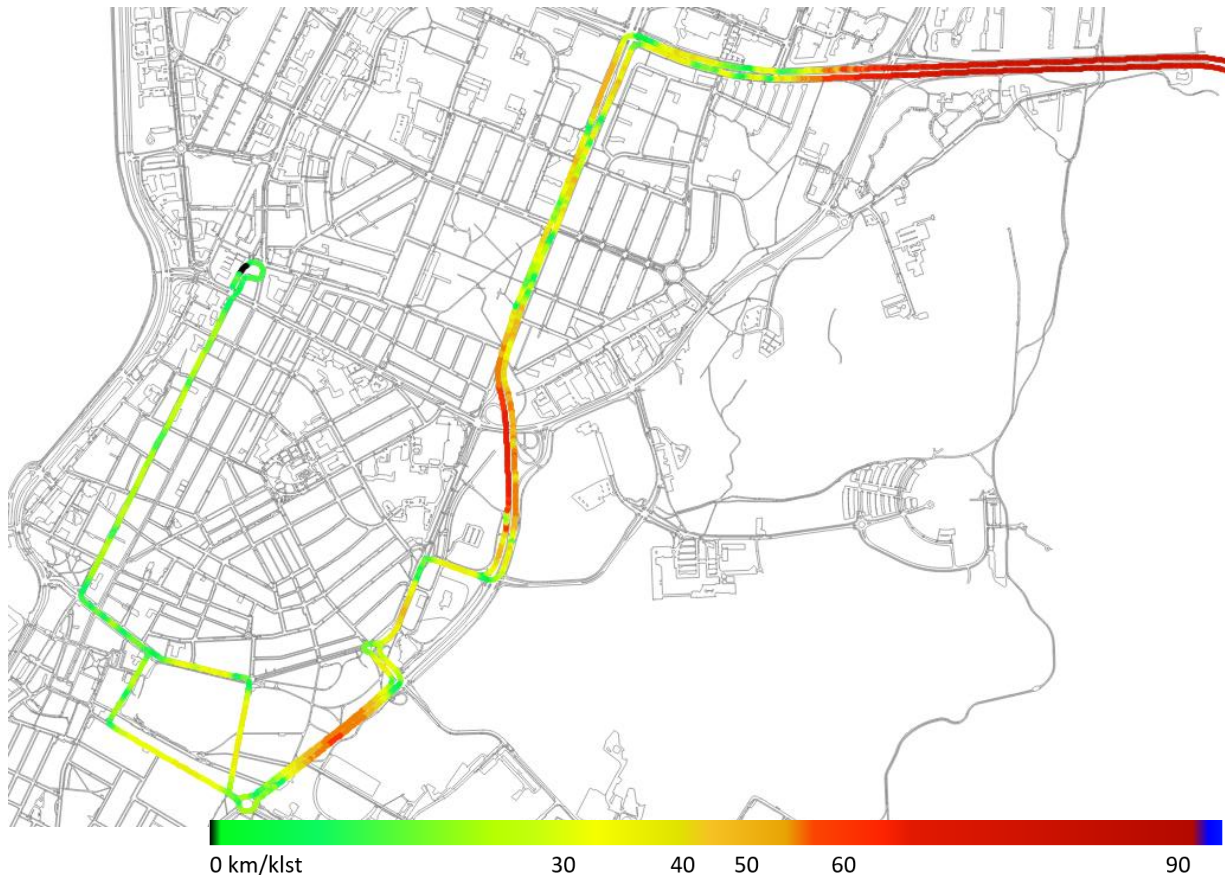
Staðsetningargögn voru greind til að meta hvernig hraði vagna er á leiðinni, sjá mynd 4. Yfirleitt er ein lína fyrir stefnur vagnsins, en þar sem um er að ræða breiðar miðeyjur þá er hvor stefna greind fyrir sig. Mynd 5 sýnir hraðasnið fyrir ferðina, þar með talið meðalhraða, núverandi hámarkshraða og nýjan hámarkshraða miðað við nýju hámarkshraðaáætlunina.

Strætóleið 1 hefst við Hlemm, og núverandi hámarkshraði er 30 km/klst nánast alveg að Hringbraut. Á þessum kafla, þá virðist raunmeðalhraðinn vera töluvert lægri en hámarkshraðinn. Hámarkshraðinn á næsta kafla, Hringbraut, er fyrst 40 km/klst og hækkar síðan í 60 km/klst að gatnamótunum við Njarðargötu. Þversniðið að meðalraunhraðanum bendir þó til þess að meðalraunhraðinn nái yfirleitt ekki hámarkshraðanum á þessum kafla. Því næst beygir leiðin inn í átt að BSÍ. Á þessum kafla, og að gatnamótum Vatnsmýrarvegur og Hringbrautar, er eini kaflinn á leið 1 þar sem gert er ráð fyrir að hámarkshraðinn sé lækkaður, það er, úr 50 niður í 30 km/klst. Á þversniðinu má sjá að meðalhraðinn á þessum kafla er lægri en núverandi hámarkshraði, en þó hærri en nýi hámarkshraðinn. Hér má því gera ráð fyrir að breytingin muni hafa einhver áhrif á ferðatíma. Þegar komið er út á Hringbraut aftur, og þaðan af yfir á Kringlumýrarbraut, þá er hámarkshraðinn 60 km/klst, raunhraðinn virðist þó vera töluvert lægri. Loks hækkar hámarkshraðinn í 80 km/klst sunnan gatnamótanna við Listabraut, og fer svo út fyrir mörk Reykjavíkurborgar. Raunhraðagögn voru í þessu tilfelli ekki greind eftir að komið var suður fyrir mörk Reykjavíkurborgar.

3.1.2 Líkan, stilling, og samanburður við raungögn

Tíu raunsnið (það er heilar ferðir) voru skoðuð til að stilla líkanið. Sniðin voru öll frá ferðum sem farnar voru þann 1. mars, dreift á tímabilinu sjö um morgun til níu um kvöldið. Meðalhraði raungagnanna var borinn saman við stillingar á hámarkshraðaumhverfi, áætlað var stopphlutfall á biðstöðvum og umferðarljósum, sem og hver væri stopptíminn á þessum stöðum. Þessi gildi voru notuð til að stilla líkanið. Tafla 3 sýnir samanburð á niðurstöðum úr 60 keyrslum á líkaninu og raungögnunum (samanburðurinn byggir eingöngu á þeim hluta leiðarinnar sem er innan marka Reykjavíkurborgar). Samanburðurinn sýnir að líkanið gerir ráð fyrir minni tíma sem stopp á biðstöðvum, meðan að

stopptíminn sé meiri á umferðarljósum samanborið við þessar 10 raunferðir. Athygli er vakin á því að það er ekki sjálfgefið að þessar 10 raunferðir séu lýsandi fyrir meðalferðina.



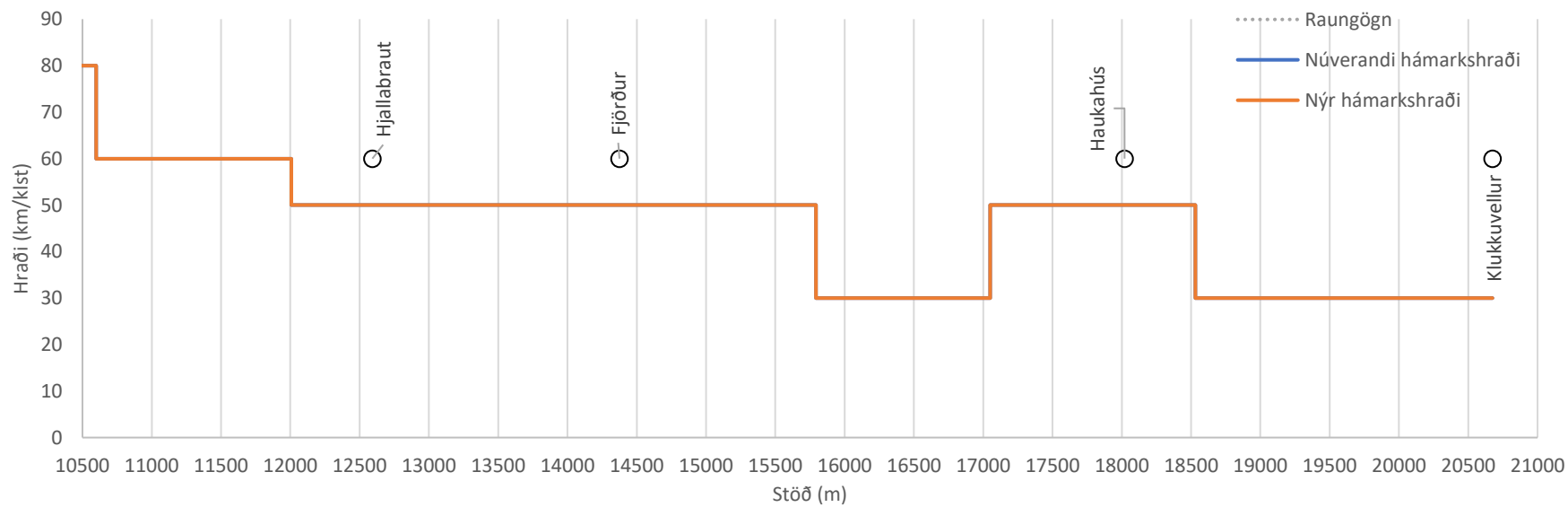
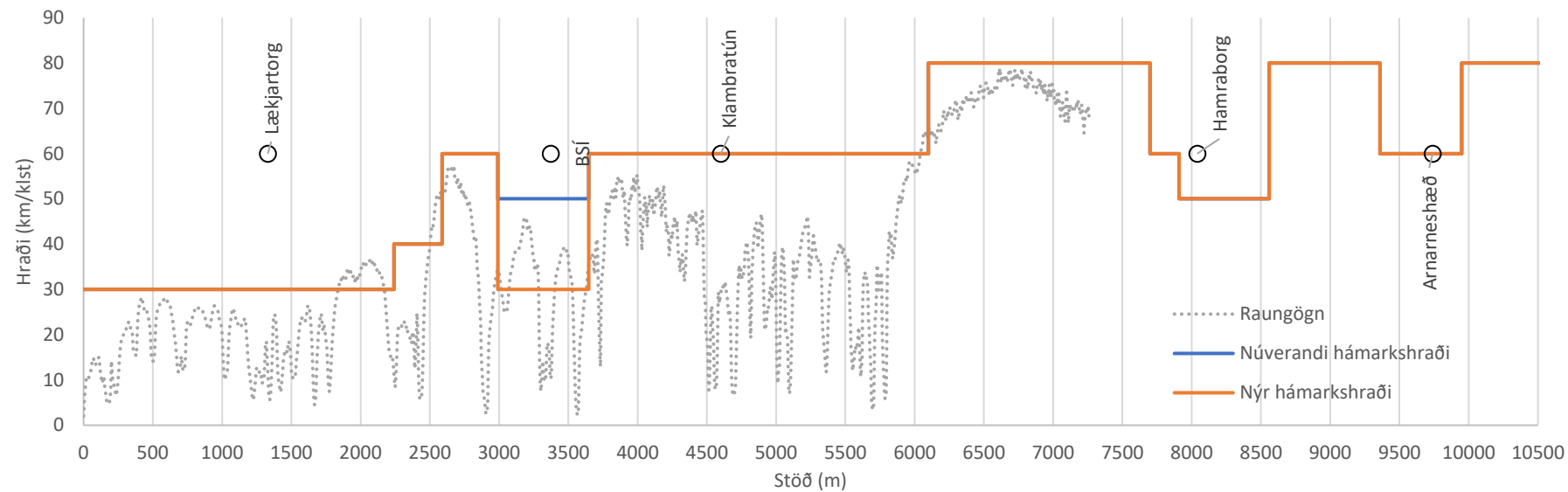
Mynd 4: Meðalhraði innan marka Reykjavíkur á strætóleið 1. Hraðagildin sýna meðalhraða þeirra mæligilda sem voru innan ákveðins radius frá miðlínu strætóleiðarinnar.

Tafla 3: Samanburður á líkaninu (60 keyrslur) og raungögnum (10 raunsnið). Athygli er vakin á að stopptími er áætlaður tími sem vagninn er stöpp (eða nánast stöpp).

Lýsing breytu	Raungögn	Líkan
Hlutfall stoppa á biðstöðvum innan Reykjavíkur	57,7% (n=130)	58,3% (n=660)
Meðal biðtími á biðstöðvum innan Reykjavíkur	18,5 sek (n=72)	16,8 sek (n=385)
Heildar biðtími á stöðvum innan Reykjavíkur	138,5 sek (n=10)	107,9 sek (n=60)
Umferðarljós, stopphlutfall, tegund 1 innan Reykjavíkur	42,0% (n=100)	38,6% (n=600)
Umferðarljós, stopphlutfall, tegund 2 innan Reykjavíkur	30,0% (n=10)	33,7% (n=300)
Umferðarljós, stopphlutfall, gönguljós innan Reykjavíkur	31,0% (n=30)	27,6% (n=540)
Meðal stopptími, umferðarljós, tegund 1	130,0 sek (n=10)	145,5 sek (n=60)
Meðal stopptími, umferðarljós, tegund 2*	1,5 sek (n=10)	32,9 sek (n=60)
Meðal stopptími, umferðarljós, gangbrautarljós	8,8 sek (n=10)	24,3 sek (n=60)

*Á strætóleið 1 innan Reykjavíkur voru aðeins ein ljósagatnamót sem töldust til tegundar 2.

Notast var við eitt snið til að meta ferðatíma líkansins við raunferðir. Sniðið er milli stöðvar 1.920 og 6.860, það er, Suðurgötu milli Vonarstrætis og Kirkjugarðsstígs, að göngubrúnni yfir Kringlumýrarbraut í Fossvogsdal. Þetta er um 4,9 km leið. Meðal raunferðatíminn mældist 670,5 sekúndur (n=152, $\sigma=76,4$ s). 60 keyrslur af líkaninu gáfu ferðatímann 647,4 sekúndur (n=60, $\sigma=63,7$ s). Niðurstöðurnar benda því til að líkanið geri ráð fyrir aðeins of stuttum ferðatíma á þessari leið (-23,1 sek, -3,4%). Líkanið sýnir einnig minni dreifni í ferðatíma samanborið við raungögnin.



Mynd 5: Meðalhraði á veglínu strætóleiðar 1. Myndin sýnir einnig núverandi og fyrirhugaðan nýjan hámarkshraða.

Mynd 6 sýnir samanburð á hraðaprófil fyrir líkanið, annars vegar miðað við að stoppað sé á öllum biðstöðvum og umferðarljósum, og hins vegar að ekki sé stoppað á biðstöðvum eða umferðarljósum, og meðalraunhraða. Sjá má að líkanið er nokkuð lýsandi fyrir meðalaksturshraða, þar sem meðalhraðinn er stundum aðeins hærri og stundum aðeins lægri. Eðli málsins samkvæmt þá liggur meðalhraðinn á biðstöðvum og umferðarljósum á milli líkananna þar sem hvergi er stoppað og þar sem stoppað er á öllum biðstöðvum. Líkanið vanmetur þó aðeins hraðann þegar komið er suður fyrir gatnamótin við Listabraut og hámarkshraðinn er orðinn 80 km/klst. Þar sem raungögn voru ekki greind sunnan marka Reykjavíkur þá eru ekki sýnd raunmeðalhraði þar.

Mynd 7 sýnir lokaprep áreiðanleikaprófunarinnar, það er, samanburður á TX grafi raungagna og meðalkomutíma að stöðvum fyrir 60 keyrslur af líkaninu. Komutíminn samkvæmt líkaninu virðist fylgja nokkuð vel raungögnunum innan Reykjavíkur. Sjá má að tímataflan virðist gera ráð fyrir að ferðin taki styttri tíma en líkanið gerir ráð fyrir. Líkanið var ekki borið saman við raungögn fyrir utan mörk Reykjavíkur, en á þeim kafla virðist líkanið ekki vera mjög lýsandi miðað við tímatöfluna. Hafa ber í huga að á þeim kafla var líkanið ekki stillt, né heldur settir inn ljósafasar gatnamóta. Þessar greiningar benda til þess að líkanið sé nokkuð lýsandi fyrir meðal strætóferðina, og því ásættanleg nálgun til að meta áhrif breyttra hámarkshraða á ferðatíma leiðar 1.

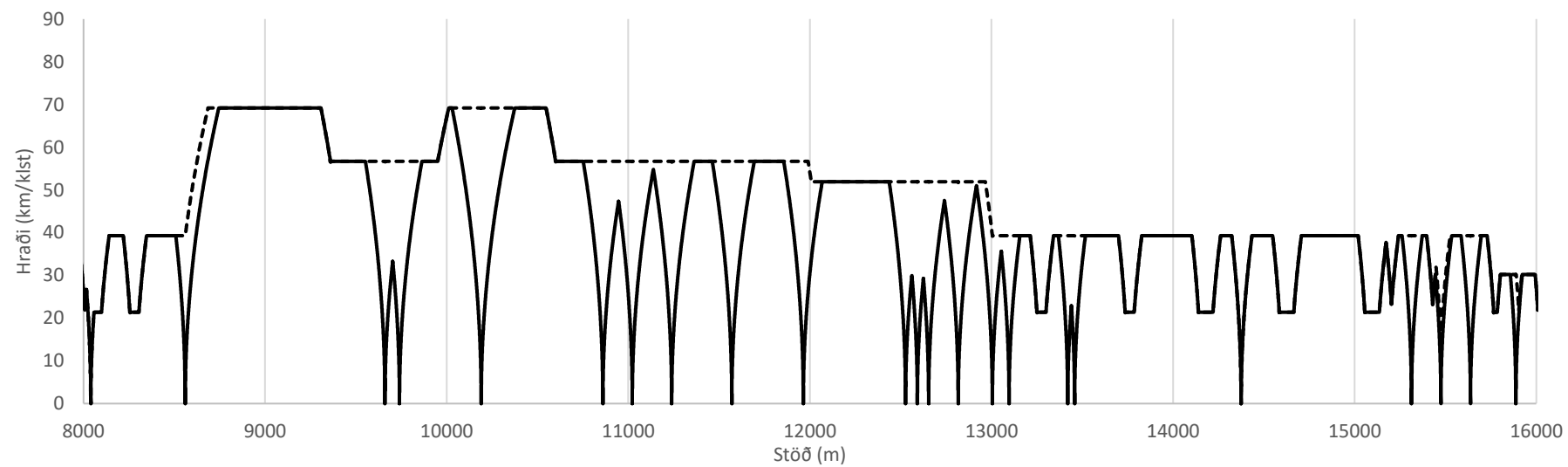
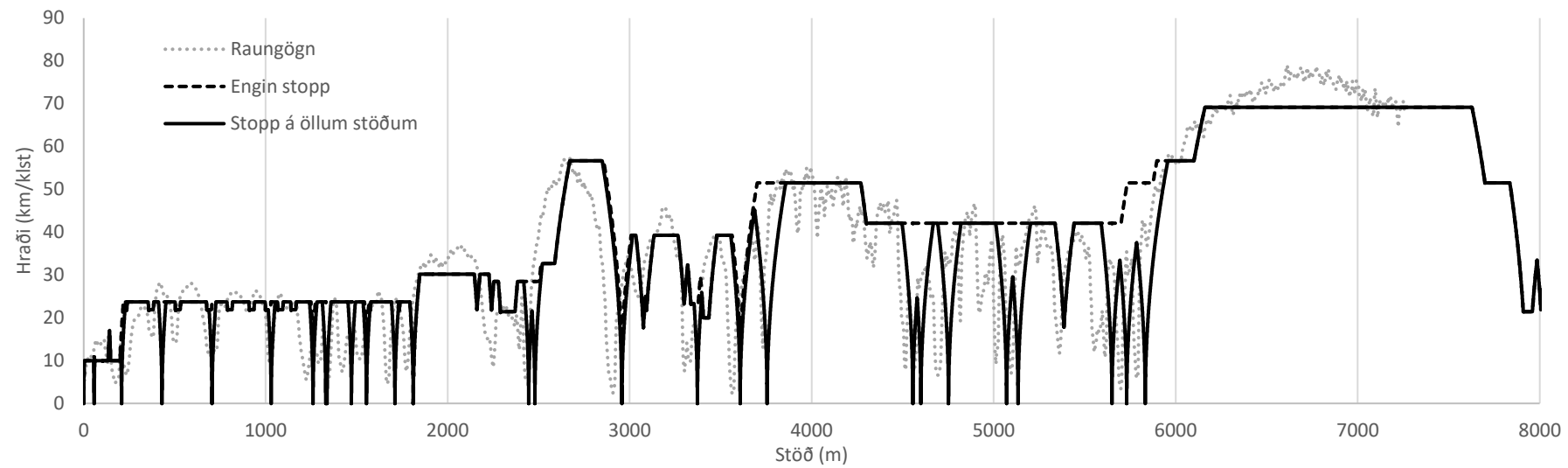
3.1.3 Sviðsmyndir og lækkun hámarkshraða

Skoðaðar voru þrjár sviðsmyndir til að áætla möguleg áhrif breytinga á hámarkshraða. Samanburðurinn er bæði byggður á 60 keyrslum með líkaninu, en einnig samanburður á hver munurinn í ferðatíma er ef (a) ekki er stoppað á neinum umferðarljósum eða biðstöðvum, og (b) ef stoppað er á öllum biðstöðvum og umferðarljósum. Tafla 4 sýnir samanburð á heildar ferðatíma og tafa miðað við mismunandi sviðsmyndir og tegundir keyrsla. Niðurstöður líkansins benda til þess að heildar breyting á ferðatíma sé að ferðatími aukist um á bilinu 5 til 11 sekúndur. Það samsvarar aukningu á ferðatíma með á bilinu 0,1-0,5%

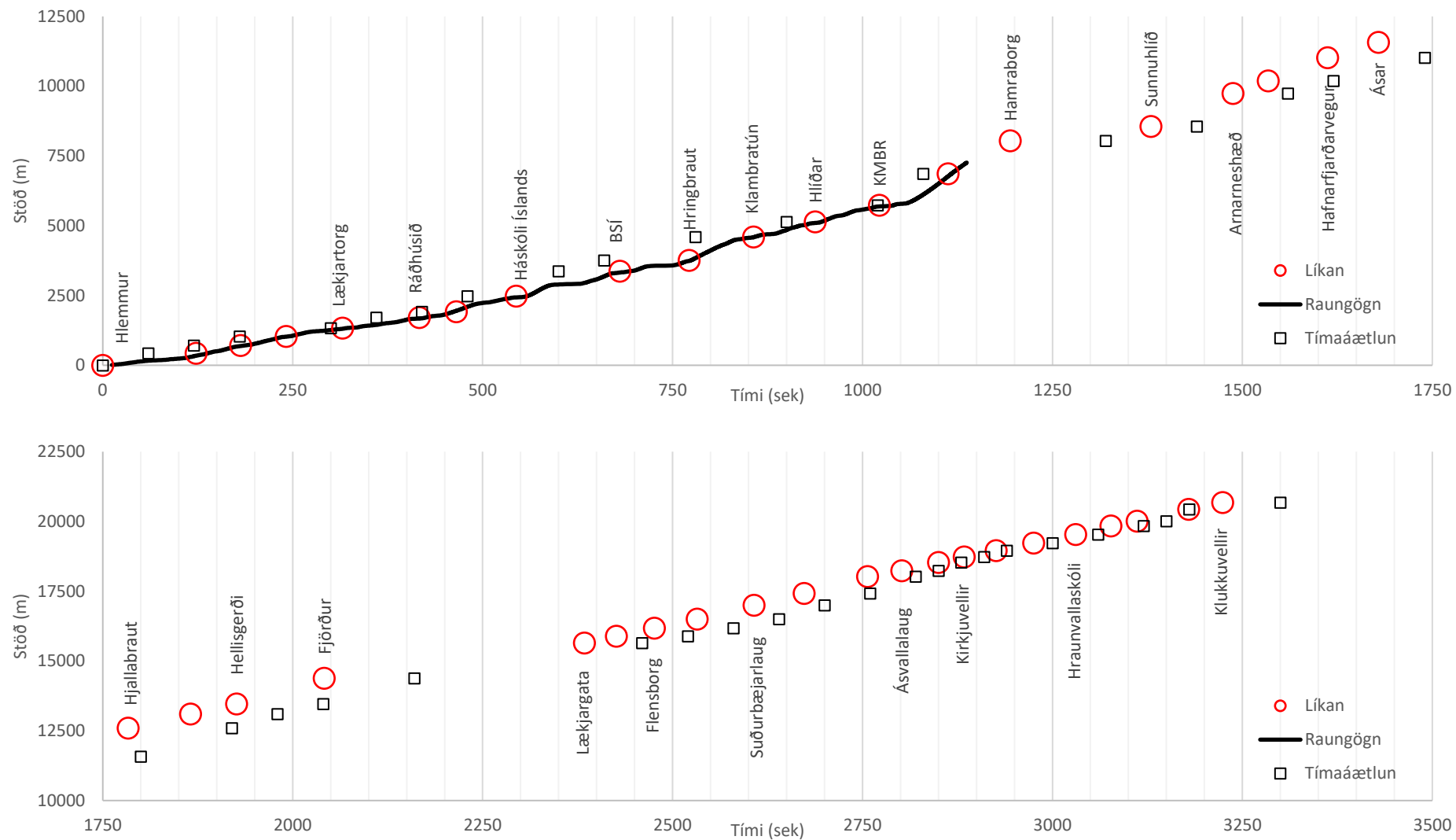
Tafla 4: Samanburður á heildar ferðatíma miðað við núverandi aðstæður og sviðsmyndirnar þrjár, þar sem hver og ein sviðsmynd er keyrð 60 keyrslur í líkaninu. Einnig eru sýnar niðurstöður miðað við ef vagn myndi stoppa á öllum biðstöðvum og umferðarljósum og ef vagninn myndi ekki stoppa á neinum biðstöðvum eða umferðarljósum.

	Núverandi	Sviðsmynd A		Sviðsmynd B		Sviðsmynd C	
		Heildartími Breyting		Heildartími Breyting		Heildartími Breyting	
Líkan	3224,1	3231,3	+7,2 (0,2%)	3228,8	+4,7 (0,1%)	3234,7	+10,6 (0,3%)
Engin stopp	2407,5	2415,2	+7,7 (0,3%)	2412,5	+5,0 (0,2%)	2418,7	+11,2 (0,5%)
Öll stopp	4538,4	4545,4	+7,0 (0,2%)	4542,9	+4,5 (0,1%)	4548,7	+10,3 (0,2%)

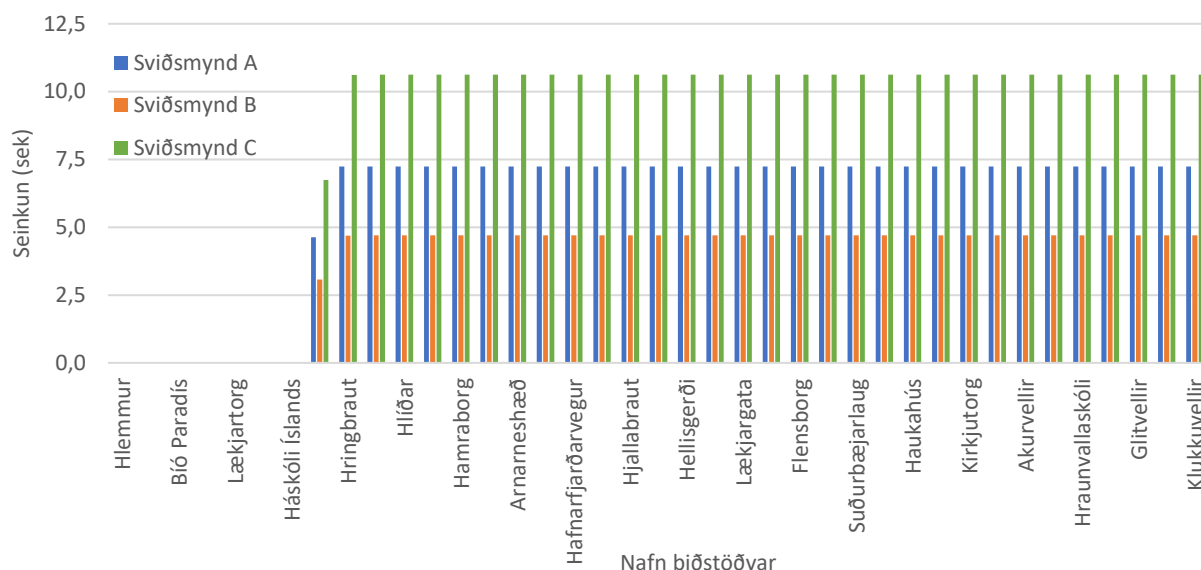
Mynd 8 sýnir samanburð á hvar á leiðinni líkanið gerir ráð fyrir að tafirnar eigi sér stað. Sjá má að tímaáætluninni seinkar aðeins á milli Háskóla Íslands og BSÍ, og seinkunin eykst lítillega þar til komið er að biðstöðinni Hringbraut. Eftir það verða engar frekari tafir vegna hámarkshraðabreytingunni og tafirnar því þær sömu á öllum stöðvum sem koma eftir það.



Mynd 6: Hraðapversnið útfrá raunhraðagögnum, og líkani fyrir leið 1.

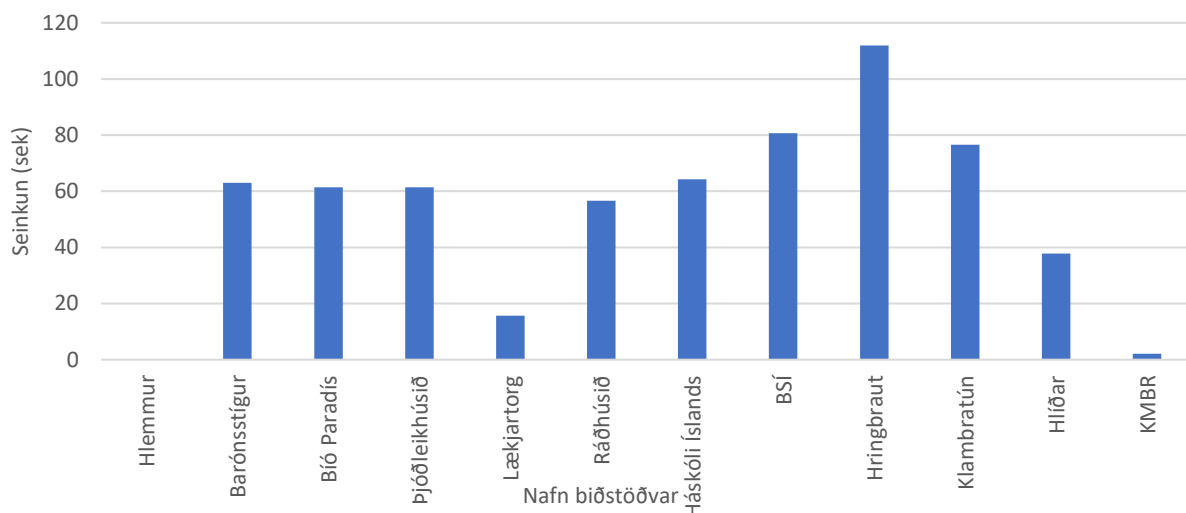


Mynd 7: TX graf fyrir líkan og raungögn fyrir leið 1. Y ásinn sýnir staðsetningu vagns á hverjum og X ásinn tímasetningu á hverjum og einum tímapunkti.



Mynd 8: Niðurstöður líkansins varðandi hve mikið áætluð koma á biðstöðvum breytist miðað við mismunandi sviðsmyndir. Þar sem ekki er gert ráð fyrir breyttum hámarkshraða í nágrannasveitarfélögunum þá má gera ráð fyrir að heildaráhrifin á komutíma á stöðvar sem liggja sunnar Listabrautar sé sú sama og fyrir Kringlumýrarbraut.

Mynd 9 sýnir samanburð milli komutíma samkvæmd líkani (60 keyrslur) og núverandi tímaáætlun. Það að tölurnar séu jákvæðar þýðir að líkanið tekur lengri tíma en tímaáætlunin gerir ráð fyrir. Sem dæmi, þá gerir líkanið ráð fyrir að það taki um 415,7 sekúndur að aka að ráðhúsinu meðan tímaáætlunin gerir ráð fyrir að það séu um það bil 360 sekúndur (athuga ber þó að tímaáætlunin er námunduð upp á eina mínútu). Hugsanlegt er að þetta sé sökum óvissu og skekkja í líkaninu, en það kann líka að vera að tímaáætlunin sé of bjartsýn miðað við meðalferðina. Ef tímaáætlunin er of bjartsýn, þá leiðir það til þess að strætó kemur „of seint“ á biðstöðina með tilheyrandi óþægindum fyrir notendur, sem og hugsanlegu álagi á öikumenn strætó sem gæti ýtt undir hraðakstur. Á hinn bóginn, ef tímaáætlunin er of svartsýn þá aukast líkur á því að vagninn komi of snemma að biðstöðinni og sé farinn of snemma frá biðstöðinni, sem er mjög neikvætt fyrir notendur.



Mynd 9: Samanburður á meðalkomutíma samkvæmt 60 keyrslum á líkani og tímaáætlun Strætó. Þar sem líkanið var ekki stillt utan Reykjavíkurborgar, þá er aðeins sýndur sá hluti sem er innan Reykjavíkur.

3.2 Leið 5

Leið 5 fer frá Háskólanum í Reykjavík, framhá BSÍ, Hlemmi og svo eftir Suðurlandsbraut að Skeiðarárvogi. Þaðan liggur leiðin eftir Miklubraut um Ártún, upp Höfðabakka, eftir Rofabæ og Selásbraut gegnum Árbæinn og svo loks gegnum Norðlingaholt. Lokastöðin er svo Árvað. Leiðin er um það bil 15,7 km löng og tímaáætlun Strætó gerir ráð fyrir að ferðin taki um það bil 42 mínútur (2.520 sekúndur). Öll leiðin liggur innan marka Reykjavíkur, og gert er ráð fyrir að hámarkshraðinn lækki á töluverðum hluta leiðarinnar.

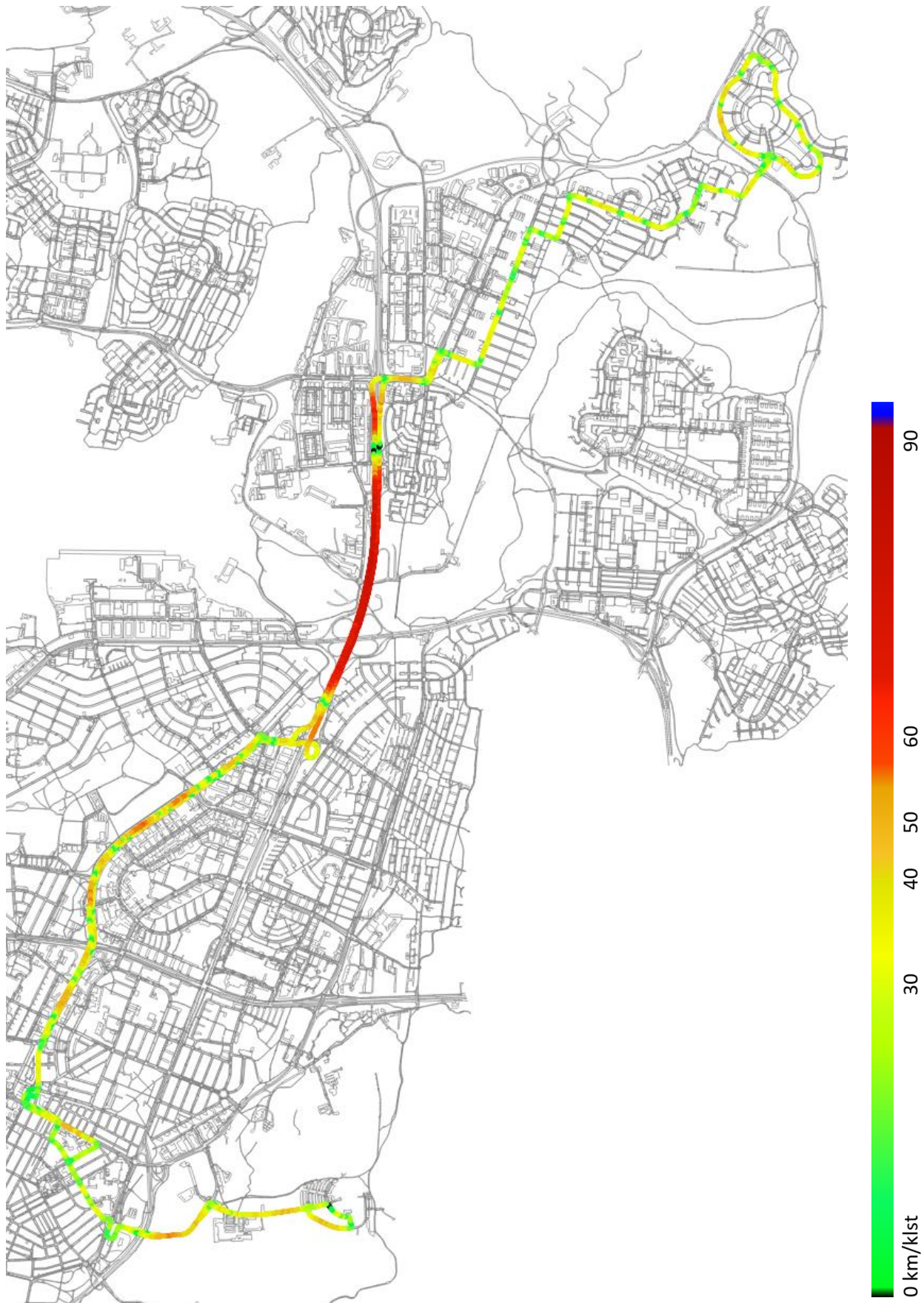
3.2.1 Raunhraðasnið og hámarkshraðabreytingar

Staðsetningargögn voru greind til að meta hvernig hraði vagna er á leiðinni, sjá mynd 10. Mynd 11 sýnir hraðasnið fyrir ferðina, þar með talið meðalhraða, núverandi hámarkshraða og nýjan hámarkshraða miðað við hámarkshraðaáætlunina.

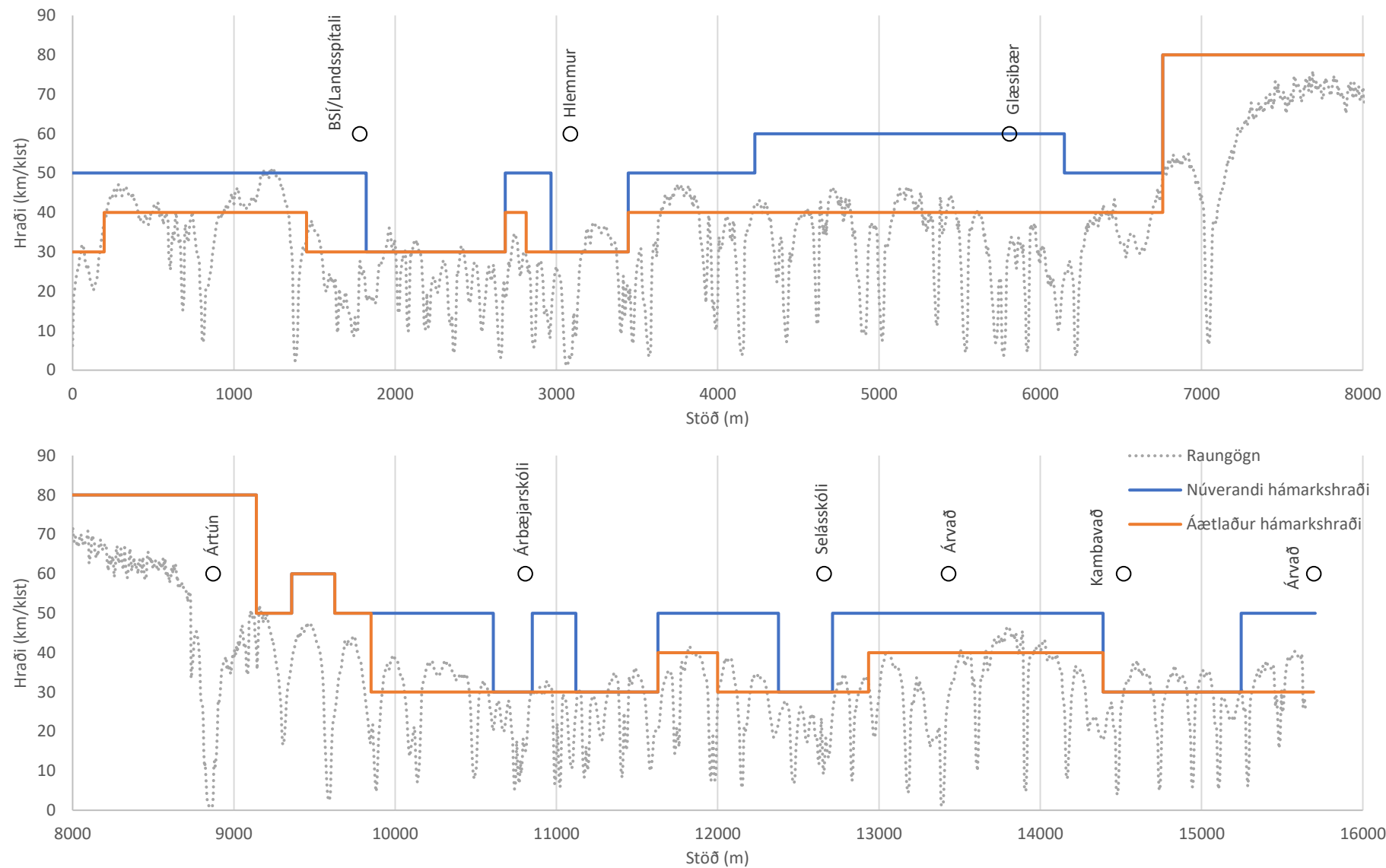
Strætóleið 5 hefst við Háskólann í Reykjavík. Gert er ráð fyrir að svæðið kringum bílastæði háskólans verði með hámarkshraðanum 30 km/klst. Eftir Nauthólsvogi og Flugvallarvegi lækkar hraðinn úr 50 niður í 40 km/klst. Þegar komið er norður fyrir Hringbraut lækkar hámarkshraðinn niður í 30 km/klst og helst þar þar að mestu leiti þar til komið er á Suðurlandsbraut. Raunhraðagögnin benda til þess að meðalhraðinn séu á þessum kafla í flestum tilfellum, að Nauthólmsvegi og Flugvallarvegi undanskildum, þegar í dag tilfellum undir nýja hámarkshraðanum og því væntanlegar tafir vegna hámarkshraðabreytinganna minni en búast mætti við.

Þegar kemur á Suðurlandsbraut þá lækkar hámarkshraðinn fyrst úr 50 niður í 40 km/klst að Kringlumýrarbraut, úr 60 km/klst niður í 40 km/klst að Skeiðarárvogi og úr 50 km/klst niður í 40 km/klst á Skeiðarárvogi. Ef við skoðum hraðadreifinguna í austur átt, þá sést að meðalhraðinn á þessum kafla er þegar í flestum tilfellum um eða aðeins lægri en núverandi hámarkshraði. Athygli er þó vakin á því að raunhraðagögnin benda til þess að meðalhraði strætó sé, á Suðurlandsbraut, aðeins hærri í vesturátt en austurátt, sjá mynd 10, og því væntanleg áhrif á ferðatíma aðeins meiri í þá áttina.

Hámarkshraðinn er óbreyttur þegar komið er inn á Miklubrautina og þar til beygt er inn í Hraunbæ, en þar lækkar hámarkshraðinn niður í 30 km/klst og heldur þeim hraða þar til komið er inn á Selásbraut. Hámarkshraðinn hækkar aftur á smá kafla á Selásbrautinni, en lækkar svo aftur niður í 30 km/klst gegnum Seláshverfi og að gatnamótunum við Brekknaás. Hraðinn þar hækkar aftur í 40 km/klst fram að hringtorginu við Bugðu og er svo 30 km/klst alveg að lokastöð. Hér, eins og áður, þá er núverandi meðalhraði er þegar á stórum hlutum af þessum kafla við eða undir nýja hámarkshraðanum, þó aðeins hærri á upphafi Rofabæjar sem og í gegnum Norðlingaholt.



Mynd 10: Meðalhraði á strætóleið 5. Hraðagildin sýna meðalhraða þeirra mæligilda sem voru innan ákveðins radíus frá miðlínu strætóleiðarinnar.



Mynd 11: Meðalhraði á veglínunni strætóleiðar 5. Myndin sýnir einnig núverandi og fyrirhugaðan nýjan hámarkshraða.

3.2.2 Líkan, stilling, og samanburður við raungögn

Tíu raunsníð (það er heilar ferðir) voru skoðuð til að stilla líkanið. Sniðin voru öll frá ferðum sem farnar voru þann 1., 5. og 6. mars, á mismunandi tímum dagsins. Af þeim, þá voru 5 ferðir þar sem stopptími á biðstöðvum og umferðarljósum var áætlaður. Meðalhraði raungagnanna var borinn saman við stillingar á hámarkshraðaumhverfi, áætlað var stopphlutfall á biðstöðvum og umferðarljósum, sem og hver væri stopptíminn á þessum stöðum. Þessi gildi voru notuð til að stilla líkanið. Tafla 5 sýnir samanburð á niðurstöðum úr 60 keyrslum á líkaninu og raungögnunum. Samanburðurinn sýnir að líkanið gerir ráð fyrir minni tíma sem stopp á biðstöðvum, meðan að stopptíminn sé meiri á umferðarljósum samanborið við þessar 5 raunferðir. Athygli er vakin á því að það er ekki sjálfgefið að þessar 10 raunferðir séu lýsandi fyrir meðalferðina.

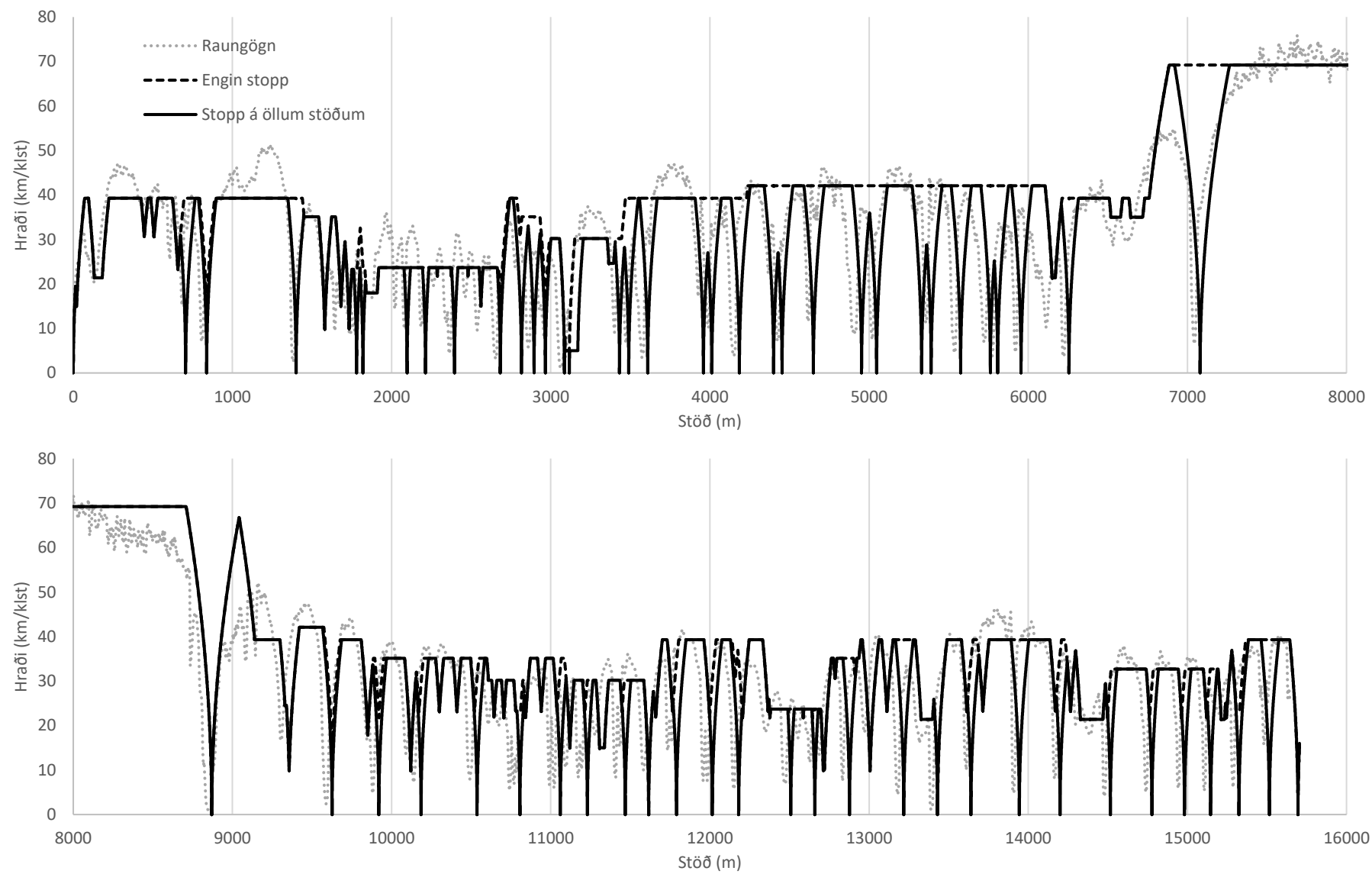
Tafla 5: Samanburður á líkaninu (60 keyrslur) og raungögnum (5-10 raunsníð). Athygli er vakin á að stopptími er áætlaður tími sem vagninn er stopp (eða nánast stopp).

Lýsing breytu	Raungögn	Líkan
Hlutfall stoppa á biðstöðvum	38,1% (n=320)	39,4% (n=2040)
Meðal biðtími á biðstöðvum	13,6 sek (n=64)	12,1 sek (n=827)
Heildar biðtími á stöðvum	173,7 sek (n=5)	162,5 sek (n=60)
Umferðarljós, stopphlutfall, tegund 1	47,2% (n=127)	43,5% (n=780)
Umferðarljós, stopphlutfall, tegund 2	8,0% (n=138)	8,7% (n=300)
Umferðarljós, gangbrautarljós	2,5% (n=40)	12,9% (n=240)
Meðal stopptími, umferðarljós, tegund 1	131,2 sek (n=5)	198,3 sek (n=60)
Meðal stopptími, umferðarljós, tegund 2	2,2 sek (n=5)	14,7 sek (n=60)
Meðal stopptími, umferðarljós, gangbrautarljós	Óþekkt	10,3 sek (n=60)

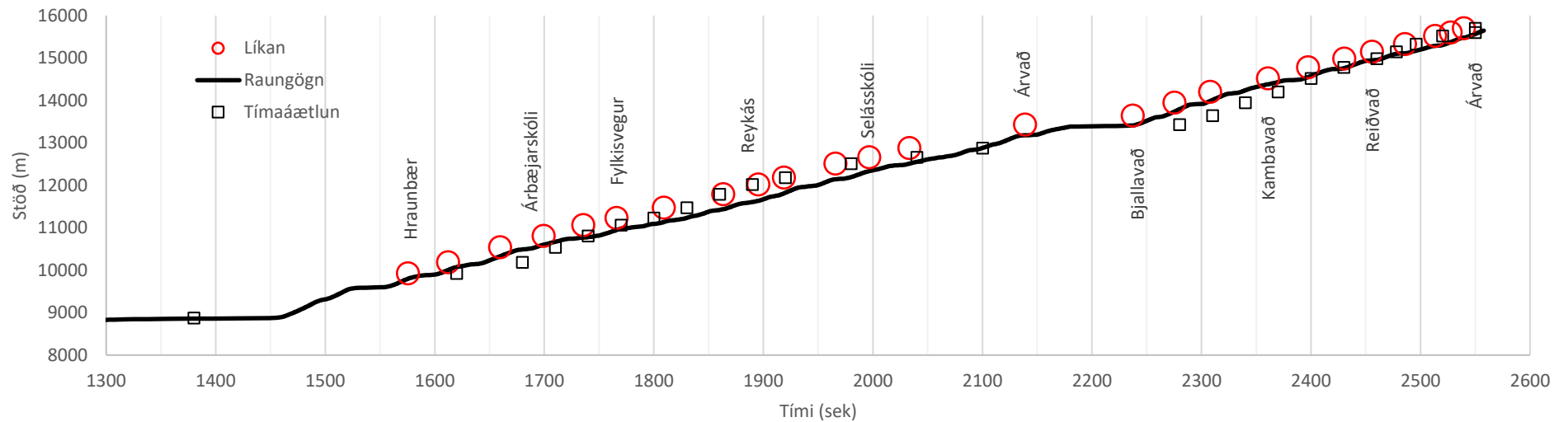
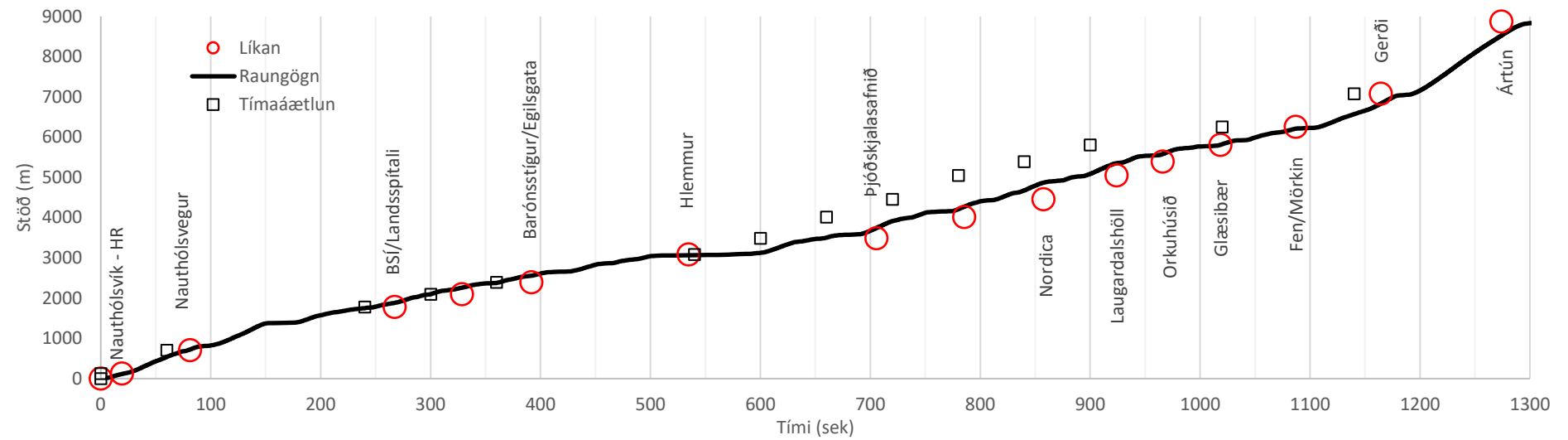
Notast var við eitt sníð til að meta ferðatíma líkansins við raunferðir. Sniðið er milli stöðvar 130 og 15.595. Þetta er um 15,5 km leið og nær yfir næstum alla leiðina fyrir línu 5. Meðal ferðatíminn mældist 2.558,3 sekúndur (n=72, $\sigma=53,8$ s). 60 keyrslur af líkaninu gáfu ferðatímann 2.508,2 sekúndur (n=60, $\sigma=100,6$ s). Niðurstöðurnar benda því til að líkanið geri ráð fyrir aðeins of stuttum ferðatíma á þessari leið (-50,1 sek, -2,0%). Líkanið sýnir meiri dreifni í ferðatíma samanborið við raungögnin.

Mynd 12 sýnir samanburð á hraðaprófil fyrir líkanið, annars vegar miðað við að stoppað sé á öllum biðstöðvum og umferðarljósum, og hins vegar að ekki sé stoppað á biðstöðvum eða umferðarljósum, og meðalraunhraða. Sjá má að líkanið er nokkuð lýsandi fyrir meðalaksturshraða, þar sem meðalhraðinn er stundum aðeins hærri og stundum aðeins lægri. Eðli málsins samkvæmt þá liggur meðalhraðinn á biðstöðvum og umferðarljósum á milli líkananna þar sem hvergi er stoppað og þar sem stoppað er á öllum biðstöðvum. Líkanið vanmetur þó aðeins hraðann á köflum þar til komið er að Snorrabraut.

Lokaþrep áreiðanleikaprófunarinnar er samanburður á TX grafi raungagna og meðalkomutíma að stöðvum fyrir 60 keyrslur af líkaninu, sjá mynd 13. Komutíminn samkvæmt líkaninu virðist fylgja nokkuð vel raungögnunum. Þessar greiningar benda til þess að líkanið sé nokkuð lýsandi fyrir meðal strætóferðina, og því ásættanleg nálgun til að meta áhrif breyttra hámarkshraða á ferðatíma leiðar 5.



Mynd 12: Hraðþversnið útfrá raunhraðagögnum og líkani fyrir leið 5.



Mynd 13: TX graf fyrir líkan og raungögn fyrir leið 5. Y ásinn sýnir staðsetningu vagns á hverjum og X ásinn tímasetningu á hverjum og einum tímamark.

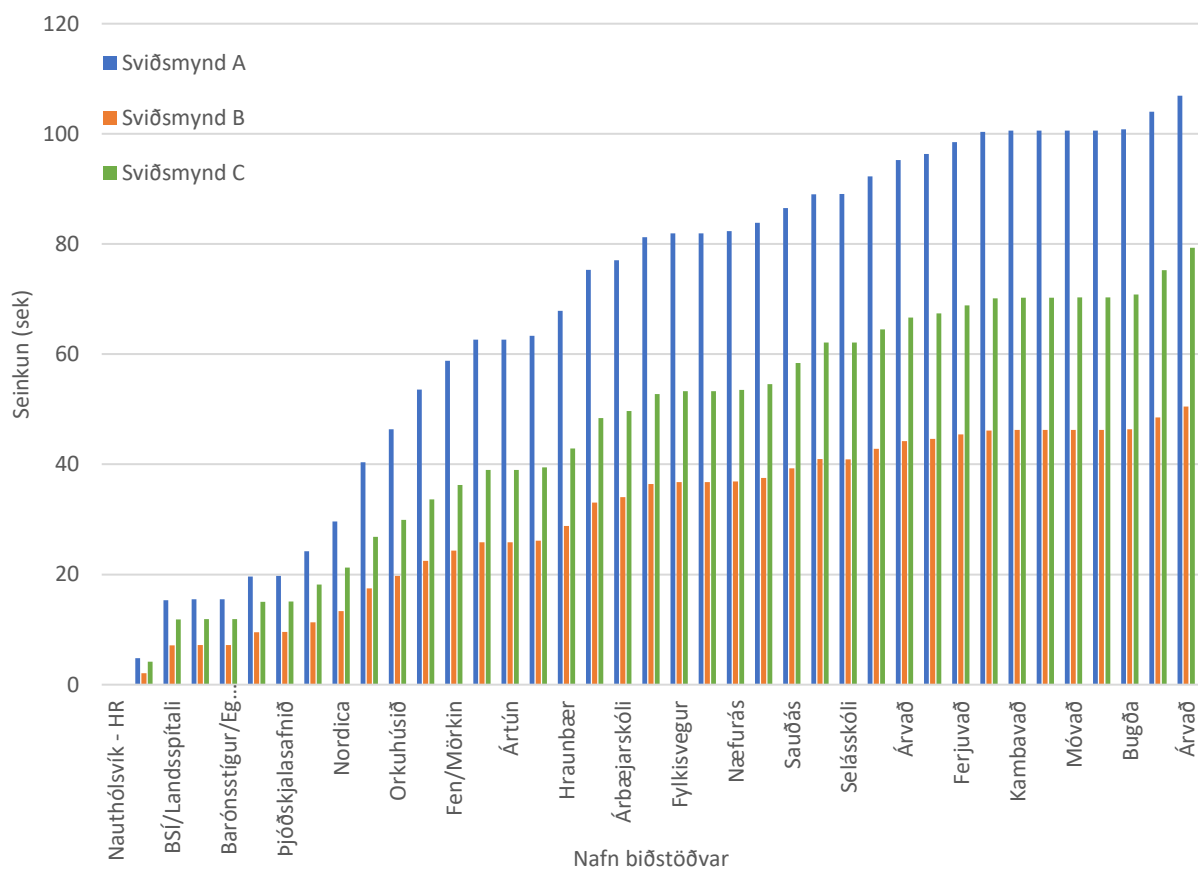
3.2.3 Sviðsmyndir og lækkun hámarkshraða

Skoðaðar voru þrjár sviðsmyndir til að áætla möguleik áhrif breytinga á hámarkshraða. Tafla 6 sýnir samanburð á heildar ferðatíma og tafa miðað við mismunandi sviðsmyndir og tegundir keyrsla. Niðurstöður líkansins benda til þess að heildar breytingin á ferðatíma séu að ferðatíminn aukist um á bilinu 36 til 122 sekúnda. Það samsvarar aukningu á ferðatíma um 1,0-6,1%.

Tafla 6: Samanburður á heildar ferðatíma miðað við núverandi aðstæður og sviðsmyndirnar þrjár, þar sem hver og ein sviðsmynd er keyrð 60 keyrslur í líkaninu. Einnig eru sýnar niðurstöður miðað við ef vagn myndi stoppa á öllum biðstöðvum og umferðarljósum og ef vagninn myndi ekki stoppa á neinum biðstöðvum eða umferðarljósum.

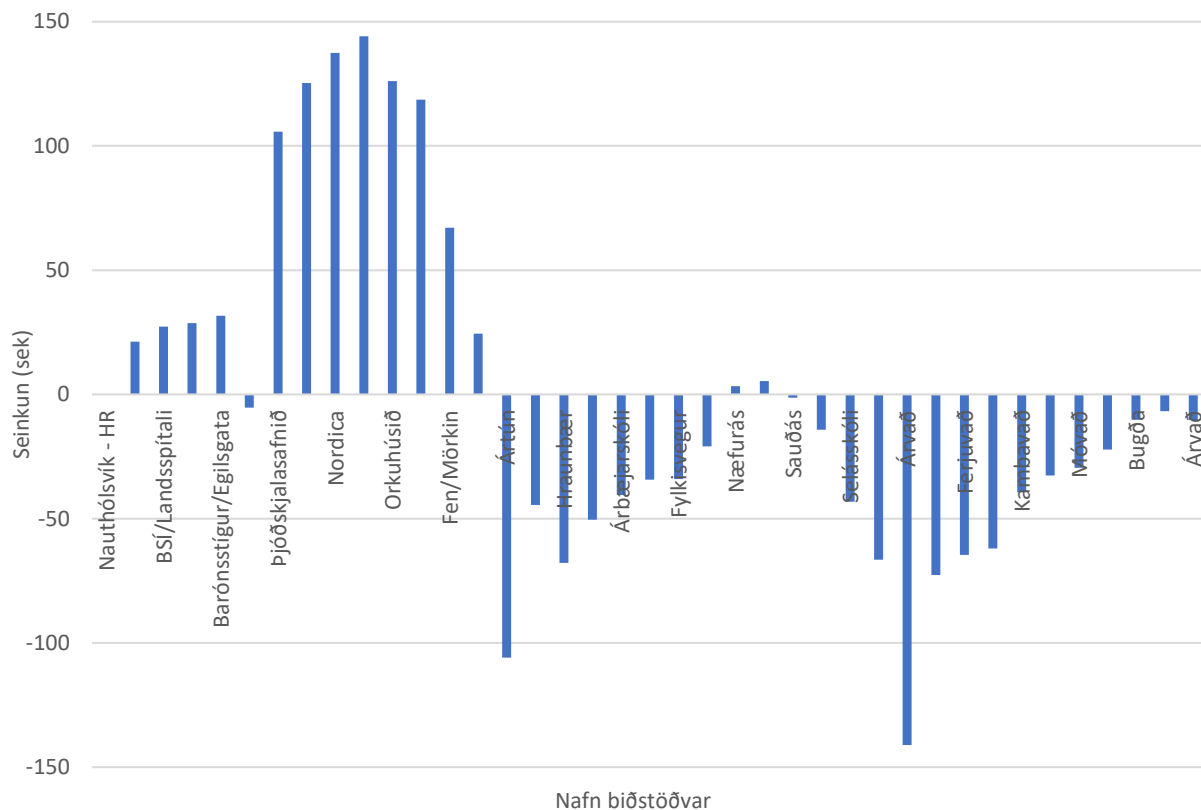
	Núverandi	Sviðsmynd A		Sviðsmynd B		Sviðsmynd C	
		Heildartími Breyting		Heildartími Breyting		Heildartími Breyting	
Líkan	2539,7	2646,6	+106,9 (+4,2%)	2590,2	+50,5 (+2,0%)	2619,0	+79,3 (+3,1%)
Engin stopp	1984,5	2106,0	+121,5 (+6,1%)	2042,2	+57,7 (+2,9%)	2072,7	+88,2 (+4,4%)
Öll stopp	3750,0	3826,7	+76,7 (+2,0%)	3785,7	+35,7 (+1,0%)	3807,9	+57,9 (+1,5%)

Mynd 14 sýnir samanburð á hvar á leiðinni líkanið gerir ráð fyrir að tafirnar eigi sér stað. Sjá má að líkanið bendir til þess að stór hluti seinkunarinnar eigi sér stað á Suðurlandsbrautinni. Einnig er ákveðin seinkun á kaflanum frá Fylkisvegi og að Kambavaði.



Mynd 14: Niðurstöður líkansins varðandi hve mikið áætluð koma á biðstöðvum breytist miðað við mismunandi sviðsmyndir.

Mynd 17 sýnir samanburð milli komutíma samkvæmd líkani (60 keyrslur) og núverandi tímaáætlun. Það að tölurnar séu jákvæðar þýðir að líkanið tekur lengri tíma en tímaáætlunin gerir ráð fyrir (athuga ber þó að tímaáætlunin er námunduð upp á eina mínútu). Hér sjáum við sömu áhrif og sjá mátti í TX grafinu, þar sem á fyrri hluta leiðarinnar gerir líkanið ráð fyrir komu að stöð aðeins seinna en tímaáætlunin. Sá munur virðist „leiðréttast“ í Ártúni, þar sem líkanið er aðeins á undan tímaáætluninni seinni hluta leiðarinnar. Athygli er vakin á að þetta er munur milli líkansins fyrir meðalkeyrslu, og ekki er vitað hvort þetta sé að fullu lýsandi fyrir raunveruleikann.



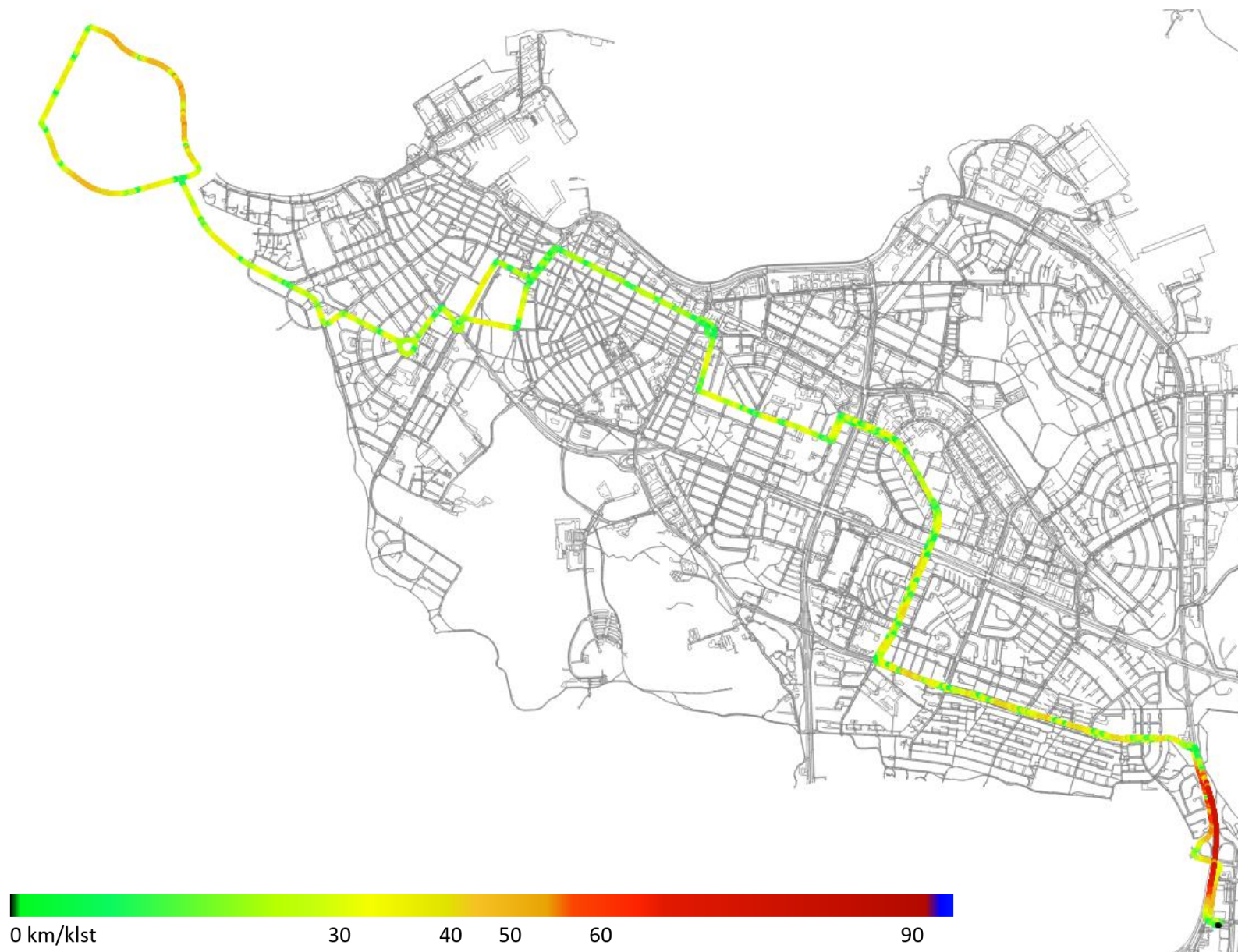
Mynd 15: Samanburður á meðalkomutíma samkvæmt 60 keyrslum á líkani og tímaáætlun Strætó.

3.3 Leið 11

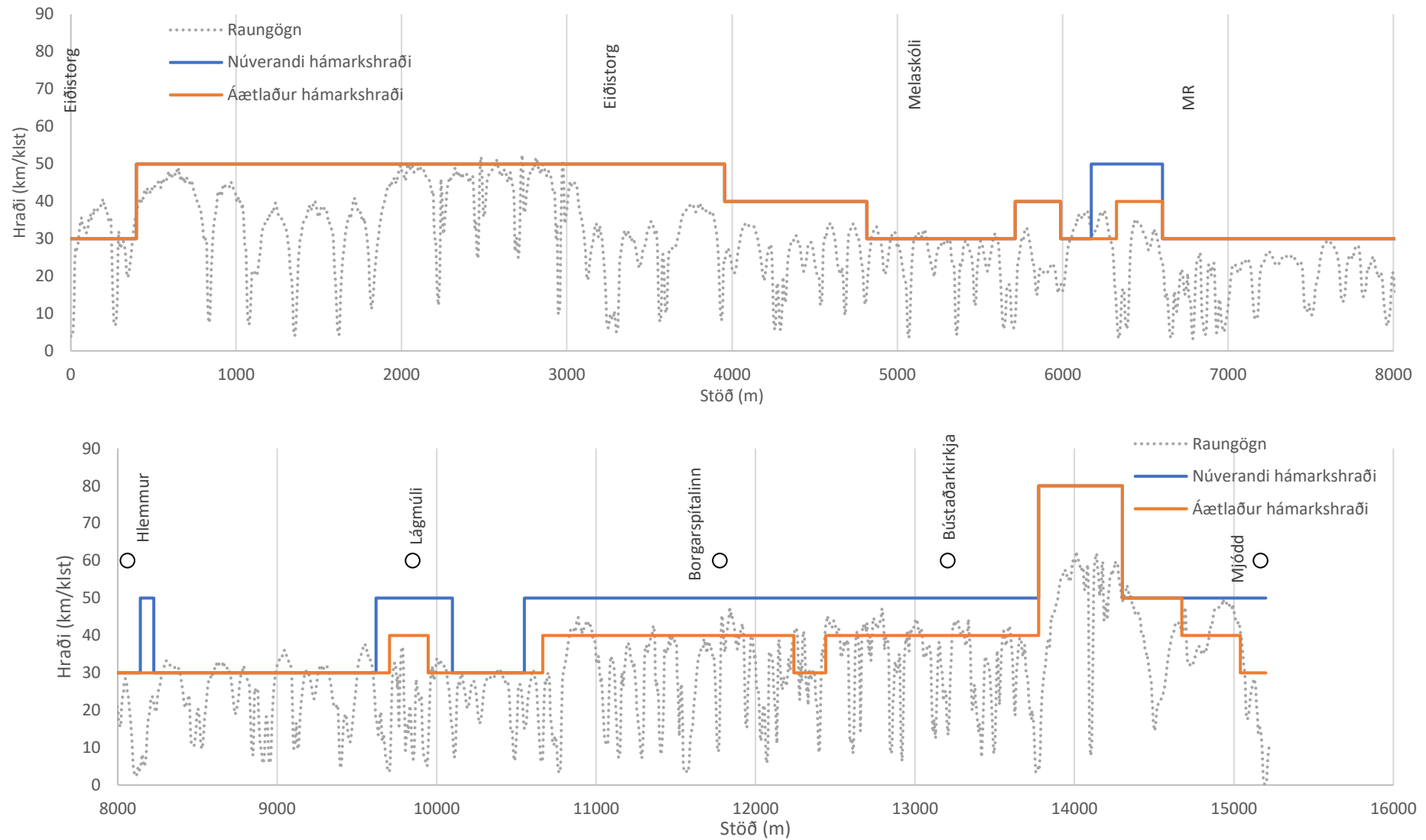
Leið 11 hefst á Eiðistorgi, Seltjarnarnesi. Vagninn fer fyrst kringum Seltjarnarnes og kemur svo aftur að Eiðistorgi. Þó svo að þessi kafli sé utan marka Reykjavíkur þá var hann hafður með í líkaninu. Að þessu loknu ekur vagninn eftir Suðurmýri, Neshaga og Birkimel út á Hringbraut. Leiðin fer eftir Skothúsavegi og Lækjargötu og upp Hverfisgötu upp á Hlemm. Frá Hlemmi fer leiðin gegnum Holtahverfi, eftir Háaleitisbraut og yfir á Bústaðarveg. Leiðin fer yfir á Reykjanesbraut og á lokastöðina í Mjóddinni. Leiðin er um það bil 15,2 km löng og tímaáætlun Strætó gerir ráð fyrir að ferðin taki um það bil 44 mínútur (2.640 sekúndur). Mikill hluti þessarar leiðar liggur fyrir utan mörk Reykjavíkur, en þar höfum við ekki aðgang að jafn ýtarlegum upplýsingum um til dæmis ljósafasa umferðarljósa og hindrana í götuumhverfinu.

3.3.1 Raunhraðasnið og hámarkshraðabreytinga

Staðsetningargögn voru greind til að meta hvernig hraði vagna er á leiðinni, sjá mynd 16. Mynd 17 sýnir hraðasnið fyrir ferðina, þar með talið meðalhraða, núverandi hámarkshraða og nýjan hámarkshraða miðað við hámarkshraðaáætlunina.



Mynd 16: Meðalhraði á strætóleið 11. Hraðagildin sýna meðalhraða þeirra mæligilda sem voru innan ákveðins radíus frá miðlínu strætóleiðarinnar



Mynd 17: Meðalhraði á veglínu strætóleiðar 11. Myndin sýnir einnig núverandi og fyrirhugaðan nýjan hámarkshraða

Strætóleið 11 hefst við Eiðistorg, Seltjarnarnesi. Leiðin fer kringum Seltjarnarnes, og kemur svo aftur að Eiðistorgi. Leiðin heldur áfram gegnum vesturbæinn og kemur út á Hringbraut til móts við Þjóðabókhliðuna. Á þessum kafla eru engar fyrirhugaðar breytingar á hámarkshraða. Leið 11 beygir norður Suðurgötu, og fer um Skothúsveg og Fríkirkjuveg. Á þessum kafla er um að ræða lækun á hámarkshraða. Leiðin liggur svo eftir Lækjargötu, upp Hverfisgötu og að Hlemmi. Þaðan um Hlíðahverfi og að Kringlumýrarbraut. Á þessum kafla er aðeins stuttur kafli þar sem hámarkshraði lækki, en raunmeðalhraðinn á þeim kafla er þegar langt undir nýja hámarkshraðanum. Hámarkshraðinn er lækkaður á hluta af Háaleitisbraut, sem og á öllum Bústaðarveginum. Raunmeðalhraðinn er þegar lægri en nýi hámarkshraðinn á megninu af þessum vegköflum, en þó aðeins hærri á vissum köflum á eystri hluta Bústaðarvegar. Leiðin fer út á Reykjanesbraut og upp á mislæg gatnamót við Stekkjabakka, og þaðan inn að lokastöðinni á Mjódd. Þegar beygt er út af Stekkjarbakkanum lækkar hámarkshraðinn, á kafla þar sem raunmeðalhraðinn er aðeins hærri.

3.3.2 Líkan, stilling, og samanburður við raungögn

Tíu raunsnið (það er heilar ferðir) voru skoðuð til að stilla líkanið. Sniðin voru öll frá ferðum sem farnar voru þann 1. mars, milli klukkan 7 til 23, af þeim voru 3 ferðir þar sem stopptími var áætlaður. Meðalhraði raungagnanna var borinn saman við stillingar á hámarkshraðumhverfi, áætlað var stopphlutfall á biðstöðvum og umferðarljósum, sem og hver væri stopptíminn á þessum stöðum. Þessi gildi voru notuð til að stilla líkanið. Tafla 7 sýnir samanburð á niðurstöðum úr 60 keyrslum á líkaninu og raungögnunum. Samanburðurinn sýnir að líkanið gerir ráð fyrir meiri tíma sem stopp á biðstöðvum, meðan að stopphlutfallið og stopptíminn á umferðarljósum á tegund 1 er aðeins lægri, en aðeins hærri á umferðarljósum af tegund 2, samanborið við þessar 3-10 raunferðir. Athygli er vakin á því að það er ekki sjálfgefið að þessar 10 raunferðir séu lýsandi fyrir meðalferðina.

Tafla 7: Samanburður á líkaninu (60 keyrslur) og raungögnum (3-10 raunsnið). Athygli er vakin á að stopptími er áætlaður tími sem vagninn er stopp (eða nánast stopp),

Lýsing breytu	Raungögn	Líkan
Hlutfall stoppa á biðstöðvum	56,6% (n=394)	56,8% (n=2400)
Meðal biðtími á biðstöðvum	11,3 sek (n=64)	10,3 sek (n=1364)
Heildar biðtími á stöðvum fyrir utan Hlemm	240,5 sek (n=3)	269,0 sek (n=60)
Umferðarljós, stopphlutfall, tegund 1	73,9% (n=138)	67,1% (n=840)
Umferðarljós, stopphlutfall, tegund 2	21,1% (n=76)	22,1% (n=480)
Umferðarljós, gangbrautarljós	7,5% (n=80)	9,4% (n=480)
Meðal stopptími, umferðarljós, tegund 1	270,6 sek (n=3)	242,7 sek (n=60)
Meðal stopptími, umferðarljós, tegund 2	19,0 sek (n=3)	33,5 sek (n=60)
Meðal stopptími, umferðarljós, gangbrautarljós	Óþekkt	11,8 sek (n=60)

Notast var við eitt snið til að meta ferðatíma líkansins við raunferðir. Sniðið er milli stöðvar 5.268 og 14.962. Þetta er um 9,7 km leið og nær frá hringtorginu við hótél Sögu í Vesturbæ, nánast að lokastöðinni í Mjóddinni. Meðal raunferðatíminn mældist 1.737,0 sekúndur (n=154, $\sigma=172,9$ s). 60 keyrslur af líkaninu gáfu ferðatímann 1.781,5 sekúndur (n=60, $\sigma=78,5$ s). Niðurstöðurnar benda því til að líkanið geri ráð fyrir aðeins of löngum ferðatíma á þessari leið (+44,5 sek, +2,6%). Líkanið sýnir minni dreifni í ferðatíma samanborið við raungögnin.

Mynd 20 sýnir samanburð á hraðaprófil fyrir líkanið, annars vegar miðað við að stoppað sé á öllum biðstöðvum og umferðarljósum, og hins vegar að ekki sé stoppað á biðstöðvum eða umferðarljósum, og meðalraunhraða. Sjá má að líkanið gerir ráð fyrir aðeins of lágum hraða á hluta leiðarinnar innan Seltjarnarness, sem og á hluta af Bústaðarveginum. Að öðru leiti, þá er líkanið nokkuð lýsandi fyrir meðalaksturshraða, þar sem meðalhraðinn er stundum aðeins hærri og stundum aðeins lægri. Eðli málsins samkvæmt þá liggur meðalhraðinn á biðstöðvum og umferðarljósum á milli líkananna þar sem hvergi er stoppað og þar sem stoppað er á öllum biðstöðvum.

Lokaþrep áreiðanleikaprófunarinnar er samanburður á TX grafi raungagna og meðalkomutíma að stöðvum fyrir 60 keyrslur af líkaninu, sjá mynd 21. Komutíminn samkvæmt líkaninu virðist fylgja nokkuð vel raungögnunum. Þessar greiningar benda til þess að líkanið sé nokkuð lýsandi fyrir meðal strætóferðina, og því ásættanleg nálgun til að meta áhrif breyttra hámarkshraða á ferðatíma leiðar 11.

3.3.3 Sviðsmyndir og lækkun hámarkshraða

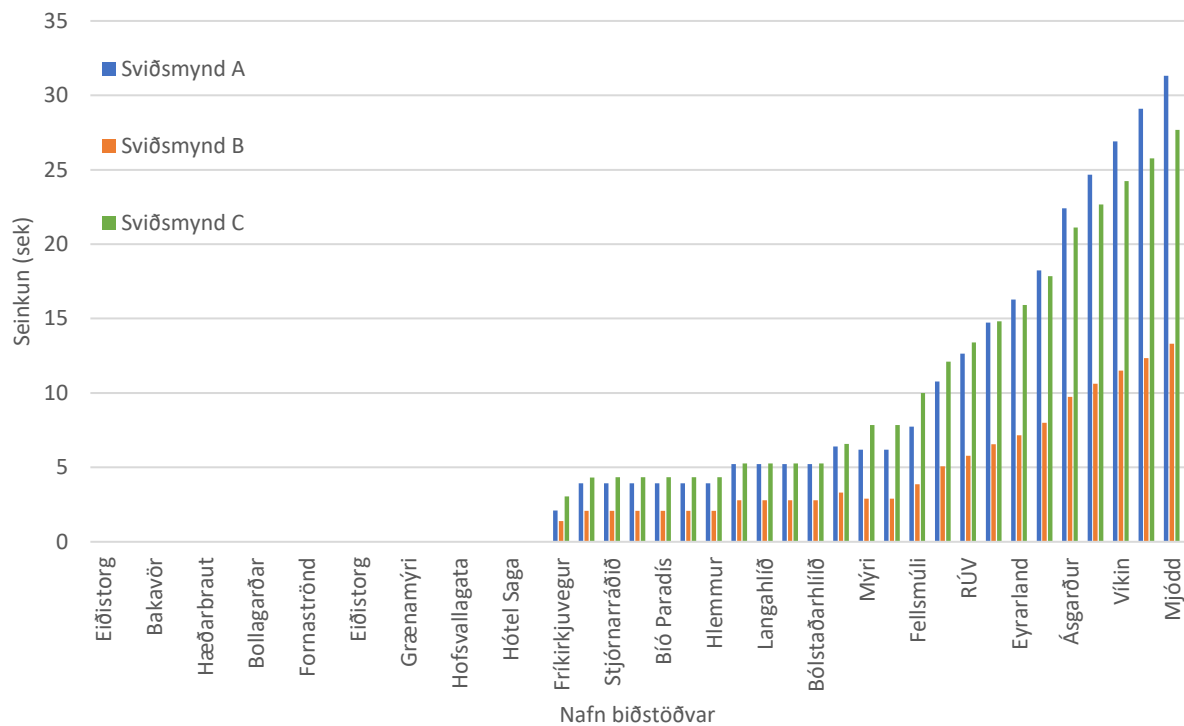
Skoðaðar voru þrjár sviðsmyndir til að áætla möguleik áhrif breytinga á hámarkshraða. Samanburðurinn er bæði byggður á 60 keyrslum með líkaninu, en einnig samanburður á hver munurinn í ferðatíma er ef (a) ekki er stoppað á neinum umferðarljósum eða biðstöðvum, og (b) ef stoppað er á öllum biðstöðvum eða umferðarljósum. Tafla 8 sýnir samanburð á heildar ferðatíma og tafa miðað við mismunandi sviðsmyndir og tegundir keyrsla. Niðurstöður líkansins benda til þess að heildar breytingin á ferðatíma séu að ferðatíminn aukist um á bilinu 20 til 43 sekúndur. Þetta samsvarar um það bil 0,3-2,4% aukningu í ferðatíma.

Tafla 8: Samanburður á heildar ferðatíma miðað við núverandi aðstæður og sviðsmyndirnar þrjár, þar sem hver og ein sviðsmynd er keyrð 60 keyrslur í líkaninu. Einnig eru sýnar niðurstöður miðað við ef vagn myndi stoppa á öllum biðstöðvum og umferðarljósum og ef vagninn myndi ekki stoppa á neinum biðstöðvum eða umferðarljósum.

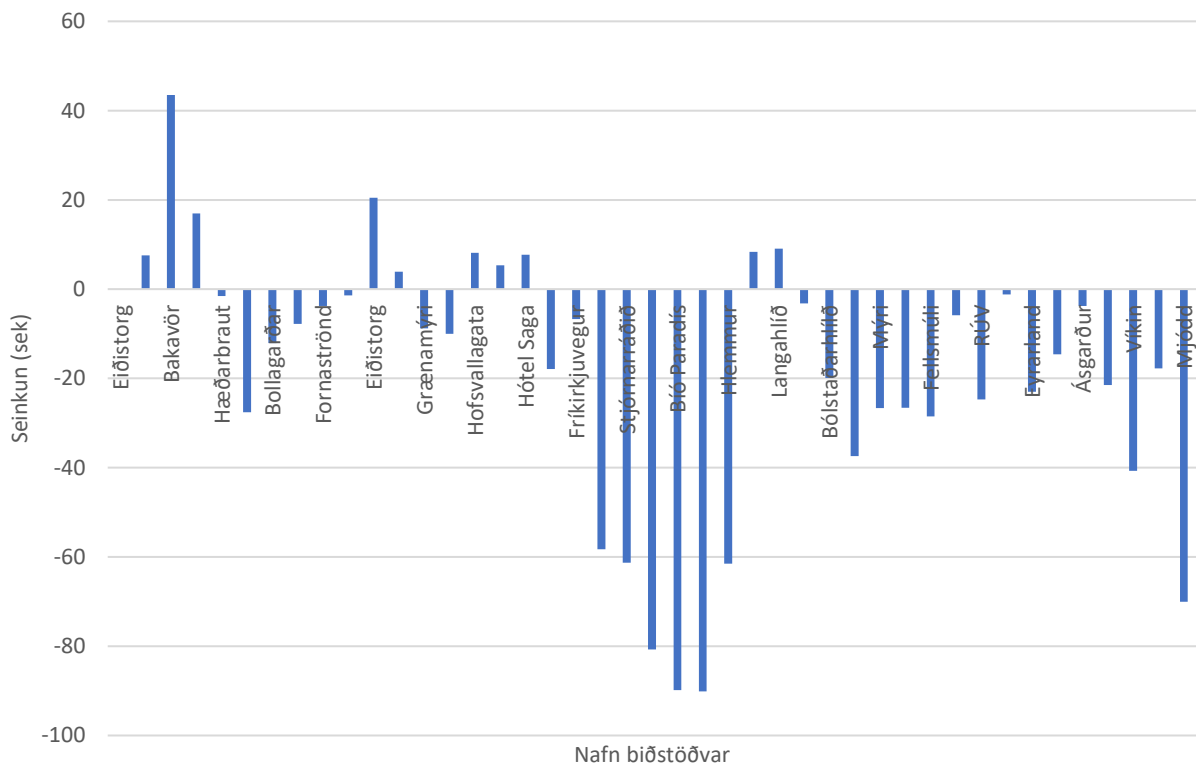
	Núverandi	Sviðsmynd A		Sviðsmynd B		Sviðsmynd C	
		Heildartími Breyting		Heildartími Breyting		Heildartími Breyting	
Líkan	2570,0	2601,3	+31,3 (+1,2%)	2583,3	+13,3 (+0,5%)	2597,7	+27,7 (+1,1%)
Engin stopp	1783,0	1825,8	+42,8(+2,4%)	1801,9	+18,9 (+1,1%)	1821,8	+38,8 (+2,2%)
Öll stopp	3708,8	3731,5	+22,7 (+0,6%)	3718,3	+9,5 (+0,3%)	3729,4	+20,6 (+0,6%)

Mynd 18 sýnir samanburð á hvar á leiðinni líkanið gerir ráð fyrir að tafirnar eigi sér stað. Sjá má að líkanið bendir til þess að mesta seinkunin muni eiga sér stað eftir að komið er inn á Háaleitisbrautina sunnan Miklubrautar.

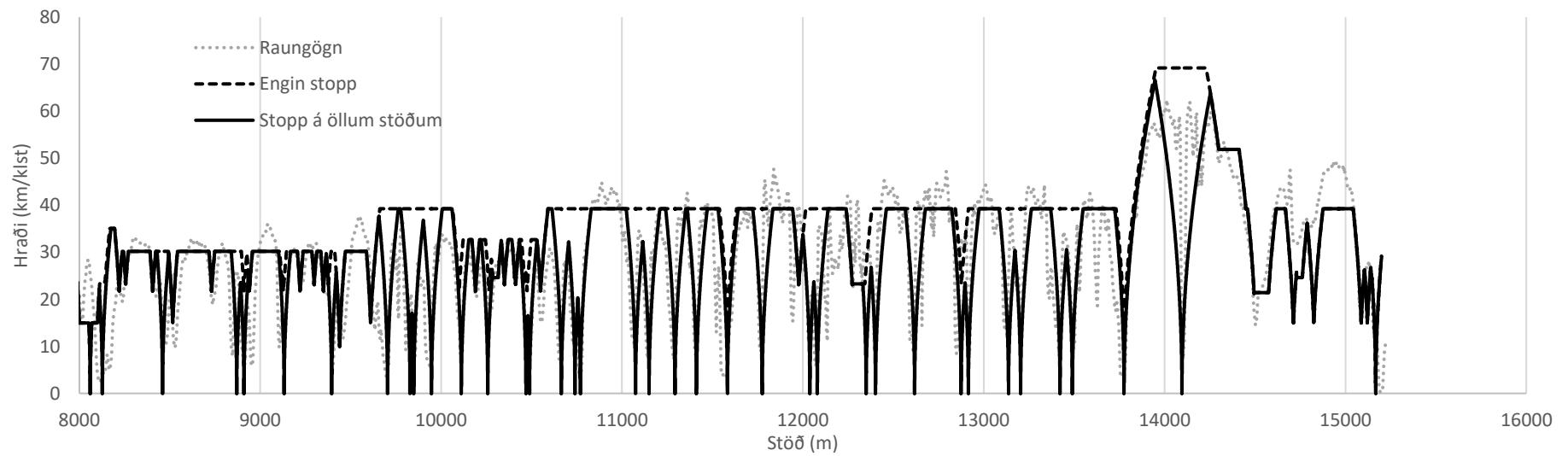
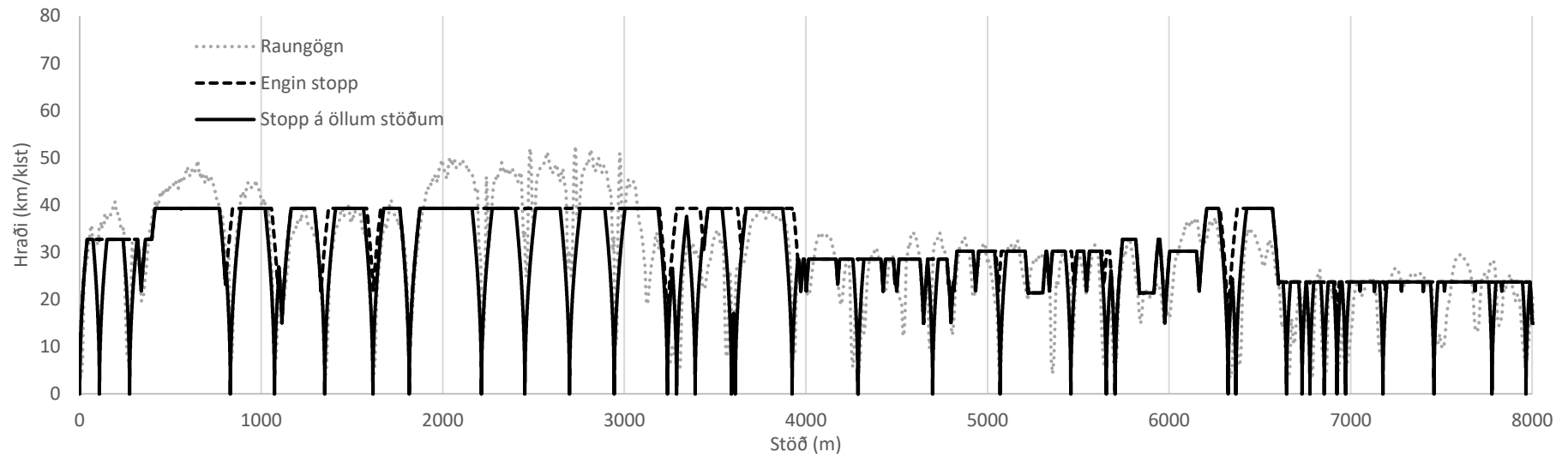
Mynd 19 sýnir samanburð milli komutíma samkvæmd líkani (60 keyrslur) og núverandi tímaáætlun. Það að tölurnar séu jákvæðar þýðir að líkanið tekur lengri tíma en tímaáætlunin gerir ráð fyrir (athuga ber þó að tímaáætlunin er námunduð upp á eina mínútu). Hér sjáum við sömu áhrif og sjá mátti í TX grafinu, þar sem á fyrri hluta leiðarinnar gerir líkanið ráð fyrir komu að stöð aðeins fyrr en tímaáætlunin gerir ráð fyrir, sem svo er leiðrétt á Hlemmi. Eftir það, virðist líkanið vera aðeins á undan tímaáætluninni. Athygli er vakin á að þetta er munur milli líkansins fyrir meðalkeyrslu, og ekki er vitað hvort þetta sé að fullu lýsandi fyrir raunveruleikann.



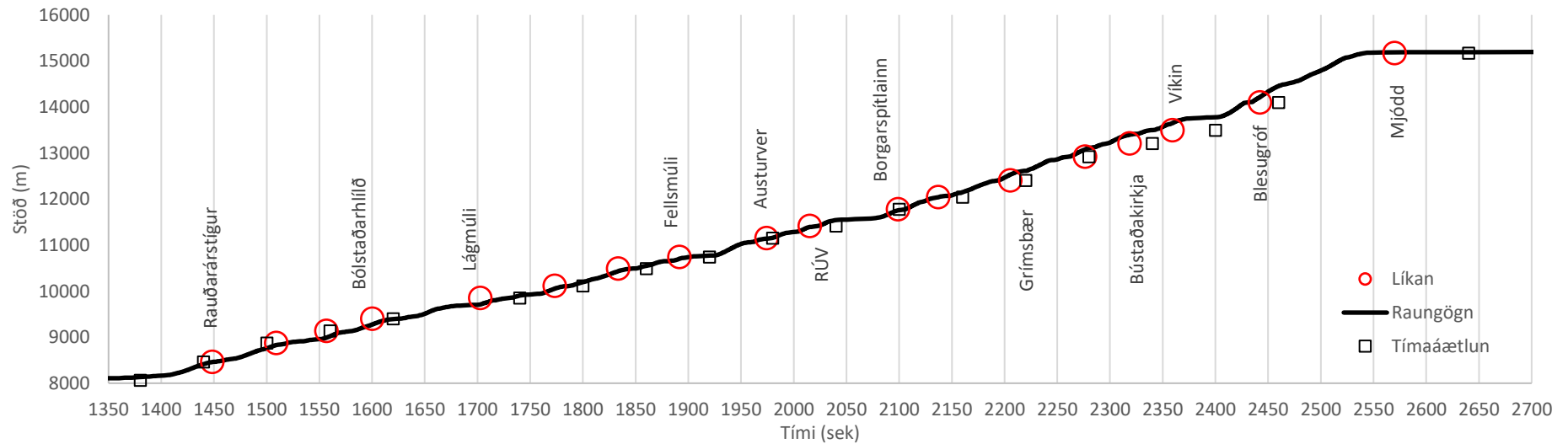
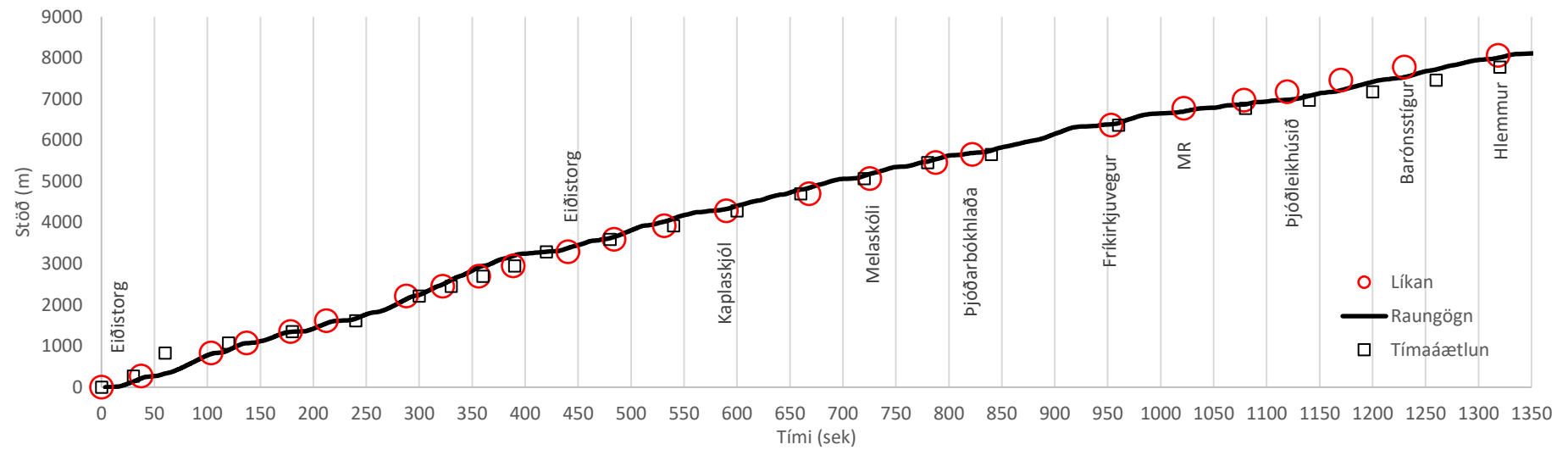
Mynd 18: Niðurstöður líkansins varðandi hve mikið áætluð koma á biðstöðvum breytist miðað við mismunandi sviðsmyndir.



Mynd 19: Samanburður á meðalkomutíma samkvæmt 60 keyrslum á líkani og tímaáætlun Strætó.



Mynd 20: Hraðapversnið út frá raunhraðagögnum og líkani fyrir leið 11.



Mynd 21: TX graf fyrir líkan og raungögn fyrir leið 11. Y ásinn sýnir staðsetningu vagns á hverjum og X ásinn tímasetningu á hverjum og einum tímapunkti.

3.4 Leið 16

Leið 16 hefst á Hlemmi, fer vestur Borgartún og þaðan inn á Sæbraut. Leiðin fer niður að hafnarsvæðinu við Klettagarða, aftur upp á Sæbraut, og þaðan eftir Miklubraut og yfir á Bíldshöfða og Ártún D. Leiðin fer gegnum Ártúnsholt og Árbæ, og endar við Hádegismóa. Leiðin er um það bil 14,7 km löng og tímaáætlun Strætó gerir ráð fyrir að ferðin taki um það bil 46 mínútur (2.760 sekúndur). Öll leiðin er innan marka Reykjavíkur og töluverður hluti hennar er á götuköflum þar sem gert er ráð fyrir að hámarkshraði muni breytast.

3.4.1 Raunhraðasnið og hámarkshraðabreytinga

Staðsetningargögn voru greind til að meta hvernig hraði vagna er á leiðinni, sjá mynd 22. Mynd 23 sýnir hraðasnið fyrir ferðina, þar með talið meðalhraða, núverandi hámarkshraða og nýjan hámarkshraða miðað við nýju hámarkshraðaáætlunina.

Frá Hlemmi og þar til komið er að Kringlumýrarbraut þá er hámarkshraðinn lækkaður niður í 30 km/klst. Á þessum kafla er umhverfið hins vegar yfirleitt frekar þröngt, nokkrar miðeyjur og hringtorg og meðalraunhraðinn þegar nær nýja hámarkshraðanum en þeim gamla. Eftir þennan kafla, þá fer vagninn út á Sæbraut, og fylgir svo Klettagörðum, en sá kafla er á vegum Faxaflóahafna. Aðeins síðasti kaflinn, rétt áður en komið er aftur út á Sæbraut, er á vegum Reykjavíkur og þar er gert ráð fyrir að hraðinn lækki í 40 km/klst. Raunhraðinn á þeim kafla er aðeins hærri að hluta til. Nú taka við kaflar á Sæbraut og síðan Vesturlandsvegi, þar sem hámarkshraðinn er óbreyttur. Leiðin beygir af Vesturlandsvegi við Rafstöðvarveg og heldur svo áfram Bíldshöfða að Ártúni, þar sem hámarkshraðinn lækkar niður í 40 km/klst. Á þessum kafla, þá er meðalraunhraðinn aðeins hærri á um helming kaflans. Hámarkshraðinn er lækkaður niður í 30 km/klst gegnum íbúðahverfið Ártúnsholti, er óbreyttur í 50 km/klst á Bæjarhálsi, en lækkar svo niður í 40 km/klst í gegnum Hálsahverfi, en þar er raunmeðalhraðinn oft að liggja um og yfir 40 km/klst í dag. Hámarkshraðinn lækkar svo niður í 30 km/klst gegnum íbúðahverfin í Árbæ, þar til komið er á mislægu gatnamótin við Suðurlandsveg, ar sem hraðinn hækkar í 40 km/klst þar til komið er á lokastöðina Hádegismóum.

3.4.2 Líkan, stilling, og samanburður við raungögn

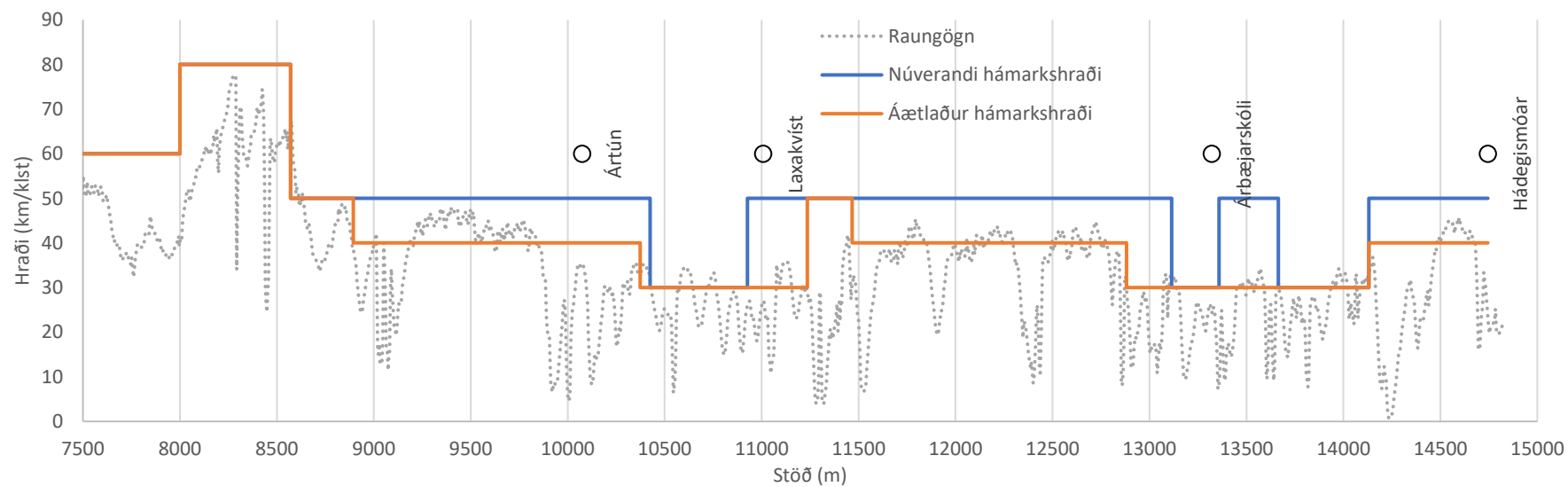
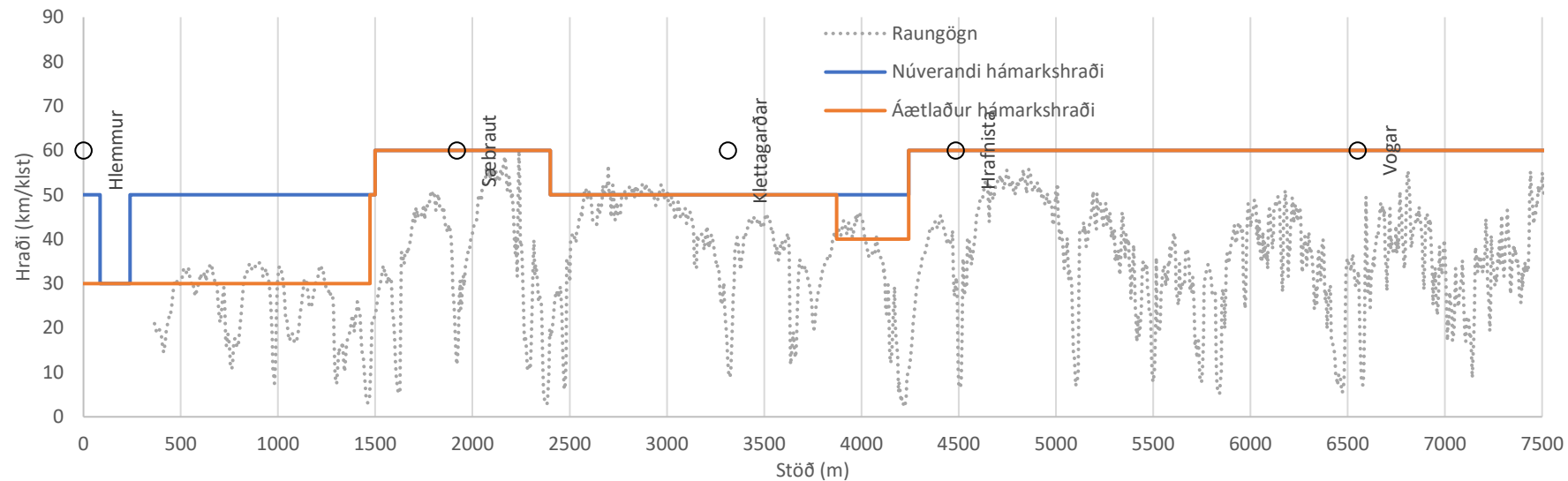
Tíu raunsnið (það er heilar ferðir) voru skoðuð til að stilla líkanið. Sniðin voru öll frá ferðum sem farnar voru þann 1. mars, milli klukkan 8 til 20, af þeim voru 5 ferðir þar sem stopptími var áætlaður. Meðalhraði raungagnanna var borinn saman við stillingar á hámarkshraðumhverfi, áætlað var stopphlutfall á biðstöðvum og umferðarljósum, sem og hver væri stopptíminn á þessum stöðum. Þessi gildi voru notuð til að stilla líkanið. Tafla 9 sýnir samanburð á niðurstöðum úr 60 keyrslum á líkaninu og raungögnunum. Samanburðurinn sýnir að líkanið gerir ráð fyrir meiri tíma sem stopp á umferðarljósum á tegund 1, og aðeins hærri á umferðarljósum af tegund 2, samanborið við þessar 5-10 raunferðir. Athygli er vakin á því að það er ekki sjálfgefið að þessar 10 raunferðir séu lýsandi fyrir meðalferðina.

Tafla 9: Samanburður á líkaninu (60 keyrslur) og raungögnum (5-10 raunsnið). Athygli er vakin á að stopptími er áætlaður tími sem vagninn er stopp (eða nánast stopp).

Lýsing breytu	Raungögn	Líkan
Hlutfall stoppa á biðstöðvum	27,9% (n=240)	27,8% (n=1560)
Meðal biðtími á biðstöðvum	13,5 sek (n=33)	12,0 sek (n=433)
Heildar biðtími á stöðvum fyrir utan Norðurás	88,9 sek (n=5)	86,8 sek (n=60)
Umferðarljós, stopphlutfall, tegund 1	55,7% (n=79)	51,5% (n=660)
Umferðarljós, stopphlutfall, tegund 2	31,7% (n=41)	29,7% (n=300)
Meðal stopptími, umferðarljós, tegund 1	113,0 sek (n=5)	197,4 sek (n=60)
Meðal stopptími, umferðarljós, tegund 2	31,0 sek (n=5)	38,0 sek (n=60)



Mynd 22: Meðalhraði leiðar 16. Hraðagildin sýna meðalhraða þeirra mæligilda sem voru innan ákveðins radíus frá miðlínu strætóleiðarinnar.



Mynd 23: Meðalhraði á veglínu strætóleiðar 16. Myndin sýnir einnig núverandi og fyrirhugaðan hámarkshraða..

Notast var við eitt snið til að meta ferðatíma líkansins við raunferðir. Sniðið er milli stöðvar 1.575 og 14.048. Þetta er um 12,5 km leið og nær frá Kringlumýrarbraut, nánast að lokastöðinni áður en komið er að Norðurás. Meðal raunferðatíminn mældist 1.594,1 sekúndur ($n=69$, $\sigma=153,8$ s). 60 keyrslur af líkaninu gáfu ferðatímann 1.580,6 sekúndur ($n=60$, $\sigma=73,5$ s). Niðurstöðurnar benda því til að líkanið geri ráð fyrir aðeins of stuttan ferðatíma á þessari leið (+13,5 sek, +0,8%). Líkanið sýnir minni dreifni í ferðatíma samanborið við raungögnin.

Mynd 24 sýnir samanburð á hraðaprófil fyrir líkanið, annars vegar miðað við að stoppað sé á öllum biðstöðvum og umferðarljósum, og hins vegar að ekki sé stoppað á biðstöðvum eða umferðarljósum, og meðalraunhraða. Sjá má að líkanið geri ráð fyrir aðeins of lágum hraða á hluta Sæbrautar og hluta Bíldshöfða. Að öðru leiti, þá er líkanið nokkuð lýsandi fyrir meðalaksturshraða, þar sem meðalhraðinn er stundum aðeins hærri og stundum aðeins lægri. Eðli málsins samkvæmt þá liggur meðalhraðinn á biðstöðvum og umferðarljósum á milli líkanna þar sem hvergi er stoppað og þar sem stoppað er á öllum biðstöðvum.

Lokaþrep áreiðanleikaprófunarinnar er samanburður á TX grafi raungagna og meðalkomutíma að stöðvum fyrir 60 keyrslur af líkaninu, sjá mynd 25. Komutíminn samkvæmt líkaninu virðist fylgja nokkuð vel raungögnunum, en er þó aðeins á undan raungögnunum á milli Rafstöðvarveg og Norðurás. Þessar greiningar benda til þess að líkanið sé nokkuð lýsandi fyrir meðal strætóferðina, og því ásættanleg nálgun til að meta áhrif breyttra hámarkshraða á ferðatíma leiðar 16.

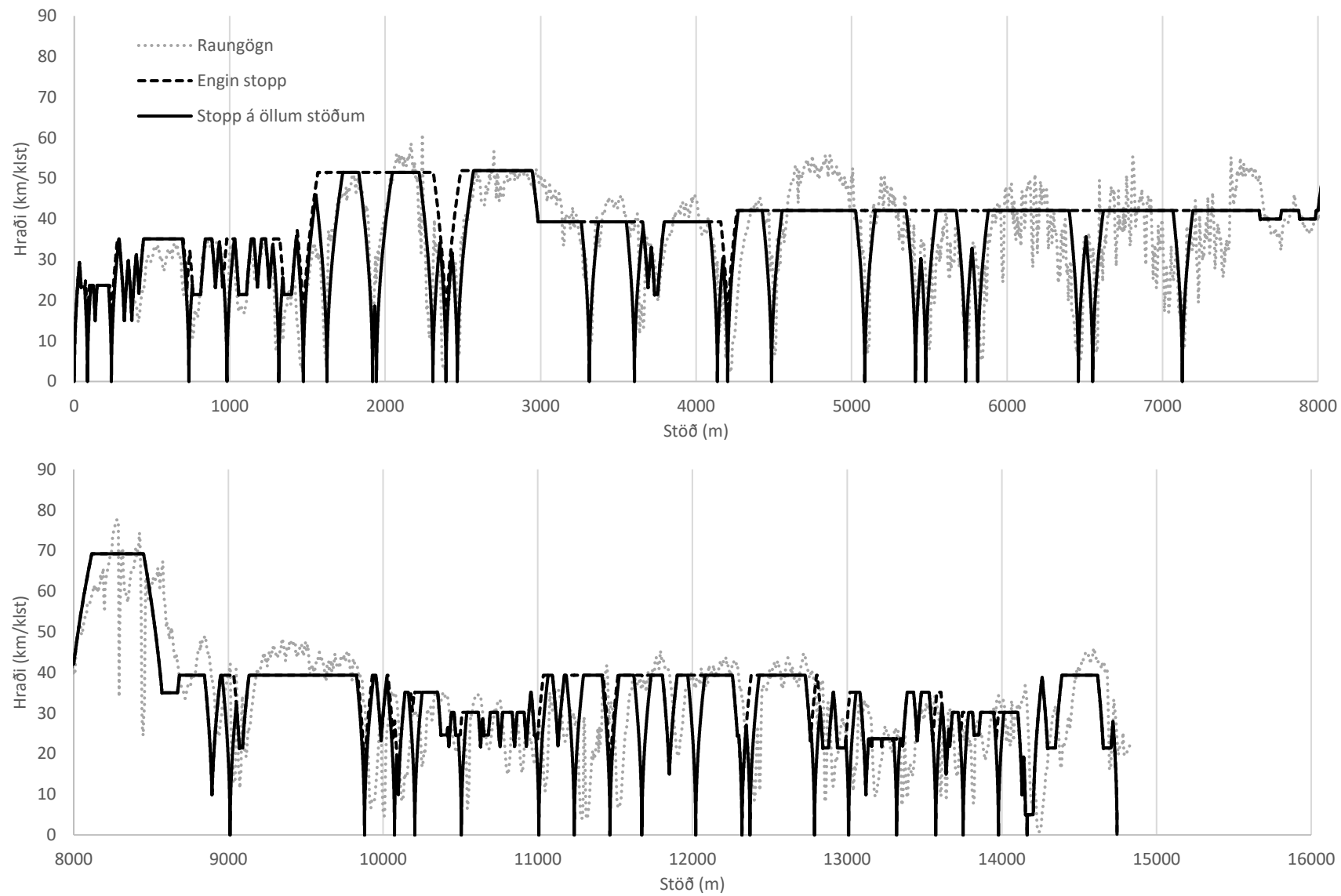
3.4.3 Sviðsmyndir og lækkun hámarkshraða

Skoðaðar voru þrjár sviðsmyndir til að áætla möguleik áhrif breytinga á hámarkshraða. Samanburðurinn er bæði byggður á 60 keyrslum með líkaninu, en einnig samanburður á hver munurinn í ferðatíma er ef (a) ekki er stoppað á neinum umferðarljósum eða biðstöðvum, og (b) ef stoppað er á öllum biðstöðvum eða umferðarljósum. Tafla 10 sýnir samanburð á heildar ferðatíma og tafa miðað við mismunandi sviðsmyndir og tegundir keyrsla. Niðurstöður líkansins benda til þess að heildar breytingin á ferðatíma séu að ferðatíminn aukist um á bilinu 22 til 62 sekúndur. Þetta samsvarar um það bil 0,7-3,7% aukningu í ferðatíma.

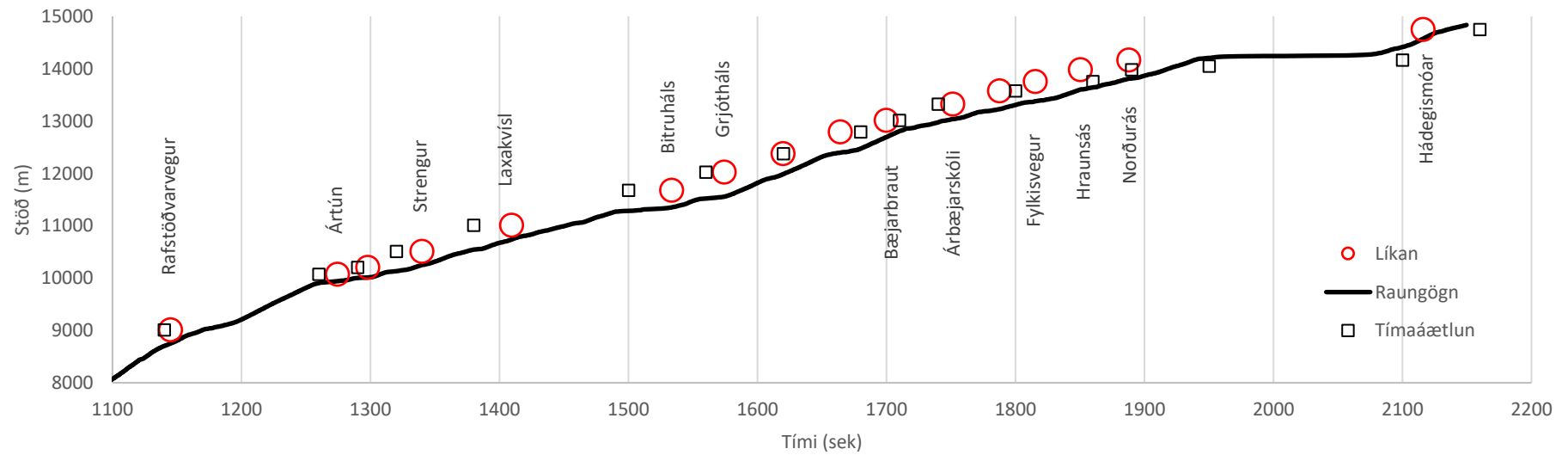
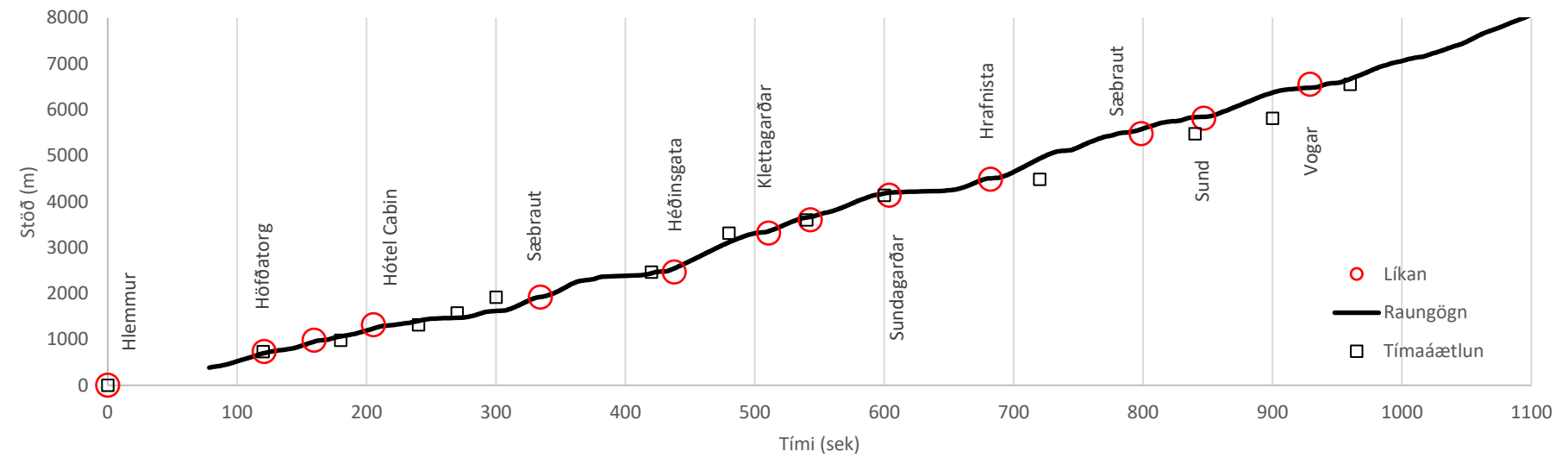
Tafla 10: Samanburður á heildar ferðatíma miðað við núverandi aðstæður og sviðsmyndirnar þrjár, þar sem hver og ein sviðsmynd er keyrð 60 keyrslur í líkaninu. Einnig eru sýnar niðurstöður miðað við ef vagn myndi stoppa á öllum biðstöðvum og umferðarljósum og ef vagninn myndi ekki stoppa á neinum biðstöðvum eða umferðarljósum.

	Núverandi	Sviðsmynd A		Sviðsmynd B		Sviðsmynd C	
		Heildartími Breyting		Heildartími Breyting		Heildartími Breyting	
Líkan	2116,1	2172,9	+56,8 (+2,7%)	2143,0	+26,9 (+1,3%)	2157,6	+41,5 (+2,0%)
Engin stopp	1671,9	1733,4	+61,5 (+3,7%)	1701,3	+29,4 (+1,8%)	1717,3	+45,4 (+2,7%)
Öll stopp	2962,9	3010,5	+47,6 (+1,6%)	2985,0	+22,1 (+0,7%)	2997,5	+34,6 (+1,2%)

Mynd 26 sýnir samanburð á hvar á leiðinni líkanið geri ráð fyrir að tafirnar eigi sér stað. Lækkun hraðans í Borgartúninu leiðir til um 10-19 sekúnda seinkun, seinkunin kemur þó einkum fram eftir Rafstöðvarveg, það er, þegar ekið er um Bíldshöfðan og svo gegnum Ártúnsholt og Hálsahverfi.

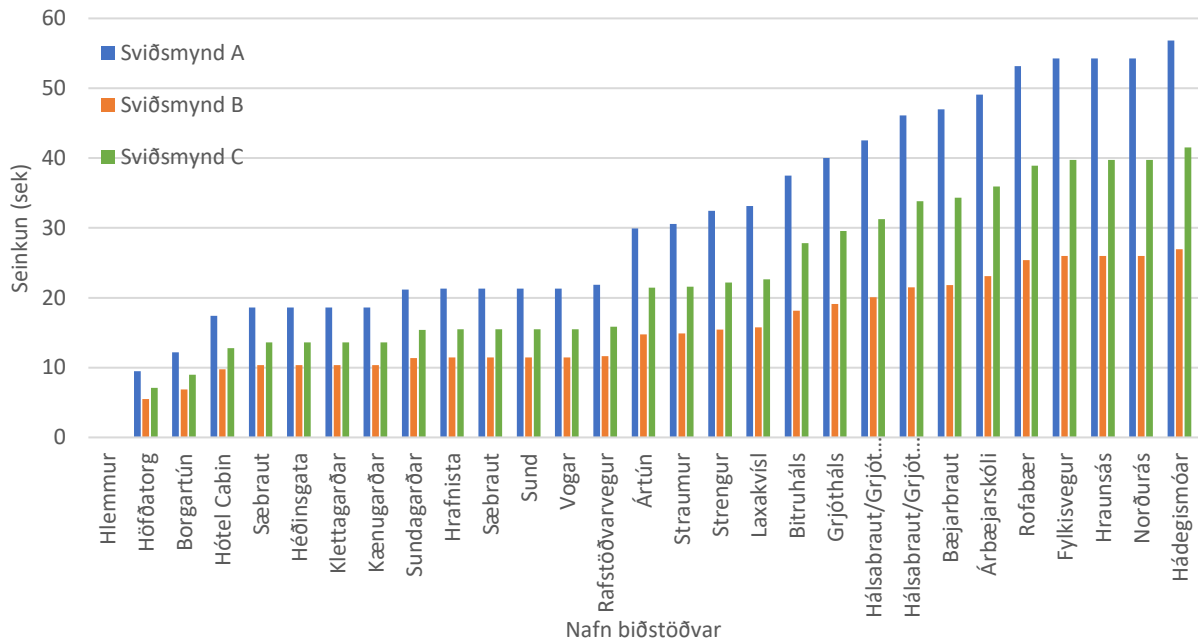


Mynd 24: Hraðabversnið útfrá raunhraðagögnum og líkani fyrir leið 16.

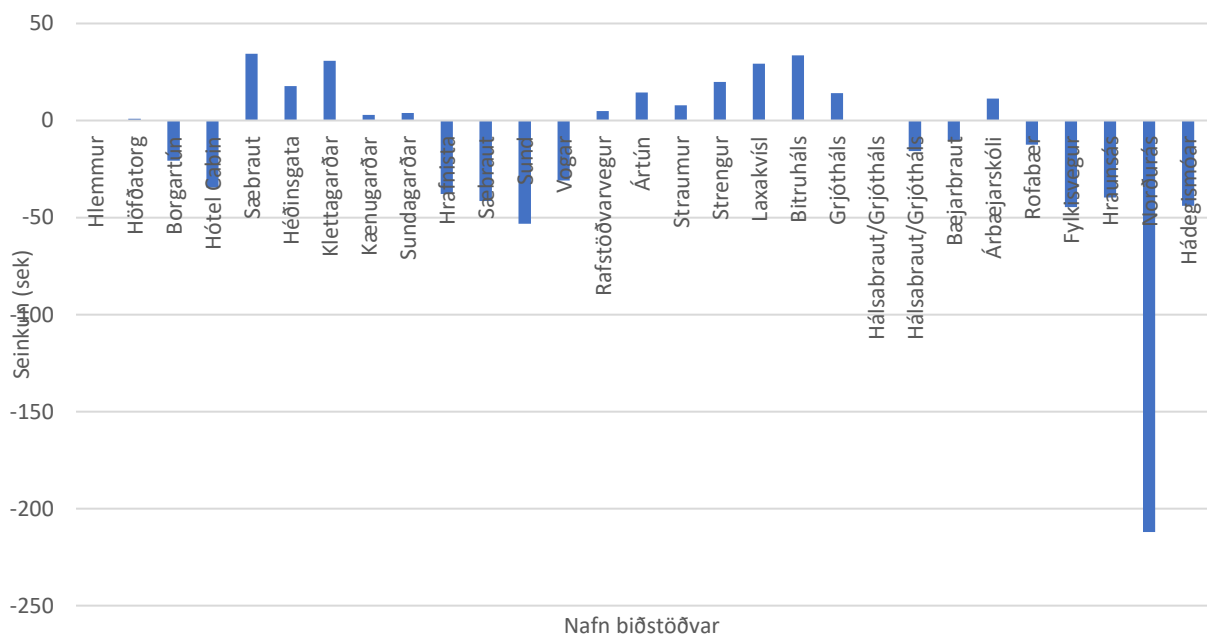


Mynd 25: TX graf fyrir líkan og raungögn fyrir leið 16. Y ásinn sýnir staðsetningu vagns á hverjum og X ásinn tímasetningu á hverjum og einum tímapunkti.

Mynd 27 sýnir samanburð milli komutíma samkvæmd líkani (60 keyrslur) og núverandi tímaáætlun. Það að tölurnar séu jákvæðar þýðir að líkanið tekur lengri tíma en tímaáætlunin gerir ráð fyrir (athuga ber þó að tímaáætlunin er námunduð upp á eina mínútu). Sjá má að tímaáætlunin virðist liggja nokkuð nærri gildunum úr líkaninu. Eina gildið þar sem verulega munar milli líkansins og tímatöflunar er Norðurás, en sú stöð virðist vera notuð fyrir slaka þar sem vagninn getur ekki stoppað lengri tíma á lokastöðinni við Hádegismóða Athygli er vakin á að þetta er munur milli líkansins fyrir meðalkeyrslu, og ekki er vitað hvort þetta sé að fullu lýsandi fyrir raunveruleikann.



Mynd 26: Niðurstöður líkansins varðandi hve mikið áætluð koma á biðstöðvum breytist miðað við mismunandi sviðsmyndir.



Mynd 27: Samanburður á meðalkomutíma samkvæmt 60 keyrslum á líkani og tímaáætlun Strætó.

3.5 Leið 18

Leið 18 hefst í Spönginni, fer í gegnum norður Grafarvoginn, gegnum Borgar- og Víkurhverfi, þaðan eftir Víkurvegi, Reynisvatnsvegi, og loks Lambhagavegi yfir í Úlfarsárdalshverfi. Leiðin fer þar næst gegnum Úlfarsárdalshverfi, framhjá Reynisvatnsás og gegnum Grafarholtið og Hálsahverfi. Loks fer leið 18 út á Miklubraut, upp Grensásveg og eftir Bústaðarvegi og Snorrabraut að lokastöðinni sem er Hlemmur. Leiðin er um það bil 22,2 km löng og tímaáætlun Strætó gerir ráð fyrir að ferðin taki um það bil 49 mínútur (2.940 sekúndur). Öll leiðin er innan marka Reykjavíkur, og á henni eru nokkrir kaflar þar sem gert er ráð fyrir að hámarkshraðinn muni lækka.

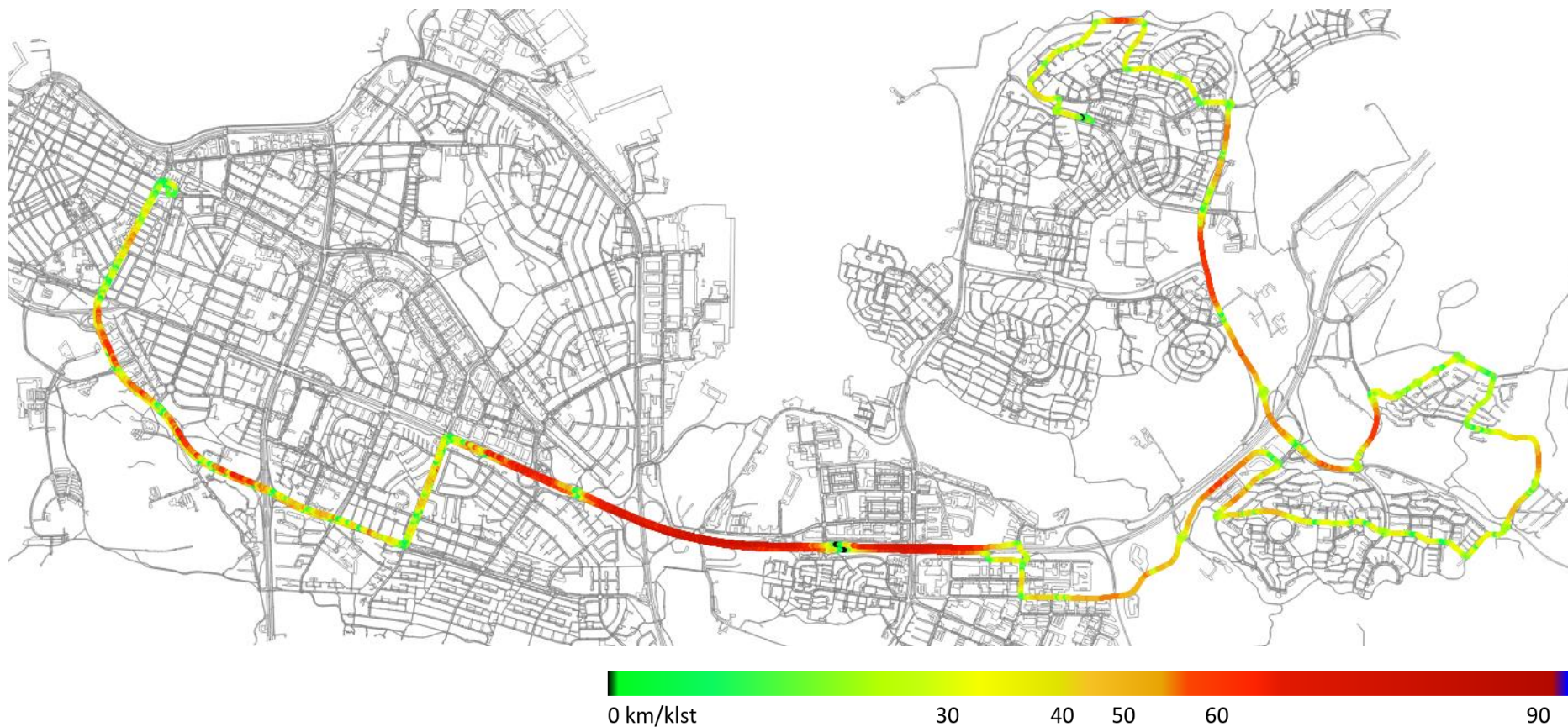
3.5.1 Raunhraðasnið og hámarkshraðabreytingar

Staðsetningargögn voru greind til að meta hvernig hraði vagna er á leiðinni, sjá mynd 28. Mynd 29 sýnir hraðasnið fyrir ferðina, þar með talið meðalhraða, núverandi hámarkshraða og nýjan hámarkshraða miðað við hámarkshraðaáætlunina.

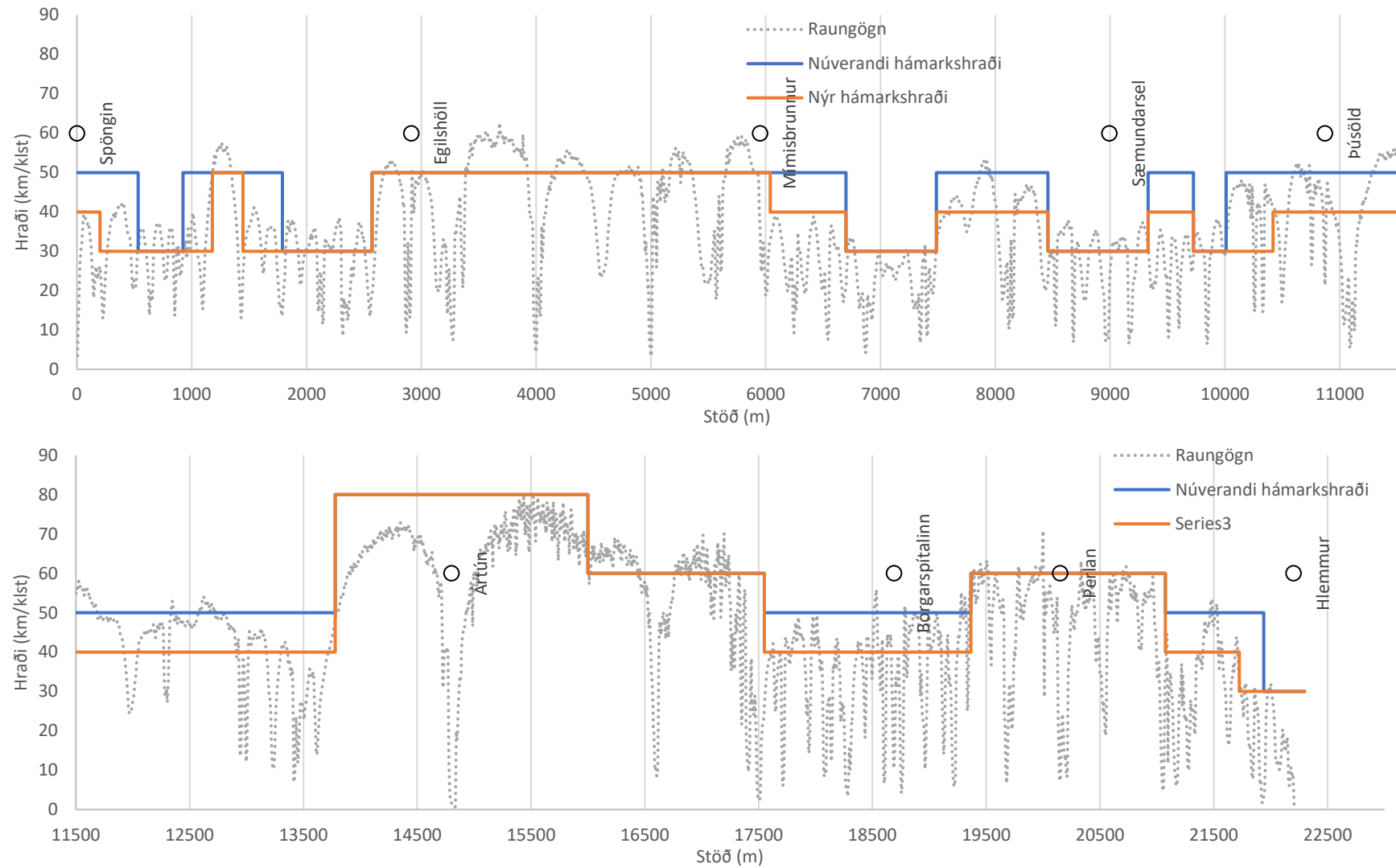
Leiðin hefst í Spöng og fer í gegnum Víkur- og Borgarhverfi. Á þessum kafla er aðeins um lækkaðan hámarkshraða, og á vissum köflum þá er raunmeðalhraðinn aðeins hærri en nýi hámarkshraðinn. Hámarkshraðinn er óbreyttur á Víkurvegi og þar til komið er að Mímisbrunni, þar sem hámarkshraðinn lækkar niður í 40 km/klst. Hámarkshraðinn lækkar einnig niður í 40 km/klst á kaflanum milli Úlfarsárdalshverfis og Grafarholts. Núverandi meðalraunhraði er lægri en nýi hámarkshraðinn á Mímisbrunni, en aðeins hærri á milli Reynisvatnsáshverfis og Grafarholts. Gegnum Grafarholt, þá er 30 km/klst svæðið stækkað og hluti lækkaður niður í 40 km/klst. Það er einkum í nyrðri enda Kristnibrautar sem raunhraðinn er hærri en nýi hámarkshraðinn. Hraðinn er lækkaður í 40 km/klst á Þúsöld, Vínlandsleið og gegnum Hálsahverfi. Hér er raunmeðalhraðinn hærri en nýi hámarkshraðinn og gera má því ráð fyrir einhverjum tafaráhrifum af breytingunni. Vesturlandsvegurinn, og Miklabrautin er með óbreyttum hraða, en hámarkshraðinn lækkar á Bústaðarvegi úr 50 niður í 40 km/klst. Raunmeðalhraðinn á honum er á köflum hærri en nýi hámarkshraðinn. Þegar komið er vestur fyrir Kringlumýrarbraut þá hækkar hraðinn upp í 60 km/klst, en á þeim kafla er Vegagerðin veghaldari og hámarkshraðinn því óbreyttur. Þegar komið er inn á Snorrabraut lækkar hámarkshraðinn fyrst niður í 40 km/klst og svo niður í 30 km/klst. Aðeins á hluta þessara kafla er raunmeðalhraðinn hærri en nýi hámarkshraðinn.

3.5.2 Líkan, stilling, og samanburður við raungögn

Fimm raunsnið (það er heilar ferðir) voru skoðuð til að stilla líkanið. Sniðin voru öll frá ferðum sem farnar á tímabilinu 1. Til 6. mars, milli klukkan 8 og 22, af þeim voru 2 ferðir þar sem stopptími var áætlaður. Meðalhraði raungagnanna var borinn saman við stillingar á hámarkshraðumhverfi, áætlað var stopphlutfall á biðstöðvum og umferðarljósum, sem og hver væri stopptíminn á þessum stöðum. Þessi gildi voru notuð til að stilla líkanið. Tafla 11 sýnir samanburð á niðurstöðum úr 60 keyrslum á líkaninu og raungögnunum. Samanburðurinn sýnir að líkanið gerir ráð fyrir aðeins meiri stopptíma á biðstöðvum, og aðeins lengri stopptíma á umferðarljósum, samanborið við þessar 2 raunferðir. Athygli er vakin á því að það er ekki sjálfgefið að þessar 10 raunferðir séu lýsandi fyrir meðalferðina.



Mynd 28: Meðalhraði á strætóleið 18. Hraðagildin sýna meðalhraða þeirra mæligilda sem voru innan ákveðins radius frá miðlínu strætóleiðarinnar



Mynd 29: Meðalhraði á veglínu strætóleiðar 18. Myndin sýnir einnig núverandi og fyrirhugaðan nýjan hámarkshraða.

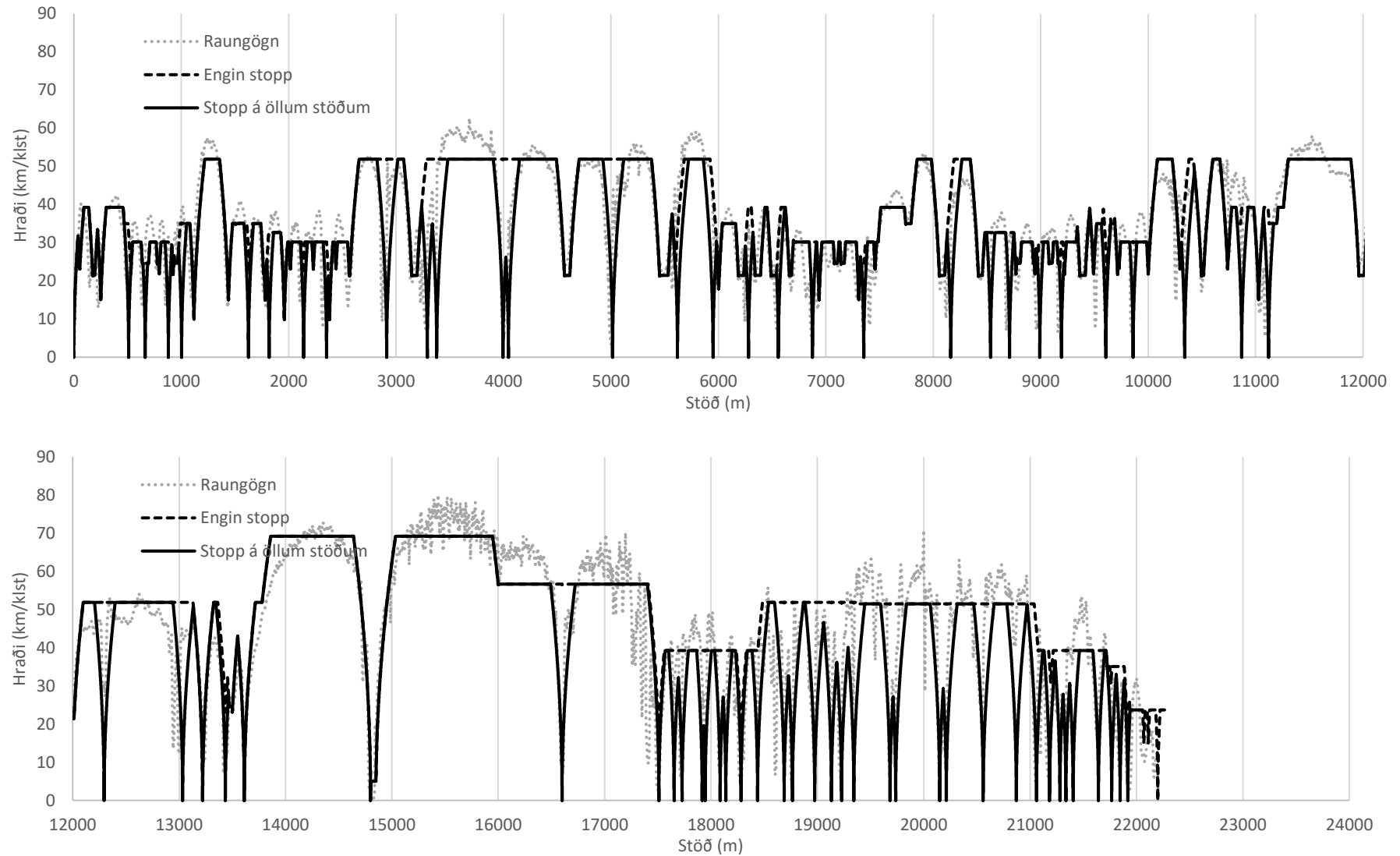
Tafla 11: Samanburður á líkaninu (60 keyrslur) og raungögnum (2-5 raunsníð). Athygli er vakin á að stopptími er áætlaður tími sem vagninn er stopp (eða nánast stopp).

Lýsing breytu	Raungögn	Líkan
Hlutfall stoppa á biðstöðvum	39,0% (n=182)	39,8% (n=2400)
Meðal biðtími á biðstöðvum	8,8 sek (n=33)	7,9 sek (n=955)
Heildar biðtími á stöðvum fyrir utan Ártún	144,9 sek (n=2)	125,7 sek (n=60)
Umferðarljós, stopphlutfall, tegund 1	50,0% (n=34)	46,0% (n=420)
Umferðarljós, stopphlutfall, tegund 2	28,0% (n=75)	29,1% (n=960)
Umferðarljós, stopphlutfall, gangbrautarljós	Óþekkt	10,8% (n=120)
Meðal stopptími, umferðarljós, tegund 1	83,3 sek (n=2)	91,4 sek (n=60)
Meðal stopptími, umferðarljós, tegund 2	117,7 sek (n=2)	121,9 sek (n=60)
Meðal stopptími, gangbrautarljós	Óþekkt	3,8 sek (n=60)

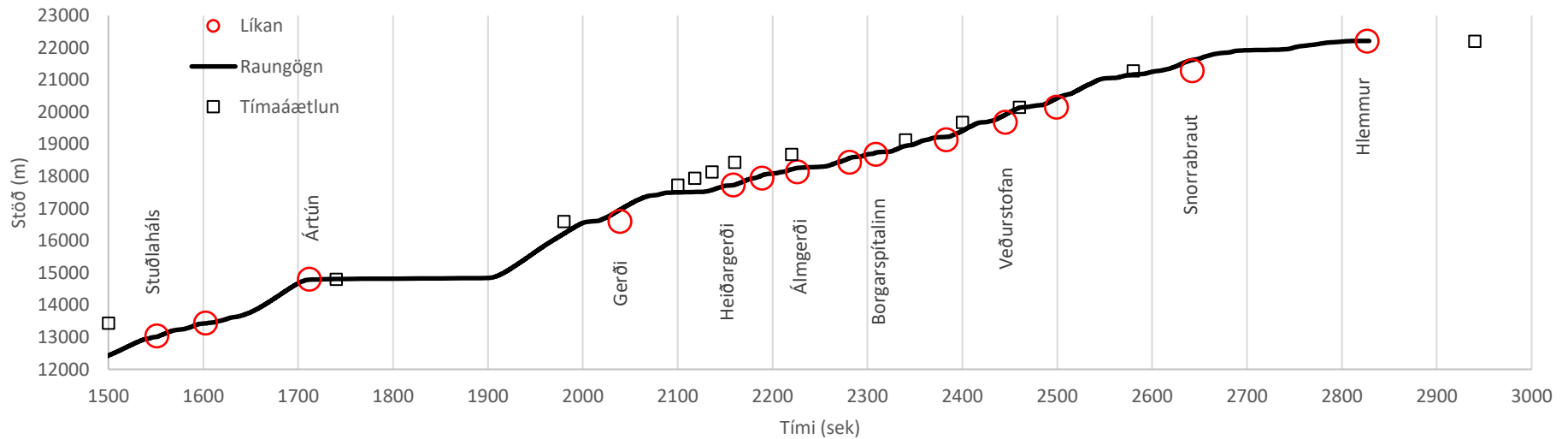
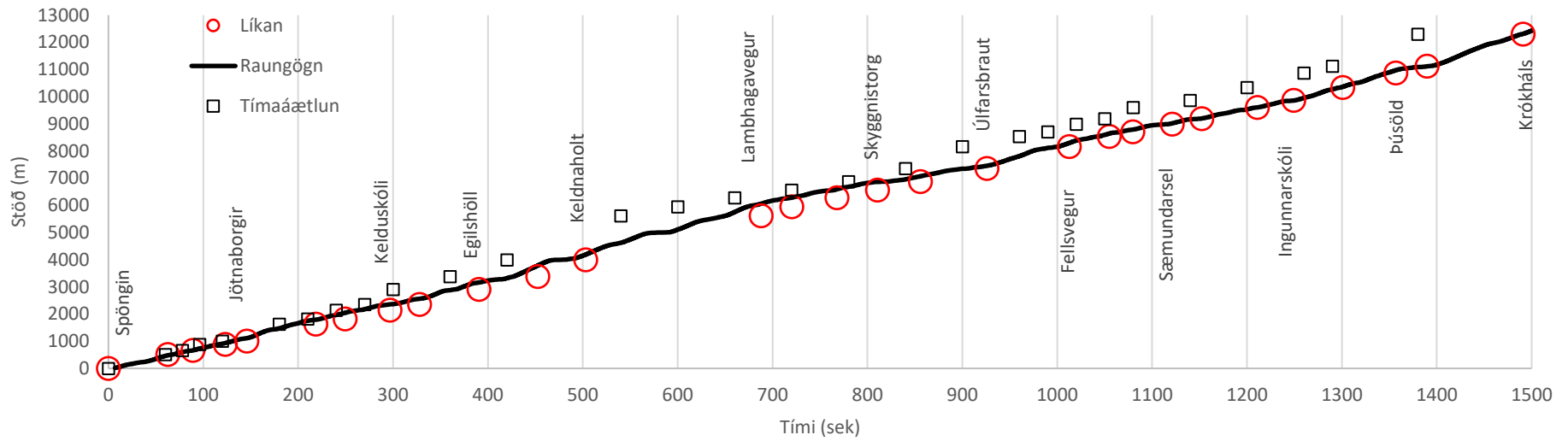
Notast var við tvö sníð til að meta ferðatíma líkansins við raunferðir. Sníðin eru annars vegar á milli stöðva 175 og 4.575, það er um 4,4 km leið milli hringtorgsins á gatnamótum Borgarvegar og Melavegar að hringtorginu við Víkurveg rétt norðan Vesturlandsvegar, og hins vegar milli stöðva 2.570 og 22.090, það er um 19,5 km leið á milli hringtorgsins á gatnamótum Borgarvegar og Víkurvegar, og Laugarvegar á Hlemm. Meðal raunferðatími fyrra sníðsins mældist 494,2 sekúndur (n=47, $\sigma=41,5$ s). 60 keyrslur af líkaninu gáfu ferðatímann 541,0 sekúndur (n=60, $\sigma=36,0$ s). Meðal raunferðatími seinna sníðsins mældist 2.398,0 sekúndur (n=48, $\sigma=169,1$ s). 60 keyrslur af líkaninu gáfu ferðatímann 2445,0 sekúndur (n=60, $\sigma=89,6$ s). Niðurstöðurnar benda því til að líkanið geri ráð fyrir aðeins of löngum ferðatíma á þessari leið (+46,8 sek eða +9,5% fyrir fyrra sníðið og +47 sek eða +2,0% fyrir seinna sníðið). Líkanið sýnir minni dreifni í ferðatíma samanborið við raungögnin.

Mynd 30 sýnir samanburð á hraðaprófil fyrir líkanið, annars vegar miðað við að stoppað sé á öllum biðstöðvum og umferðarljósum, og hins vegar að ekki sé stoppað á biðstöðvum eða umferðarljósum, og meðalraunhraða. Sjá má að líkanið gerir ráð fyrir aðeins of lágum hraða á köflum á safngötunum í Víkur- og borgarhverfi, sem og á hluta af Víkurvegi og Lambhagavegi. Líkanið gerir einnig ráð fyrir aðeins of lágum hraða í Ártúnsbrekkunni, á Miklubraut og þeim hluta Bústaðarvegar sem er með hámarkshraðann 60 km/klst. Að öðru leiti, þá er líkanið nokkuð lýsandi fyrir meðalaksturshraða, þar sem meðalhraðinn er stundum aðeins hærri og stundum aðeins lægri. Eðli málsins samkvæmt þá liggur meðalhraðinn á biðstöðvum og umferðarljósum á milli líkananna þar sem hvergi er stoppað og þar sem stoppað er á öllum biðstöðvum.

Lokaþrep áreiðanleikaprófunarinnar er samanburður á TX grafi raungagna og meðalkomutíma að stöðvum fyrir 60 keyrslur af líkaninu, sjá mynd 31. Komutíminn samkvæmt líkaninu virðist fylgja nokkuð vel raungögnunum, en er þó aðeins á eftir miðað við rauntímagögnin fram að Egilshöll, og er einnig aðeins of seinn á 60 km/klst kaflanum á Bústaðarvegi. Þessar greiningar benda til þess að líkanið sé nokkuð lýsandi fyrir meðal strætóferðina, og því ásættanleg nálgun til að meta áhrif breyttra hámarkshraða á ferðatíma leiðar 18.



Mynd 30: Hraðapversnið útfrá raunhraðagögnum og líkani fyrir leið 18.



Mynd 31: TX graf fyrir líkan og raungögn fyrir leið 18. Y ásinn sýnir staðsetningu vagns á hverjum og X ásinn tímasetningu á hverjum og einum tímapunkti.

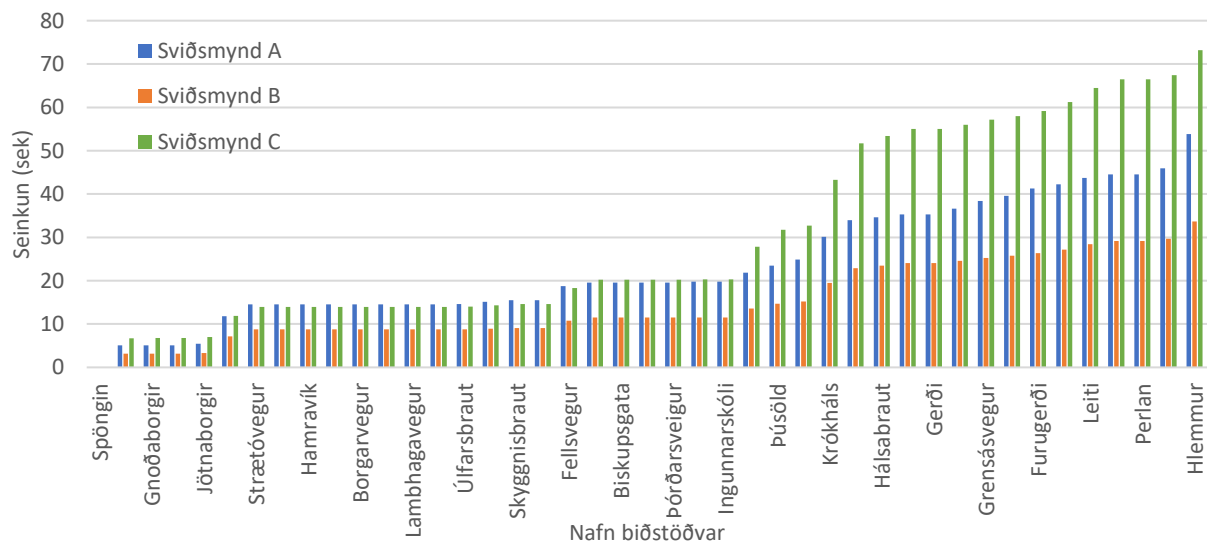
3.5.3 Sviðsmyndir og lækkun hámarkshraða

Skoðaðar voru þrjár sviðsmyndir til að áætla möguleik áhrif breytinga á hámarkshraða. Samanburðurinn er bæði byggður á 60 keyrslum með líkaninu, en einnig samanburður á hver munurinn í ferðatíma er ef (a) ekki er stoppað á neinum umferðarljósum eða biðstöðvum, og (b) ef stoppað er á öllum biðstöðvum eða umferðarljósum. Tafla 12 sýnir samanburð á heildar ferðatíma og tafa miðað við mismunandi sviðsmyndir og tegundir keyrsla. Niðurstöður líkansins benda til þess að heildar breytingin á ferðatíma séu að ferðatíminn aukist um á bilinu 23 til 86 sekúndur, það samsvarar aukningu ferðatíma um 0,6-3,8%.

Tafla 12: Samanburður á heildar ferðatíma miðað við núverandi aðstæður og sviðsmyndirnar þrjár, þar sem hver og ein sviðsmynd er keyrð 60 keyrslur í líkaninu. Einnig eru sýnar niðurstöður miðað við ef vagn myndi stoppa á öllum biðstöðvum og umferðarljósum og ef vagninn myndi ekki stoppa á neinum biðstöðvum eða umferðarljósum.

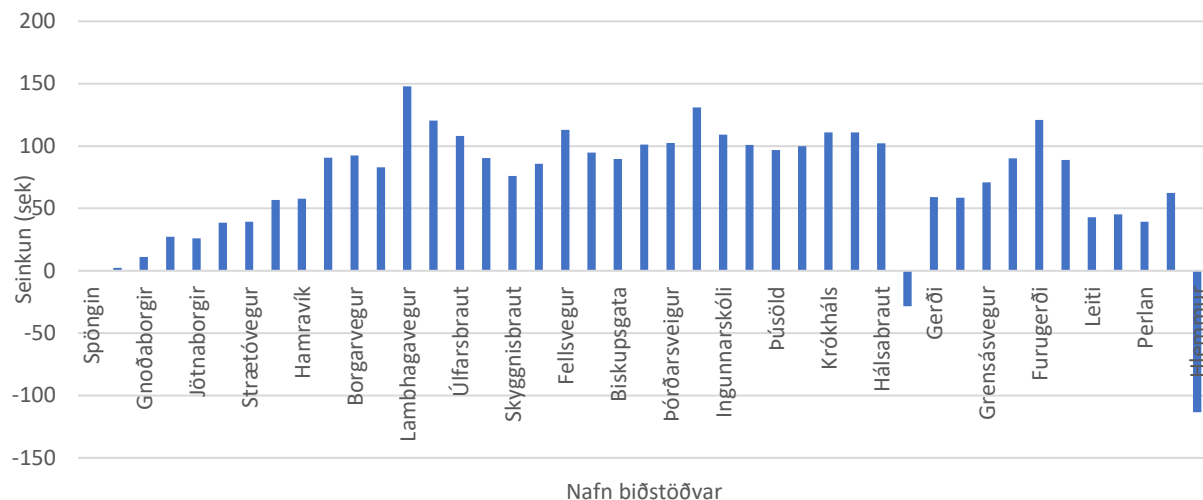
	Núverandi	Sviðsmynd A		Sviðsmynd B		Sviðsmynd C	
		Heildartími Breyting		Heildartími Breyting		Heildartími Breyting	
Líkan	2826,5	2880,4	+53,8 (+1,9%)	2860,2	+33,7 (+1,2%)	2899,7	+73,2 (+2,6%)
Engin stopp	2250,9	2315,3	+64,4 (+2,9%)	2291,2	+40,3 (+1,8%)	2336,7	+85,8 (+3,8%)
Öll stopp	4003,7	4040,4	+36,7 (0,9%)	4027,0	+23,3 (+0,6%)	4057,1	+53,4 (+1,3%)

Mynd 32 sýnir samanburð á hvar á leiðinni líkanið gerir ráð fyrir að tafirnar eigi sér stað. Það á sér stað lítilsháttar seinkun gegnum Grafarvoginn, Úlfarsárdal og Grafarholtið. Aukningin á sér þó að mestu leiti stað á milli Grafarholtsins og Ártúns, svo eykst seinkunin hægt og bítandi á restinni af leiðinni.



Mynd 32: Niðurstöður líkansins varðandi hve mikið áætluð koma á biðstöðvum breytist miðað við mismunandi sviðsmyndir.

Mynd 33 sýnir samanburð milli komutíma samkvæmd líkani (60 keyrslur) og núverandi tímaáætlun. Það að tölurnar séu jákvæðar þýðir að líkanið tekur lengri tíma en tímaáætlunin gerir ráð fyrir (athuga ber þó að tímaáætlunin er námunduð upp á eina mínútu). Sjá má að tímaáætlunin virðist liggja nokkuð eftir tímaáætluninni, en þetta er í samræmi við það sem sjá má á mynd 31 (TX grafið sýnir einnig áætlaðan komutíma).



Mynd 33: Samanburður á meðalkomutíma samkvæmt 60 keyrslum á líkani og tímaáætlun Strætó.

3.6 Samantekt niðurstaðna

Eðli málsins samkvæmt, þá benda greiningarnar til þess að lækkun hámarkshraða muni auka ferðatíma fyrir Strætó. Tafla 13 sýnir samantekt á áætluðum áhrifum fyrir hverja og eina leið. Sjá má að leið 1, sem talin var fyrirfram verða fyrir litlum áhrifum, varð fyrir um 5-11 sekúndna aukningu í ferðatíma (um 0,1-0,5%). Þær þrjár leiðir sem fyrirfram voru taldar verða fyrir meðaláhrifum eða lítil til meðaláhrif voru að fá aukningu í ferðatíma um 10-86 sekúndur (um 0,3-3,8%). Áætlað er að fyrir leiðina sem talin var verða fyrir hlutfallslega miklum áhrifum, leið 5, leiði hraðabreytingin til 58-122 sekúndna (1,0-6,1%) aukins ferðatíma. Hafa ber í huga að sviðsmynd A og sérstaklega sviðsmynd C eru að öllum líkindum nokkuð svartsýnar sviðsmyndir (út frá ferðatímasjónarmiðum). Raunveruleikinn liggur líklega nær sviðsmynd B.

Tafla 13: Samantekt á áætluðum áhrifum hámarkshraðabreytinga á ferðatíma leiða 1, 5, 11, 16 og 18.

Leið	Huglægt mat*	Sviðsmynd A	Sviðsmynd B	Sviðsmynd C
1	Mjög lítil/lítill áhrif	7,0-7,7 sek 0,2-0,3%	4,5-5,0 sek 0,1-0,2%	10,3-11,2 sek 0,2-0,5%
5	Mikil áhrif	76,7-121,5 sek 2,0-6,1%	35,7-57,7 sek 1,0-2,9%	57,9-88,2 sek 1,5-4,4%
11	Meðaláhrif	22,7-42,8 sek 0,6-2,4%	9,5-18,9 sek 0,3-1,1%	20,6-38,8 sek 0,6-2,2%
16	Meðal/lítill áhrif	47,6-61,5 sek 1,6-3,7%	22,1-29,4 sek 0,7-1,8%	34,6-45,4 sek 1,2-2,7%
18	Meðal áhrif	36,7-64,4 sek 0,9-2,9%	23,3-33,7 sek 0,6-1,8%	53,4-85,8 sek 1,3-3,8%
Samtals		7,0-121,5 sek 0,2-6,1%	4,5-57,7 sek 0,1-2,9%	10,3-88,2 sek 0,2-4,4%

*Huglægt mat: gróf áætlun á hversu mikil áhrif af hámarkshraðabreytingunum er miðað við aðrar leiðir Strætó . á höfuðborgarsvæðinu.

4. Umræða og ályktanir

Markmið þessa verkefnis var að meta hver væru hugsanleg áhrif hámarkshraðabreytinga á ferðatíma strætó. Út frá huglægu mati í samráði við Strætó. voru valdar 5 leiðir sem eru taldar, hvað þessar breytingar varðar, vera nokkuð lýsandi fyrir heildar strætókerfið. Raungögn voru greind og gert einfaldað líkan sem hermar ferð strætó eftir leiðinni. Líkönin voru stillt fyrir þessar 5 leiðir og áreiðanleikaprófun bendir til þess að líkanið sé lýsandi fyrir þessar leiðir. Út frá þessu voru keyrðar þrjár mismunandi sviðsmyndir til að bera saman hvernig ferðatími myndi breytast við nýjan hámarkshraða, þar sem miðað var við hugsanleg áhrif breytts aksturshraða af breyttum hámarkshraða. Niðurstöðurnar benda til þess að heildar ferðatími þessara fimm leiða muni aukast að meðaltali um um það bil 0,1-6,1%, þetta samsvarar á bilinu 5 til 122 sekúndur fyrir mismunandi leiðir. Áhrifin eru þó aðeins mismunandi milli mismunandi leiða, þar sem leið 1 verður til dæmis fyrir mjög litlum áhrifum af breytingunni, meðan leið 5 verður fyrir töluvert meiri áhrifum. Það er einnig rétt að benda á að sviðsmynd A og C gera ráð fyrir að vagnstjórar muni verða mjög duglegir að fylgja eftir hámarkshraðabreytingunni, og því líklega of svartsýnar sviðsmyndir. Sviðsmynd B er sú sem er talin vera einna líklegust til að vera lýsandi fyrir áhrifin af hámarkshraðabreytingunni. Sviðsmynd B bendir til þess að áhrifin verði á bilinu 5 til 58 sekúndur, eða sem svarar 0,1-2,9% af ferðatímanum.

Það eru nokkur atriði sem vert er að ræða hér.

- (1) Líkönin miðast við meðalferðina. Á háannatíma má gera ráð fyrir að aksturshraði vagnstjóra sé almennt lægri vegna áhrifa annarrar umferðar, lengri biðtíma á ljósum, og fleiri og lengri stoppum á biðstöðvum. Við þessar aðstæður er líklegt að áhrif hámarkshraðabreytingarinnar á aksturshraða vagna sé minni, þar sem stærri hluti þeirra er þegar undir nýju hámarkshröðunum, samanber að niðurstöður hermananna benda til þess að áhrifin séu minni ef vagnstjóri þarf að stoppa á öllum biðstöðvum/umferðarljósum samanber ef ekki er stoppað á neinum biðstöðvum/umferðarljósum. Utan háannatíma, þegar um er að ræða minni tafir sökum umferðar og stoppa, þá er hraði vagnstjóra líklega hærri, og áhrifin þar af leiðandi meiri. Það er þó ekki víst að það muni skapa vandamál fyrir rekstur strætó, þar sem að við þessar aðstæður og á þessum tímum, þá er meiri slaki í tímaáætlun þar sem minna er um langa bið á umferðarljósum og færri stopp á biðstöðvum (sem og styttri stopp).
- (2) Ferðatími strætó er ekki eingöngu háður aksturshraða vagna. Hver og einn farþegi sem bætist við lengir ferðatíma um ákveðið þegar stígið er um borð sem og þegar farið er úr vagninum, þar að auki eru áhrifin meiri ef farþegi kemur um borð eða fer frá borði á biðstöð sem annars hefði ekki verið stoppað á. Tekið var mið af erlendum rannsóknum (Fernandez, 2011), og út frá því áætluðum við að aukatíminn við að fara um borð og frá borði (ef ekki var stoppað aukalega á stöð vegna farþegans) sé að stærðargráðunni 3,5 sekúndur. Þetta leiðir til þess að aukinn ferðatími vegna lækkunar hámarkshraða innan Reykjavíkur samsvarar því (miðað við sviðsmynd B) að það bætist við um það bil 15-20 farþegar á leiðinni, eða um 7 auka stopp.
- (3) Það er samband milli ferðatíma mismunandi fararmáta og vals á fararmáta. Af því má leiða líkur að því að breyttir hámarkshraðar, sem hafa bæði áhrif á ferðatíma þess sem notast við einkabíl og þess sem notast við strætó, geti haft áhrif á val á fararmáta, og þar með fjölda farþega samanber lið 2 hér að ofan. Lengdur ferðatími vegna hámarkshraðabreytingarinnar getur ýtt undir fækkun farþega, eða, ef áhrifin eru meiri fyrir notkun einkabílsins, ýtt undir fjölgun farþega. Þessi farþegabreyting, sem og breytingar í farþegafjölda sökum annarra þátta, getur því haft töluverð áhrif á ferðatíma, hugsanlega meiri áhrif en sjálfar breytingarnar á hámarkshröðunum.
- (4) Notendur strætó þurfa að ferðast fyrsta og síðasta hluta ferðar sinnar sem gangandi, hjólandi, eða notendur annarra smáfararmáta (eða með öðru móti). Rannsóknir sýna að umferðarhraði

er mjög mikilvægur þáttur varðandi hversu aðlaðandi það er að ganga (Methorst o.fl., 2010). Ef hámarkshraðabreytingar leiða til þess að það að ganga eða hjóla að/frá biðstöð verður meira aðlaðandi, þá getur það gert strætó að meira aðlaðandi valkosti, samtímis sem að lægri hraðari eykur í raun umferðaröryggi notenda strætó, en vel er þekkt er að stór hluti þeirra hættu sem fylgir því að nota strætó er við að fara til og frá biðstöð (Berntman o.fl., 2012). Þetta aftur getur haft áhrif á fjölda farþega strætó, sem aftur getur haft áhrif á ferðatíma vagnsins, samanber lið 2 hér að ofan.

Niðurstöðurnar benda til þess að þær breytingar sem lagðar eru til í hámarkshraðaáætlun Reykjavíkur muni hafa áhrif á ferðatíma strætó. Samband hámarkshraða, ferðatíma, og fjölda farþega er hins vegar flókið samband. Upplifað öryggi, ferðatími strætó og ferðatími á einkabíl geta haft áhrif á farþegafjölda, sem aftur hefur áhrif á ferðatímann. Lægri hámarkshraðar eru einnig líklegir til að auka öryggi bæði notenda strætó, sem ferðast oft sem gangandi, hjólandi eða með smáfarartækjum til og frá biðstöðvum, sem og minnka slyshættu strætisvagna. Það er því hugsanlegt að afleiðd áhrif af bæði breyttum hámarkshróðum sem og öðrum þáttum sem hafa áhrif á farþegafjölda, geti haft meiri áhrif á heildar ferðatímann en sjálf hámarkshraðabreytingin. Ekki er tekið tillit til þessara þátta í þessari greiningu.

4.1 Takmarkanir

Líkön eru alltaf nálgun á raunveruleikanum. Líkan getur ekki sýnt nákvæma niðurstöðu fyrir hverja og eina ferð. Gerð líkans er einnig alltaf jafnvægi milli þess að stilla hvert og eitt eigindi (til dæmis hvern og einn götulegg, hverja og eina biðstöð, eða hverja og eina ferð) til að vera eins og raungögnin, og þess að finna góð staðalgildi sem notast má við almennt. Nákvæm stilling gerir að líkanið mun lýsa tiltekinni leið eða einstakri ferð mjög vel. Hins vegar gerir það erfiðara að framkvæma stærri greiningar, eða innihalda eigindi sem ekki eru til raungögn fyrir. Fyrir þau markmið sem þetta verkefni hefur, það er, að áætla raunáhrif á ferðatíma strætó, þá bendir staðfestingarferlið til þess að líkanið lýsi raungögnunum nokkuð vel og talið er að þetta sé ásættanleg nálgun fyrir heildarkerfið.

Að þessu sögðu, þá eru nokkrar takmarkanir sem vert er að nefna. (1) Líkanið gerir ráð fyrir að vagnstjórar hafi óskahraða fyrir mismunandi aðstæður. Líkanið tekur hins vegar ekki tillit til þess að mismunandi ökumenn hafa mismunandi óskahraða, og einn og sami ökumaður getur haft mismunandi óskahraða háð öðrum þáttum. Þetta leiðir til þess að líkanið lýsir í raun meðalvagnstjóranum og því er dreifni ferðatíma minni en í raun. (2) Líkanið er einnig takmarkað þegar kemur að stoppum á biðstöðvum. Gera má ráð fyrir að hver og ein stöð sé með ákveðinn meðalfjölda ferða, og að fjöldi stoppa sé mismunandi eftir því um hvenær dags er að ræða. Líkanið gerir hins vegar ráð fyrir meðalfjölda stoppa. Hér væri því hægt að styrkja líkanið ef það tæki meira tillit til breytilegs fjölda farþega, milli mismunandi stöðva, eftir tíma dags. (3) Líkanið er einfaldað þegar kemur að stoppum á umferðarljósum. Hægt væri að taka betur tillit til bæði forgangskerfis almenningssamgangna, sem og að láta umferðarljósín ekki stýrast frá slembibreytu heldur að setja fastan tímapunkt til að taka tillit til hvenær hvert og eitt ljós er með grænfasa miðað við önnur ljós á leiðinni. (4) Líkanið tekur ekki beint tillit til tafa vegna annarrar umferðar. Ástæða þess er að til að taka tillit til þess þurfa umtalsverðar vinnu og líkanið nær að líkja nægjanlega vel eftir meðalaðstæðum fyrir markmið þessa verkefnis. Líkanið mun þó, sökum þessa, líklega vanmeta ferðatíma við háannatíma. Þar sem raunhraði er lægri við þunga umferð og meiri líkur að stoppa verði vegna biðstöðvar eða umferðarljósa, þá má gera ráð fyrir að lækkun hámarkshraða hafa minni áhrif á ferðatíma á háannatíma, þegar miklar umferðartafir eru, samanborið við lágannatíma. Því má leiða líkur að því að þessi skekkja leiði frekar til þess að líkanið ofmeti áhrif breytts hámarkshraða á ferðatíma strætó á háannatíma, en vanmeti áhrif á lágannatíma. (5) Samhliða breyttum hámarkshraða má gera ráð fyrir að gerðar verði hraðalækkandi aðgerðir. Ekki

hefur verið ákveðið hvar eða hvernig þær aðgerðir verða og því er ekki hægt að meta hvort áhrif þeirra verða umfram áhrif breytingarinnar sjálfrar á hámarkshraða.

Með tilliti til markmiða þessa verkefnis og þeirra óvissa um endanleg áhrif hámarkshraðabreytingar á til dæmis aksturshraða og notkun mismunandi fararmáta, þá er talið að þetta líkan sé ásættanleg nálgun varðandi stærðargráðu breytts heildar ferðatíma strætó vegna hámarkshraðabreytinganna. Sé ætlunin hins vegar að skilgreina vagnþörf með meiri nákvæmni, þá gæti verið ástæða til að skoða og betrumbæta vissa þætti líkansins. Það er mat höfundar að það sé vinna sem er ótengd markmiðum þessa verkefnis sem fjallar um áhrif breytts hámarkshraða á ferðatíma Strætó.

4.2 Ályktanir

Niðurstöður þessa greininga bendir til þess að fyrirhugaðar hámarkshraðabreytingar muni lengja ferðatíma strætóleiða að meðaltali á bilinu 0,1 til 6,1%, það er, stærðargráðunni 5 til 122 sekúndur á hverja ferð. Sviðsmynd B, sem af höfundi er talin vera líklegust til að vera lýsandi bendir til þess að meðaláhrifin verði á bilinu 0,1 til 2,9% af ferðatíma, sem samsvarar á stærðargráðunni 5 til 58 sekúndur á ferð. Þessi auka ferðatími (sviðsmynd B) samsvarar því að um það bil 15-20 auka farþegar komi um borð í vagninn, eða að um væri að ræða um það bil 7 auka stopp á leiðinni.

Heimildaskrá

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

Elvik, R., 2009. The Power Model of the relationship between speed and road safety. Update and new analyses. TØI report 1034/2009. Institute of Transport Economics, Norwegian Centre for Transport Research.

Elvik, R., 2019. Trafikksikkerhetshåndboken, vefútgáfa, <https://www.tshandbok.no>, uppfært árið 2019.

Fernandez, R., 2011. Experimental study of bus boarding and alighting times. European Transport Conference 2011, 10-12 october 2011, Glasgow, Scotland, UK.

Finnsson, S.A., 2020. Hámarkshraði á borgargötum.

Kröyer, H.R.G., Jonsson, T., Várhelyi, A., 2014. Relative fatality risk curve to describe the effect of change in the impact speed on fatality risk of pedestrians struck by a motor vehicle. Accident Analysis and Prevention, 62 (2014), pp. 143-152.

Lefler, D.E., Gabler, H.C., 2004. The fatality and injury risk of light truck impacts with pedestrians in the United States. Accident Analysis and Prevention 36 (2004), pp. 295-304.

Methorst, R., Monderde, Monderde i Bort, H., Risser, R., Sauter, D., Tight, M., Walker, J., 2010. PQN Final Report. Cost 358 Pedestrians' Quality Needs.

Richards, D., 2010. Road safety web publication No. 16, Relationship between Speed and Risk of Fatal Injury: Pedestrians and Car Occupants. Transport Research Laboratory, Department for Transport, London.

Rosén, E., Sander, U., 2009. Pedestrian fatality risk as a function of car impact speed. Accident Analysis and Prevention, 41 (2009), pp. 536-542.

Trafikverket, 2021. Hastighet och stoppsträcka, <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/trafiksakerhet/Din-sakerhet-pa-vagen/Hastighetsgranser-pa-vag/hastighet-och-stoppstracka/>, uppfært 2021-05-31.



Reykjavíkurborg
Umhverfis- og skipulagssvið