



FARSÍMAGÖGN INN Í UMFERÐARLÍKAN

Fyrstu skref - frumskoðun

Apríl 2020

19361

S://19361/Greinargerð/19361_sk200430_Farsímagögn_í_umferðarlíkan.docx

Nr. útg.	Dagsetning	Unnið	Yfirfarið	Samþykkt
1	30.04.2020	GMH	NÓE	GMH

Unnið af:VSÓ Ráðgjöf
Borgartúni 20, 105 Reykjavíkwww.vso.is**Unnið fyrir:**Vegagerðin
Borgartún 5-7, 105 Reykjavík

Efnisyfirlit

1	Inngangur	3
1.1	Tilgangur og markmið	3
2	Bakgrunnur og helstu forsendur	4
2.1	Forsendur	4
2.2	Þróun umferðarlíkans	5
2.3	Fyrri rannsóknir	5
3	Niðurstöður	7
4	Heimildir	8

1 Inngangur

Við uppbyggingu hefðbundinna umferðarlíkana eru jafnan notuð gögn og upplýsingar úr ýmsum áttum (skipulagstölur, félagshagfræðilegar upplýsingar o.fl.) sem sett eru í samband við ferðahegðun íbúa. Niðurstaðan úr þessu gefur tiltekna umferð um gatnanetið. Erlendar rannsóknir á síðustu árum hafa sýnt fram á að nýjar aðferðir þar sem stuðst er við ópersónugreinanleg farsímagögn frá símafélögum geta gert líkangerðina bæði gagnlegri og skilvirkari og bætt gæði umtalsvert í spám líkana.

Hér er um að ræða fyrst skref þessa verkefnis, nokkurs konar frumathugun þar sem markmiðið er að taka saman þörf, umfang og helstu forsendur verkefnisins og þá kosti sem koma til greina við laus þess. Hluti verkefnisins felst í að koma á samstarfi við símafyrirtækin, í það minnsta að kanna hvað þarf til að koma slíku samstarfi á laggirnar.

Verkefnið var unnið af Grétar Mar Hreggviðssyni hjá VSÓ Ráðgjöf, sem um leið var verkefnisstjóri þess. Að auki komi að verkefninu Kristinn Jón Ólafsson hjá Reykjavíkurborg, og Ingi Björn Ágústsson og Arnar Bentsson frá Vodafone og kann skýrsluhöfundur þeim bestu þakkir fyrir sitt innlegg.

Höfundur skýrslunnar ber ábyrgð á innihaldi hennar. Niðurstöður hennar ber ekki að túlka sem yfirlýsta stefnu Vegagerðarinnar eða álit þeirra stofnana eða fyrirtækja sem höfundur starfar hjá.

1.1 Tilgangur og markmið

Tilgangur verkefnisins er að meta hvernig standa megi að öflun gagna frá farsímafyrirtækjum og koma á samtali þarna á milli um öflun þessara gagna. Jafnframt að skoða og meta hvernig vinna megi úr gögnunum þannig þau nýtist inn í umferðarlíkan. Markmiðið er að leita svara við eftirfarandi spurningunum :

- Hvað á að gera?
- Hvers vegna er góð hugmynd að gera það?
- Hvernig á að nýta gögnin?
- Hver er mögulegur ávinningur af því?

Segja má að verkefnið sé fyrsta skrefið í að skoða þær verulegu breytingar sem hafa orðið í gerð umferðarlíkana allra síðustu árin, og þá sér í lagi með tilliti til íslenskra aðstæðna. Því er um að ræða nokkurs konar grunn fyrir frekari skoðun varðandi umferðarlíkon á Íslandi.

Farsímanotkun á Íslandi mjög almenn, en nánast hver einasta manneskja er með farsíma. Farsímakerfin safna upplýsingum um staðsetningu síma allan sólarhringinn allt árið um um kring. Vissulega er ekki hægt að ákvarða staðsetningu símtækja innan dreifikerfis af sömu nákvæmni og í staðsetningartækjum. En þar sem staðsetning farsímasenda er tiltölulega þétt, líkt og innan höfuðborgarsvæðisins, má hins vegar fá grófa mynd af því hvernig símtæki ferðast um höfuðborgarsvæðið. Markmið þessa verkefnis er að leita svara við hvernig megi nýta þessar upplýsingar til að fá betri vitneskju um flæði umferðar á höfuðborgarsvæðinu.

2 Bakgrunnur og helstu forsendur

Við uppbyggingu umferðarlíkana eru notuð gögn og upplýsingar úr ýmsum áttum; s.s. gatnanet, ferðavenjukannanir, umferðartalningar, íbúafjöldi, fjöldi í heimili og fleiri félagsdagfræðilegar upplýsingar, flatarmál atvinnuhúsnæðis og ýmislegt fleira sem nota má til að setja í samband við ferðahegðun íbúa. Rannsóknir á síðustu árum hafa sýnt fram á að nýjar aðferðir, gjarnan kenndar við Big-Data, þar sem stuðst er við farsímagögn geta gert líkangerðina bæði gagnlegri og skilvirkari og bætt gæði í spám líkana.

Gæði gagna um hreyfanleika fólks (e. mobility information) sem unnin eru úr farsímaupplýsingum hafa aukist mjög síðustu árin. Farsímkerfin safna upplýsingum um staðsetningar síma allan sólarhringinn árið um kring. Farsímar eru í stöðugu sambandi við farsímaöstur og skipta á milli mastra eftir því hvar síminn er staðsettur hverju sinni. Þannig má gróflega ákvarða staðsetningu hvers síma öllum stundum, svo lengi sem kveikt er á honum. Þegar farsími færast úr stað með þessum hætti má kortleggja ferðina gróft út frá upplýsingum frá farsímanetinu. Þrátt fyrir að þær staðsetningar sem farsímkerfin geta gefið séu nokkuð grófar þá duga þær í langflestum tilfellum til að ákvarða staðsetningu farsímans innan ákveðinna reita. Gera má ráð fyrir að innanbæjar, þar sem net senda er þéttara, geti kerfið staðsett síma með meiri nákvæmni heldur en utan bæjarmarka þar sem net senda er gisnara.

VSÓ Ráðgjöf er komið í samband við fyrirtæki í Hollandi sem er langt komið í greiningum af þessu tagi. Þetta fyrirtæki hefur verið í samstarfi við Vodafone þar í landi og geta þeir orðið lýst umferðarlæði fyrir allt Holland með umtalsverðri nákvæmni, og í raun betur en hefðbundin umferðarlíkon hafa getað gert. Þessir aðilar hafa verið VSÓ innan handar við ákveðna þætti þessa verkefnis, en verkefnið er engu að síður unnið alfarið innandyra hjá VSÓ. Það kom höfundi hins vegar þægilega á óvart hversu mikill áhugi reyndist vera á verkefninu, bæði á Vodafone hér á landi og hjá Reykjavíkurborg og er það mjög mikils virði upp á framhaldið.

2.1 Forsendur

Verkefnið er fyrsta skrefið í að skoða þær verulegu breytingar sem hafa orðið í gerð umferðarlíkana allra síðustu árin, og þá sér í lagi með tilliti til íslenskra aðstæðna. Því er um að ræða ákveðna grundvallarúttekt fyrir frekari skoðun varðandi umferðarlíkon á Íslandi. Ísland er tæknivædd þjóð þó mögulega hætti okkur til að ofmeta aðeins eigin stöðu í því sambandi. Líkt og sjá má út frá skýrslum Póst- og fjarskiptastofnunar [1] [2] er samburður við okkar næstu nágranna hins vegar ekki fyllilega hagstæður. Þegar horft er á fjölda farsímaáskrifta, mínútur símtala í farsíma, hlutfall farsímanotkunar af heildarsímanotkun, gagnamagn í niðurrhali o.fl. sem hlutfall af höfðatölu þá stöndum við nágrönnum okkar nokkuð að baki. Finnar t.a.m. bera höfuð og herðar yfir norðurlöndin og Eystrasaltlöndin í fjölda farsímaáskrifta m.v. höfðatölu, en Ísland er næstneðst á þeim lista. Finnar eru auk þess með hátt í fjórfalt meira niðurrhal í farsímakerfinu heldur en Íslendingar m.v. höfðatölu. Þegar kemur að fastlínutengingum (breiðbands- og háhraðatengingum) þá snýst hins vegar dæmið svolítið við, en á þeim listum eru Íslendingar efstir m.v. höfðatölu. Að framansögðu má því vera ljóst að þróunin síðustu árin á Íslandi hefur ekki haldið í við þróunina í nágrannalöndunum.

Engu að síður er farsímanotkun á Íslandi mjög almenn, nánast hver einasta manneskja er með farsíma. Það eru einna helst lítil börn og eldra fólk sem ekki hefur síma; fólk sem í fæstum tilvikum ferðast eitt síns liðs. Farsímakerfin safna upplýsingum um staðsetningu hvers síma allan sólarhringinn allt árið um um kring. Vissulega er staðsetning símtækja innan dreifikerfis símafyrirtækis ekki ákvörðuð af líkt því eins mikilli nákvæmni og í GPS

kerfum. Hins vegar þar sem staðsetning senda farsímanets er tiltölulega þétt, líkt og t.a.m. á flestum stöðum innan höfuðborgarsvæðisins, má fá grófa mynd af því hvernig símtæki ferðast um höfuðborgarsvæðið út frá því hvernig það skiptir á milli senda. Sýnt hefur verið fram á að nýta megi þessar upplýsingar frá símafyrirtækjunum til að bæta gæði ferðafylkja (svokallaðra OD fylkja) í umferðarlíkönnum umtalsvert.

2.2 Þróun umferðarlíkans

Þær umferðarspár sem hér er vísað til eru unnar í umferðarlíkani fyrir höfuðborgarsvæðið sem þróað hefur verið af VSÓ Ráðgjöf. Uppbyggingu þess er lýst ítarlega í eldri skýrslum [3] [4] [5]. Í þessari greinargerð verður því látið nægja að fjalla um aðalatriðin í uppbyggingu líkansins, auk þeirra breytinga sem gerðar hafa verið og þeim atriðum sem snúa beint að þessu verkefni. Vísað er í áður nefndar skýrslur til frekari glöggvunar um virkni og aðferðafræði líkansins.

VSÓ Ráðgjöf hefur verið með umferðarlíkanið í stöðugri þróun frá árinu 2005 og á grunni þess unnið mörg verkefni þar á meðal háannatímalíkan, kortlagningu á umferð þungra bíla á þjóðvegakerfinu, dreifilíkan fyrir almenna umferð á landsvísu o.fl. Auk þess var líkanið notað við umferðar- og álagsgreiningu vegna hugsanlegrar náttúruvár í tengslum við rýmingaráætlun fyrir höfuðborgarsvæðið. Líkanið hefur auk þess verið notað við gerð umferðarspár fyrir svæðisskipulag höfuðborgarsvæðisins 2015-2040 þar sem því hefur verið markvisst beitt til að móta og skilgreina valkosti.

2.3 Fyrrri rannsóknir

Nýta má gögn frá farsímafyrirtækjum til að draga út margs konar upplýsingar tengdar samgöngum; líkt og fjölda ferða, val á ferðamáta, ferðatíma og ferðavegalengd. Erlendis hafa ýmsar rannsóknir hafa verið gerðar í þessa veru en hér á landi hefur sáralítið gert enn sem komið er. Engu að síður hafa menn verið að velja þessum málum fyrir sér í yfir 20 ár. Árið 2000 skrifuðu Raffaele Bolla og félagar skýrslu [6] þar sem fram kom að nota mætti gögn úr farsímakerfum til að meta ástand umferðar með því að staðsetja farsíma í bílum út frá gögnum úr símkerfum. Þrátt fyrir nokkuð frumstæða tækni þess tíma sýndu þeir góða niðurstöðu sem lofaði góðu um framhaldið. Árið 2002 var gefin út skýrsla rannsóknar þar sem höfundar héldu fram að hægt væri að byggja upp OD-fylki ferða út frá farsímagögnum [7]. Niðurstaða þeirra var að þetta væri hægt en frekari rannsóknir væru nauðsynlegar áður en hægt væri að byggja upp raunverulegt ferðafylki. Árið 2007 gerðu Caceras og félagar [8] rannsókn þar sem einmitt þetta var gert, þ.e. OD-ferðafylki unnið upp úr farsímagögnum. Raunar fóru þeir þá leið til einföldunar að notast við tilbúin (hermd) gögn en ekki raungögn en gildi verkefnisins er það sama engu að síður. Þeir sýndu fram á kosti þess að afla gagna með þessum hætti umfram hefðbundnar aðferðir (talningar o.s.frv.) við gagnasöfnun. Calabrese og félagar [9] voru sennilega fyrstir til að búa til OD-ferðafylki úr frá raunverulegum farsímagögnum og sýndu jafnframt fram á að metna (e. estimated) ferðafylkið hefði góða fylgni við staðtöluleg gögn (e. census data) svæðisins. Nanni og félagar [10] sýndu árið 2013 í verkefni sem unnið var á Fílabeinsströndinni í Afríku að það væri mögulegt að búa til OD-fylki út frá farsímagögnum í landi þar sem nánast engin áreiðanleg tölfræðigögn eru til, bæði á landsvísu og innan höfuðborgarinnar Abijan. Önnur rannsókn [11] sem byggði á sama gagnasetti sýndi enn betur möguleika þess að draga fram eftirspurn ferða og leiðaval byggt á farsímagögnum. Í hvorugri þessara rannsókna var þó hægt að sannreyna niðurstöðurnar út frá gögnum því þau eru ekki til, en vísbendingarnar töluðu engu að síður sínu máli. Huntsingar og Ward þróuðu ferðarlíkan byggt á farsímagögnum [12] sem gaf lofandi niðurstöður samanborið við ferðavenjukannanir. Bonnel og félagar [13] báru

saman OD fylki sem leitt hafði verið út frá farsímagögnum, hefðbundin staðgögn og ferðavenjukannanir fyrir Parísarsvæðið. Þeirra niðurstöður sýndu fram á mikla fylgni milli ferðavenjukannana og farsímagagna. Hins vegar benda þeir líka á að á ákveðnum stöðum verða skekkjurnar mjög stórar og engin bein áþreifanleg svör við því hvað veldur. Það er mikilvægt að það gleymist ekki að farsímagögnum fylgja vissulega skekkjur og mögulegar villur sem nauðsynlegt er að höndla sérstaklega. Samkvæmt því sem Calabrese og félagar segja [9] þá takmarki óvissan í staðgreiningu farsímagagna lágmarksstærð þess svæðis sem hægt er að skoða. Af því leiðir að mögulega sé eitthvert misræmi í þeim upplýsingum sem farsímagögn geti veitt og þeirrar nákvæmni sem umferðarlíkön krefjast, og þ.a.l. sé mikilvægt að vera meðvitaður um þennan mun. Nýleg rannsókn [14] sýndi að OD-ferðafylki unnið upp úr farsímagögnum, og leiðrétt miðað við óháða gagnagjafa til að draga úr áhrifum af þekktum skekkjum í frumgögnum, þá reyndust niðurstöðurnar alls ekkert síðri heldur en OD-fylki fengin með hefðbundum aðferðum (ferðavenjukönnunum og slíku). Auk þess sýndu þeir að OD-fylki unnin upp úr farsímagögnum gáfu betra mat á umferð heldur en hefðbundin líkön á svæðum þar sem engar talningar lágu fyrir.

Það er því ljóst að margt hefur verið skrifað um þetta málefni erlendis á síðustu árum. Hins vegar hefur enn sem komið er lítið gerst í þessum málum hér á landi og vonandi getur þetta verkefni orðið til að kveikja einhver leiðarljós í þá áttina.

3 Niðurstöður

Notkun gagna frá farsímakerfum bíður uppá mikla möguleika varðandi þróun hefðbundinna umferðarlíkana. Gríðarlegir möguleikar eru í áframhaldandi þróun og samþættingu mismunandi gagna og gagnalinda í þeim tilgangi að bæta líkangerðina. Í rauninni er það á vissan hátt hjákátlegt að ætla að gerð umferðarlíkana eigi að grundvallast á aðferðum sem flestar voru leiddar út um eða eftir miðja síðustu öld, þegar farsímakerfi dagsins í dag voru ekki einu sinni til í framtíðarsýnum heitustu fútúrista.

Í inngangi eru settar fram nokkrar spurningar sem verkefninu er ætlað að leita svara við. Markmið þessa verkefnis er ekki að svara þessum spurningum með tæmandi hætti heldur frekar að setja þær fram og koma spurningunum í orð. Skilgreina í hvaða átt skuli horfa og hvers vegna. Í framhaldinu er svo ætlunin að kafa dýpra í þessa þætti.

Fyrsta spurningin snýst um það **hvað** eigi að gera. Svarið við þeirri spurningu er að afla skuli gagna frá farsímafyrirtækjum í því skyni að nota þau til að kortleggja ferðir um höfuðborgarsvæðið. Farsímanotkun á Íslandi er mjög almenn, raunar er farsímaeign svo almenn að nánast hver einasti einstaklingur á síma. Farsímakerfin vita ekki nákvæma staðsetningu símatækja en þau vita gróflega hvar hver sími er staðsettur út frá því við hvaða sendi símtækið hefur samskipti hverju sinni. Og eftir því sem net senda er þéttriðnara verður nákvæmnin meiri. Með aðferðum leitarnálgunar má svo tengja hreyfingu síma við gatnanet, kerfi almenningsgangna, stígakerfi o.fl. til að leggja mat á ferðamáta. Það skal undirstrikað að til að tryggja persónuvernd verður aldrei unnið með ferðaferla einstakra síma heldur einungis uppsafnaða (e. cumulative) ferla. Í svona tilvikum er gjarnan miðað við að ferill þurfi að innihalda að lágmarki 20 einstaklinga og ferlum með færri einstaklingum sé sleppt.

Þá var spurt **hvers vegna** það sé góð hugmynd að nýta gögn úr farsímakerfum inn í umferðarlíkon. Út frá gögnum af þessu tagi er hægt að kortleggja umferð (umferð en ekki einstakar ferðir) um athugunarsvæðið, sem í þessu tilviki er höfuðborgarsvæðið. Rannsóknir erlendis hafa sýnt að gögn sem aflað er með þessum hætti geta gefið fyllilega sambærilegar niðurstöður og hefðbundnar aðferðir (talningar, ferðavenjukannanir o.þ.h.) og í mörgum tilfellum mun betri niðurstöður. Talningar og ferðavenjukannanir eru vissulega einungis punktmælingar og gefa vísbendingar um stöðuna þann tiltekna dag.

Þá er jafnframt ætlunin að leita svara við því **hvernig** nýta skuli gögnin og **hver** sé mögulegur ávinnur af því. Með greiningu á farsímagögnum væri hægt að meta dægursveiflu í umferðinni, eitthvað sem áður nefndar punktmælingar ná ekki. Skoða mætti áhrif stórviðburða (s.s. Menningarnætur) á umferðina, áhrif af skyndilegu norðanáhlupi, áhrif tiltekinnar framkvæmda eða í raun hvað sem hugurinn gírnist.

Markmiðið með þessum fyrsta hluta verkefnis var fyrst og fremst að kanna hvort eftir einhverju væri að slægjast, hvort gagnaöflun af þessu tagi gæti bætt einhverju við núverandi aðferðir til að skila betri eða ítarlegri niðurstöðum. Niðurstaða þeirrar athugunar er einfalt: Já, heldur betur! Ekki spurning! Þannig í næsta áfanga þessa verkefnis er ætlunin að kafa dýpra í verkefnið með það fyrir augum að til verði einhvers konar frumútgáfa kerfis til greiningar gagna af þessu tagi.

4 Heimildir

- [1] Póst- og fjarskiptastofnun, „Tölfræði um íslenska fjarskiptamarkaðinn 2018“, Skýrsla, 2019.
- [2] Póst- og fjarskiptastofnun, „Tölfræði um íslenska fjarskiptamarkaðinn - Fyrri helmingur ársins 2019“, Skýrsla, 2019.
- [3] VSÓ Ráðgjöf, „Nýtt umferðarlíkan höfuðborgarsvæðisins“, Rannsóknarverkefni fyrir Vegagerðina 2005, feb. 2006.
- [4] VSÓ Ráðgjöf, „Nýtt umferðarlíkan höfuðborgarsvæðisins - framhaldsverkefni“, Rannsóknarverkefni fyrir Vegagerðina 2006, apr. 2007.
- [5] VSÓ Ráðgjöf, „Svæðisskipulag höfuðborgarsvæðisins 2015-2040 Umferðarspá“, jún. 2015. [Rafrænt]. Aðgengilegt á:
https://ssh.is/images/stories/Hofudborgarsvaedid_2040/Fylgirit_9.pdf.
- [6] R. Bolla, F. Davoli, og A. Giordano, „Estimating road traffic parameters from mobile communications“, *ITS America*, 2000.
- [7] J. White og I. Wells, „Extracting origin destination information from mobile phone data“, í *Eleventh International Conference on Road Transport Information and Control, 2002. (Conf. Publ. No. 486)*, mar. 2002, bls. 30–34.
- [8] N. Caceres, J. P. Wideberg, og F. G. Benitez, „Deriving origin-destination data from a mobile phone network“, *IET Intelligent Transport Systems; Stevenage*, b. 1, tbl. 1, bls. 15–26, mar. 2007.
- [9] F. Calabrese, G. Di Lorenzo, L. Liu, og C. Ratti, „Estimating Origin-Destination Flows Using Mobile Phone Location Data“, *IEEE Pervasive Comput.*, b. 10, tbl. 4, bls. 36–44, apr. 2011.
- [10] M. Nanni o.fl., „MP4-A Project: Mobility Planning For Africa. D4D 2013 – Data for Development“, *Third International Conference on the Analysis of Mobile Phone Datasets*.
- [11] D. Gundlegård, C. Rydergren, N. Breyer, og B. Rajna, „Travel demand estimation and network assignment based on cellular network data“, *Computer Communications*, b. 95, bls. 29–42, des. 2016.
- [12] L. F. Huntsinger og K. Ward, „Using Mobile Phone Location Data to Develop External Trip Models“, *Transportation Research Record*, b. 2499, tbl. 1, bls. 25–32, jan. 2015.
- [13] P. Bonnel, E. Hombourger, A.-M. Olteanu-Raimond, og Z. Smoreda, „Passive Mobile Phone Dataset to Construct Origin-destination Matrix: Potentials and Limitations“, *Transportation Research Procedia*, b. 11, bls. 381–398, jan. 2015.
- [14] R. Tolouei, S. Psarras, og R. Prince, „Origin-Destination Trip Matrix Development: Conventional Methods versus Mobile Phone Data“, *Transportation Research Procedia*, b. 26, bls. 39–52, jan. 2017.