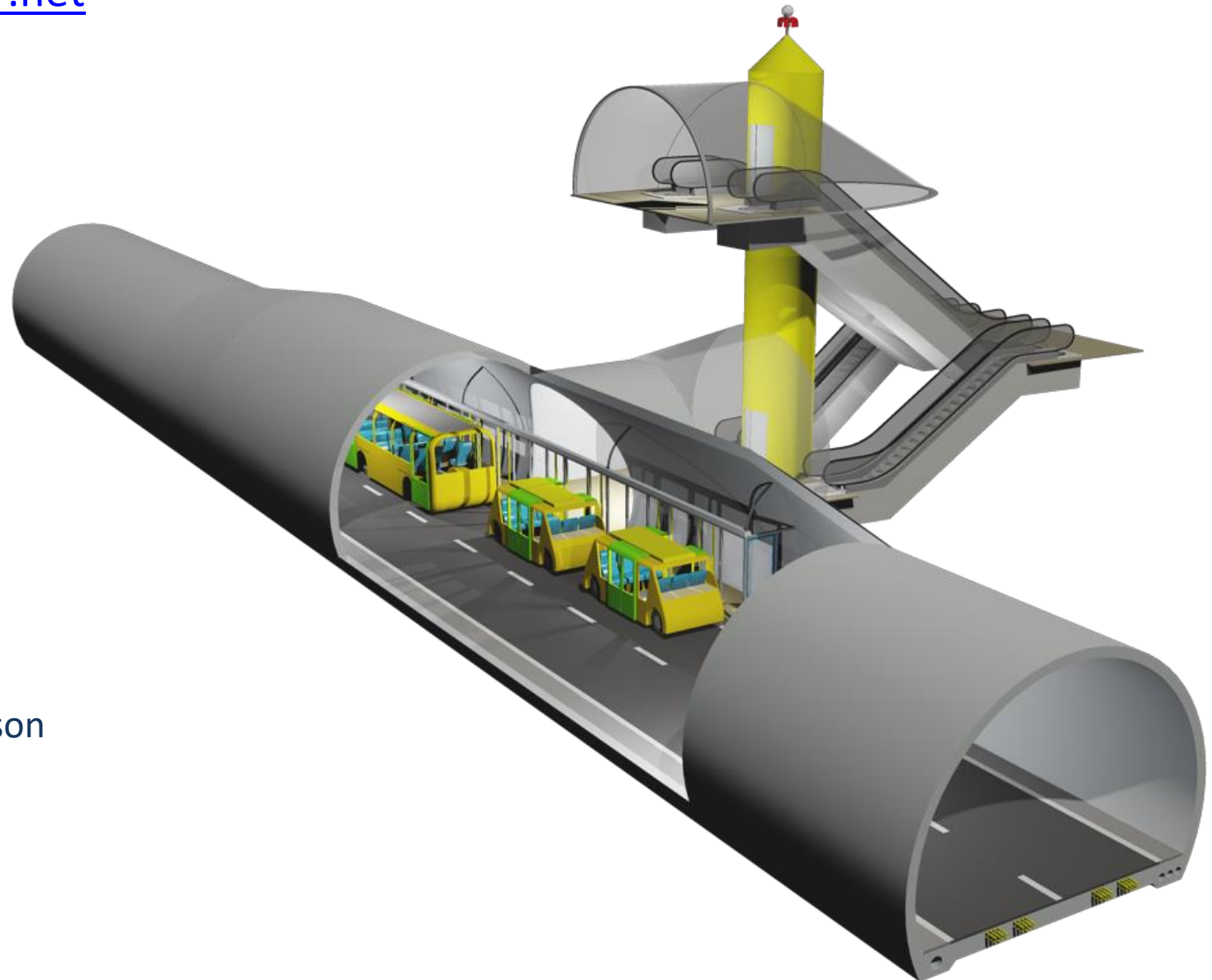


Jarðbrautanet

www.brautir.net



©Árni B. Helgason
Umhverfisverk
Reykjavík 2015

Jarðbrautanet

Inngangur – 2

Helstu forsendur – 4

Jarðfræðin – 6

Jarðbrautanet í hnotskurn – 11

Stjórnkerfið – 11

Gjaldtaka – 11

Vagnarnir – 11

Brautarstöðvar – 13

Afköst brautarnetsins – 14

Samskipti og viðmót – 16

Verkætlan og verktilhögun – 18

Megindrættir – 18

Áfangaskipting – 19

Framtíð að verki loknu – 22

Kostnaður – 24

Eignarhald og fjármögnun – 26

Aðrar hugmyndir um almenningssamgöngur – 27

Fluglestin – 27

Höfuðborgarlestir – 27

Hraðvagnakerfi – 28

Léttsporbílakerfi – 29

Léttara og umfangsminna jarðvagnakerfi? – 30

Fjárfestingar til langrar framtíðar – 31

Heimildir og myndir – 35

© Árni B. Helgason, Umhverfisverk

Reykjavík 2015

Netfang: brautir@brautir.net

Sjá í ítarlegri mynd: www.brautir.net

Inngangur

Fyrir rúmlega hálfri öld, árið 1960, voru farþegar Strætisvagna Reykjavíkur, SVR, um 20 milljónir manns á ári – og þá eðlilega einungis í Reykjavík einni, sem taldi um þær mundir rúmlega 70 þús. manns – en það svarar hlutfallslega til þess að farþegar Strætó væru nú um 60 milljónir manns á ári á höfuðborgarsvæðinu öllu, þar sem nú búa um 210 þús. manns, þar af um 120 þús. í Reykjavík.



Farþegar Strætó eru nú um 12 milljónir á ári en voru um 7 til 8 milljónir á ári á síðari hluta 1. áratugar aldarinnar. Með samsvarandi vexti, um 5% á ári, myndi farþegafjöldinn vera orðinn um 22 milljónir árið 2025.¹ Nái ítrustu hugmyndir um svæðisskipulag höfuðborgarsvæðisins fram að ganga og léttlest verði kjölfesta almenningssamgangna þá gerir

¹ Höfuðborgarsvæðið 2040 – fylgirit 5: Mat á samgöngu-sviðsmyndum, kafli 3.4, mynd 22. SSH/Mannvit 2014 http://ssh.is/images/stories/Sóknaráætlun/Lokaskýrslur/Vaxtarsamningur/Mat_samgongusv_loka_NET.pdf

skipulagið ráð fyrir að farþegar í heild gætu verið orðnir um eða yfir 60 milljónir árið 2040, eða hlutfallslega álíka margir og í Reykjavík árið 1960.

Samkvæmt þessu var það um fimmfalt almennara að taka strætisvagn fyrir um hálfri öld en nú. Á þessum tíma hefur byggðin þanist út og einkabíllinn tekið yfir hlutverk strætó að svo miklum hluta, að á annatímum liggur við umferðaröngþveiti þegar verst lætur, en á hinn bóginn hafa versnandi almenningssamgöngur, lág ferðatíðni vagna og lélegar tengingar hverfa á milli, myndað hvata að enn frekari umferð einkabíla.

Umfangsmikil og dýr, mislæg gatnamót og við-bótarakreinar munu fyrst og fremst færa vandann úr einum stað í annan, og breytir því ekki, að það kostar ekki einungis að aka, á tímum sífellt hækkandi orkuverðs, heldur einnig að geyma bíl í stæði, þegar við blasir að lóðarverð fer einungis hækkandi á eftirsóttustu stöðum í borgarlandinu.

Sérstakar akreinar fyrir sporvagna, léttlestir eða hraðvagna kljúfa umferðina enn frekar og eru ekki þess eðlis að þær myndu almennt þjóna nema þéttbýlustu byggðakjörnum og fjölmennustu atvinnusvæðum, og væri þeim þó engu að síður þröngt skorinn stakkurinn hvað varðar leiðaúrval, en stórir hlutar höfuðborgarsvæðisins byggju enn við strjálar strætisvagnasamgöngur og áfram sama hvatann til reksturs á einkabíl.



Af hvaða tagi sem sérleiðavagnar væru, hvort sem væru lestir eða liðvagnar, á spori eða ósporbundnir, er ljóst að nýting leiðanna væri afar slök. Átta þúsund fermetrar að lágmarki væru fráteknir fyrir hvern kílómetra tvístefnuleiðar vegna örfárra vagna á hverri klukkustund, hvað þá á kvöldin, um nætur og um helgar, þegar ferðatíðni hálfþómra vagnanna væri enn skorin við nögl. Svo fáfarnar sem þessar leiðir væru samanborið við samsvarandi fjöflutningaleiðir heimsborganna, væru þær engu að síður stefnumarkandi sem risastór pennastrik inn í skipulag framtíðar og fengju börn okkar eða barnabörn varla rönd við reist – því þarna, meðfram þessum leiðum, skyldi borgin fyrst og fremst vaxa.

Eða eru til aðrar leiðir – úr einum stað borgarlandsins í annan, úr einu hverfinu í annað, frá nánast hvaða stað sem væri til næstum allra staða, og þó svo að leiðirnar væru nokkuð hlutlausar gagnvart skipulagi framtíðar? Net jarðbrauta fyrir sjálfkeyrandi vagna er væri alls óháð annarri umferð, og snerti lítið hinar ýmsu lagna-leiðir, heitt vatn og kalt, rafmagn, ljósleiðara, síma, fráveitur – og leysti strætisvagna nær alfarið af hólmi og almenningsvagna ferðamanna að talsverðu leyti? Auk þess sem brautar-netið, þá aðallega ofanjarðar og

yfirbyggt, lægi út á Reykjanes og tengdist Keflavíkurflugvelli, Reykjanesbyggð, Vogum, Bláa lóninu og Grindavík með órofa, samfelldum hætti. Slíkt net myndi stuðla að verulegri jöfnun fasteignaverðs á höfuðborgarsvæðinu, auk þess sem Suðurnesjabyggðir myndu standa mun jafnar að vígi en ella.

Heimsborgir státa af jarðlestakerfum – metró – sem jafnframt mynda grundvöll tilveru þeirra. Rándýrt net samgönguæða reynist þó í raun kosta fjarska lítið þegar tillit er tekið til þess að það er greitt af gríðarlegum fjölda farþega á degi hverjum.

Ítrustu sviðsmyndir Svæðisskipulags Höfuðborgarsvæðisins 2015-2040, gera ráð fyrir að almenningssamgöngur muni anna yfir 60 milljónum ferða á

árinu 2040, svo sem hér hefur verið vitnað til. En leiðanet sem biði upp á mun fleiri og þjálfi ferðamöguleika en með hefðbundnum strætisvögnum og hraðvögnum eða léttlestum væri mjög líklegt til að laða að enn fleiri farþega, ekki síst í ljósi þess hve órofa tengsl við Suðurnesjabyggðir og Keflavíkurflugvöll myndu efla slíkt kerfi.

Er þá gerlegt að reka metrókerfi á höfuðborgarsvæðinu er væri af stærðargáðunni 150 til 200 þúsund ferðir á virkum degi í stað þess að telji mörg hundruð þúsunda eða hlaupi jafnvel á milljónum? Heildarfjöldi ferða á öllu höfuðborgarsvæðinu væri þá e.t.v. um 30 til 40 milljónir á ári allra fyrstu rekstrarárin en um eða yfir 60 milljónir áratug síðar, en þar til viðbótar mætti reikna með um 5 milljónum ferða á Suðurnesjaleið til að byrja með, eða e.t.v. um 8 til 10 milljónum áratug síðar, aðallega vegna Keflavíkurflugvallar og einnig Bláa lónsins, er reyndar myndu skila um tífaldri stærðargráðu farþegakílómetra miðað við ferðir um höfuðborgarsvæðið.

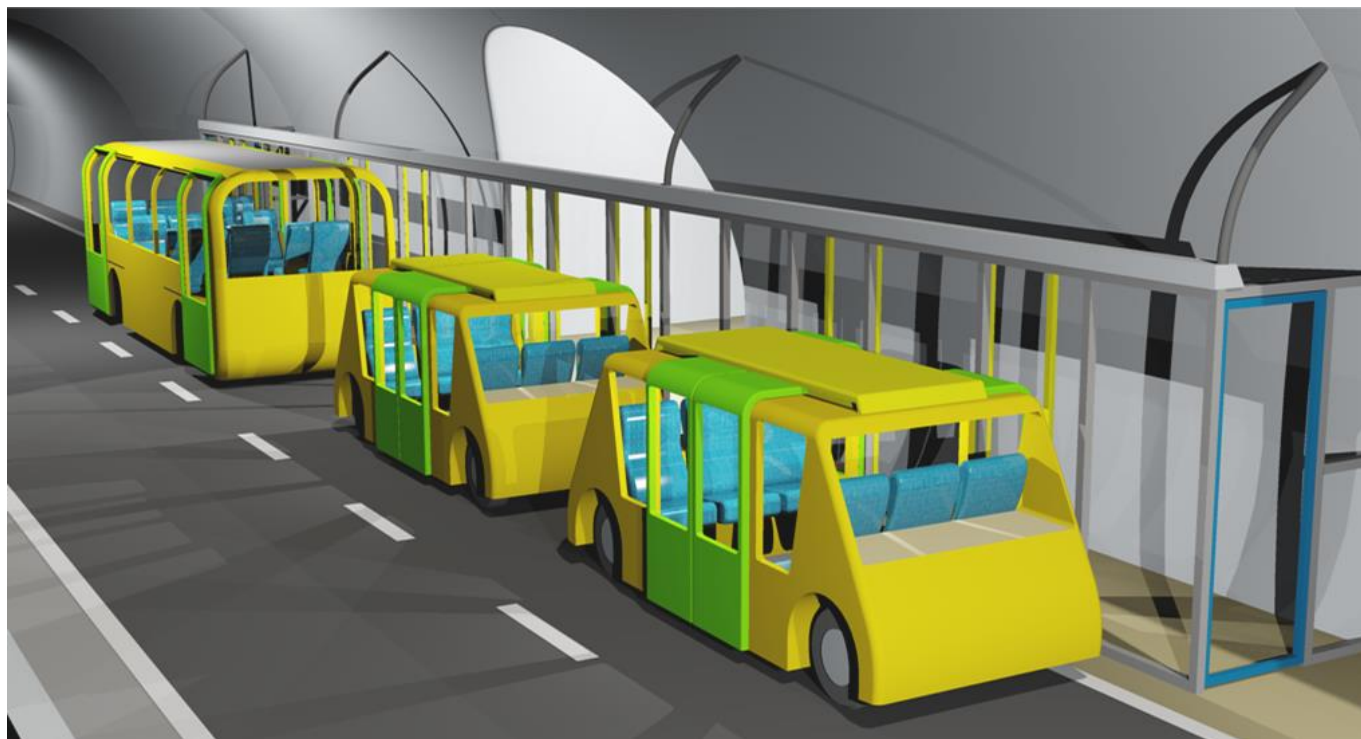


Helstu forsendur

Samkvæmt framreikningi um mannfjölda gætu íbúar höfuðborgarsvæðisins verið orðnir um 233 til 242 þúsund talsins árið 2025 og 250 til 280 þúsund árið 2040.² Varfærnustu spár gera jafnframt ráð fyrir að fjöldi ferðamanna vaxi um milljónir á sama tíma og munu ferðamenn á höfuðborgarsvæðinu því telja tugi þúsunda á hverjum tíma. Íbúar og ferðamenn með viðdvöl á svæðinu gætu því alls talið um 260 til 270 þúsund árið 2025 eða e.t.v. um 300 þúsund árið 2040.

Hlutfall íbúa sem nota almenningssamgöngur vegna ferða til og frá vinnu í vestrænum borgum er einna hæst í Varsjá, 60%, New York, 55%, London, 44%, Prag og Stokkhólmi, 43%, og í Kaupmannhöfn, 36% (auk 26% hjólandi),³ en með lægsta móti í Reykjavík og á höfuðborgarsvæðinu, eða á bilinu 4% til 5%.

Svæðisskipulag höfuðborgarsvæðisins 2015 til 2040 gerir ráð fyrir að ferðir með almenningssamgöngum gætu talið yfir 60 milljónir á árinu 2040 ef léttlestir verði kjölfesta samgangnanna, en það myndi jafngilda um 20-25% allra ferða. Væru þá ótaldir flugfarþegar af Keflavíkurvelli, gestir Bláa lónsins og íbúar á Suðurnesjum, sem jarðbrauta-



netið tæki ekki síður mið af. Ísavia spáir því að heildarfjöldi farþega sem fari um Keflavíkurvöll muni verða um 10 milljónir árið 2030 frá því vera nú um 4 til 5 milljónir,⁴ og er ekki óvarlegt að ætla að gestir Bláa lónsins, sem voru um 750 þúsund talsins árið 2014, verði e.t.v. um 1200 til 1300 þúsund um þetta leyti, sem myndi jafngilda um 2,5 milljónum ferða einungis þess vegna árið 2030. Þar til viðbótar má gróflega áætla að Suðurnesjamenn sjálfir færu a.m.k. um 500 þúsund ferðir á ári er tengdust höfuðborgarsvæðinu. Alls væru það þá um 13 milljónir ferða á ári er tengdust Keflavíkurflugvelli og Suðurnesjum í heild og því ekki óvarlegt

að ætla að um 7 milljónir manna á ári kysu ferðamáta er tengdist beint og órofið samfelldu jarðbrautaneti höfuðborgarsvæðisins. Að teknu tilliti til þess að lengd ferða á þessum hluta brautarnetsins væri almennt af tífaldri stærðargráðu miðað við venjulegar ferðir innan höfuðborgarsvæðisins, myndu 7 milljónir farþega af Suðurnesjum skila samsvarandi allmeiri tekjum á ári en 50 til 60 milljónir farþega á höfuðborgarsvæðinu einu, en þá skyldi hafa í huga að Suðurnesjafarþegar, flugfarþegar sem aðrir, væru að nýta sér höfuðborgarnetið frá upphafi eða til enda, að mestu leyti án annarra farkosta, sérleiðabíla, leigubíla, strætisvagna eða einkabíla.

² Höfuðborgarsvæðið 2040 – fylgirit 3: Þróun og framreikningur íbúafjölda á höfuðborgarsvæðinu, kafli 6 – http://ssh.is/images/stories/Sóknaráætlun/Lokaskýrslur/Vaxtarsamningur/mannfjöldi_lokaskýrsla_NET.pdf

³ Modal share – http://en.wikipedia.org/wiki/Modal_share

⁴ Ævintýrleg aukning í flugumferð á Íslandi, RÚV 30 júlí 2015 – <http://www.ruv.is/frett/aevintyraleig-aukning-i-flugumferd-a-islandi>

Um 130 kílómetra langt brautakerfi, víðast hvar tveggja akreina, með um 190 misstórum brautarstöðvum, gæti annað öllu höfuðborgarsvæðinu á þann hátt að óviða væri lengra en 400 metrar í næstu stöð en vegalengd væri annars oftast á bilinu 100 til 300 metrar, og þá yfirleitt því styttri sem byggð væri þéttari.

Mælt frá Straumsvík, í jaðri höfuðborgarnetsins, væri braut til Keflavíkflugvallar um 33 kílómetrar að lengd, af þeirri leið væru um 8 km í Bláa lónið og 4 km þaðan til Grindavíkur, og leggur í Voga og leiðir um Reykjanesbæ um 5 kílómetrar. Alls væri brautin um Suðurnes því um 50 kílómetra löng. En Sandgerði og Garður kæmu tæpast til álita á þessu stigi vegna vegalengda og lágrar ferðatíðni.

Á drjúgum hluta leiðar lægi Suðurnesjabrautin ofanjarðar, og þá ávallt yfirbyggð, en á köflum um göng, sérstaklega í Reykjanesbæ og grennd og e.t.v. á hluta leiðar milli Bláa lóns og Grindavíkur. Yfirbyggðir hlutar væru glerjaðir að miklu leyti, enda mikilvægt að hafa útsýni úr vögnum til að gera ferðir meira aðlaðandi, og enda snöggum lengri leið að fara heldur en einungis innan höfuðborgarsvæðisins.

Kerfið væri allt lokað, óháð veðri og vindum, óháð snjó, klaka og bleytu. Vagnar væru rafknúnir og alfarið sjálfstýrðir og sjálfkeyrandi, um tólf hundruð 6 farþega, 6 sæta vagnar, er aðallega flyttu farþega milli hvaða brautarstöðva sem væri, að frjálssu vali, og um fimm hundruð 20 til 25 farþega vagnar, með

sætum fyrir 12 til 15 manns, er aðallega fylgdu föstum áætlanum á fjölfarnari leiðum.

Leiðir væru yfirleitt tveggja akreina, með einföldum öryggisgangreinum til hliðanna beggja vegna – væri heildarbreidd brauta þá alls um 6 metrar. Stöðvaðist vagn á braut af einhverjum sökum væri því ávallt rúm fyrir aðra vagna til að komast fram hjá og væri fólk utan vagna á braut væri rúm fyrir það á gangreinunum til hliðanna þótt vagnar ækju fram hjá. Þannig væru uppfylltar ströngustu öryggiskröfur um óheft rými á braut í neyðartilvikum þótt hin almenna regla væri ávallt og ávallt sú að brautir væru mannlausar og að vagnar ækju viðstöðulaust milli stöðva. En öruggustu kerfi gera ráð fyrir viðbúnaði af ólíklegustu sökum, sama hve sjaldgæfur óvæntur atburður kann að vera og þó að aldrei kynni að henda.

Vegna sjálfstýringarinnar væri það ávallt á valdi kerfisstjórnar hvernig leiðir væru nýttar – sem tvístefnuleiðir eða í tveggja akreina einstefnu, allt eftir því hver flutningsþörfin væri á hverjum tíma – en sá möguleiki að geta nýtt báðar akreinar í sömu akstursstefnu á köflum yki nýtni brautanetsins verulega þegar ferðastrumur lægi aðallega í aðra áttina. Þá myndu vagnar nýta jöfnum höndum alla breidd vegklæðningar og því allt eins aka með hjólin á sitthvorri akreininni þegar svo bæri undir og umferð leyfði eða vera sem næst kanti þegar vagnar mættust. Slit vegklæðningar væri því nokkuð jafnt yfir alla breiddina og brautirnar eftir því öruggari og viðhald þeirra jafnframt ódýrara.

Miðað við 26 fm brúttó þverskurðarflatarmál ganga og stokka til jafnaðar (sem jafngildi e.t.v. um 21 fm nettó flatarmáli innan klæðningar), að því meðtöldu sem til félli vegna brautarstöðva, þyrfti að fjarlægja um 3,5 milljónir rúmmetra af föstum jarðefnum á höfuðborgarsvæðinu (sem samsvarar alls um sexföldu holrúmi Héðinsfjarðarganga, 580 þús. rúmmetrum, án klæðningar⁵).

3,5 milljónir rúmmetra af föstum jarðefnum myndu ef til vill svara til um 5 milljóna rúmmetra af þjöppuðum fyllingum, en það jafngildir um 700 þús. fermetrum, 70 hekturum eða 0,7 ferkílómetrum lands miðað við 7 metra meðalþykkt fyllinga. Það er nokkuð minna en flatarmál allra Sundahafnarfyllinga en vel rúmlega flatarmál allra Örfyrirseyjarfyllinga, sem er tæpur hálfur ferkílómetri, en kynni gróft á litið að samsvara drjúgum hluta fyllinga undir Lönguskerjaflugvöll en dygði þó tæpast til. Innanlandsflugvöllur sem lægi með norður- og austurströnd Bessastaðaness og að hluta út í sjó í norður, austur og vestur krefðist e.t.v. um helmings þessa fyllingarmagns, það sem þá eftir stæði gæti hentað t.d. í fyllingu undir Örfyrirseyjar-Akureyjarbyggð eða á öðrum stöðum þar sem byggð væri áformuð á fyllingum, til dæmis á Geldinganesgranda, auk þess sem nýta mætti í sjóvarnargarða og til hafnargerðar, gatna- og vegagerðar.

⁵ Héðinsfjarðargöng 2006-2009 – [http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Hedinsfj_Kynningarbaeklingur/\\$file/Kynningarb%C3%A6klingur-4b.pdf](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Hedinsfj_Kynningarbaeklingur/$file/Kynningarb%C3%A6klingur-4b.pdf)

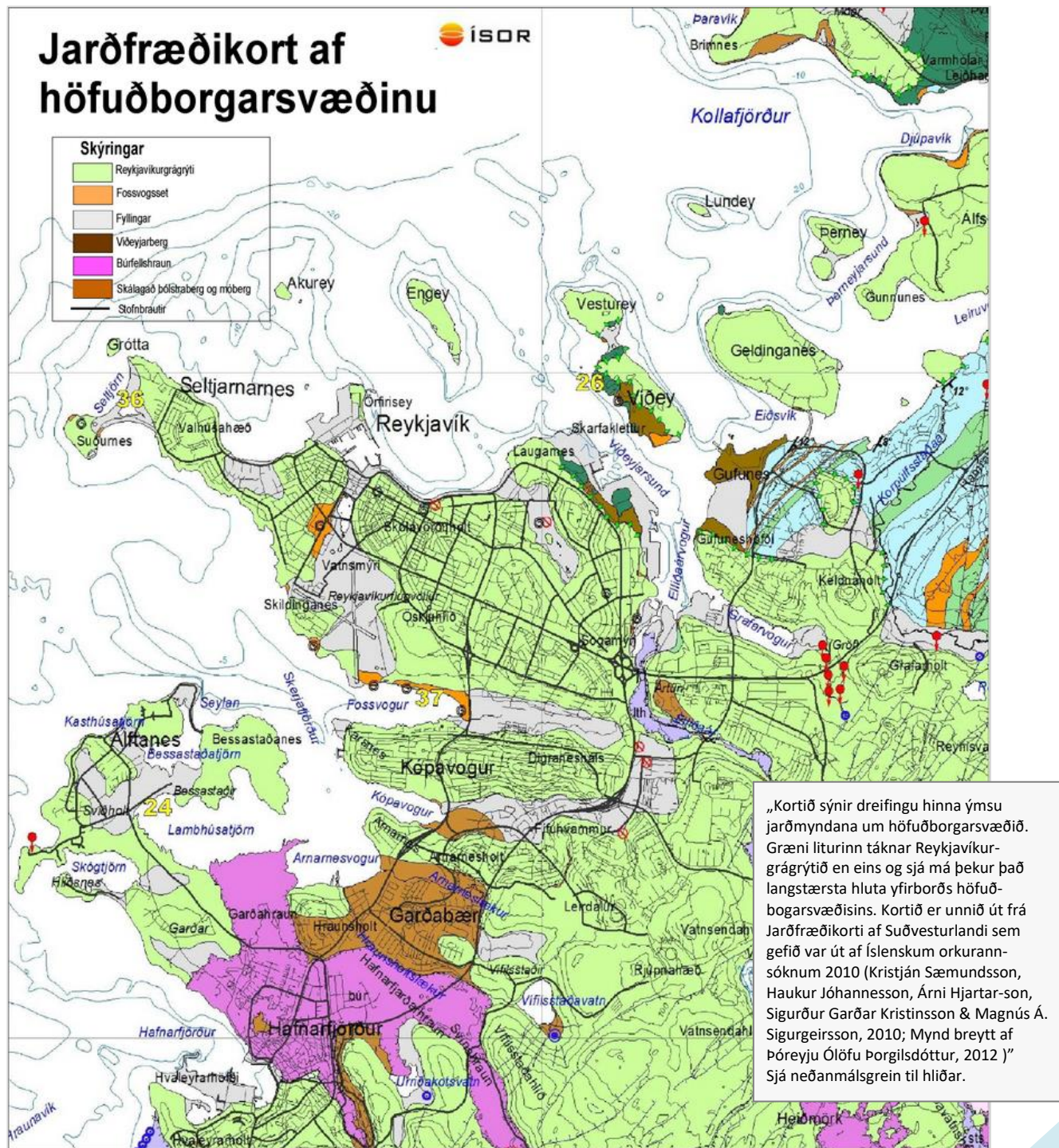
Jarðfræðin

Í ritgerð sinni, *Jarðfræði höfuðborgarsvæðisins með tilliti til jarðlestarkerfis*⁶, kemst Þórey Ólóf Þorgilsdóttir að þeirri niðurstöðu, „að berggrunnur höfuðborgarsvæðisins henti nokkuð vel til byggingar jarðlestarkerfis“ (bls. vi og 31). En Reykjavíkurgrágrýtið þekur stærstan hluta höfuðborgarsvæðisins og er talið nokkuð gott jarðgangaberg, í styrkleikaflokki 1 og 2 – SF1 og SF2 (bls. 19):

Mikill kostnaðarmunur er á jarðgangagerð eftir styrkingaflokkum (SF). Talið er að kostnaður vegna styrkinga sé um fimmtungi meiri fyrir SF2 heldur en SF1, um helmingi meiri fyrir SF3 og tvöfalt meiri fyrir SF4. Þetta byggir á reynslutölum úr fyrri jarðgöngum (Árni Hjartarson o.fl., 2007). Miðað við það sem er almennt vitað um jarðlagaskipan á höfuðborgarsvæðinu ættu jarðlestargöng að mestu að lenda í Reykjavíkurgrágrýtinu.

Þó að það kerfi sem hér er til umræðu byggi á stökum, mjög mörgum smávögnum en ekki á fáum, stórum lestarvögnum, er um jarðlægt kerfi að ræða, er fyrst og fremst væri í göngum á höfuðborgarsvæðinu en kynni þó að vera að einhverju leyti í stokkum og e.t.v. á stöku stöðum ofanjarðar, en þá yfirbyggt.

⁶ *Jarðfræði höfuðborgarsvæðisins með tilliti til jarðlestarkerfis* – Þórey Ólóf Þorgilsdóttir. Ritgerð sem hluti af BS-gráðu í jarðfræði. Háskóli Íslands 2012. http://skemman.is/stream/get/1946/11946/30158/1/%C3%9E%C3%93%C3%9E_BS.pdf

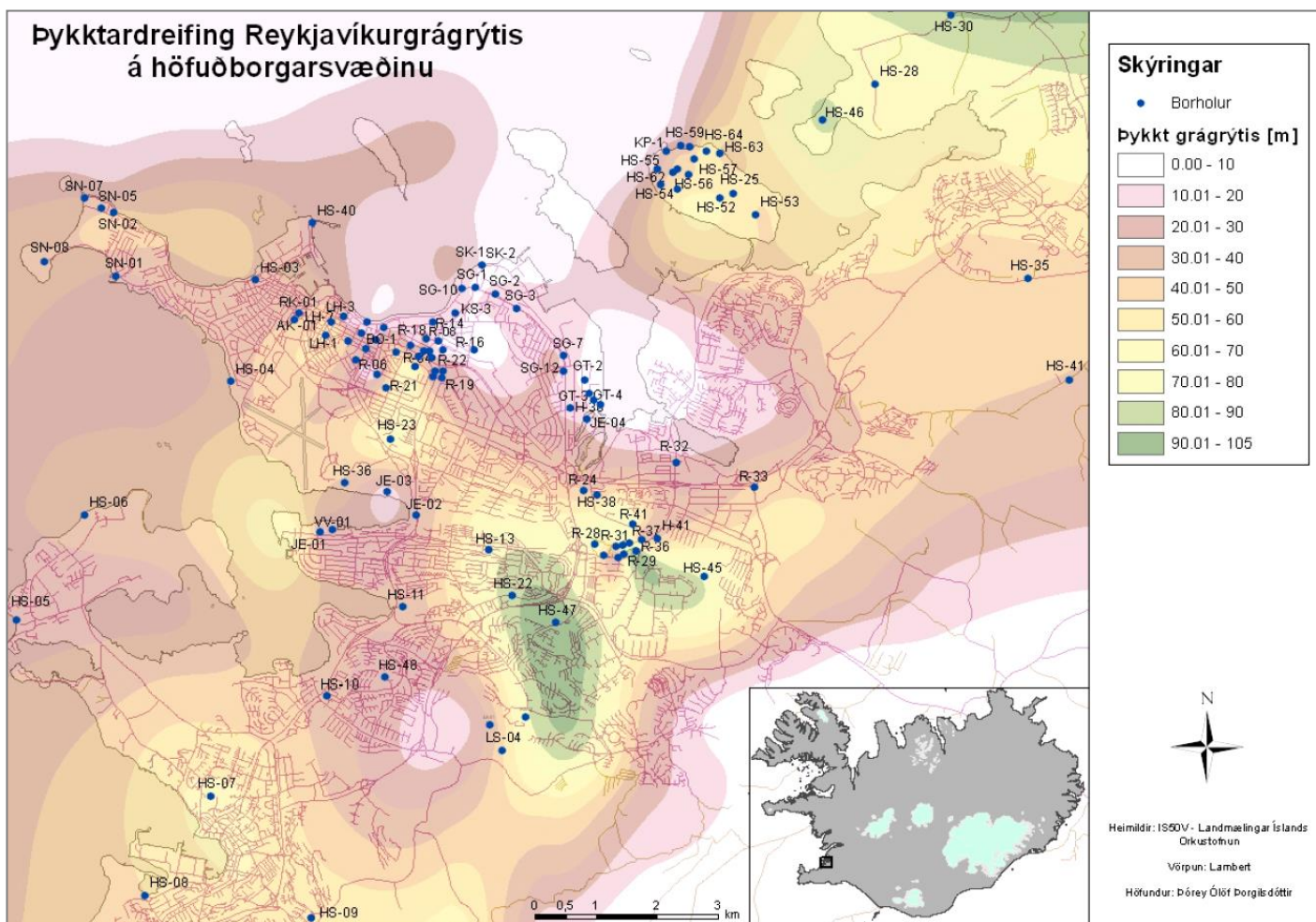


Reykjavíkurgrágrýtið, táknað með grænum lit á jarðfræðikortinu á bls. 6, en í mismunandi litum eftir þykkt á myndinni hér til hliðar, myndaðist á síðari skeiðum ísaldar er hófst fyrir um tveimur og hálfri milljón ára en lauk fyrir um 10 þúsundum ára, og þekur það langstærstan hluta höfuðborgarsvæðisins. Það myndar berggrunn svæðisins að meginhluta, enda liggur það á köflum undir hinum ýmsu setlögum og fyllingum sem á fyrra kortinu má sjá, og víða út undir sjávarmál einnig, auk þess sem t.d. Búrfellshraun, er rann fyrir rúmum 8000 árum, þekur grágrýtið að stórum hluta í Hafnarfirði.

Elsta sýnilega berg höfuðborgarsvæðisins, Viðeyjarberg, er rann úr Viðeyjareldstöð á fyrri hluta ísaldar, rís upp úr grágrýtinu og öðrum yngri jarðlögum umhverfis sundin milli lands og eyjar, svo sem merkja má í Viðey sjálfri og í Geldinganesi, Gufunesi og meðfram Sundahöfn. Það er táknað í dökkbrúnum lit á kortinu á bls. 6.

Umfang Reykjavíkurgrágrýtisins kemur berlega í ljós á myndinni hér til hliðar, auk þess sem myndin lýsir breytilegri þykkt bergsins á mismunandi svæðum. Berglögin eru því þynnri sem þau eru lituð fölbleikari, þynnst innan við 10 metra, en því þykkari sem þau eru brúnri, gulbrúnri og út í grænt þar sem þau eru þykkust, um 80 til 100 metrar. Ljósustu svæðin gefa á hinn bóginn til kynna hvar grágrýtið hefur ekki náð að þekja Viðeyjarbergið eða önnur jarðlög nema þá í mjög litlum mæli. (Hafa ber í huga að kortið er ónákvæm tölvugerð nálgun út frá misáreiðanlegum borholugögnum.)

Þykktardreifing Reykjavíkurgrágrýtis á höfuðborgarsvæðinu



Fyrir tíma Reykjavíkurgrágrýtisins en eftir myndun Viðeyjarbergs urðu til þær jarðmyndanir sem Elliðavogslög nefnast. Þetta eru setlög sem eru mynduð bæði í sjó og á þurru landi á hlýskeyði ísaldar, þegar talið er að svæðið hafi verið alveg íslaut, og liggja þau að mestu á milli Viðeyjarbergs og Reykjavíkurgrágrýtisins.

Þykkt Elliðavogslaga er mjög mismunandi eða allt frá örfáum sentimetrum upp í tugi metra, eða um 15 metrar í Ártúnshöfða, 8 metrar á Háubökkum, og í Gelgjutanga er þykkt þeirra um 30 metrar. Neðsti hluti setlaganna er úr jökulbergi en fyrir ofan það tekur við leirstein, sem er í raun sjávarset sem myndaðist eftir að jökullinn hropaði og sjórinn fylgdi á eftir honum inn á land. Ofan á sjávarsetinu liggja strandmyndanir úr ýmsu bergi og

efst má finna lag af surtarbrandi sem myndaðist eftir að landið reis úr sæ. Surtarbrandur sést berum augum þar sem hann gægist undan grágrýtinu í Háubökkum, sem eru friðlýst náttúruvætti er liggur að Elliðavogi fyrir neðan götuna Súðarvog. Setlögin draga því nafn sitt af Elliðavogi þótt þau nái mun víðar eða allt ofan frá Brimnesi á Kjálarnesi og suður á Álftanes.

Yngstu jarðmyndanir á höfuðborgarsvæðinu eru hin svokölluðu Fossvogslög. Talið er að þau hafi hlaðist á mjög skömmum tíma eða einungis á nokkrum öldum, og þá ummyndast að mestu leyti í setberg, fyrir um 11 þúsund árum. Svo sem sjá má á jarðfræðikortinu á bls. 6 hylja setlögin Reykjavíkurgrágrýtið á strönd Skerjafjarðar og á svæði sem nær frá Háskóla Íslands að Hólavallakirkjugarði við Suðurgötu, og einnig gætir svipaðra setlaga allra vestast á Sel-tjarnarnesi. Setlögin eru aðallega samsett af jökulurð og fínkorna silt- og sandsteini og bendir ásýnd þeirra til þess að virkur jökuljaðar, sem náði fram í sjó, hafi teygst sig frá Reykjanesskaganum fram í Fossvoginn og þá skriðið fram og hopað á víxl.

Á þessum grunni, sem hér hefur verið lýst, myndi jarðbrautaneti höfuðborgarsvæðisins vera búinn staður, eftir því sem jarðlög svæðisins þættu ákjósanlegust til gangagerðar. Kaflinn *Jarðfræði svæðisins* í ritgerð Þóreyjar Ólafar Þorgilsdóttur, sem vitnað er til í upphafi þessa jarðfræðipáttar, er lagður til grundvallar lýsingunni, og er að miklum hluta til endursagður í stuttu máli, auk þess sem jarðfræðikortin tvö eru þaðan fengin.

Að lokinni jarðfræðilýsingu höfuðborgarsvæðisins í ritgerð sinni vikur Þórey síðan að mati á berggæðum og lekt hinna ýmsu jarðlaga. Á höfuðborgarsvæðinu eru engin jarðgöng og verður því ekki tekið mið af beinni reynslu heldur fyrst og fremst af borkjarnasýnum sem hafa verið tekin á svæðinu af ýmsu tilefni í tímans rás, auk þess sem hitastigulsholur frá ýmsum tíma gefa nokkrar vísbendingar þótt þær hafi ekki skilið eftir sig jarðlagakjarna til greiningar. Við ýmsar rannsóknir hefur svo fyllri mynd verið leidd af líkum en engu að síður má ljóst vera að mun nákvæmara mat þyrfti að gera á jarðfræði og berggæðum höfuðborgarsvæðisins ef hugað yrði að gerð jarðbrautanets.

Meginniðurstöður berggæðamats í kjölfar hinna ýmsu athugana og rannsókna gefa til kynna að Reykjavíkurgrágrýtið sé almennt nokkuð vel fallið til gangagerðar og að Viðeyjarberg sé ekki síðra. Elliðavogslögin, sem liggja að mestu á milli bergtegundanna hinna tveggja, henta á hinn bóginn fremur illa og væri göngum því yfirleitt fundinn staður fyrir ofan eða neðan þau. Svipuðu máli gegnir með Fossvogslögin, að svo litlu leyti sem þau kæmu til álita. Þegar kemur suður fyrir Kópavog fer að bera nokkuð á móbergi með óreglulegri lagskiptingu og er það talið allgott til jarðgangagerðar þótt sundurleitara sé en grágrýtið.

Lekt berglaga er almennt því minni sem þau eru eldri, enda þéttist berg yfirleitt með tímans rás og holur og sprungur í því fyllast. Lekt Viðeyjarbergs er almennt talin lítil en mun líklega vera nokkur í

grágrýtinu og ætla má að lekt Elliðavogslaga sé oft á bili milli berglaganna hinna tveggja.

Vatnsþrýstingur hefur bein áhrif á lekt, og eðlilega er þrýstingurinn því meiri sem lengra er farið undir grunnvatnsborð. Í göngum gegnum fjallgarða með miklu vatnasvæði er þrýstingurinn því mun meiri en myndi almennt vera í göngum á höfuðborgarsvæðinu enda væri þar óvísanlegt farið langt undir grunnvatnsborð. Lekt verður aldrei þétt fullkomlega og væru því dælubrunnar neðst í lægðum ganga alls staðar þar sem þau lægju undir grunnvatnsborði, eða sjó, líkt og í Skerjafirði og Elliðavogi, og vatn næði ekki að streyma sjálfrennandi burt.

Auk þess sem hér hefur verið stuðst við ritgerð Þóreyjar Ólafar hefur Árni Hjartarson jarðfræðingur veitt höfundi upplýsingar og stuðning við samantekt þessa jarðfræðipáttar jafnframt því að Árni á drjúgan þátt í heimildum Þóreyjar. Viðhorf þeirra til gangagerðar út frá jarðfræðilegu sjónarmiði ber að sjálfsögðu ekki að túlka sem almenna skoðun þeirra á neinum einum samgöngumáta frekar en öðrum.

Á bls. 9 hér á eftir er hugmynd að jarðbrautaneti á höfuðborgarsvæðinu dregin mjög grófum dráttum ásamt braut er lægi um Suðurnes, frá Straumsvík til Reykjanesbæjar og Keflavíkurflugvallar með afleggjurum að Vogum og Bláa lóni og Grindavík. Auk þess sýnir smækkuð mynd af jarðfræðikorti ÍSOR dreifingu hinna ýmsu jarðmyndana um svæðið.

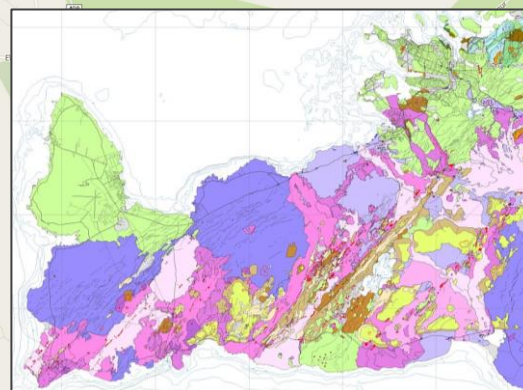
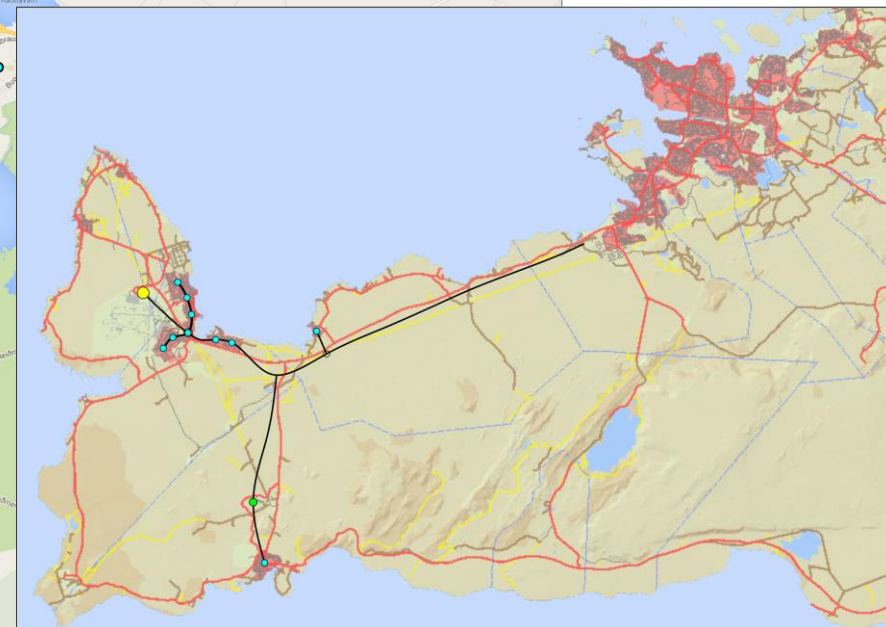


Hugmynd að jarðbrautaneti á höfuðborgarsvæðinu dregin mjög grófum dráttum ásamt braut er lægi um Suðurnes, frá Straumsvík til Reykjanessbæjar og Keflavíkurflugvallar með afleggjurum að Vogum annars vegar og Bláa lóni og Grindavík hins vegar.

Bakgrunnur jarðbrautanets á höfuðborgarsvæðinu:
www.google.is/maps/

Bakgrunnur Suðurnesjabrautar:
atlas.lmi.is/is50v/

Jarðfræðikort af Reykjanesskaga – hluti korts af Suðvesturlandi:
www.isor.is/jardfraedikort-af-sudvesturlandi



Með hliðsjón af þessari grófu hugmynd myndi jarðbrautanetið liggja að langmestu leyti í grágrýtinu á höfuðborgarsvæðinu að áliti Árna, en móberg kæmi einnig nokkuð við sögu sunnan Kópavogs. Almennt séð ættu sprungur og misgengi ekki að vera mikið vandamál því berggrunnurinn er víðast hvar lítið brotinn á þessu svæði. Jarðhiti er á hinn bóginn nokkur á köflum, í Laugardal, Elliðaárdal og víðar, en vegna þess hve göngin væru yfirleitt grunnstæð myndi hitinn tæpast skapa vandamál þó að ganga-hönnunin tæki að sjálfsögðu mið af þeim aðstæðum sem öðrum. Eðlilega væri og öll hönnun háð ströngu prófi gagnvart allri hugsanlegri náttúruvá, svo sem jarðhræringum, eldsumbrotum og sjávarflóðum.

Milli Straumsvíkur og Voga og sunnan Miðnesheiðar og Reykjanesbæjar er jarðlagagerðin hins vegar allt önnur en á höfuðborgarsvæðinu og víða óhentug til gangagerðar. Það lægi því yfirleitt beint við að leggja brautir um þetta svæði ofanjarðar enda er þar víðast hvar um land að fara án mikilla mishæða og utan þéttbýlis. Ávallt væri þó tekið mið af landslagi við mótun brauta, og vegna yfirbyggingarinnar væri auðvelt um vik að leggja þær í stokkum á stuttum köflum, er væru nær huldur af landslaginu, m.a. til að auðvelda aðgengi að svæðum, eða e.t.v. í stuttum göngum þar sem svo kynni að háttá til, t.d. hugsanlega um Lágafell undir rótum Þorbjarnar milli Bláa lóns og Grindavíkur.

Vestan Voga og norðan Seltjarnar og Hafna, allt út á Garðskaga, myndar grágrýti á hinn bóginn meginberggrunninn líkt og á höfuðborgarsvæðinu, svo sem greina má í grænum lit á litla jarðfræðikortinu á bls. 9. Frá jarðfræðilegu sjónarmiði myndi berggrunnur Reykjanesbæjar og nánasta umhverfis því vera nokkuð vel fallinn til gangagerðar þó að ávallt væri það háð mati á hverju svæði, þar sem annars staðar, með tilliti til umhverfis, kostnaðarhagkvæmni og byggðarsjónarmiða, hvort braut væri valin yfirbyggð leið ofanjarðar eða hún lögð um stökk eða í göngum.



Jarðbrautanet í hnotskurn

Stjórnkerfið

Margþætt staðarákvörðunarnet er innbyggt í allt brautarkerfið, rafsegulleiðarar með öllum brautum mynda sjálfstætt staðsetningarkerfi, sjálfstæð punkthnitakerfi önnur, auk þess sem hver vagn væri búinn margháttuðum skynjurum. Staða allra vagna er því metin á marga óháða, sjálfstæða vegu, svo að með samanburði á milli þeirra væri margfalt öryggi tryggt. Brygðist eitt kerfið, þá væru önnur til staðar, og þótt fleiri brygðust byggi hver vagn fyrir sig yfir margháttuðum sjálfstæðum upplýsingum um brautarnet og stöðu annarra vagna. Firðsjár í hverjum vagni næmu auk þess allar hreyfingar framundan og afturundan og til hliða, því til enn frekari tryggingar að allar hreyfingar væru hindrunarlaugar. Þar fyrir utan fengi miðstöð upplýsingar um allar hreyfingar vagns um sjálfstæðan sendi og gætu umsjónarmenn stýrikerfis hvenær sem væri gripið inn í og fjarstýrt viðbrögðum, teldu þeir sjálfstýringu vagns og spors ekki treystandi sakir einhvers. Tvívirkt kallkerfi væri milli miðstöðvar og vagna sem umsjónarmenn gætu komið boðum um til farþega eða á hinn bóginn farþegar gert vart við sig, hvort sem væri til að vara við hættu eða óska aðstoðar eða leiðbeininga af einhverjum sökum. Auk þess væru hreyfimyndavélar í öllum vögnum og á brautarstöðvum.

Heildarstjórn kerfisins snerist um að stýra flota vagna á þann veg að þeir önnuðu sem liðugast

eftirspurn á hverjum tíma og hverjum stað eftir fari. Stýringin færi að langmestu leyti eftir forrituðum ferlum og byggðist stýringin ekki sýst á reynslu liðins tíma – hverju mætti búast við á hverjum tíma – hvenær og hvar og hve mikil og hvers eðlis væri eftirspurnin á hverjum tíma, en þar að auki væri kerfið ávallt upplýst jafnóðum um hina ýmsu viðburði og hreyfingar fólks sem það sæi ekki sjálft fyrir, íþröttaleiki, tónleika og hvers kyns annað samkomuhald, og væru t.d. flugáætlanir ávallt ritaðar inn í kerfið. Vagnar væru því nánast alltaf til staðar á þeim stað og á þeirri stundu sem þeirra væri óskað, eða þeirra skammt að bíða, enda beindi kerfið tómun vögnum ávallt stystu leið þangað sem þeirra myndi helst vera að vænta.

Gjaldtaka

Gjaldstig væru fyrst og fremst þrenns konar. Ódýrast væri að taka áætlunavagna, sem gengju líkt og strætisvagnar eftir ákveðnum leiðum milli ákveðinna stöðva, en mun örur en þeir og oft mest allan sólarhringinn, líkt og jarðlestir stórborganna. Nokkuð dýrara væri að fara með deilivagni sem kynni þó að vera samnýttur með öðrum, eftir því sem kerfið tengdi ferðir fólks saman og sætapláss leyfði – deilivagnar færu því ekki ávallt alveg beinustu leið, er þeir deildu saman mismunandi brottfarar- og áfangastöðum fólks, en færu þó aldrei langt frá stystu leið hvers og eins. Ferð með deilivagni sem einungis væri farin til að tengjast áætlunarleið kostaði þó það sama og með áætlunavagni. Dýrast væri að taka einkavagn, en með honum ferðaðist

fólk eitt og sér, líkt og með leigubíl. En deilivagnar og einkavagnar, sem að byggingu væru alveg sömu vagnarnir, færu frá hvaða brautarstöð sem væri til hvaða stöðvar sem er, á hvaða tíma sólarhrings sem væri, allt eftir óskum. Litlum jafnt sem stórum vögnum væri þó úthlutað allt eftir þörfum, alls óháð því hvort áætlunavagnar, deilivagnar eða einkavagnar ættu í hlut.

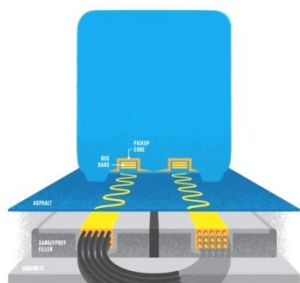
Gjald fyrir allar tegundir vagna væri jafnframt í hlutfalli við notkun, líkt og yfirleitt gildir um almenningssamgöngur, þannig að því tíðar sem ferðast væri því meiri afslættir væru veittir. Þá má ljóst vera, að gjald væri háð lengd ferðar að vissu marki. Vegalengd vægi þó fremur lítið í gjaldi áætlunavagna á höfuðborgarsvæðinu en heldur meira í gjaldi deilivagna og einkavagna. Á heildina lítið væru hinir ýmsu gjaldaliðir, gjaldstig, grunngjöld, afslættir og vegalengdargjöld, reikningsfræðilegt dæmi er miðaði að hámarksnýtingu alls jarðbrautarnetsins ásamt vögnum og brautarstöðvum og öðru sem því tilheyrði. Þannig væri t.d. veittur afsláttur af ferðum með einkavögnum í hlutfalli við fjölda farþega, þannig að því fleiri sem ferðuðust saman því lægra væri fargjald hvers og eins.

Vagnarnir

Vegna þess hve akbrautir væru sléttar, lausar við hraðahindranir og ójöfnur, og vel varðar fyrir veðri, snjó, klaka og ís, og lokaðar fyrir aðskotahlutum, væri hæð undir lægsta punkt vagna einungis um 10 sm, og þyngdarpunktur því lágur eftir því. Enginn greinarmunur væri á fram- eða afturhluta, enda

væru báðir hlutar eins, í raun spegilmyndir hvor af öðrum, þvert um miðju vagns, og gildi það jafnt um stærri gerðina, áætlunavagna, sem minni gerð vagna. Vagnar ækju einfaldlega í þá átt sem hent- aði hverju sinni, án nokkurs sérstaks snúnings. Hjóla-, drif- og stýrisbúnaður væri alveg sams konar, hvort sem kallað væri að framan eða aftan. Alstýring væri á öllum fjórum hjólum og sjálfstæð þannig að beita mætti á hvern veg sem væri á hvorum öxli – að sveigðu saman að sömu boglínu, en þannig er kleift að beygja mun krappar en ella, eða að einungis væri beygt á öðrum hvorum öxlanna eða í mismunandi hlutföllum á báðum, eða á hinn bóginn að öllum hjólum væri snúið á sama veg þannig að vagni væri hliðrað, t.d. í stæði.

Einn rafmótór væri á hvorum öxli eða hugsanlega sjálfstæður mótór byggður inn í hvert hjólanna fjögurra á hverjum vagni – en mjög sléttar, mis- fellulausar brautir, líkt og í kerfi þessu, henta einmitt mjög vel slíkum rafhjólalúnaði, sem eðli málsins samkvæmt nýtur ekki höggdeyfa eða



Þráðlaus rafhleðsla

fjöðrunar, enda hjólin neðan fjaður- búnaðarins. Á hvorn veg sem því væri háttað þá væru hreyflarnir jafnframt rafalar er mynduðu hleðslustraum inn á rafgeyma við hemlun. Rafgeymar væru litlir

og eftir því léttir, en rafhleðslubúnaður væri byggður inn í hluta akbrautanna, e.t.v. um sjöttung lengdar, sérstaklega þar sem aflþörf væri mikil, upp brekkur eða þar sem sérstakrar hröðunar væri þörf, frá brautarstöðvum og gatnamótum, auk þess sem samsvarandi hleðslubúnaður væri í vagnstæðum. Orkan væri tekin upp þráðlaust milli vegar og vagns beint inn á hreyflana ásamt því að vera hlaðið inn á geymana, enda væri orkuflæðið mun meira en sem svaraði notkun. Þess á milli, sem rafhleðslubún- aðurinn væri ekki til staðar, tækju hreyflarnir aflið beint frá geymunum.⁷

Stærri gerð vagna, 20 til 25 farþega, væri aðallega ætluð fyrir áætlunarferðir, en hinir minni, 6 farþega vagnarnir, væru þó einnig nýttir á áætlunarleiðum eftir því sem þörf krefði á annatíðum. Á samsvar- andi máta gæti stærri gerðin verið nýtt sem deili- vagn þegar tiltölulega meiri þörf væri fyrir þá en áætlunavagna. Einn- ig gæti stærri gerðin þjónað sem einkavagn fyrir stóran hóp, t.d. leikskólabarna, þegar slíkur vagn væri laus, í stað þess að hópnum væri úthlutað tveimur eða fleiri minni vögnum. Þannig myndi kerfið ávallt leita eftir

⁷ Um þráðlausan rafhleðslubúnað, sjá m.a. <http://olevtech.com/> og <http://spectrum.ieee.org/transportation/advanced-cars/the-allevlectric-car-you-never-plug-in>



bestu nýtingu vagna á hverjum tíma.

Minni vagnarnir, 6 sæta, 6 farþega, væru um 3,8 metrar á lengd, um 1,7 metrar á breidd og álíka á hæð. Tvíbreiðar rennihurðir væru beggja vegna og tvær 3ja sæta raðir er sneru mót hvor annarri en bókum í sitt hvora áttina, fram eða aftur, eftir akstursstefnu. Gott gólfrymi væri á milli, fyrir far- angur og vagna, kerrur, hjól eða hjólastól, auk þess sem leggja mætti sætissetur upp að bókum sæta.

Gólfíð væri 15 sm yfir vegi, í sömu hæð og brautar-



pallar, en lofthæð frá vagngólfinu um 1,5 metrar.

Stærri vagnarnir, 12 til 15 sæta, 20 til 25 farþega, með stæði fyrir 8 til 10 manns, væru um 6,6 metrar á lengd, um 2,1 metri á breidd og um 2,3 metrar á hæð. Rennihurðir væru beggja vegna til beggja enda, og milli þeirra gólf í 15 sm hæð frá vegi, í sömu hæð og brautarpallar, en lofthæð frá vagngólfinu væri um 2,15 metrar. Þarna væru stæði í sitthvorum enda vagnanna og rými fyrir farangur og vagna, kerrur, hjól eða hjólastól, en þar inn af, miðsvegar um vagninn, væri gólfíð þrepi hærra og fjórar til fimm 3ja sæta raðir, með tveimur sætum öðrum megin og einu hinum megin í hverri röð. Vagnar á flugstöðvarleiðum væru 12 sæta með aukið farangursrými en aðrir vagnar 15 sæta.

Hámarkshraði vagnanna væri e.t.v. allt að 100 km á klst, en væri þó ekki fullnýttur nema á sérstökum hraðleiðum, sérstaklega á Suðurnesjaleið, en hönnunarhraði brauta á höfuðborgarsvæðinu væri allt að 70 km á klst, þó ávallt eftir því sem aðstæður leyfðu. Meðalhraði ferða, frá brottfararstað til áfangastaðar, gæti verið allt að 60 km á klst á höfuðborgarsvæðinu, sérstaklega í deilivögnum og einkavögnum, eða um 1 km á mínútu – 10 km löng ferð tæki þá um 10 mínútur en 3ja km ferð 3 mínútur við góðar aðstæður, en ferð væri þó almennt heldur hægari á annatímum. Þó að ferð með áætluðum vögnum tæki e.t.v. heldur lengri tíma skyldi haft í huga að inn- og útkomur farþega í áætlunarvögnum væru yfirleitt frekar fáar, vegna smæðar vagnanna, samanborið t.d. við strætó eða lestir,

þeir stöðvuðu því yfirleitt frekar sjaldan á brautarstöðvum á leiðinni, en vagnarnir væru á hinn bóginn því fleiri og því styttra á milli þeirra. Meðalhraði á meginleiðum um Suðurnes gæti verið um 90 km á klst – ferð milli Keflavíkurflugvallar og miðju höfuðborgarsvæðisins, um 45 km leið, þar ef 30 km á hraðleið en um 15 km á hægari leið, gæti tekið um 35 mínútur, eða um 40 mínútur á annatíma.

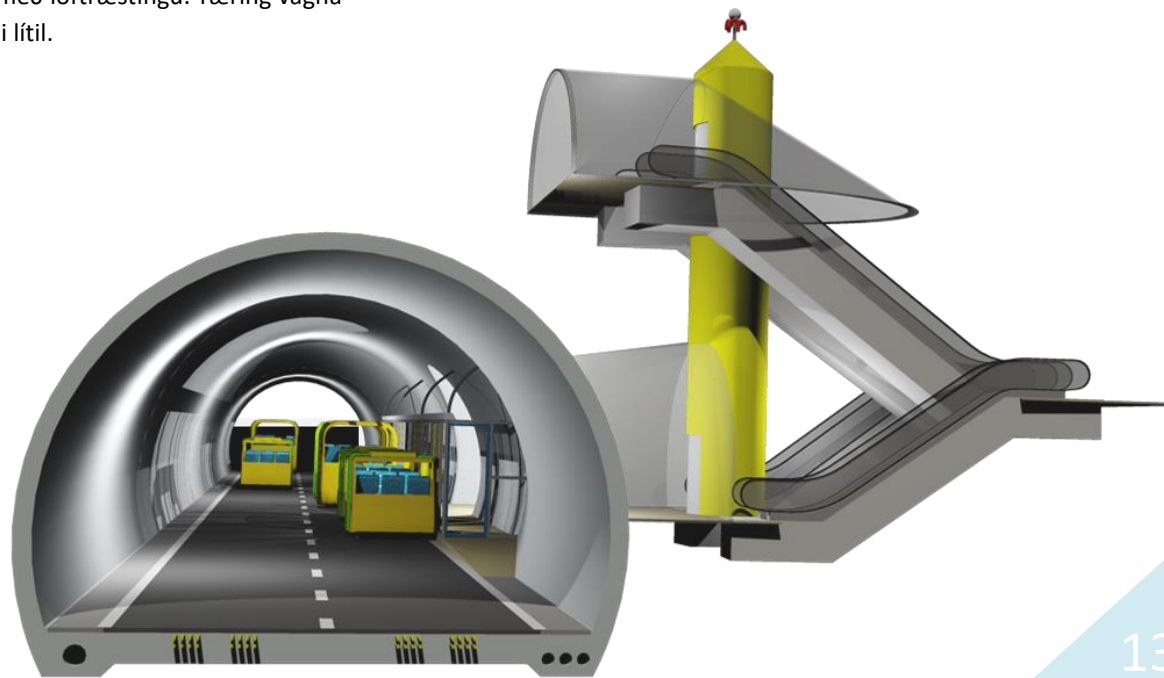
Ending vagna sem þessara væri til muna betri en venjulegra ökutækja og viðhald óverulegt. Þeir væru rafknúnir og slit vélarluta því afar lítið, rafgeymar þeirra væru litlir og kostnaður við endurnýjun geymanna eftir því lítill. Brautir væru allar sléttar og fjöðrunarbúnaður og burðarvirki vagna því laus við áhrif af streitandi höggum og slætti frá vegi. Regn, selta, snjór, krapi, klaki eða ísing væri hvergi til staðar en raka í göngum væri haldið í lágmarki með loftræstingu. Tæring vagna væri því hverfandi lítil.

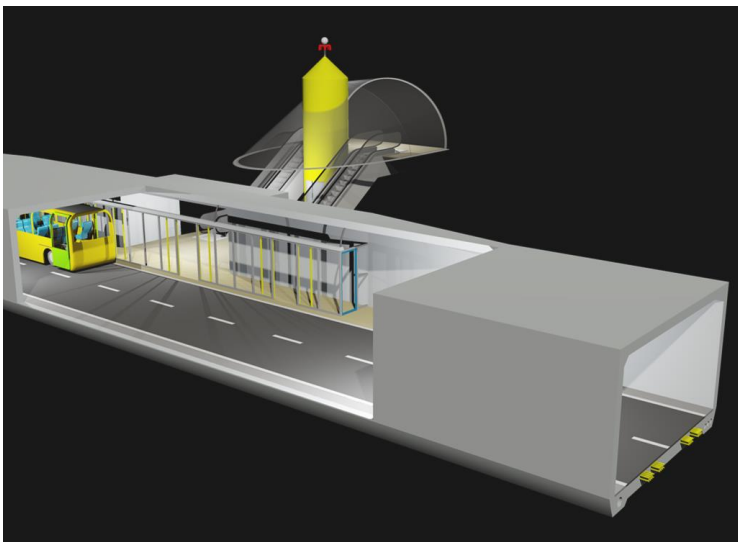
Brautarstöðvar

Brautarstöðvar væru alls um 192 talsins á höfuðborgarsvæðinu, þar af um 6 stórar stöðvar, 20 miðlungi stórar stöðvar og um 166 litlar stöðvar, flestar stöðvar neðanjarðar, á mismiklu dýpi eftir aðstæðum – á örfárra metra dýpi við stokka en e.t.v. á um 8 til 12 metra dýpi þar sem þær tengdust göngum.

Á Suðurnesjum væri 1 stór brautarstöð, og 1 miðlungi stór stöð og um 10 litlar stöðvar.

Stigahús allra neðanjarðarstöðva væru með lyftu og rúllustigum. Fordyri brautarstöðva er væru án tengsla við aðrar byggingar tækju lítið rými á jörðu uppi, eða um 40 til 50 fermetra. Fyrir miðju væri lyfta og rúllustigar sinn hvorum megin við lyftuna, lægi annar stiganna upp, hinn niður.





Lega stöðva gagnvart meginbrautum væri með ýmsu móti. Brautarpallar umferðarléttustu stöðvanna gætu legið beint að annarri akreininni af tveimur, væri hin akreinin þá notuð fyrir umferð í báðar áttir þegar vagn eða vagnar væru við brautarpallinn. Þar sem umferð væri meiri gætu göngin verið víðari með aukaakrein meðfram brautarpallinum þannig að gegnumumferð hefði tvær akreinar óheftar í báðar akstursstefnur. Þá gæti brautarstöð einnig verið sett niður við botnlanga sem tengdist meginbrautinni með T-gatnamótum, en fyrir enda botnlangans inn af brautarstöðinni væri rými fyrir vagnstæði þar sem vagnar væru geymdir þegar ekki væru not fyrir þá.

Á umferðarþyngri stöðum gæti brautarstöð verið sett niður í miðju innan hringlaga eða sporöskjulaga ganga sem tengdu saman tvær eða fleiri aðliggjandi meginbrautir. Brautarstöðin væri þá tengd hringlaga göngunum á tveimur stöðum, með tveimur gagnstæðum brautarpöllum, þannig að

hver pallur þjónaði aðallega umferð er lægi í gagnstæða átt við hinn.

Brautarlegg mætti einnig tengja á tiltölulega fyrirferðarlítinn hátt beint inn í kjallara stórhýsis, t.d. stórmarkaðar, sem þá hýsti brautarstöð, eða á hinn bóginn að gangaleggur væri tengdur inn á stokk sem endaði á yfirbyggðu svæði ofanjarðar, t.d. í flugstöð. Vegna þess hve auðvelt er að hafa stjórn á hraða allra vagna í sjálfvirkum, fjarstýrðum kerfum, þá geta brautarleggir tengst meginbrautum með krappri beygju á einföldum T-gatnamótum. Slíkur brautarleggur gæti síðan, til dæmis, legið úr 8 til 9 metra djúpum göngum upp á yfirborð um 65 til 90 metra langan stokk miðað við 10 til 12% halla á braut. Samsvarandi gangastokkur sem tengdist 4 til 5 metra djúpum kjallara byggingar væri þá helmingi styttri – eða álíka langur og með svipuðum halla og akbrautin af Katrínartúni niður í bílakjallara Höfðatorgs, nema að brautin lægi í kjallarann neðan frá í stað ofan frá.

Afköst brautarnetsins

Sé gert ráð fyrir helmings sætanýtni 6 farþega vagna á annatíma og þremur sjálfstæðum ferðum á klukkustund innan höfuðborgarsvæðisins, flytti hver slíkur vagn 9 manns á klukkustund. 900 slíkir vagnar flyttu þá um 8 þúsund manns á klukkustund.

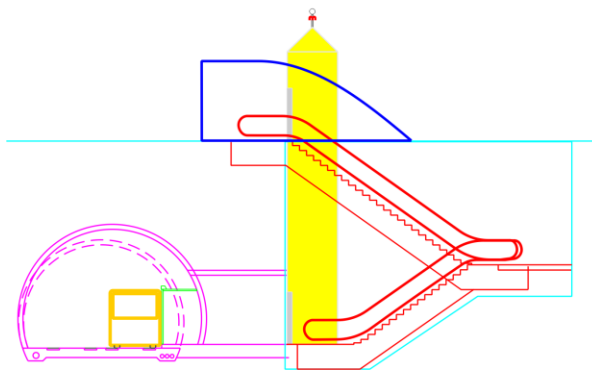
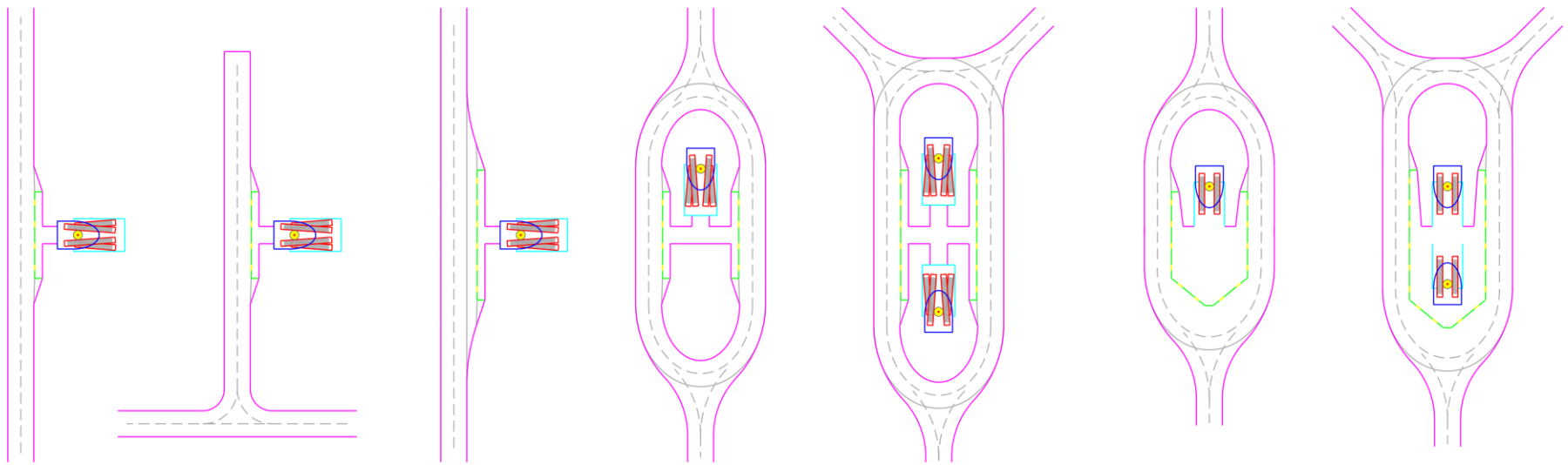
Miðað við að 20 farþegar ferðuðust að jafnaði með áætlunarvagni á annatíma innan höfuðborgarsvæðisins aðra leiðina, en 5 leiðina til baka, og að

hver vagn færi um 2 slíkar ferðir á klukkustund, hver ferð fram og til baka, flytti hver slíkur vagn um 50 manns á klukkustund. 350 áætlunarvagnar flyttu þá alls um 17 þúsund manns á klukkustund.

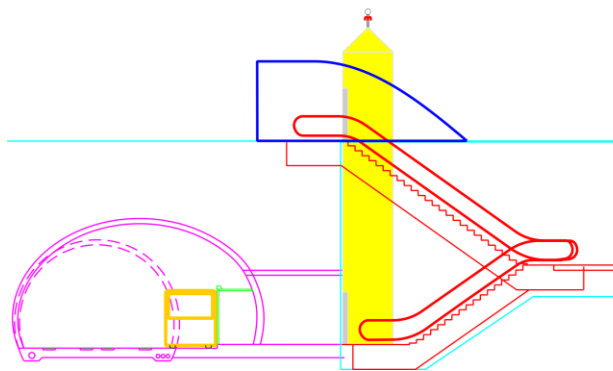
Alls afkastaði brautarnetið þá um 25 þúsund einstökum ferðum farþega á klukkustund innan höfuðborgarsvæðisins. En því meira jafnvægi sem væri milli búsetu og vinnustaða á höfuðborgarsvæðinu, þannig að ferðastrumar væru almennt álíka í báðar áttir, en ekki svo einhliða sem nokkuð víða er nú, þá myndi brautarnetið afkasta talsvert fleirum með sama fjölda vagna, eða e.t.v. um 35 þúsund ferðum farþega á klukkustund.

Miðað við að 12 til 14 farþegar ferðuðust að jafnaði með áætlunarvagni á annatíma á Suðurnesjaleið, til dæmis milli Kringlu og Flugvallar eða Bláa lóns, um 45 km leið, og að hver vagn færi um 1,5 ferðir á klukkustund, flytti hver slíkur vagn um 20 manns á klukkustund. 150 áætlunarvagnar flyttu þá alls um 3000 manns á klukkustund, eða sem svaraði um 1500 manns á klukkustund hvora leið.

Miðað við helmings sætanýtni 6 farþega vagna á annatíma og 1,6 sjálfstæða ferð á klukkustund, til dæmis milli Kringlu og Flugvallar eða Bláa lóns, flytti hver slíkur vagn 5 manns á klukkustund. 300 slíkir vagnar flyttu þá um 1500 manns á klukkustund, eða sem svaraði um 750 manns á klukkustund hvora leið.

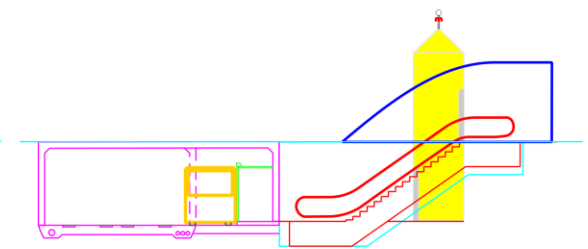


Alls afkastaði brautarnetið þá um 4500 einstökum ferðum farþega á klukkustund milli Kringlu og Flugvallar eða Bláa lóns, eða sem svaraði um 2250 manns hvora leið á klukkustund, og þó í reynd frá hvaða stað á höfðuborgarsvæðinu eða til hvaða staðar sem væri, samsvarandi og væri á Suðurnesjum. Gert er ráð fyrir nokkuð góðri nýtni á Suðurnesjaleiðum, enda brottfarar- og komufarþegar oft álíka margir á annatíðum, hvort sem er



vegna flugs eða Bláa lónsins. Nær full nýting allra vagna, fram og til baka, miðað við sama vagnafjölda, kynni engu að síður að geta skilað jafnvel 6000 einstökum ferðum eða sem svaraði til um 3000 manns hvora leið á klukkustund.

Í heildina tekið, að gefnum þessum forsendum, myndu 500 áætlunavagnar anna flutningi á um 20 þúsund manns á klukkustund og 1200 minni vagnar nær 10 þúsund manns, eða sem næst 30 þúsund



manns alls á klukkustund – en á hinn bóginn miðað við mjög góða nýtni e.t.v. um 40 þúsund manns.

Hefur þá ekki verið reiknað hve brautarnetið gæti annað mikilli fjölgun vagna. En miðað við jafna dreifingu 1700 vagna á tvær akreinar 180 kílómetra alls netsins, eða á alls 360 kílómetra, væru til jafnaðar um 210 metrar milli vagna. Það skyldi því vera rúm fyrir verulega fjölgun vagna – og þá samsvarandi mun fleiri farþega og fleiri ferðir.

Samskipti og viðmót

Samskipti notenda við kerfið færu aðallega fram í gegnum farsíma, með örgjörvakorti og um snerti-skjá á brautarstöðvum og í vögnum.

Upphaf ferðar með áætlunarvögnum væri staðfest með síma eða korti, og fjöldi farþega á sama reikningi tiltekinn, ef væru fleiri en einn, og ferðalok staðfest á samsvarandi máta með því að leggja síma eða kort að greiðslugátt á síðasta brautarlegg eða þegar komið væri á áfangastöð. Og líkt og í strætó myndu heiti stöðva framundan birtast á skjá í vagninum. En áætlunavagn stöðvaði þá því aðeins á stöð að stöðvunarkerki væri gefið eða á hinn bóginn að gefið hefði verið til kynna á brautarstöð, að þess væri vænst að vagninn stöðvaði þar og tæki farþega.

Deilivagnar og einkavagnar væru pantaðir með því að gefa til kynna brottfararstöð og fjölda farþega gegnum farsíma eða tölvu eða með örgjörvakorti um skjáborð brautarstöðvar. Hvenær sem væri á leiðinni gæti notandi breytt völdum áfangastað, sem hefði þó ekki áhrif á leið annarra um borð í deilivagni fyrr en eftir að ferð þeirra lyki nema um óverulega breytingu væri að ræða. Um farsíma eða annað tölvunet gæti hver og einn pantað deilivagn eða einkavagn á ákveðnum tíma og væri þá fært óafturkræft pöntunargjald á reikning viðkomandi. Sama gilti um einfalda pöntun á brautarstöð. Svar fælist í númeri brautarhliðs á viðkomandi brautarstöð og númeri vagns. Hlið að vagni opnaðist ekki nema sími eða kort, sem pantað hefði verið með, væri lagt að



greiðslugátt. Væri enginn til staðar þegar vagn staðnæmdist við hliðið færi vagninn leiðar sinnar eða biði næstu pöntunar, og þá undir nýju númeri, en héldi annars af stað með farþega. Pöntunargjald gengi svo upp í heildarfargjald að ferðarlokum, er greitt væri fyrir ferð með því að leggja farsíma eða örgjörvakort að greiðslugátt vagns.

Eftirlitsmenn, líkt og á brautarstöðvum erlendis, væru því færri til staðar sem minni brögð væru að undan-

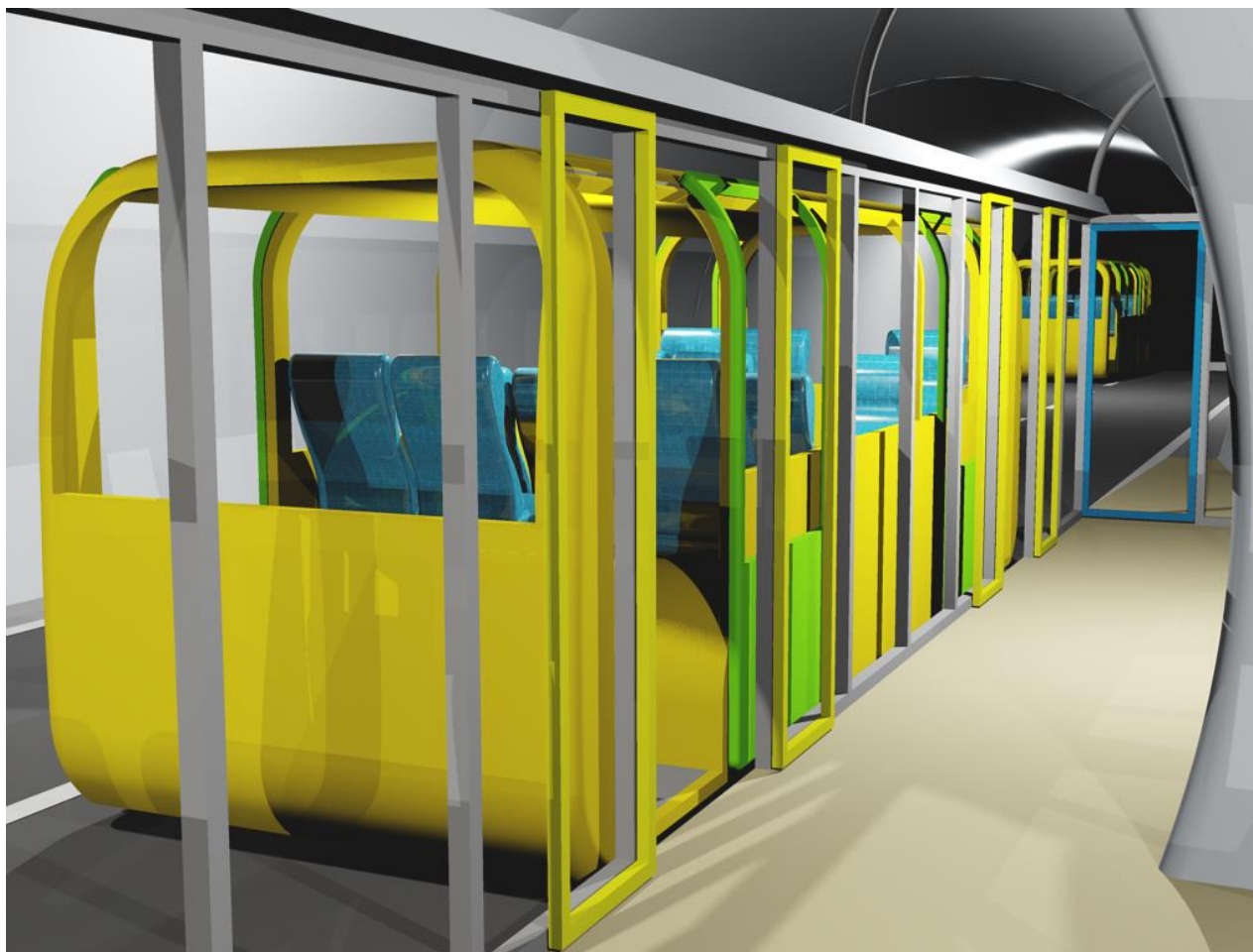
skotum, en ella fleiri. Jafnframt væri trygging á banka-reikningi lögð til grundvallar flestri skráningu inn í kerfið, t.d. þúsund krónur fyrir áætlunavagna, fimmtán hundruð krónur fyrir deilivagna og tvö þúsund krónur fyrir einkavagna. Sama gilti um áfyllingarkort, að ferð gæti ekki hafist nema að lágmarksupphæð væri inni á kortinu. Aldrei væri innheimt meira en sem næmi tryggingu en ítrekuð brot á inn- eða útskráningu vörðuðu tímabundnum missi réttar til að nýta sér

jarðvagnakerfið, líkt og tíðkast í samsvarandi greiðslukerfum almenningsvagna erlendis.

Jarðbrautanetið hefði þann kost umfram strætisvagna, hraðvagna eða borgarlestir að hægt væri að ferðast um það frá nær öllum stöðum til nær allra staða á skömmum tíma og á öllum tímum sólarhringsins árið um kring. Flutningshraðinn væri ekki háður ýkja miklum hraða vagnanna sjálfra sem slíkra heldur mjög tafarlausum og greiðum ferðum um afar þétt net leiða er væri algjörlega óháð annarri umferð. Eina leiðin til að skapa slíkt hraðflutningsnet í þéttbýli er að leggja það um göng að miklu leyti, enda væri útilokað að útfæra það á yfirborði jarðar nema að því væri viðast hvar lyft yfir byggð og almenn umferðarmannvirki.

Fargjöld fyrir ferðir um jarðbrautanetið væru lág en farþegar yrðu jafnframt að gjalda útsýnisins fyrir hraðar og óhindraðar ferðir um þéttbýli. Hver og einn sem ekki færi ferða sinna hjólandi eða gangandi ætti því um tvennt að velja – að gjalda fyrir það sem bílfar kostaði og þá njóta jafnframt útsýnis að einhverju marki eða gjalda yfirleitt miklum mun minna fyrir ferð um jarðbrautanetið en á kostnað útsýnisins.

Gagnvart allflestum væri þetta spurning um mörg hundruð þúsund króna útgjaldamun á ári, og ekki síður spurning um verulegan tímasparnað samborið við strætisvagnasamgöngur eða fyrirhöfnina við að finna einkabil stæði. Þeir sem á hinn bóginn gætu ekki nýtt sér netið vegna eðlis starfa sinna eða af öðrum sökum eða einfaldlega vildu njóta útsýnis þótt það kostaði sitt, hefðu jafnframt þann óbeina hag af



netinu að almenn umferð væri mun greiðari vegna þess hve bílar væru færri á ferð.

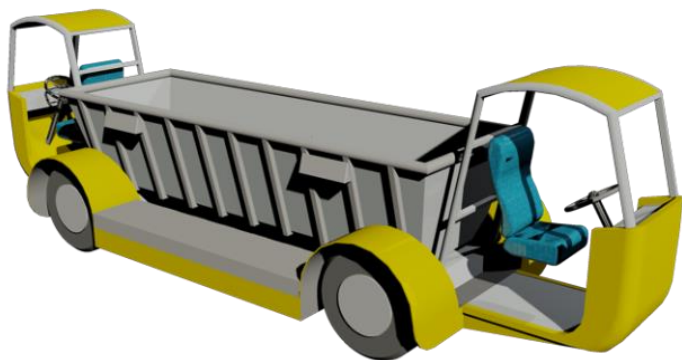
Útlitshönnun og allt viðmót vagna, ganga og brautarstöðva vægi þungt á metaskálum til mótvægis við skert útsýni á leiðum um netið. Brautarstöðvar væru bjartar og með aðlaðandi myndskreytingum og vagnar á samsvarandi máta búnir góðri lýsingu og þægilegum sætum. Göngin væru fóðruð með mildri áferð en á milli stöðva gætti gætti brautar og ganga þó lítið

úr vögnunum séð, enda myndi skautun í glerinu sía út dauða gangabirtuna gagnvart lýsingunni í vögnunum. Á brautarstöðvum, og í göngunum næst stöðvunum þar sem lýsingar gætti mun meira en á milli stöðvanna, væru vegglistaverk, oft mótuð í bergið, er væru sérkennandi fyrir hinar ýmsu leiðir þannig að ekki einungis nöfn aðgreindu þær heldur einnig margvíslegt útlit. Fyrir vikið fengju notendur góða tilfinningu fyrir því hvar þær væru staddir hverju sinni, hvort sem væri í göngum eða á brautarstöðvum.

Verkáætlun og verktilhögun

Megindrættir

Grunnrannsóknir og meginhönnun ásamt heildarhönnun fyrstu áfanga verksins má ætla að taki um tvö til þrjú ár en að fyrsta áfanga verksins, e.t.v. fjórum tíundu alls verksins, væri lokið á fjórum til fimm árum með fullbúnum brautum og stýringum þannig að gæti farið að skila tekjum af farþegaflutningum. En það væri mikilvægt að virkja sem fyrst fullbúnar leiðir til að lágmarka sem mest fjármagnskostnað á verktíma, þ.e.a.s. vexti af framkvæmdafé. Í framhaldi af því væri hver áfanginn lagður undir eftir annan þannig að hverjum og einum væri lokið e.t.v. á tveimur árum, en það væri þá sá tími hverju sinni sem áfangarnir bæru fullan fjármagnskostnað áður en væru fullbúnir og tækju að skila tekjum. Með því að unnið væri að fleiri áföngum í senn gætu verklok legið fyrir að um fjórum árum liðnum til viðbótar, þannig að heildarverktími væri um tíu ár, að meðtöldum þeim tíma sem rannsóknir og hönnun tækju í byrjun.



Smíði vagna myndi vinda fram samhliða gerð jarðbrautanetsins þannig að um þriðjungur þeirra væri tilbúinn til notkunar að loknum fyrsta áfanga og væri vögnum síðan fjölgað eftir því sem síðari áföngum lyki.

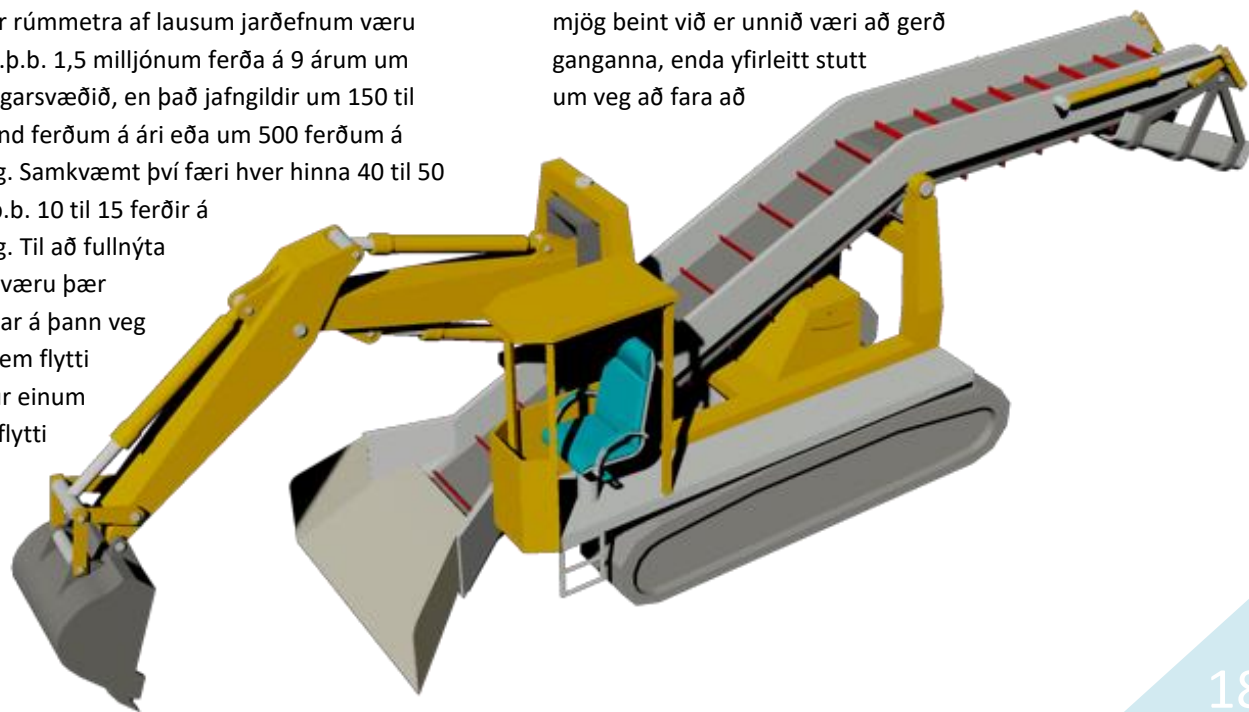
Svo stórt verk, sem 130 km löng jarðvagnagöng eru, auk 50 km langrar Suðurnesjabrautar, býður upp á að margvíslegar verklausnir væru sérhannaðar. Um 40 til 50 sérútbúnir vagnar væru smíðaðir til flutninga á jarðefnum til losunarstaða og aðföngum til gangagerðarinnar. Þetta væru u.þ.b. 6 tonna bílar sem bæru 3ja til 4ra rúmmetra farm af jarðefnum eða byggingarefnum. Þeir væru handvirkir á verkstöðum og í ófullbúnum göngum og stokkum en ækju annars fyrir sjálfstýringu, sjálfkeyrandi, um þá hluta ganga sem væru fullbúnir.

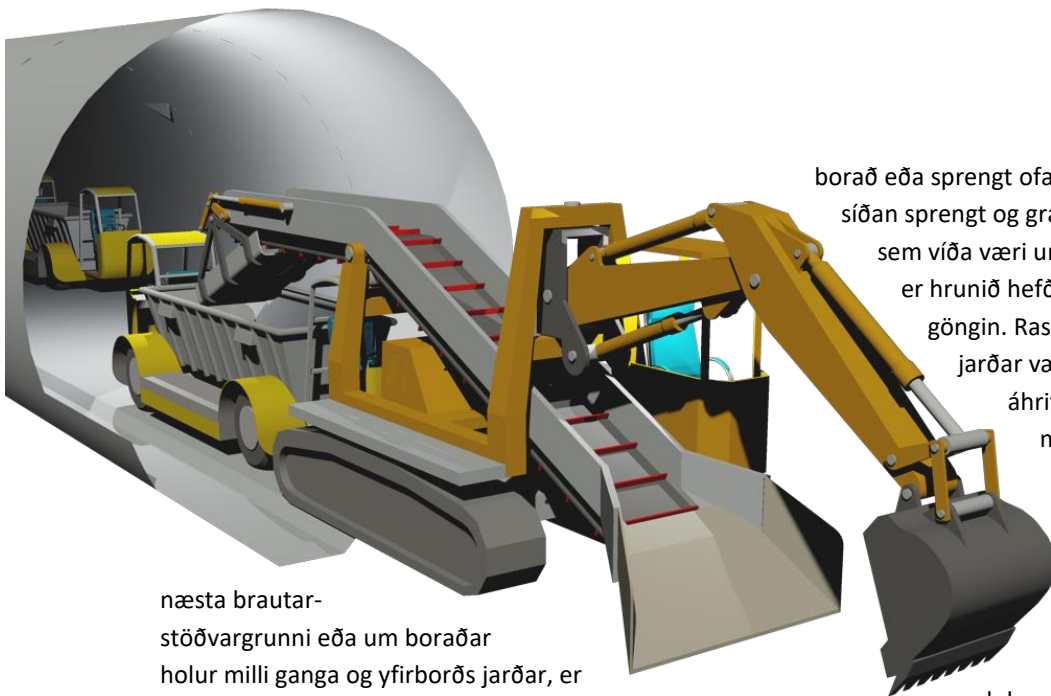
5 milljónir rúmmetra af lausum jarðefnum væru fluttar í u.þ.b. 1,5 milljónum ferða á 9 árum um höfuðborgarsvæðið, en það jafngildir um 150 til 200 þúsund ferðum á ári eða um 500 ferðum á sólarhring. Samkvæmt því færi hver hinna 40 til 50 vagna u.þ.b. 10 til 15 ferðir á sólarhring. Til að fullnýta ferðirnar væru þær skipulagðar á þann veg að vagn sem flytti jarðefni úr einum verkstað flytti

steypuefni, bergbolta og önnur byggingarefni til baka í lengra kominn, nærliggjandi verkstað, auk þess að flytja malarefni í brautir, allt eftir þörfum.

Flutningapalli með jarðefnum úr göngum væri víxlað út á losunarstað fyrir annan er hefði verið lestaður með aðföngum. Steypuefni væri flutt þurrt í sekkjum en hrært saman við vatn og önnur íblöndunarefni eftir affermingu á verkstað, og er allt byggingarefni væri komið á sinn stað, eða malarrefni í braut, væri vagni enn haldið til flutnings á jarðefnum út úr göngum, og þannig koll af kolli. Undir verklok alls kerfisins væru hlutar úr þessum verkvögnum e.t.v. endurnýttir til smíði á nýjum áætlunurvögnum, enda tæki frumhönnun verkvagnanna þá mið af því.

Loftræsting og útvegur vatns og rafmagns lægi mjög beint við er unnið væri að gerð ganganna, enda yfirleitt stutt um veg að fara að





næsta brautarstöðvargrunni eða um boraðar holur milli ganga og yfirborðs jarðar, er oft væri einungis fáeinum metrum ofar, gagnstætt því sem gengur og gerist við flesta hefðbundna gangagerð.

Stigahús neðanjarðarstöðva væru sprengd neðan frá og svo langt upp sem gerlegt væri en lóðrétt op, sem svaraði nokkurn veginn til lyftuhússins, væri



borað eða sprengt ofan eða neðan frá og opið síðan sprengt og grafið út í fulla breidd og lengd, sem víða væri um 6 x 10 metrar, en jarðefnin er hrúsið hefðu niður væru flutt á brott um göngin. Raski og umfangi verka ofanjarðar væri þannig haldið í lágmarki og áhrif á almenna umferð væru með minnsta móti. Lyftu- og stigahús væru síðan steypt upp og rúllustigum komið fyrir og brautarfordyri byggt yfir innganginn, sem væri hið eina sýnilega á yfirborði jarðar að verki loknu, en stigahúsið hverfðist að öðru leyti saman við umhverfið ofanjarðar undir steyptu þaki.

Áfangaskipting

Fyrsti áfangi verksins fæli í sér Suðurnesjabraut í heild sinni, alls um 50 km leið og um 12 brautarstöðvar, ásamt öllum brautum um Hafnarfjörð, Garðabæ og vestari hluta Kópavogs, og leiðir um Mjódd og grennd og þaðan um Bústaðahverfi að Kringlu, og frá Kringlu í Smáralind annars vegar og í Vatnsmýri hins vegar, að Umferðarmiðstöð og Háskóla Íslands, alls um 58 km og um 85 brautarstöðvar til viðbótar.

Brautarnet áfangans væri þá samanlagt alls um 108 km og fæli í sér um 100 brautarstöðvar, þar á meðal allar stórar stöðvar netsins í heild, auk rekstrarstöðva, stjórnstöðvar og höfuðstöðva og

næmi stofnkostnaður gróft á litið um 40 til 45% af heild alls brautarnetsins.

Hér verður gert ráð fyrir að á sama tíma muni nýr innanlandsflugvöllur vera lagður með austur- og norðurströnd Bessastaðaness og á fyllingum í sjó fram í norður og austur af nesinu, en að efni í fyllingar og aðrar undirstöður flugvallarins kæmu úr jarðgöngum brautarnetsins. Síðasti hluti þessa fyrsta áfanga væri því Vatnsmýrarsvæðið ásamt braut undir Fossvog að Kársnesi, enda flytti flugið ekki úr mýrinni fyrr en að lokinni gerð Bessastaðanessvallar, en annars væri almennt unnið að hinum ýmsu hlutum áfangans á fjölmörgum stöðum samtímis.

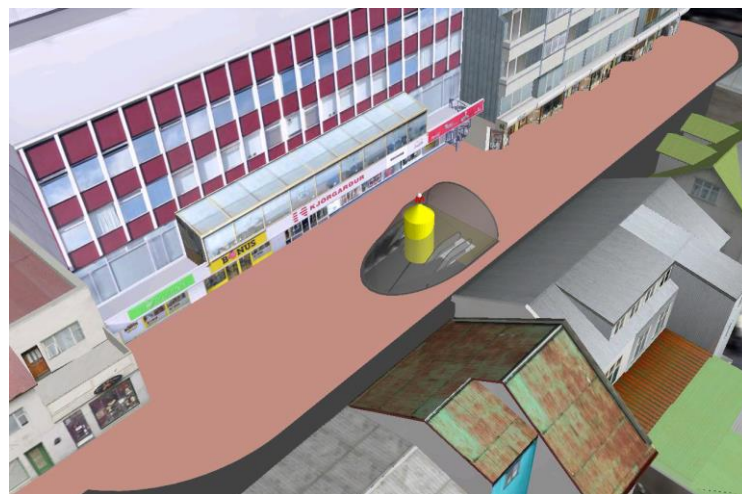
Að loknum þessum fyrsta áfanga væru strætisvagnar aflagðir í Hafnarfirði, Garðabæ og í vestari hluta Kópavogs og dregið úr ferðum þeirra milli Mjóddar, Kringlu og Vatnsmýrar, auk þess sem almennar áætlunarferðir og ferðir almenningsvagna ferðamanna milli Suðurnesja og höfuðborgarsvæðis féllu að mestu leyti niður. Á fyrsta heila rekstrarári þessa fyrsta áfanga brautarnetsins má e.t.v. gera ráð fyrir allt að 3 milljónum ferða á Suðurnesjabraut og um 4 milljónum ferða á þessum hluta höfuðborgarsvæðis, og þá samsvarandi fargjaldatekjum þó að rúnum helmingi alls brautarnetsins væri þá enn ólokið.

Jafnskjótt og hinum ýmsu hlutum fyrsta áfanga lyki væri hafin vinna við þá næstu, áfanga tvö og þrjú, sem saman næmu e.t.v. um 25 af hundraði alls

verksins í heild, en það væru annars vegar allar brautir um Breiðholt og Árbæ, með Mjódd fyrir þungamiðju, og hins vegar Seltjarnarnes og öll miðborg Reykjavíkur að Kringlumýrarbraut. Samsvarendi og að loknum fyrsta áfanga væru leiðir strætisvagna um þessi hverfi lagðar af að öllu eða verulegu leyti er þessum áföngum lyki.



Lokaáfangar verksins, hinir fjórðu og fimmtu, e.t.v. um 30 af hundraði alls verksins í heild, væru síðan unnir í beinu framhaldi af áföngum tvö og þrjú, annars vegar frá Kringlumýrarbraut um Laugarnes, Múlahverfi, Laugardal, Kleppsholt, Sund og Ártúnshöfða, og hins vegar um Grafarvog, Geldinganes, Grafarholt og Mosfellsbæ, og að þeim loknum væru síðustu leiðir strætisvagna í þéttbýli lagðar af.





Framtíð að verki loknu

Með samsvarandi vexti og verið hefur undanfarin ár, um 5% á ári, myndi farþegafjöldi Strætó vera orðinn um 27 milljónir árið 2030 og 42 milljónir árið 2040, sem er þó talin ólíkleg og óraunhæf þróun.⁸ Með tilliti til þess hve ferðir um jarðbrautanet, sem leyst hefði Strætó af hólmi, myndu vera mun þjálfi og hve netið myndi í raun opna fyrir margvíslega fleiri ferðamöguleika en með Strætó má ætla að árlegur fjöldi jarðbrautaferða um höfuðborgarsvæðið gæti numið um 30 til 40 milljónum á fyrstu rekstrarárum alls brautarnetsins, í kringum árið 2030, er sífellt fleiri gerðu sér ljósa kosti þess að geta ferðast hratt og óhindrað um netið milli nær allra staða á höfuðborgarsvæðinu, auk Suðurnesja.

Frá þeim tíma að telja myndi 6% aukning farþega á höfuðborgarsvæðinu á ári (samsvarandi og gert er ráð fyrir í svæðisskipulagi höfuðborgarsvæðisins ef léttlest væri kjölfesta almenningssamgangna), leiða af sér fjölgun ferða á einum áratug þannig að alls gætu farþegar þá verið orðnir um 60 milljónir manns á ári árið 2040 – eða þaðan af meir um miðja öldina.

Með tilliti til spáa um verulega aukinn ferðamannastraum til landsins og aukna aðsókn að Bláa lóninu, sem nú er verið að stækka verulega, má á samsvarandi máta ætla að farþegum á Suðurnesjabraut

⁸ Höfuðborgarsvæðið 2040 – fylgirit 5: Mat á samgöngusviðsmyndum, kafli 3.4, mynd 22. SSH/Mannvit 2014 – http://ssh.is/images/stories/Sóknaráætlun/Lokaskýrslur/Vaxtarsamningur/Mat_samgongusv_loka_NET.pdf

myndi frekar fjölga með árunum, að þeir gætu verið orðnir um 10 milljónir manns á ári um miðja öldina, frá því að vera um 6 til 7 milljónir í byrjun rekstrar.

Í eftirfarandi næstu köflum, er fjalla um stofnkostnað og rekstrarkostnað annars vegar en eignarhald og fjármögnun hins vegar, verður til einföldunar reiknað með um 55 milljónum ferða um höfuðborgarsvæðið *til jafnaðar á ári* fyrstu tvo áratuginum en um 7 milljónum ferða um Suðurnesjabraut – þótt það kynni að liggja nær lagi að miða við 30 til 40 milljónir ferða fyrstu rekstrarárin á höfuðborgarsvæðinu en um 60 til 70 milljónir um miðbik aldar og 6 til 7 milljónir ferða milli Suðurnesja og höfuðborgarsvæðis til að byrja með en um 8 til 9 milljónir ferða einum eða tveimur áratugum síðar.

Jafnframt, og einnig til einföldunar, verður reiknað með um tíföldu vægi ferðakostnaðar milli Suðurnesja og höfuðborgarsvæðisins miðað við ferðakostnað innan höfuðborgarsvæðisins.

Þá ber að hafa í huga að jarðbrautanet sem laðaði til sín umtalsvert fleiri farþega en leiðakerfi strætisvagna myndi draga verulega úr umferð einkabíla og þar af leiðandi hafa mikil áhrif til sparnaðar við gerð annarra umferðarmannvirkja, þannig að leggja mætti á hilluna flestar áætlanir um gerð mislægra gatnamóta eða jarðgöng fyrir almenna umferð á höfuðborgarsvæðinu. Land sem ella færi undir umferðarmannvirki nýttist undir byggð er félli að fyrirbyggjandi skipulagi án umtalsverðra gatnaframkvæmda.



Og vegna þess hve ferðatími myndi styttest og ferðamöguleikar aukast til mikilla muna frá því sem nú er með Strætó, myndu vegalengdir milli aðseturs, dvalarstaðar, vinnustaðar, skóla og hinna ýmsu borgar- og bæjarhluta skipta því minna máli. Hótel í Mjódd eða í Hafnarfirði væri sem næst í sömu sveit sett og hótél í miðborg, eða búseta í Mosfellsbæ vel raunhæfur valkostur þótt vinna væri sótt í Garðabæ eða einhvern slíkan veg – alls án einkabíls.

Ekki síst ber að hafa í huga að framlag hins opinbera til jarðbrautanetsins, að frátöldu hlutafé, væri í byrjun nánast óbreytt hið sama og og rennur nú til Strætó, eða e.t.v. um 4 milljarðar króna á ári, og færi það þó stigminnkandi með árunum (jafnframt því að Strætó heyrði nær sögunni til) þar til jarðbrautanetið færi að standa alfarið undir sér án stuðnings hins opinbera, e.t.v. að 8 til 10 árum liðnum frá verklokum.

Hlutafé hins opinbera jafnt sem annarra, er legðu fé til framkvæmdar í upphafi, myndi á síðari stigum

skila sér í hreinum fjárhagslegum arði, svo sem hér verður fjallað um í eftirfarandi köflum, auk alls þess beina og óbeina samfélagslega arðs sem öll framkvæmdin myndi skila í fyllingu tímans.

Almennur, samfélagslegur arður eða ábati verður vissulega ekki metinn til fjár á jafn einfaldan máta og hreinn ágóði út frá efnahagsreikningi jarðbrautaverkefnisins, sem mældist meðal annars í lægri framlögum hins opinbera til almenningssamgangna. Eða hver myndi vera beinn og óbeinn arður einstaklinga, eða samfélagsins í heild, vegna lægri ferðakostnaðar á höfuðborgarsvæðinu og á Suðurnesjum? Fjölskyldur sem fækkuðu við sig um einn bíl frá tveimur kynnu að spara hartnær eina milljón króna á ári en verðu þess í stað broti fjárhæðarinnar í ferðir með jarðbrautavögnum. Á samsvarandi máta gæti einstaklingur með knöpp fjárráð bætt hag sinn um hundruð þúsunda króna á ári með því að spara einkabílinn eða sleppa honum alveg. Bættu 30 þúsund manns hag sinn til jafnaðar um hálfa milljón króna á ári með þessu móti þá samsvaraði það um 15 milljörðum króna. Önnur 30 þúsund manns sem spöruðu sér 200 þúsund krónur á ári hvert og eitt með minni notum af einkabíl væru alls 6 milljörðum króna betur sett fyrir vikið. Er þá alveg ótalinn árlegur tugmilljarða króna sparnaður samfélagsins vegna minna álags á almenn umferðarmannvirki, minni tafatíma og minna vegslits vegna fækkunar ökutækja og minnkandi þarfar á flóknum vega- og gatnatengingum, auk þess sem lægri slysatíðni myndi spara samfélaginu.

Mikilvægi jarðbrautanetsins lægi ekki síst í frelsi til að ferðast milli nær hvaða staða sem væri á höfuðborgarsvæðinu eða á Suðurnesjum á mjög skömmum tíma án bindingar við eigin bíl eða skutl annarra. Unglingar í Grafarholti skryppu auðveldlega á fótboltaleik í Keflavík engu síður en njarðvískir jafnaldrar þeirra á Völlinn í Reykjavík. Barn í Mosfellsbæ gæti með góðu móti sótt tónlistarskóla hvar sem væri í Reykjavík eða tónlistarskóli í Mosfellsbæ laðað nemendur þaðan til sín ef því væri að skipta, eða börn í Vesturbænum kosið að æfa íþróttir með ÍR eða Leikni í Breiðholti frekar en KR – eða á hinn bóginn börn í Breiðholti með KR – einfaldlega af því að það væri þeirra val, alls án þess að hefðu foreldra sína fyrir einkabílstjóra eða að stóla þyrftu á æ stopulli og tímafrekari strætisvagnaferðir.

Engu að síður gæti fleira komið til en farþegaflutningar sem reikna mætti jarðbrautanetinu beint til tekna þannig að augljóslega kæmi fram í efnahagsreikningi og þá til hagsbóta öllum notendum.

Þannig gætu ýmsir möguleikar verið fólgnir í fraktflutningum er tengdust flugvöllum, höfnum og hinum ýmsu vöruhúsum og vinnslustöðvum. Ferskfiskur væri fluttur til Keflavíkurflugvallar frá fiskvinnslustöðvum á svæðinu, og e.t.v. frá Bessastaðanessvelli utan af landi einnig, auk þess sem almenn flugfrakt væri flutt á ýmsa vegu milli flugvalla og vöruafgreiðslustöðva á svæðinu. Á samsvarandi máta flyttu vagnar vörur milli Sundahafnar, og annarra hafna á svæðinu, og hinna ýmsu afgreiðslustöðva og vöruhúsa stórmarkaða og stórra fram-

leiðslufyrirtækja, fiskvinnsluhúsa sem annarra. Afleggjarar, eða heimreiðar sem svo mætti kalla, göng, stokkar eða yfirbyggðar brautir sem tengdu vinnslustöðvarnar, vöruhúsin og flugvallar- og hafnarskemma við heildarnetið, gætu verið til muna umfangsminni og ódýrari að gerð en almennar brautir og væru þá yfirleitt einnar akreinar án sérstakra öryggisgangreina til hliðanna, enda ækju vöruvagnarnir ávallt mannlausir.

Þá er einnig til í dæminu að samnýta mætti brautir með jarðstrengjalögnum til raforkuflutnings, sérstaklega á Suðurnesjum. Það er þó ekki tekið til athugunar í köflunum er hér fylgja á eftir um kostnað, eignarhald og fjármögnun, né heldur það sem hér hefur verið nefnt um mögulega nýtingu netsins til vöruflutninga, enda krefðist hvort tveggja mjög sértækra athugana og markaðsrannsókna sem eðlilegra væri að huga að á síðari undirbúningsstigum. En því viðtækari sem væru notin af jarðbrautanetinu, því lægri gætu fargjöld og flutningsgjöld almennt verið, sem aftur myndaði enn frekari hvata að nýtingu netsins í heild sinni.

Þegar fram liðu stundir, í fjarlægari framtíð, þegar sjálfkeyrandi bílar, alls án ökumanna, væru almennt orðnir heimilir, myndi jarðbrautanetið engu að síður þjóna tilgangi sínum. Það myndi þá verða tengt akbrautum ofanjarðar og nýttast til fulls sem hluti alls samgönguæðakerfisins, en akbrautir og önnur samgöngumannvirki á yfirborði jarðar gætu þá að sama skapi orðið því minni fyrirferðar og verulegt rými myndi falla til undir þéttari byggð.

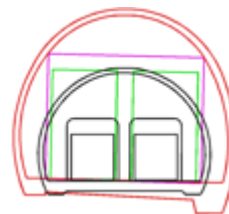
Kostnaður

Venjuleg veggöng eins og Héðinsfjarðargöng kostuðu fullbúin með akbrautum, lagnaleiðum, gangamunnum og nærliggjandi brúm og vegum, að meðtöldum kostnaði við rannsókir, hönnun og eftirlit, um einn og hálfan milljarð króna hver kílómetri – eða sé kostnaði jafnað niður sem hlutfalli af sprengdu holrými í tæplega 11 km löngum Héðinsfjarðargöngum, um 580 þús. rúmmetrum af föstu bergi, þá eru það um 27 þús. krónur á hvern rúmmetra, eða um 33 þús. kr. m.t.t. verðlagsbreytinga, og kann það að verða svipað í Norðfjarðargöngum.⁹



⁹ Héðinsfjarðargöng 2006-2009 – [http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Hedinsfj_Kynningarbaeklingur/\\$file/Kynningarb%C3%A6klingur-4b.pdf](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Hedinsfj_Kynningarbaeklingur/$file/Kynningarb%C3%A6klingur-4b.pdf)
Kostnaður við Héðinsfjarðargöng – <http://www.vegagerdin.is/upplýsingar-og-utgafa/frettir/nr/4801>
Norðfjarðargöng, yfirlit – <http://www.vegagerdin.is/verkefnavefir/Nordfjardargon.g.nsf>

Sé reiknað með hálfu herra einingarverði *til jafnaðar*, eða um 50 þús. krónum á hvern rúmmetra, þá gefur það grófa vísbendingu um að grunnkostnaður við 130 km langa neðanjarðarleið á höfuðborgarsvæðinu, með þverskurðarflatarmál sprengds holrýmis um helming af venjulegum veggöngum, 26 fm í stað um 53 fm, svo sem í Héðinsfjarðar- og Norðfjarðargöngum, gæti legið í kringum 169 milljarða króna – miðað við fullbúin göng, gangamunna og stokka, með tilbúnum akbrautum, frárennslum og lagnaleiðum – en án fjarskipta- og rafhleðslubúnaðar. En að frátöldum þeim búnaði væri um margt nokkuð áþekkt göng að ræða, nema hvað varðar stærðarmuninn. Samsvarandi leið um Suðurnes frá Straumsvík, alls um 50 km, á drýgstum hluta leiða á yfirbyggðum fyllingum en jafnframt í göngum og stokkum, má ætla að myndi kosta um 50 milljarða króna. – Alls myndi þá byggingarverð fullbúinna brauta með öllum lögnum og lagnaleiðum, en án kostnaðar við fjarskiptanet og rafhleðslubúnað, nema um 219 milljörðum króna.



Gera má ráð fyrir að 7 stórar brautarstöðvar kosti um 1 milljarð hver, eða samtals 7 milljarða, 21 miðlungi stór stöð kosti 500 milljónir hver, alls 10½ milljarð, og að 176 litlar stöðvar kosti 300 milljónir króna hver, eða alls um 52½ milljarð – allt fullbúnar stöðvar með rúllustigum, lyftum, brautarpöllum og

sjálfvirkum hurðum. Heildarbyggingarverð stöðvanna væri þá um 70 milljarðar króna.

Fjarskipta- og rafhleðslubúnaður fyrir öll göngin og stöðvarnar ásamt varaafslrafstöðvum má gróflega ætla að kosti um 27 milljarða króna.

Tólf hundruð 6 farþega vagnar á 10 milljónir króna hver myndu alls kosta 12 milljarða króna og fimm hundruð 20 til 25 farþega vagnar á 30 milljónir hver alls 15 milljarða króna. Heildarverð vagna með öllum búnaði, þ.m.t. rafgeymum, ratsjám og fjarskiptabúnaði, væri þá um 27 milljarðar króna.

Loks má reikna með að byggingarkostnaður höfuðstöðva, stjórnstöðvar og rekstrar- og þjónustustöðva væri alls um 8 milljarðar króna fyrir allt kerfið, og að stjórn- og fjarskiptabúnaður stjórnstöðvar kostaði 3 milljarða króna.

Fjármagnskostnað á framkvæmdatíma má áætla um 30 milljarða króna en að seld jarðefni úr göngum og skeringum, m.a. til flugvallargerðar, næmu um 10 milljörðum króna og myndu því standa undir hluta fjármagnskostnaðar.

Öll fjárfestingin, þannig reiknuð, myndi þá nema um 374 milljörðum króna.

Árlegur heildarkostnaður við rekstur alls kerfisins væri fyrst og fremst vextir og afskriftir, rafmagnskostnaður vegna farþegaflutninganna o.fl. og loks starfsmannahald.

3,5% vextir á ári jafngiltu rúmlega 13 milljörðum króna, en 1 til 2% afskriftir af meginhluta ganga, stokka og bygginga, og 5 til 8% afskriftir af því sem skemur entist af hlutum kerfisins, næmu samtals um 9% milljarði króna, þannig að alls næmu vextir og afskriftir um 22½ milljarði króna á ári. Rafmagnskostnað, auk kostnaðar við endurnýjun hjólbarða og annað skammtíamviðhald, má áætla um 3½ milljarð króna á ári, og að starfsmannahald, laun og launatengdur kostnaður, vegna höfuðstöðva, stjórnstöðva og margvíslegrar rekstrarþjónustu við brautir og

brautarstöðvar, ásamt ýmsum búnaði til daglegs rekstrar, næmi einnig um 3½ milljarði króna.

Rekstrarkostnaður væri þá alls um 29 milljarðar króna á ári. Þá ber að hafa í huga að afskriftir fela í sér allt eiginlegt langtíamviðhald (samfara afborgunum af lánum), allan kostnað sem miðar að því að viðhalda mannvirkjum til lengri tíma litið, en einungis mjög skammvinn endurnýjun, svo sem hjólbarða o.þ.h., flokkast með daglegum rekstri.

Ef fjöldi ferða um höfuðborgarsvæðið væri 55 millj-

ónir á ári og meðalfargjald væri um 230 krónur, þá næmu fargjaldatekjur af þeim hluta um 12,7 milljörðum króna, en tekjur af Suðurnesjahluta, miðað við 7 milljónir ferða og 2300 króna meðalfargjald, næmu um 16,1 milljarði króna. Fargjaldatekjur í heild næmu þá um 28,8 milljörðum króna, þannig að mismunur, sem kæmi í hlut hins opinbera, sveitarfélaga og ríkis, næmi um 300 milljónum króna.

Heildarrekstrartekjur væru þá jafnar heildarrekstrarkostnaði – um 29 milljarðar króna á ári. Allra fyrstu árin, á meðan farþegar væru nokkru færri en hér er miðað við, væri hlutur hins opinbera allt að 4 milljörðum króna en færri stigminnkandi með árunum þar til jarðbrautanetið færi að standa alfarið undir sér án stuðnings hins opinbera, e.t.v. að 8 til 10 árum liðnum frá verklokum.



Excel-skjal er sýnir sundurliðaðan stofnkostnað ásamt rekstrargjöldum og rekstrartekjum á ári:



[prt-metro.xlsx](#)

Dálkur B er opinn og hægt að breyta þar forsendum. Aðrir dálkar – sem allir eru leiddir af dálki B – eru læstir. Formúlur einstakra reita birtast þó efst í formúluslánni þegar smelt er á reit.

Eignarhald og fjármögnun

Félag um eignarhald og rekstur gæti mögulega haft Spöl að fyrirmynd, það væri þá rekið sem sjálfstætt fyrirtæki, með sjálfstæðan fjárhag, félag er hefði það að markmiði að hámarka arðsemi af eignum með þeim hætti að það stæði skuldlaust að tilteknum tíma liðnum, e.t.v. að 30 árum liðnum frá verklokum.

Helsti eigandi væri vissulega hið opinbera, sveitarfélögin á svæðinu og ríkið, eða ákveðnar stofnanir fyrir þeirra hönd, en auk þeirra, e.t.v. að hálfu, kæmu ýmsir til álita, svo sem lífeyrissjóðir, fjárfestingasjóðir og hinir ýmsu langtímafjárfestar, en jafnframt aðilar, innlendir sem erlendir, með sérþekkingu á hinum ýmsu sviðum er snertu verkið, umhverfishönnuðir, bifreiðasmiðir og framleiðendur fjarskipta- og rafmagnsbúnaðar.

Á tíu árum, eða um það bil á þeim tíma er tæki að hanna og fullgera verkið, greiddu hluthafar árlega inn á hlutfjárloforð sín, sveitarfélögin sem svaraði um 10 þúsund krónum fyrir hvern íbúa, sem jafngilti um 2,1 milljarði króna á ári eða alls 21 milljörðum króna á 10 árum, og ríkið samsvarandi, væri hlutdeild þess jöfn hlut sveitarfélaganna. Hlutfé hins opinbera væri þá um 42 milljarðar króna, miðað við 50% af heild. Á samsvarandi máta greiddu aðrir hluthafar sinn skerf þannig að heildarhlutfé næmi alls um 84 milljörðum króna, eða sem svaraði til um 22% af 374 milljarða króna stofnkostnaði. Til að alls jafnræðis væri gætt myndi aukinn meirihluti vera lagður til grundvallar öllum helstu ákvörðunum.

Í stofnsamningi myndi hið opinbera, sveitarfélögin á svæðinu og ríkið, skuldbinda sig til að veita ákveðið fast framlag til reksturs brautarnetsins – óháð hlutfjárgreiðslum – er væri e.t.v. um 4 milljarðar króna á fyrsta ári kerfisins í fullum rekstri (nær álíka og nú rennur til Strætó), en færi stigminnkandi ár frá ári eftir fyrirfram ákveðinni reglu þar til að það félli niður e.t.v. að 8 til 10 árum liðnum. Hagnaði eða tapi umfram framlagið væri hluthafa að ráðstafa eða takast á við á eigin ábyrgð.

Á þessum forsendum myndi félagið byggja heildarfjármögnun verksins. Á verktíma væri fjárförð umfram hlutfé annað með eingreiðslu- og skammtímalánum er eingöngu væru greiddir árlegir vextir af, sem væri hinn eiginlegi fjármagnskostnaður á verktíma, alls e.t.v. um 30 milljarðar króna, er eðlilega væri hluti stofnkostnaðar, en lánin væru síðan gerð upp við verklok með 290 milljarða króna lántöku til 30 ára. Eigið fé, 84 milljarðar, og 290 milljarða króna lántakan væri þá samanlögð fjárförfin til að standa undir 374 milljarða króna heildarstofnkostnaði.

Fyrstu rekstrarárin færu um 18 til 19 milljarðar til greiðslu afborgana og vaxta en um 4 milljarðar króna væru þá í afgang á ári hverju af 22½ milljarðs króna afskriftum og vöxtum meðaltekjuársins. Að 15 árum liðnum, í byrjun 16. árs, hefðu skuldir félagsins lækkað um helming, í 145 milljarða króna, og afborganir og vextir lækkað í tæpa 15 milljarða króna. Afgangur af afskriftum og vöxtum meðal-

290 milljarða króna lán til 30 ára með 3,5% vöxtum – allar tölur í milljónum króna

Ár	Gjalddagi	Eftirstöðvar	Afborgun	Vextir	Greiðsla
1. ár	2031	290.000	9.667	10.150	19.817
2. ár	2032	280.333	9.667	9.812	19.478
3. ár	2033	270.667	9.667	9.473	19.140
4. ár	2034	261.000	9.667	9.135	18.802
5. ár	2035	251.333	9.667	8.797	18.463

16. ár	2046	145.000	9.667	5.075	14.742

26. ár	2056	48.333	9.667	1.692	11.358
27. ár	2057	38.667	9.667	1.353	11.020
28. ár	2058	29.000	9.667	1.015	10.682
29. ár	2059	19.333	9.667	677	10.343
30. ár	2060	9.667	9.667	338	10.005
31. ár	2061	0	0	0	0

tekjuársins væri þá tæpir 8 milljarðar króna, til viðhalds mannvirkja og búnaðar og e.t.v. til arðgreiðslna. Að 30 árum liðnum væri félagið skuldlaust og afskriftir og vextir, 22½ milljarðar króna á ári, nýttust að fullu til viðhalds mannvirkja og endurnýjunar búnaðar og til greiðslu arðs til eigenda. Að teknu tilliti til fjölgunar farþega á sama tíma og samsvarandi tekjuaukningar, mætti þó vænta að úr talsvert meira væri að spila.

Þegar hér væri komið, og þó e.t.v. fyrr, myndi vera tekin afstaða til framtíðarrekstrarforms félagsins, en í stofnskrá væri kveðið á um eftir hvaða reglum framtíð félagsins skyldi ákvörðuð.

Aðrar hugmyndir um almenningssamgöngur

Fluglestin

Hugmyndir eru uppi um hraðlest milli Keflavíkur-flugvallar og Reykjavíkur.¹⁰ Gert er ráð fyrir fjórum sjálfstæðum lestum og alls þremur lestarstöðvum á 47 km langri leið – tveimur endastöðvum, annarri við flugstöðina, hinni við Umferðarmiðstöðina, og einni millistöð á sunnanverðu höfuðborgarsvæðinu. Gert er ráð fyrir tæpum 4 milljónum farþega á fyrsta ári reksturs, árið 2023, en að afkastageta lestanna fjögurra væri um 1000 manns á klukkustund hvora leið, eða alls um 2000 manns á klst. Stofnkostnaður er áætlaður 115 milljarðar króna, að meðtöldum vaxtakostnaði á framkvæmdatíma, en að brúttótekjur væru um 10,5 milljarðar króna á fyrsta rekstrarári. Þær forsendur eru gefnar að ferðatími væri 19 mínútur (eða 15 mín. án viðstöðu á millistöðinni), og að ferðatíðni væri um 15 mínútur á annatíma, en annars hálf tími. Hámarkshraði lesta væri allt að 250 km/klst.

Meðalbiðtími eftir lest frá flugvallarstöð – á annatíma – væri því um 7 mínútur, ferðatími 19 mínútur til Reykjavíkur, meðalbið eða tími í umstang vegna leigubíls, einkabíls eða strætisvagns á Reykjavíkurstöð væri einnig e.t.v. 7 mínútur, og ferðatími

þaðan til lokaáfangastaðar e.t.v. um 15 mínútur til jafnaðar. Heildarferðatími – á annatíma – væri því um 50 mínútur en þá því lengri, að meðtöldum biðtíma, sem lestir gengju stopular utan álagstíma, eða sem næst klukkustund.



Meðalfargjald er áætlað um 2600 krónur en lægstu áskriftargjöld fjölnotenda, t.d. þeirra er ferðuðust vegna vinnu eða náms, á bilinu 700 til 800 kr. Almenn fargjöld flugfarþega, er væru langstærsti hluti notenda, eru áætluð um 3800 kr. Þar til viðbótar kæmi kostnaður við leigubíl, einkabíl eða strætisvagn, þannig að ferðakostnaður allflestra væri á bilinu 4000 til 5500 krónur eða þaðan af meiri þegar tekinn væri leigubíll.

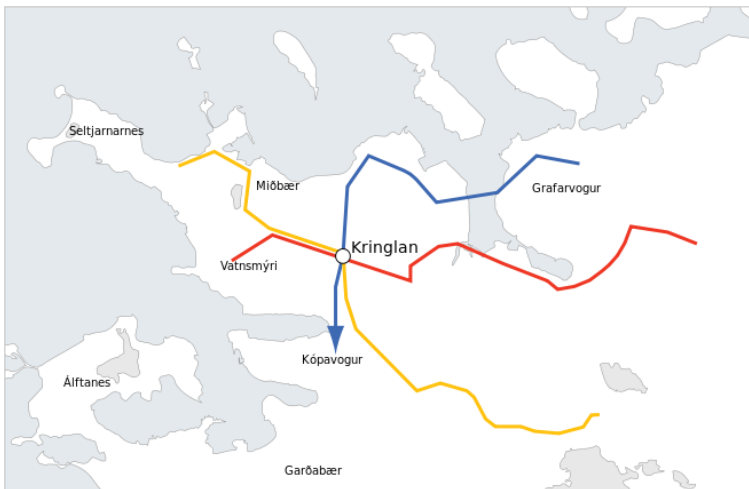
Til samanburðar þá væri meðalhraði jarðbrautarvagna nálægt 60 km á klst á um þriðjungi leiðarinnar, þá aðallega um höfuðborgarsvæðið, en um 90 km á klst á hinum tveimur þriðju hlutum leiðar, um Suðurnes. Samkvæmt því væri meðalferðatími um 35 mínútur miðað við 46 km langa leið til jafnaðar. Áætlunurvagnar færu á allt að mínútu-fresti á annatímum, auk þess sem deilivagnar og einkavagnar væru ávallt til staðar. Biðtími á flugvelli

væri því nær enginn og oftast lyki ferð vagns á brautarstöð innan 200 til 300 metra frá endanlegum áfangastað farþega, eða í fáeinna mínútna göngufæri.

Vegna þess hve ferðamátinn væri margbreytilegur, þjáll og ódýr, má vænta þess að allfleiri veldu hann en ef hraðlestakerfi væri í boði, enda gæti meðalfargjald verið nálægt 2300 krónum, þá heldur hærra fyrir almenna flugfarþega en mun lægra fyrir fasta notendur, líkt og væri með lestinni – og þá eðlilega að meðtöldum ferðakostnaði til hvaða staðar eða frá hvaða stað sem væri á höfuðborgarsvæðinu, eða á Suðurnesjum, eftir atvikum.

Samlegðaráhrif af sameiginlegum rekstri brautar-nets á Suðurnesjum og höfuðborgarnetsins væru umtalsverð fyrir utan hve nýting höfuðborgar-netsins væri meiri og brautin mikil lyftistöng fyrir Suðurnesjabyggðir, enda þjónaði hún byggðunum sem innra samgöngunet jafnt sem ytra, í víðtækum skilningi. Annatímar tengdir flugumferð eru hinir ýmsu óháð annatíma umferðar á höfuðborgarsvæðinu, hvort sem litið er til árstíðabundinna anna eða breytilegra anna á sólarhring. Háannir í flugi eru á sumrin þegar umferð er með léttasta móti á höfuðborgarsvæðinu og annatími flugs hefst talsvert fyrr á morgnana og dreifist með öðrum hætti yfir sólarhringinn en borgarumferðin. Nýting vagna væri því betri en ella og álag á stjórnstöðvar hlutfallslega jafnara.

¹⁰ *Fluglestin – Mat á hagkvæmni hraðlestar milli Keflavíkurflugvallar og miðborgar Reykjavíkur*. Ráðgjöf og verkefnastjórnun, Reykjavík júlí 2014. – http://www.fluglestin.is/Files/Skra_0067594.pdf



Höfuðborgarlestir

Ýmsar hugmyndir hafa einnig verið uppi um lestir á höfuðborgarsvæðinu, borgarlestir, léttlestir, jarðlestir, strætólestir, sem eru allar þó því marki brenndar að fyrst og fremst er tekið mið af ferðatíma um borð í lestunum á meðan þær fara úr einum stað í annan – en ekki heildartíma ferða.¹¹ En einmitt vegna þess hve slík kerfi eru þunglamaleg að byggingu og plássfrek, og eftir því dýr fyrir fámenn samfélög, er einungis gert ráð fyrir fáum leiðum, með löngu bili á milli brautarstöðva og stopulur ferðum. Af því leiðir að drýgsti hluti ferðatíma notenda færi í flest annað en að sitja í hraðskreiðum vögnunum, fyrir utan þann tíma er færi í bið, hvað þá utan annatíma er ferðir væru stopulli. Einungis þeir er byggju næst brautarstöðvum og væru svo heppnir að sækja vinnu eða skóla nærri brautarstöð fengju notið ávaxtanna að einhverju marki. Aðrir væru meira eða minna háðir

¹¹ Sjá m.a. *Léttlestakerfi höfuðborgarsvæðisins* – http://is.wikipedia.org/wiki/Léttlestakerfi_höfuðborgarsvæðisins

langri göngu til eða frá stöð, eða strætisvögnum jafnframt, til að brúa bilin milli heimilis, vinnu eða skóla, tækju þeir ekki einkabíl alfarið fram yfir ferðamátann.

Afleiðingin væri því sú að lestarkerfið færi að stýra borgarskipulaginu. Eftirspurn eftir húsnæði undir íbúðir, þjónustu og margvíslega starfsemi myndi aukast til muna í kringum brautarstöðvarnar fáu og fasteignaverð á þeim slóðum hækka eftir því, en engu að síður sæti fjöldinn allur eftir sem ekki gæti nýtt sér lestirnar sökum fjarlægðar. Gríðarlegum fjármunum væri því varið í þágu tiltölulega fárra, og enn minna væri úr að spila til að bæta slakar strætisvagnasamgöngur í öllum þeim borgarhlutum er útundan yrðu.

Nýjustu hugmyndir um höfuðborgarlestir er að finna í Svæðisskipulagi höfuðborgarsvæðisins 2015 til 2040. Er gróft miðmat stofnkostnaðar 15 km leiðar með vögnum áætlað 65 milljarðar króna og árlegur, almennur rekstrarkostnaður 1,6 milljarðar. Ætla má að með afskrifta- og vaxtakostnaði gæti heildarrekstrarkostnaður numið nær 6 milljörðum króna miðað við 3% afskriftir og 3,5% vexti.¹²

¹² Höfuðborgarsvæðið 2040 – fylgirit 5: Mat á samgöngusviðsmyndum, kafli 4.2.1. SSH/Mannvit 2014 http://ssh.is/images/stories/Sóknaráætlun/Lokaskyrslur/Vaxtarsamningur/Mat_samgongusv_loka_NE_T.pdf

Hraðvagnakerfi

Verkfræðistofan Mannvit skilaði skýrslunni *Almenningssamgöngur, hraðvagnakerfi*¹³ árið 2012 þar sem metinn er kostnaður við „að skipta út núverandi stofnleið númer 1 í leiðakerfi Strætó bs fyrir nýja hraðvagnaleið“, með það að meginmarkmiði „að stytta ferðatíma um a.m.k. 5 mínútur samanborið við hefðbundna strætisvagnaleið á sömu leið“.



Einungis er gert ráð fyrir sex vögnum, til jafnaðar væntanlega þremur vögnum á hverri stefnu, og alls fimm biðstöðvum, einni stöð í hverju sveitarfélaganna, Hafnarfirði, Garðabæ og Kópavogi, og tveimur í Reykjavík – við Háskólann í Reykjavík og Umferðarmiðstöðina, sem væri endastöð. En þessar fimm biðstöðvar kæmu þá í stað þeirra u.þ.b. 16 stöðva sem eru nú á samsvarandi hluta leiðar 1, talið frá Firði í Hafnarfirði að Umferðarmiðstöð.

¹³ *Almenningssamgöngur, hraðvagnakerfi* – Mannvit, Rannsóknarsjóður Vegagerðarinnar, mars 2012 – [http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Alm_samg-hradvagnak/\\$file/Almenningssamg-Hradvagnakerfi.pdf](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Alm_samg-hradvagnak/$file/Almenningssamg-Hradvagnakerfi.pdf)



Ekki þarf að fara mörgum orðum um hve heildarferðatími myndi lengjast til muna hjá mörgum, þegar tekið hefði verið tillit til allra skiptinga milli hefðbundinna strætisvagna og hraðvagnanna, enda gefur augaleið að fjöldinn allur þyrfti að taka venjulegan vagn að einhverri af hraðvagnstöðvunum fimm og á samsvarandi hátt frá hraðvagnastöð til að komast á leiðarenda, eða á hinn bóginn ganga langan veg – nema að hugmyndin sé að byggja heilu Manhattanhverfin í kringum stöðvarnar fáu til að stytta meðalferðatímann. Það breytti þó ekki því að önnur hverfi væru áfram jafn út úr.

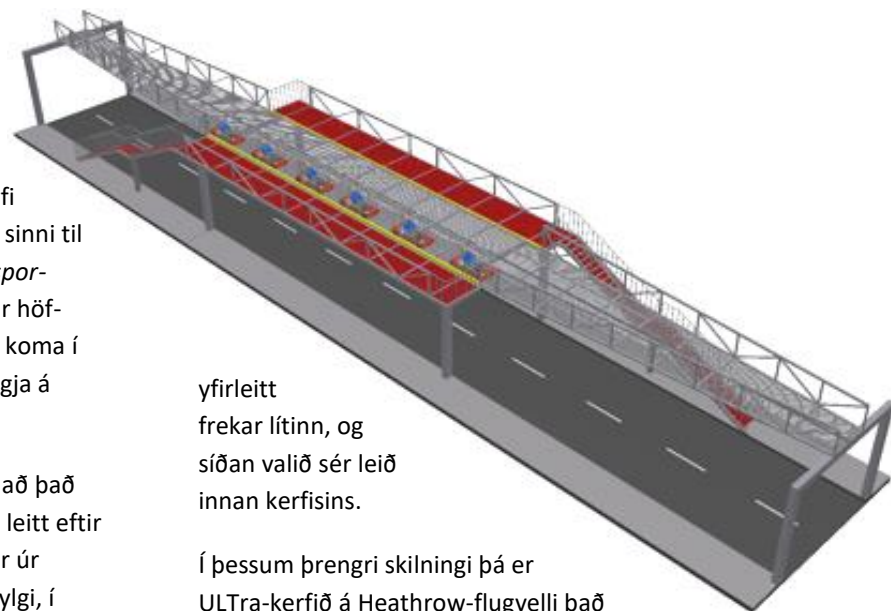
Stofnkostnaður með öllum verklegum þáttum, vögnum og biðstöðvum er metinn vera á bilinu 6 til 7 milljarðar króna fyrir þessa 11,4 km leið (en 15,1 milljarður fyrir 12,4 km leið ef valin væri þéttbýlis-lest fyrir sama svæði samkvæmt eldri athugun VSÓ verkfræðistofu...), og er þá árlegur, almennur rekstrarkostnaður alveg ótalinn. Í Svæðisskipulagi höfuðborgarsvæðisins 2015 til 2040 gerir sama verkfræðistofa, Mannvit, hins vegar ráð fyrir að stofnkostnaður við 15 km hraðvagnaleið með vögnum gæti numið um 30 milljörðum króna...

Léttsporbíllakerfi

Loks ber að nefna hugmynd að smábíllakerfi er Hrafn Arnórsson setti fram í lokaritgerð sinni til meistaraþrófs í byggingarverkfræði – *Léttspor-bíllakerfi*.¹⁴ Á mjög greinargóðan hátt kryfur höfundur til mergjar flest þau atriði er til álita koma í sjálfvirkum almenningssamgöngum er byggja á smávögnum.

Höfundur fjallar um spor í þeirri merkingu að það geti táknað ósýnilegan feril er farartæki sé leitt eftir um braut eða akveg jafnt sem sýnilegt spor úr málmni eða öðrum efnum sem farartækið fylgi, í báðum tilfellum fyrir tilverknað einhvers konar fjarstýringar og sjálfvirkni. Léttsporbíllakerfi tekur þá til áþekkrar hugmyndar og kölluð hefur verið *personal rapid transit* – PRT – og hefur verið þekkt í meira en hálfa öld. Elsta sporbíllakerfi sem hefur verið í samfelldri notkun er Morgantown-kerfið í Bandaríkjunum, sem var tekið í notkun í háskólabænum Morgantown í Vestur-Virginíu árið 1974. Til marks um það hve kerfið er öruggt þá hafa engin orðið þar slys í 40 ára sögu þess. Það byggir á 10 til 20 manna vögnum sem ganga fyrst og fremst ákveðnar áætlunarleiðir og kann því í strangasta skilningi að vera á mörkum þess að flokkast undir *personal rapid transit*, PRT, sem miðar yfirleitt fremur að því að hver og einn geti pantað sér vagn,

¹⁴ *Léttsporbíllakerfi* – Hrafn Arnórsson, MS-ritgerð, Háskóli Íslands 2011 – http://skemman.is/stream/get/1946/10229/25516/1/M_eistararitgerd_Hrafns_Arnorssonar_2011.pdf



yfirleitt frekar lítinn, og síðan valið sér leið innan kerfisins.

Í þessum þrengri skilningi þá er ULTra-kerfið á Heathrow-flugvelli það fyrsta sem tekið hefur verið af hönnunar- og tilraunastigi og sett í fullan rekstur, en það var árið 2011, og er því nokkur reynsla komin á það.¹⁵ Nokkur slík samsvarandi kerfi eru á teikniborði, á tilraunastigi eða komin til framkvæmda og eiga þau það yfirleitt sammerkt að vera á brautum er skera sig verulega úr frá umhverfinu, uppbyggð eða á súlum eða á annan hátt afmörkuð á girtum brautum ofanjarðar. Hugmynd Hrafns að léttsporbíllakerfi gengur út á afar litla eins manns vagna er gætu þó rúmað eitt eða tvö smábörn jafnframt, þannig að tvær akreinar í tvístefnu rúm-uðust á rúmlega 2ja metra breiðri braut. Brautirnar væru gerðar úr málmgrindareiningum er hvíldu á súlum ofan annarrar umferðar og brautarstöðvar þá einnig, þannig að yfirleitt væri farið um stiga milli jarðar og stöðvar.

¹⁵ ULTra – wikipedia.org – [http://en.wikipedia.org/wiki/ULTra_\(rapid_transit\)](http://en.wikipedia.org/wiki/ULTra_(rapid_transit))

Hrafn hugsar sér um 125 km langt brautanet á höfuðborgarsvæðinu, með um 250 brautarstöðvum, og fylgdi netið yfirleitt gatnakerfinu, oftast stofnbrautum og öðrum meginleiðum.

Hugmyndin má vissulega kallast draumsýn eða útópía og erfitt er að sjá hana fyrir sér í reynd. Brautirnar skæru sig mjög úr frá umhverfinu og girtu oft sýn, auk þess sem súlunum, er bæru þær uppi, fylgdi slysaætta á jörðu niðri. Veður hefði mikil áhrif á brautir jafnt sem farartækin og með tíð og tíma myndi málmurinn kalla á verulegt og kostnaðarsamt viðhald til varnar tæringu. Hvassviðri, slagveður, snjór, krapi og ísing tæki kerfið í gíslingu þegar verst léti og allur stjórnbúnaður, nemar og firðstýringar væri undir miklu álagi og hætti því frekar við bilunum. Það væri því hætt við lítilli tiltrú á kerfið, sem notkunin þó helgast ekki síst af, samfara því að hár afskriftarkostnaður, viðhaldskostnaðurinn, myndi sliga það. Þá er það galli hve brautarstöðvar væru oft í mikilli nánd við almennar umferðarbrautir, sem myndi kalla á ýmsar hættur, sérstaklega gagnvart yngri notendum, og torvelða aðgengi að stöðvunum. Má og ætla að erfitt yrði að anna aragrúa svo smárra vagna á álagstímum nema að brautarstöðvarnar væru því lengri og umfangsmeiri og eftir því fyrirferðarmeiri í umhverfinu.

Ritgerð Hrafns er engu að síður einkar athyglisverð, enda er hugmynd hans að léttsporbíllakerfi á höfuðborgarsvæðinu einungis hluti verksins og líklega fremur sett fram sem dæmi um það að hve fjölmörgum atriðum þarf að hyggja við hönnun slíkra

kerfa en að henni sé ætlað svo mjög raunhæft gildi í sjálfri sér. Er hugmyndin allrar athygli verð sem slík, og ekki síður sá drjúgi hluti ritgerðarinnar sem fjallar almennt um flest einkenni léttsporbíla og brauta, eða *personal rapid transit*, PRT, á mjög skýran og greinargóðan hátt.

Léttara og umfangsminna jarðvagnakerfi?

Þeirri spurningu má velta upp hvort jarðvagnakerfi væri á einhvern hátt ódýrara og þá jafnframt hagkvæmara ef það væri miðað við mjórri göng og minni vagna en hér hefur verið gert. Til dæmis að ummál 6 sæta vagnanna væri lagt til grundvallar sem hámark og að í stað hinna stærri, áætlunavagnanna, kæmu liðvagnar, sem settir væru saman úr samsvarandi einingum og minni vagnarnir. Það hefði þó lítill áhrif á umfang ganga og stokka vegna þeirrar öryggiskröfu, sem hér hefur verið lögð til grundvallar, að í neyðartilfellum væri rúm fyrir manneskjur meðfram gangaveggjum óháð umferð vagna. Ummál ganga og þar af leiðandi útgröftur jarðefna myndi því varla minnka nema e.t.v. um 10% eða í mesta lagi um 15%, en umfang brautarstöðva væri þó síst minna, að óbreyttri umferð notenda, eða í raun heldur meira vegna lengri brautarpalla og fleiri vagnhliða til að anna mætti fleiri vagneiningum.

Það væri líka vafasamur ávinningur að gera ráð fyrir einstefnubrautum og eftir því mjórri göngum eða stokkum. Þótt ein akrein kæmi í stað tveggja myndi engu að síður vera gert ráð fyrir gangvegi beggja vegna, af fyrrnefndum öryggisástæðum, og ummál

ganganna myndi því minnka hlutfallslega minna en ella, nema að brautir væru einungis ætlaðar mannláusum vögnum, t.d. vöruvögnum. Og því fleiri einstefnugöng, því lengra myndi brautarnetið verða í heild. En ekki síst af öryggisástæðum hafa tveggja akreina göng verið höfð að meginreglu þannig að ávallt kæmust vagnar fram hjá vagni sem af einhverjum ástæðum hefði stöðvast. Engu að síður væri það ávallt á valdi kerfisstjórnar hvernig leiðir væru nýttar – sem tvístefnuleiðir eða í tveggja akreina einstefnu, allt eftir því hver flutningsþörfin væri á hverjum tíma.

Þá er alls óvíst að mjórri göng en þau sem hér hefur verið gert ráð fyrir myndu vera nokkuð ódýrari, enda takmörk fyrir því hve hægt er að minnka verkfæri og tæki við gangagerð sem þessa, svo að nokkuð hagkvæmara sé, og því minni sem efnisflutningavagnar væru því fleiri væru ferðir þeirra. Þá má nokkuð ljóst vera að stærð og umfang ganga hefur lítill sem engin áhrif til lækkunar á öðrum kostnaðarliðum, svo sem við stýrikerfi og alla högun og stjórn, nema síður væri, enda væri því fleiri einingum að sinna sem þær væru smærri, auk þess sem brautarstöðvar myndu síst verða minni svo sem áður er sagt.

Fjárfestingar til langrar framtíðar

Fjárfestingar Strætó bs. eru að langmestu leyti til skamms tíma og eru fyrst og fremst í vögnum sem eru afskrifaðir e.t.v. á sjö árum. Samkvæmt því myndi innkaupsverð vagns sem væri í notkun í 10½ ár nema um 2/3 hlutum fjármagnskostnaðar en viðhald 1/3. Rekstrargjöld að þessum hröðu afskriftum slepptum eru annars að langmestu leyti laun, og reyndar vega afskriftirnar sáralítið á við launin þrátt fyrir að séu svo hraðar, og raunar minna en orkukaupin, sem eru næst stærsti útgjaldaliðurinn og vega þau þó engu að síður mun minna en launin.

Allt öðru máli gegnir um rekstur fasteigna. Félag sem á og leigir út tugþúsundir fermetra af húsnaði, að margföldu virði á við eignir Strætó, greiðir einungis örfáum starfsmönnum laun, þ.e.a.s. fyrir daglegan rekstur, sem er aðallega fólgin í umsjón með útleigu, eftirliti með ástandi eigna og húsvörslu, en á hinn bóginn eru langstærstu útgjaldaliðirnir vextir og afskriftir. Nemi afskriftir um 2% jafngildir það því að verja verði sem svarar 2% af nývirði eignarinnar til viðhalds á hverju ári *til jafnaðar* til að eignin sé nánast jafn góð og ný að 50 árum liðnum, eða á hinn bóginn, væri viðhaldi ekki sinnt en arður greiddur út því ótæpilegar, að eignin væri því sem næst ónýtt að þeim tíma liðnum. Í reynd er það þó svo að afskriftartími mjög vel byggðra húsa, t.d. Alþingishússins, sem var reist árið 1881, eða Reykjavíkurapóteks og Safnahússins, sem eru um



og yfir aldargömul, er mun lengri, enda myndi samanlagður viðhaldskostnaður við þau frá upphafi, ef tekinn væri saman á núvirði, vera nokkuð lægri að líkindum, jafnvel mun lægri, en nýbyggingarvirði þeirra. Hinsvegar eru dæmi um svo illa byggð hús að þau hafi kostað eigendur sína sem svarar nývirði húsanna í viðhaldi á örfáum áratugum. Þá er iðnaðarhúsnaði oft afskrifað á stuttum tíma vegna þess hve það krefst oft gagngerrar endurnýjunar vegna tæknibreytinga eða á hinn bóginn að það er látið víkja fyrir nýju skipulagi.

Um jarðgöng gegnir almennt nokkuð líku máli og um fasteignir, að daglegur rekstrarkostnaður vegur sáralítið en vextir og afskriftir því meir, en afskriftartími er þó yfirleitt mjög langur. Grunnkostnaður við vel gerð göng, þ.e.a.s. kostnaður við gerð holrýmis, meginhluta styrkinga og brottflutning efnis, kann í raun að vera afskrifaður á öldum frekar en áratugum, þó að eðlilegt sé að gæta varúðar við mat á afskriftartíma á meðan reynsla liggur ekki fyrir af mannvirkinu. Strákagöng kunna að eiga eftir

að endast um aldir, þó að minna verði jafnvel varið til viðhalds þeirra á sama tíma en sem svaraði nývirði þeirra. Þó að lokið hafi hlutverki sínu sem ein meginsamgöngustoð Siglifrðinga í nær hálfa öld munu þau að líkindum þjóna áfram um langa ókomna tíð sem lykillinn að hringveginum um Tröllaskaga og ögra enn örnefninu Landsenda.

Neðanjarðarsamgönguæðar stórborganna eiga upphaf sitt að rekja til London fyrir um einni og hálfrí öld síðan en fyrstu eiginlegu nettengdu jarðlestakerfin komu fyrst til sögu á síðasta áratug 19. aldar.¹⁶ Hlutar þeirra eru stokkar sem grafið var fyrir og síðan fyllt yfir en annars hafa æðarnar verið grafnar um göng. Á hvorn veginn sem farið var að er upphafleg grunngerð fyrstu gangaleiðanna enn til staðar og í fullri notkun víðast hvar án þess þó að miklu hafi þurft að kosta til viðhalds. Lestarteinar og brautir hafa sannarlega gengið í gegnum endurnýjun lífdaganna í kjölfar krafna tímanna um betri vagna og mýkri vegferð, en göngin sem slík að stofni til, langstærstu hlutar framkvæmdanna, hafa staðist tímans tönn og munu gera það um mörg ókomin ár, jafnvel aldir.

Hvalfjarðargöng eru um 5, 7 kílómetrar að lengd að meðtöldum vegskálum og er stofnverð þeirra metið vera einungis um 4,1 milljarður króna í ársreikn-

¹⁶ Rapid transit –

http://en.wikipedia.org/wiki/Rapid_transit

List of metro systems –

http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_metro_systems

ingi Spalar ehf 2014¹⁷, eiganda ganganna, en raunvirði ganganna er þó miklu meira, eða að lágmarki um 10 milljarðar króna, enda eru engin göng á Íslandi jafn mikil ummáls eða að umfangi, með mestu breidd einstakra akreina, með tvær akreinar að lágmarki en þrjár akreinar í rúmum þriðjung ganga. Göngin eru 18 ára gömul og nema skuldir um 3, 1 milljörðum króna, eða innan við þriðjung þess sem ætla má að sé raunvirði ganganna, en á móti kemur eigið fé Spalar, að mestu óráðstafað, sem nemur um 1,6 milljörðum króna. Engin leið er að meta eiginlega skiptingu kostnaðar milli skammtíma- og langtímaviðhalds út frá ársreikningi, en telja má nokkuð víst að langtímaviðhald hafi verið all nokkru lægra *til jafnaðar* á ári hverju en sem nemur færðum afskriftum, um 120 milljónum króna, sem eru miðaðar við 65 ára afskriftatíma. Það er eðlileg bókhaldsleg varúðarregla að ætla tímann ekki lengri, en líklegast má telja að göngin verði því sem næst jafn góð og ný að 65 árum liðnum frá opnum, líkt og þau eru í dag, að 18 árum liðnum.

Við afskriftir jarðbrautanetsins verður ekki miðað við almenn jarðgöng nema að því marki sem tekur til grunngerðar ganga og brautarstöðva og þess hluta umbúnaðar sem sambærilegur væri við venjuleg göng. Innréttingar brautarstöðva, dyraumbúnaður, rúllustigar, lyftur og fordyri, og flest

mannvirki ofanjarðar, byggingar og brautir, myndu yfirleitt falla í aðra flokka afskrifta, þá yfirleitt hraðari, og fjarskiptabúnaður, rafhleðslubúnaður og ökutæki í enn aðra flokka. Þannig má í rauninni taka hvert verk og greina það í sjálfstæða afskriftarflokka til að fá betri yfirsýn yfir áætlaðan, bókhaldslegan endingartíma. Hafi Hvalfjarðargöngum verið gefinn áætlaður „líftími“ til 65 ára má engu að síður gera ráð fyrir að grunngerð ganganna, þ.e.a.s. gerð sjálfs holrýmisins og brottflutningur efnis, ásamt drjúgum hluta þéttinga og styrkinga, sé afskrifuð á talsvert lengri tíma, en t.d. vegklæðning og ýmis búnaður ofan jarðar og neðan á mun skemmri tíma. 65 ára afskriftartími, eða 1,5% á ári, væri þá niðurstaða *vegins* meðaltals, að teknu tilliti til þess hve hinir ýmsu hlutar vega þungt, og þá grunngerðin að sjálfsögðu langþingst.

Á samsvarandi máta má hugsa sér skiptingu afskrifta jarðbrautarnetsins á þann veg í mjög grófum dráttum að 40% stofnkostnaðar væru afskrifuð á 100 árum, 40% á 50 árum, 10% á 20 árum og 10% á 12 árum, en *vegið* meðaltal myndi þá jafngilda í heild um 2,5% afskriftum á ári, enda væru hlutfallslega fleiri þættir jarðbrautanetsins bundnir tiltölulega stuttum afskriftartíma en í Hvalfjarðargöngum, og reyndar eru fjölmargir þættir sem koma þar alls ekki til álita frekar en í öðrum almennum veggöngum. Til langs tíma litið, að lánum uppgreiddum og miklum hlutum netsins afskrifuðum *bókhaldslega* séð, væri öll grunngerð og mannvirki að megninu til þó jafngott sem nýtt, án þess að miklu hefði þurft

til að kosta nema fyrst og fremst til endurnýjunar á vögnum, fjarskiptabúnaði, vegklæðningu og öðru slíku sem skemur entist.

Frumreglur fjárfestinga eru nokkuð áþekkar í flestum greinum viðskipta og gilda jafnt um einstaklinga, félög og fyrirtæki, hið opinbera jafnt sem einkaaðila. Fjárfestingar sem afskrifaðar eru á stuttum tíma eru byggðar á eigin fé að mestu leyti, e.t.v. með tilstyrk skammtímalána, og þá fyrst og fremst á ábyrgð þess er fjárfestir, en því stærri sem fjárfestingar eru sem hlutfall af greiðslugetu fjárfesta og til lengri tíma því fremur koma lánadrottinnar til sögu sem leggja mat á fjárfestingarverkefnið og taka í framhaldi sameiginlega ábyrgð á verkefninu með eignum.

Sá er þó munurinn á langtímafjárfestingum hins opinbera og einkaaðila að hið opinbera er að skuldbinda börn og unglínga og reyndar ófædd börn einnig og leggja ábyrgð á þau til langrar framtíðar á meðan ábyrgð hlutafélags einkaaðila takmarkast einungis við hlutafé eigenda á hverjum tíma. Ómarkviss fjárfesting hlutafélags í einkaeigu ætti því aldrei að skaða aðra en eigendur og lánadrottina þeirra á hverjum tíma – miðað við eðlilegt viðskiptaumhverfi – á meðan samsvarandi óhagkvæm fjárfesting hins opinbera getur lent af fullum þunga á herðum skattgreiðenda sem ekki voru einu sinni til, hvað þá komnir með kosningarétt, þegar fjárfestingarákvörðunin var tekin.

¹⁷ Ársreikningur Spalar 2014 – http://www.spolur.is/images/Spolur_ehf_arsreikn_31_12_2014_26_2_2015.pdf

Það er því auðvelt fyrir stjórnámamenn að varpa fram stórfelldustu hugmyndum um opinberar framkvæmdir og knýja þær fram í krafti kosningafylgis síns tíma þótt öll fjárhagsleg ábyrgð sé í raun sett á herðar skattgreiðenda einna til margra áratuga en ekki stjórnámamannanna. Engu að síður geta framkvæmdirnar verið hinar nauðsynlegustu og sem betur fer hafa flestar hinna stærri opinberu framkvæmda á Íslandi fremur skilað ábata í þjóðar-búið en að mikið tap hlytist af.

Er þá til leið sem felur í sér raunverulega fjárhagslega ábyrgð eigenda stórframkvæmda þó að hið opinbera sé meirihlutaeigandi eða eigi sem næst helmingi? En ljóst má vera að fjársterkir einkaaðilar fengjust ekki til samstarfs um eignaraðild að stórfyrirtæki ef þeir ættu á hættu að vera ofurliði bornir af stjórnarmönnum sem ættu strangt til getið engra eigin fjárhagslega hagsmuna að gæta heldur litu jafnvel fyrst og fremst til síns pólitíska baklands og skammtímaframa. Slíkt fyrirtæki í minnihlutaeign hins opinbera væri enn síður verjandi, enda gætu fjárhagslegir hagsmunir hins opinbera þá algjörlega verið bornir fyrir borð af meirihluta einkaaðila. Og hvað varðar þá framkvæmd sem hér hefur verið til umfjöllunar kæmi hreinn einkarekstur varla til álita, svo sem t.d. tíðkast um rekstur almenningssamgangna í mörgum borgum Bandaríkjanna, enda nyti slík hugmynd líklega lítils pólitífs fylgis.

Þá stendur eftir spurningin um nokkuð jafnt eignarhald hins opinbera og einkaaðila sem væri þó skil-

yrt á þann veg í stofnskrá, sem líta má á sem einskonar stjórnarskrá fyrirtækis, að allar meiriháttar ákvarðanir yrðu að njóta fylgis aukins meirihluta þannig að ávallt stæðu að minnsta kosti þrír fjórðu hlutar atkvæða að baki þeim. Engin mikilvæg ákvörðun væri þá tekin nema að viðhöfðu viðtæku samkomulagi eigenda. Varnaglinn væri þá í raun fólgin í aðgát féhirða einkaframtaksins og á hinn bóginn í samfélagslegri ábyrgð fulltrúa hins opinbera, fulltrúa kjósenda, og skyldi þó gera ráð fyrir að stjórnendur allir hefðu heildarhagsmuni að leiðarljósi.

Ætti hið opinbera um helmings hlut, ríki og sveitarfélög þá um fjórðungshlut hvort, í framkvæmd þeirri sem hér er til umræðu, væri mikilvægt að sem flestir meðeigendur væru aðilar sem byggju yfir eða hefðu aðgang að mikilli sérþekkingu á þeim sviðum sem snerta framkvæmdina jafnt sem heildarrekstur til framtíðar, auk þess sem lífeyrisjóðir, fjárfestingasjóðir og hinir ýmsu langtímafjárfestar, innlendir sem erlendir, kæmu að hluthafahópnum. Því vandaðra sem væri valið og hópurinn styrkari, því fremur væru lánadrottinnar líklegri til að veita hagkvæm kjör, auk þess sem svo stór fjárfesting hefði þá síður áhrif á lánshæfismat hins opinbera og almennra fjármálastofnana og þar með almenn lánakjör.

Á haustfundi Landsvirkjunar árið 2011 flutti Hörður Arnarsson forstjóri tímamótaráðu um arðsemi

íslenskra vatnsaflsvirkjana.¹⁸ Spurði Hörður hreint út hvort auðlind gæti borið slíkt nafn með rentu ef ekki myndaðist neinn auðlindaarður. Eða hvaða greiðslur hefði eigandi Landsvirkjunar fengið frá fyrirtækinu síðan 1965, þ.e. þegar það var stofnað? Núvirtar arðgreiðslur væru um 66 milljónir dala, auk um 44 milljóna dala í auðlindagjöld, en tekju-skattsgreiðslur væru engar, enda hefði fyrirtækið lengst af verið undanþegið slíkum sköttum. Samsvara greiðslurnar um 13 milljörðum króna á 46 árum eða um kvartmilljarði króna á ári, en skyldi þó hafa í huga að eigandinn, íslenska þjóðin, hafi vissulega notið óverulegs beins ávænings af rekstri Landsvirkjunar í formi lágra raforkugjalda.

Í ræðu sinni mat Hörður bókfært virði aflstöðva fyrirtækisins vera um 3,2 milljarða dala, eða um 380 milljarða ísl. kr. sé reiknað með um 120 kr. gengi dals, og að þar af næmi virði Kárahnjúkavirkjunar og tengdra framkvæmda um 65%, eða um 250 milljörðum króna, en annarra virkjana, sem væru að verulegu leyti afskrifaðar, um 35%. Raunvirði annarra virkjana en Kárahnjúka væri þó um 55% að teknu tilliti til endurmats og raunvirði virkjana í heild þá um 4,8 milljarðar dala, sem svarar til um 580 milljarða króna.

Fram kom í ræðu Harðar að tekjur Landsvirkjunar af Kárahnjúkavirkjun eða Fljótsdalsstöð hefðu

¹⁸ Myndupptaka frá haustfundi Landsvirkjunar 2011 – <http://www.landsvirkjun.is/fyrirtaekid/fjolmidlatorg/vidburdir/haustfundur2011/>

numið um 32% af heild árið 2010 eða sem svaraði til um 6% af stofnvirði virkjunarinnar, en að tekjurnar hefðu þurft að vera sem næst 10% eða alls ekki lægri en 8 til 9% til að ásættanlegt væri.

Miðað við þá kostnaðaráætlun sem hér hefur verið lögð til grundvallar jarðbrautanetinu myndi stofnvirði þess, að meðtöldum fjármagnskostnaði, vera um 374 milljarðar króna, sem er heldur meira en framreiknað stofnvirði Kárahnjúkavirkjunar og tengdra framkvæmda, eða e.t.v. áþekkt og kostnaður við lagningu sæstrengs. Borið saman við áform um uppbyggingu nýs hverfis við Elliðaárvog í Reykjavík – Vogabyggð – með meðalstærð íbúða um 110 fermetrar, þá er munurinn um 3½ faldur: „Fullbyggt verður hverfið með ríflega 1.100 íbúðum og er kostnaður við uppbyggingu þess, að meðtöldum innviðum, gatnagerð og skólum, áætlaður yfir 100 milljarðar króna.”¹⁹ Mun atvinnuhúsnæði þá einnig vera meðtalið að einhverju marki.

Tekjur af jarðbrautanetinu myndu vera um 29 milljarðar króna á ári miðað við 55 milljónir ferða á ári á höfuðborgarsvæðinu og 7 milljónir ferða um Suðurnes, eða sem svarar til um 7 til 8% af stofnvirðinu. Þá skyldi hafa hugfast að framlög hins opinbera til almenningssamgangna á svæðinu væru orðin lítil sem engin frá því að vera nú um 3,6 milljarðar. Að

teknu tilliti til þess væri ígildi tekjuhlutfallsins orðið sem næst 8 til 9%.

Jafnframt ber að hafa í huga þann óbeina arð sem af framkvæmdum hlýst. Fljótsdalsvirkjun og álver í Reyðarfirði hafa vissulega elft Austfjarðabygðir og eru fáeinir milljarðar króna greiddir í skatta af margvíslegri afleiddri starfsemi þótt auðlindarentan sé nær engin. Jarðbrautanetið myndi á hinn bóginn skila hreinum þjóðhagslegum ábata, er væri síst minni en ef léttlest væri lögð til grundvallar almenningssamgöngunum – sem er áætlaður að gæti orðið 194 milljarðar króna til ársins 2040, m.a. vegna tímaábata, aksturskostnaðarsparnaðar einkabifreiða, fækkunar slysa o.fl.²⁰

Kárahnjúkavirkjun er sannarlega dæmi um mjög vanreiknaða opinbera áætlun, sem tæplega hefði verið farið af stað með ef réttar hefði verið reiknað, og bygging Hörpu afar slæmt dæmi um samkrull opinberra áætlana og gervihirða einkafjár. Virkjunin er þó komin til að vera og mun þrátt fyrir allt skila þjóðarþínu tekjum um mörg ókomin ár og jafnvel aldir þótt hagurinn sé umtalsvert minni en áætlanir stóðu til í upphafi. Og Harpa mun sannarlega auðga tónlistarlíf í landinu þótt eftir á að hyggja sé ljóst að jafn stór bygging og ekki síður notadrjúg hefði getað kostað mun minna ef ekki hefði beinlínis verið bruðlað með almannafé.

²⁰ Höfuðborgarsvæðið 2040 – fylgirit 5: Mat á samgöngusviðsmyndum, kafla 6, tafla 29. SSH/Mannvit 2014 – http://ssh.is/images/stories/Sóknaráætlun/Lokaskýrslur/Vaxtarsamningur/Mat_samgongusv_loka_NET.pdf

Til þess eru vítin að varast og því mikilvægt að vandað væri til allra áætlana um jarðbrautanetið. En það sem hér hefur verið lagt til grundvallar verkefninu er einungis gróf nálgun til þess ætluð að lýsa því í meginráttum.

Styrkur samgöngukerfis á borð við jarðbrautanetið liggur í miklum varanleika þess og ekki síður hve litlu þarf til að kosta þótt umferð aukist til muna með meiri afnotum í tímans rás. Mestar líkur eru á að slíkt net endist mjög lengi og án mikils viðhaldskostnaðar, þótt eðlilegt sé að viðhafa bókhaldslega varúð við alla kostnaðarútreikninga. Hver króna sem lögð er til slíkrar fjárfestingar nýtist til langrar framtíðar og gefur af sér því meiri arð sem notkunin eykst og varir lengur, öfugt við almenn strætisvagnakerfi sem bera hlutfallslega því meiri rekstrarkostnað sem vögnum er fjölgað með aukinni notkun. Hver helmings aukning í farþegakílómetrum talið og samsvarandi tekjum af farþegum kostar því jafnframt helmingi dýrari rekstur strætisvagna, andstætt við rekstrarkostnað sjálfstýrðs jarðbrautanets sem myndi hækka til muna minna við samsvarandi aukningu, eða svo lengi sem rými brauta leyfði og flutningsgeta þess væri ekki mettud. En það væri langur vegur til fullrar nýtni frá því nýtingarhlutfalli sem hér hefur verið lagt til grundvallar og miðað hefur verið við, eða nokkra tugi milljóna ferða á ári hverju. Líklegra má telja en ekki, að netið gæti þjónað milljónarborgarsamfélagi og verulegri aukningu ferðamanna án mikils kostnaðarauka, en ekki einungis fáeinna hundruða þúsunda manna byggð ásamt ferðamönnum all fleiri.

¹⁹ 100 milljarðar í nýtt hverfi – mbl.is, 19. nóv. 2014 – http://www.mbl.is/frettir/innlent/2014/11/19/100_milljardar_i_nytt_hverfi/

Heimildir og myndir

Heimildir – með vísan til þeirra í neðanmálsgreinum. Sé smellt á tilvísanannúmer opnast blaðsíða vísunarinnar.

- 1 Höfuðborgarsvæðið 2040 – fylgirit 5: Mat á samgöngusviðsmyndum, kafli 3.4, mynd 22. SSH/Mannvit 2014
http://ssh.is/images/stories/Sóknaráætlun/Lokaskyrslur/Vaxtarsamningur/Mat_samgongusv_loka_NET.pdf
- 2 Höfuðborgarsvæðið 2040 – fylgirit 3: Þróun og framreikningur íbúafjölda á höfuðborgarsvæðinu, kafli 6, SSH 2014 –
http://ssh.is/images/stories/Sóknaráætlun/Lokaskyrslur/Vaxtarsamningur/mannfjoldi_lokaskyrsla_NET.pdf
- 3 Modal share (Hlutdeild mismunandi samgöngumáta) – http://en.wikipedia.org/wiki/Modal_share
- 4 Ævintýrleg aukning í flugumferð á Íslandi, RÚV 30 júlí 2015 – <http://www.ruv.is/frett/aevintyrale-g aukning-i-flugumferd-a-islandi>
- 5 Héðinsfjarðargöng 2006-2009 – [http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Hedinsfj_Kynningarbaeklingur/\\$file/Kynningarb%C3%A6klingur-4b.pdf](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Hedinsfj_Kynningarbaeklingur/$file/Kynningarb%C3%A6klingur-4b.pdf)
- 6 Jarðfræði höfuðborgarsvæðisins með tilliti til jarðlestakerfis – Þórey Ólöf Þorgilsdóttir. Ritgerð sem hluti af BS-gráðu í jarðfræði. Háskóli Íslands 2012.
http://skemman.is/is/stream/get/1946/11946/30158/1/%C3%9E%C3%93%C3%9E_BS.pdf
- 7 Um þráðlausan rafhleðslubúnað, sjá m.a. <http://olevtech.com/> og <http://spectrum.ieee.org/transportation/advanced-cars/the-alleglectric-car-you-never-plug-in>
- 8 Höfuðborgarsvæðið 2040 – fylgirit 5: Mat á samgöngusviðsmyndum, kafli 3.4, mynd 22. SSH/Mannvit 2014 –
http://ssh.is/images/stories/Sóknaráætlun/Lokaskyrslur/Vaxtarsamningur/Mat_samgongusv_loka_NET.pdf
- 9 Héðinsfjarðargöng 2006-2009 – [http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Hedinsfj_Kynningarbaeklingur/\\$file/Kynningarb%C3%A6klingur-4b.pdf](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Hedinsfj_Kynningarbaeklingur/$file/Kynningarb%C3%A6klingur-4b.pdf)
Kostnaður við Héðinsfjarðargöng – <http://www.vegagerdin.is/upplýsingar-og-utgafa/frettir/nr/4801>
Norðfjarðargöng, yfirlit – <http://www.vegagerdin.is/verkefnavefir/Nordfjardargong.nsf>
- 10 Fluglestin – Mat á hagkvæmni hraðlestar milli Keflavíkurflugvallar og miðborgar Reykjavíkur. Ráðgjöf og verkefnastjórnun, Reykjavík júlí 2014.
http://www.fluglestin.is/Files/Skra_0067594.pdf
- 11 Léttlestakerfi höfuðborgarsvæðisins – http://is.wikipedia.org/wiki/Léttlestakerfi_höfuðborgarsvæðisins
- 12 Höfuðborgarsvæðið 2040 – fylgirit 5: Mat á samgöngusviðsmyndum, kafli 4.2.1. SSH/Mannvit 2014. SSH/Mannvit 2014 –
http://ssh.is/images/stories/Sóknaráætlun/Lokaskyrslur/Vaxtarsamningur/Mat_samgongusv_loka_NET.pdf
- 13 Almenningsamgöngur, hraðvagnakerfi – Mannvit, Rannsóknarsjóður Vegagerðarinnar, mars 2012 – [http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Alm_samg-hradvagnak/\\$file/Almenningsamg-Hradvagnakerfi.pdf](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Alm_samg-hradvagnak/$file/Almenningsamg-Hradvagnakerfi.pdf)
- 14 Léttsporbíllakerfi – Hrafn Arnórsson, MS-ritgerð, Háskóli Íslands 2011 –
http://skemman.is/stream/get/1946/10229/25516/1/Meistararitgerd_Hrafns_Arnorssonar_2011.pdf
- 15 ULTra – wikipedia.org – [http://en.wikipedia.org/wiki/ULTra_\(rapid_transit\)](http://en.wikipedia.org/wiki/ULTra_(rapid_transit))
- 16 Rapid transit – http://en.wikipedia.org/wiki/Rapid_transit
List of metro systems – http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_metro_systems
- 17 Ársreikningur Spalar 2013 – http://www.spalur.is/images/Spalur_ehf_arsreikn_31_12_2013_27-2-2014.pdf
- 18 Myndupptaka frá haustfundi Landsvirkjunar 2011 – <http://www.landsvirkjun.is/fyrirtaekid/fjolmidlateg/vidburdir/haustfundur2011/>
- 19 100 milljarðar í nýtt hverfi – mbl.is, 19. nóv. 2014 – http://www.mbl.is/frettir/innlent/2014/11/19/100_milljardar_i_nytt_hverfi/
- 20 Höfuðborgarsvæðið 2040 – fylgirit 5: Mat á samgöngusviðsmyndum, kafli 6, tafla 29. SSH/Mannvit 2014 –
http://ssh.is/images/stories/Sóknaráætlun/Lokaskyrslur/Vaxtarsamningur/Mat_samgongusv_loka_NET.pdf

Heimildir að myndum – aðrar myndir, en eru tilgreindar, eru höfundar

Bls. 2 – Lækjartorg 1960 – <http://101reykjavik.is/wp-content/uploads/2012/12/Lækjartorg-1960-300x169.png> og <http://101reykjavik.is/wp-content/uploads/2012/12/Lækjartorg-1960.png>

Bls. 3 t.v. – Aðalskipulag Reykjavíkur 2010-2030, A-hluti, bls. 141: *Teikning af forgangsléið strætisvagna (Bus Rapid Transit) í Los Angeles. Forgangsreinar milli akbrauta og bíðstöð í miðju þjónar umferð í báðar áttir.* http://reykjavik.is/sites/default/files/adalskipulag/ar2010-2030_a-hluti_20140224.pdf

Bls 3 t.h. – Washington DC Metro: *Pentagon City* – <http://safetycompass.wordpress.com/2012/07/17/putting-transit-safety-on-the-right-track/>

Bls. 6 – Jarðfræðikort af höfuðborgarsvæðinu – Þórey Ólöf Þorgilsdóttir: *Jarðfræði höfuðborgarsvæðisins með tilliti til jarðlestakerfis*, bls 10. Sjá heimild/neðanmálsgrein nr. 6

Bls. 7 – Þykktardreifing Reykjavíkurgrágrýtis – Þórey Ólöf Þorgilsdóttir: *Jarðfræði höfuðborgarsvæðisins með tilliti til jarðlestakerfis*, bls 24. Sjá heimild/neðanmálsgrein nr. 6

Bls. 10 – Bakgrunnur myndar: Google Maps – *Reykjanesbraut Street View Aug 2013* – horft úr Hvassahrauni til Trölladyngju og Keilis. <https://www.google.is/maps/@64.026468,-22.111054,3a,75y,211.33h,70.38t/data=!3m4!1e1!3m2!1sAeJq3e9x48y7URHGeLfkmgl2e0>

Bls. 12 t.v. – Þráðlaus rafhleðsla (myndin er aðeins breytt) – The All-Electric Car You Never Plug In: *The Force is With You* – <http://spectrum.ieee.org/green-tech/advanced-cars/the-allelectric-car-you-never-plug-in>

Bls. 20 – Bakgrunnar mynda: t.v. Laugardalsvöllur – <http://is.wikipedia.org/wiki/Laugardalsvöllur> (efri mynd) og <http://static.panoramio.com/photos/large/16066911.jpg> (neðri mynd) og t.h. GoogleEarth: Laugavegur, Kjörgarður og grennd – líkón fyrirbyggjandi húsa eru eftir *3Dsvenni*, sjá nánar GoogleEarth

Bls. 21 – Bakgrunnar mynda: Að ofan t.v. Smáralind – <http://www.vb.is/frettir/100759/> Viðskiptablaðið 18. janúar 2014; að neðan t.v. Laugardalslaug – <http://reykjavik.is/frettir/okeypis-i-sund-og-list-fyrir-framhaldsskolanema-i-verkfalli>; að ofan t.h. Bakarabrekkan – <http://reykjavik.is/stadir/bakarabrekkan>; að neðan t.h. – Breiðholt – 02-02-2014 *Colorful roofs in Breiðholt* – <http://www.overv.eu/archive/> (1391374498053.jpg)

Bls. 22 – Potuhreiðrið eftir Magnús Tómasson. Iceland, Land of Fire and Ice: <http://blink.brunner-group.com/en/issues/airport-waiting-meeting-relaxing/our-favorite/content.html> - mynd nr. 11: http://blink.brunner-group.com/uploads/tx_templavoila/06_JetNest_01.jpg (Mynd lítið eitt aðlöguð, bakgrunnur felldur burt)

Bls. 24 t.v. – Fáskrúðsfjarðargöng – Vegagerð ríkisins, fréttir: Umfangsmikið vöktunar- og viðbragðskerfi í jarðgöngum – <http://www.vegagerdin.is/upplýsingar-og-utgafa/frettir/nr/4281> og <http://www.vegagerdin.is/media/frettir/Faskrudsfsjardargong.jpg>

Bls 27 – Fluglestin. Ráðgjöf og verkefnastjórnun, Facebook – https://www.facebook.com/radgjof/photos_stream

Bls. 28 t.v. – *Léttlestakerfi höfuðborgarsvæðisins*. Sjá heimild/neðanmálsgrein nr. 11

Bls. 28 t.h. að ofan – *Almenningssamgöngur, hraðvagnakerfi* – Rannsóknarsjóður Vegagerðarinnar, mars 2012, bls 12: *Tromerca hraðvagnakerfið í Mérida, Venezuela* – Sjá heimild/neðanmálsgrein nr. 13

Bls. 28 t.h. að neðan – *Almenningssamgöngur, hraðvagnakerfi* – Rannsóknarsjóður Vegagerðarinnar, mars 2012, bls 10: *TEOR hraðvagnakerfið í Rouen, Frakklandi* – Sjá heimild/neðanmálsgrein nr. 13

Bls. 29 – *Léttsporbílakkerfi*, MS-ritgerð, Hrafn Arnórsson, Háskóli Íslands 2011, bls. 63: *Brautareining léttsporbílakkerfis* – Sjá heimild/neðanmálsgrein nr. 14

Bls. 31 – Alþingishúsið: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alþingi_2012-07.JPG