

Skýrsla nr. 2021-022

06.09.2021



# Hleðslumöguleikar Strætó

**Mat á möguleikum til uppsetningar hleðsluinnviða fyrir Strætó í dreifikerfi Veitna**

**Jóhannes Þorleiksson, Kári Hreinsson og Ingvar H. Jóhannesson**

## Skráningarblað skýrslna

Skýrsla nr. 2021-022	Útgáfudagur 6.9.2021	Útgáfustaður Reykjavík
Heiti skýrslu <b>Hleðslumöguleikar Strætó - Mat á möguleikum til uppsetningar hleðsluinnviða fyrir Strætó í dreifikerfi Veitna</b>		
Upplag PDF	Fjöldi síðna 8	Dreifing Ytri birting
Höfundur/ar Jóhannes Þorleiksson, Veitur ohf. Kári Hreinsson, Veitur ohf. Ingvar H. Jóhannesson, Strætó bs.		Verknúmer
Unnið fyrir Veitur		Samvinnuaðilar Strætó
Útdráttur Rafmagnsdreifikerfi Veitna og leiðarkerfi Strætó skarast á stórum hluta höfuðborgarsvæðisins. Skýrsla þessi er samantekt á þeim staðsetningum innan beggja kerfa þar sem heppilegt væri að setja upp hleðsluinnviði fyrir rafmagnsstrætisvagna, en fyrst og fremst er horft til staða þar sem margir vagnar gætu nýtt sér hleðsluaðstöðu sem og að kostnaður við að tengjast nauðsynlegum rafmagnsinnviðum sé lítill.		
Efnisorð Strætó rafmagnsdreifikerfi rafmagnsstrætisvagnar hleðsla hleðsluinnviðir		Yfirfarið JÞ

## Efnisyfirlit

1	Inngangur .....	1
2	Samantekt .....	1
3	Rafhlöðuvagnar .....	1
4	Staðarval .....	2
4.1	Mjódd .....	3
4.2	Hamraborg .....	3
4.3	Spöng .....	3
4.4	Hestháls .....	4
4.5	Umferðamiðstöðin (BSÍ) .....	4
4.6	Hlemmur .....	4
4.7	Ásgarður í Garðabæ .....	4
5	Lokaorð .....	5

## 1 Inngangur

Í nóvember 2020 undirrituðu Veitur ohf og Strætó bs viljayfirlýsingu „þar sem fyrirtækin hyggjast sameina krafta sína til að tryggja að uppbygging rafmagnsinnviða Veitna taki tillit til þarfa Strætó og annarra vistvænna ferðamáta. Með þessu vilja fyrirtækin, sem bæði eru í eigu almennings, leggja sitt af mörkum til að lágmarka samfélagslegan kostnað við orkuskipti í samgöngum á Íslandi.“

Ljóst er að kostnaður við stórar heimtaugar fyrir 150-350 kW hraðhleðslur getur verið umtalsverður, sér í lagi ef það er langt í nauðsynlegar tengingar í dreifikerfinu. Verkefnið er því hugsað til þess að finna staði sem eru heppilegir fyrir hleðslulausnir bæði frá sjónarhorni Veitna og Strætó til að hámarka ávinning fyrir umhverfið og rekstur fyrirtækjanna.

## 2 Samantekt

Niðurstöður greininga sýna að lítil þörf er á að styrkja dreifikerfi rafmagns vegna uppbyggingar hleðslukerfis fyrir Strætó víða um höfuðborgarsvæðið. Í flestum tilfellum er mögulegt að tengja eina eða tvær 150 kW hleðslustöðvar með tengingu við næstu dreifistöð. Frekara hleðsluafll allar á byggingu sértækra dreifistöðva sem tengjast 11 kV millispennukerfi Veitna. Með slíkum dreifistöðvum má eftir dreifikerfinu í hverju tilfelli afhenda á bilinu 1-3 MVA sem tryggir hleðsluþörf núverandi flota strætóvagna. Frekari hleðsluþörf umfram 1-3 MVA allar á breytingar á millispennukerfi Veitna.

Losun vegna vagna Strætó er árlega 4.460 tonn CO<sub>2</sub> ígilda og gera má ráð fyrir að losun verktaka sem keyra fyrir Strætó sé svipuð. Með rafvæðingu strætisvagna á höfuðborgarsvæðinu má gera ráð fyrir að minnka losun um 9.000 tonn CO<sub>2</sub> ígilda á ári á höfuðborgarsvæðinu.

## 3 Rafhlöðuvagnar

Í dag rekur Strætó 15 rafmagnsstrætisvagna (battery electric / BEV) og er með hleðsluáðstöðu við Hesthals með 750 kW afli sem dreift er á fimm 150 kW stöðvar (50 kW per vagn) og eina 150 kW hleðslustöð í Spönginni í Grafarvogi. Rafmagnsvagnarnir hafa reynst vel, verið ódýrir í rekstri, krafist lítills viðhalds og stefnir Strætó á að fjölga slíkum vögnum á næstu misserum.

Sívaðandi úrval er af strætisvögnum knúnum rafmagni sem geymt er í rafhlöðum. Tæknin er orðin þroskuð og má víða finna stór samgönguverkefni sem byggja á henni. Sem dæmi þá er Osló í Noregi að fjölga rafhlöðuvögnum mjög hratt þessi misserin. Þar er nú þegar fjöldi vagna frá m.a. Volvo, BYD og VDL, bæði í 12 og 18 metra lengdarfloknum.

Rafhlöður og hleðsluafll er af ýmsum toga. Í hleðsluheiminum er talað um stuðulinn C sem lýsir hlutfalli hleðsluaflls og stærðar rafhlöðu. Þannig er t.d. rafhlaða með 216 kWst rýmd og 320 kW hámarks hleðsluafll með stuðul 1,5C. Vögnum er svo gjarnan skipti í tvo flokka; með miklu hleðsluaflli (hátt C, t.d. 1,5) eða mikilli rýmd (lágt C, t.d. 0,7) og fer það eftir notkunarmynstri vagnsins hvort hentar betur.

Ljóst er að fáir rafmagnsvagnar keyra heilan dag á stakri hleðslu, en algeng drægni þessara vagna er á bilinu 150-250 km við verstu aðstæður (þar vegur hitastig mest). Því er ljóst að gera þarf ráð fyrir einhverjum hléum í dagskrá hvers vagns til hleðslu. Margar leiðir eru mögulegar til að koma til móts við þessa hleðsluþörf, t.d. má kaupa vagna með stórum rafhlöðum og skiptast á að hlaða þá

um miðjan dag þegar tíðni ferða lækkar. Önnur leið væri að kaupa vagna sem geta hlaðið mjög hratt (en ekki endilega með stórar rafhlöður) og byggja inn í hvern hring tíma þar sem vagninn hleður nægjanlega til að geta haldið slíku mynstri áfram út daginn. Við 350 kW hleðsluafli mundi 18 metra vagn fá um 2 km af akstursvegalengd fyrir hverja mínútu af hleðslu við verstu aðstæður.

Í dag hleður Strætó sína vagna á nóttunni við Hestháls með 150 kW hleðslum. Yfir daginn er svo nokkrum vögnum ekið upp á Hestháls til hleðslu en aðrir skildir eftir í Spönginni í Grafarvogi í 150 kW hleðslu milli ferða.

Hvernig nákvæmlega skal haga hleðslu á sem bestan hátt fer eftir uppbyggingu leiðarkerfis, innkaupaverði vagna, rekstrarkostnaði þeirra, launakostnaði vagnstjóra og fleiri þáttum sem verður ekki fjallað um í þessari skýrslu en þarf að skoða gaumgæfilega til að ná eins miklu hagræði og mögulegt er.

## 4 Staðarval

Í þessari skýrslu er horft til hleðslu-staðsetninga sem eru heppilegar bæði með tilliti til leiðarkerfis Strætós og rafdreifikerfis Veitna. Gagnvart Strætó togast á ólík sjónarmið þegar valdir eru heppilegir hleðslustaðir:

- Ef horft er á staði þar sem vagnar stoppa lengur en til þess eins að setja út/taka upp farþega þá eru vænlegastir staðir á sitthvorum enda hvernar leiðar.
- Ef horft er til staða þar sem vagnstjórar geta tekið hlé þá er helst horft til stærri skiptistöðva þar sem kaffi og salernisaðstaða er til staðar.
- Ef horft er til þess að lágmarka fjárfestingu í hleðslubúnaði skiptir mestu að velja staði þar sem mikil nýting yrði á slíkum búnaði. Það gæti verið við höfuðstöðvar Strætó við Hestháls, á öðrum stórum skiptistöðvum eða jafnvel í enda einhverra leiða ef reka mætti leiðina með því að hlaða vagna þar til skiptis líkt og núverandi fyrirkomulag við Spöngina.

Nokkrar leiðir byrja/enda á stórrí skiptistöð. Sem dæmi byrja nokkrar leiðir á Hlemmi, í Mjódd, Spöng, Hamraborg og Ásgarði (Garðabæ). Aðrar leiðir aka milli endastaða í úthverfum en koma aðeins stuttlega við á stórum skiptistöðvum og er þá jafnvel skipt um vagnstjóra á leiðinni. Á slíkum leiðum þyrfti annaðhvort að horfa til þess að setja upp hleðslubúnað á endastöðum, búnað sem nýtist þá oft bara þeirri einu leið, keyra vagnana á næsta heppilega hleðslustað (úr leið) eða skilja vagnana eftir á þeim skiptistöðvum sem leiðin liggur um og hafa hleðsluinnviði og biðja farþega í því tilfelli að skipta um vagn.

Þar sem hleðsluinnviðir eru í dag einungis á Hesthálsi og í Spöng er nærtækast að byrja að horfa til uppbyggingar á þeim stöðum þar sem margir vagnar eru með sama endastað. Eftir samtal Veitna og Strætó var því ákveðið að skoða ítarlega fjóra staði í borginni. Þeir eru:

- Hleðslumöguleikar í Mjódd
- Hleðslumöguleikar í Hamraborg
- Frekari hleðslumöguleikar í Spöng
- Frekari hleðslumöguleikar á Hesthálsi

Þess utan voru stuttlega skoðaðir aðrir staðir á höfuðborgarsvæðinu, þ.m.t.:

- Umferðamiðstöðin / BSÍ
- Hlemmur
- Ásgarður í Garðabæ

Í næstu köflum verður fjallað um hvern og einn stað.

#### 4.1 Mjódd

Mjódd er að mörgu leyti mjög vænlegur staður til að bæta við hleðslubúnaði fyrir strætisvagna. Dreifistöð D355 sem þjónar svæðinu er hins vegar í suðurhluta verslunarmiðstöðvarinnar og því óhentug til að afgreiða stóra heimtaug til Strætó sem er staðsett við norðurenda kjarnans. Enn fremur er dreifistöðin gömul og komin að þolmörkum. Aftur á móti liggur 11 kV strengur frá D355 norður Stekkjarbakka og beygir vestur Álfabakka (undir grastorfu milli vagnstæða og Álfabakka) og liggur þaðan beina leið til aðveitustöðvar 5 (A5) í Elliðaárdal. Beinast liggur við að taka þann streng í sundur við svæði Strætó og reisa þar dreifistöð til að þjóna hleðslubúnaði sérstaklega, en um leið og afl hleðslubúnaðar nær upp fyrir 200-300 kW fer af margvíslegum ástæðum að verða heppilegra að reisa sérstaka dreifistöð til að þjóna hraðhleðslum einum og sér. Gerð var greining á mögulegu afli sem er til reiðu fyrir nýja dreifistöð á leggnum A5-D355 og gefa niðurstöður til kynna að jafnaðarlega megi þjóna hleðslubúnaði upp á 6 MVA, en að lágmarki 1,45 MVA eftir rekstrarskilyrðum í dreifikerfinu hverju sinni. Í Mjódd má því setja upp 8-9 150 kW hleðslustöðvar eða 3-4 350 kW hleðslustöðvar eftir hentugleika. Ef notkun nær upp fyrir 1,5 MVA má bæta við frekari tengingum við aðveitustöð 5 í Elliðaárdal til að tryggja mikla aflgetu með hátt rekstraröryggi.

#### 4.2 Hamraborg

Hamraborg er önnur stór skiptistöð fyrir Strætó þó einungis þrjár leiðir byrji þar eða endi. Þrengra er um aðstöðu Strætó í Hamraborg en í Mjódd. Greining var gerð á því hvaða möguleikar væru á tengingum þarna og hversu mikið afl væri til reiðu. Ef setja á upp litla innviði til að byrja með má setja annan spennu í dreifistöð D1171 og afhenda þannig á bilinu 500-800 kVA sem dugar fyrir 3-5 150 kW hleðslustöðvar eða 1-2 350 kW hleðslur.

Ef þörf er á frekara hleðsluafli væri vænlegast að byggja nýja dreifistöð nær hleðslustöðvum við Kópavogsháls. Tveir háspennustrengir liggja um svæðið, yfir sitthvora brúna sem þverar Hafnarfjarðarveginn. Til að geta tryggt hátt rekstraröryggi er talið vænlegast að tengja báða strengi inn í dreifistöðina. Þar gefa hermanir til kynna að sé hægt að nálgast a.m.k. um 1,8 MVA en að jafnaði um 2,5 MVA eftir rekstrarskilyrðum í dreifikerfinu hverju sinni. Samkvæmt því mætti setja upp að lágmarki 11-12 150 kW eða 5 350 kW hleðslupunkta eftir hentugleika. Samhliða Borgarlínuframkvæmdum við Borgarholtsbraut er fyrirhugað að leggja nýja 11 kV strengi frá Hamraborg, eftir Kársnesi og inn á Vatnsmýrarsvæðið. Þannig mætti koma umtalsvert meira afli á svæðið ef uppbyggingarþörf kallar á slíkt.

#### 4.3 Spöng

Við biðstöð Strætó í Spönginni er nú 150 kW hleðslustöð tengd í dreifistöð D155 við Móaveg. Hleðslustöðin er notuð til að hlaða vagna sem hafa endastöð í Spöng og er fyrirkomulagið þannig að í raun er aukavagn á viðkomandi leiðum svo hægt sé að skilja eftir vagn í hleðslu milli brottfara. Fjórar leiðir hafa í dag endastöð í Spönginni og því vænlegt að geta haft sambærilegt fyrirkomulag á fleiri leiðum sem kallar á fleiri hleðslustöðvar.

Nálægt Spönginni liggja þrjár 11 kV strengir. Þar af liggur einn í götunni undir biðstöð Strætó á leið sinni frá aðveitustöð A8 og niður í Gufunes, en hinir tveir þjóna byggðinni í næsta nágrenni. Til að mæta auknu hleðsluafli væri eðlilegast að byggja nýja dreifistöð og tengja við tvo eða þrjá af þessum strengjum til að hámarka aflgetu og afhendingaröryggi. Þannig mætti eftir tengingum og rekstrarskilyrðum í dreifikerfinu afhenda á bilinu 2,1–6,3 MVA til viðbótar við núverandi hleðsluafli, sem samsvarar á bilinu 14-42 150 kW hleðslustöðvum eða 6-18 350 kW hleðslustöðvum.

#### 4.4 Hesthál

Við höfuðstöðvar Strætó við Hesthál er nú þegar 750 KW hleðslubúnaður til að hlaða þá 14 vagna sem Strætó er með á 50 kW meðalafli, en dreifistöð D1338 er þar uppsett til þess eins að þjóna hleðslubúnaði (önnur starfsemi Strætó er fædd frá annarri dreifistöð). Stöðin er í dag með 1600 kVA spennu en notkun umfram það myndi kalla á töluverðar breytingar á dreifistöðinni. Þar sem Krókhál fer undir Suðurlandsveg koma tveir strengir beint frá A12 en annar liggur í D1338 en hinn eftir Hesthálsi í átt að dreifistöð við Viðarhöfða. Eins og dreifikerfið liggur í dag er ekki mikið svigrúm fyrir viðbótarálag en mögulegt væri að tengja inn á hinn strenginn sem liggur um Hesthál til að tvöfalda eða jafnvel þrefalda hleðsluaflið á svæðinu. Stutt er í aðrar styrkingar sem ná inn í Hálsahverfið við Fosshál og yrði verulega auknu álagi þarna mætt með tiltölulega viðalitlem breytingum á dreifikerfinu sem gætu annað álagi allt að 5-6 MVA sem samsvarar allt að 33 150 kW hleðslustöðvum. Ef væntingar yrðu um þörf á enn frekara hleðsluafli (t.d. í tengslum við uppbyggingu Borgarlínu) þyrfti að skoða byggingu aðveitustöðvar á svæðinu sem myndi tengjast 132 kV strengjum Veitna. Tveir slíkir liggja skammt frá; annarsvegar við Vesturlandsveg og hins vegar um Bæjarhál. Sú framkvæmd myndi bjóða upp á hleðsluafli upp á 10-30 MVA eftir spennastærð og tengingum.

#### 4.5 Umferðamiðstöðin (BSÍ)

Tveir vagnar í núverandi leiðarkerfi Strætó hafa endastöð á BSÍ, en jafnframt eru uppi áætlanir um að samhliða Borgarlínu verði stór skiptistöð við BSÍ. Dreifistöð D432 við BSÍ er nú með 500 kVA spennu með litlum möguleikum til stækkunar nema þá með töluverðri endurbyggingu. Þegar er töluvert álag á þeim 11 kV strengjum sem liggja næst BSÍ en vegna aukins álags vegna uppbyggingar í Vatnsmýri, við BSÍ og vegna nýs Landspítala standa yfir framkvæmdir við að bæta við þremur 11 kV strengjum frá aðveitustöð 1 við Sundhöll Reykjavíkur eftir Barónstíg fram hjá BSÍ og inn á Vatnsmýrarsvæðið. Að þeim framkvæmdum loknum mætti afhenda, með miklu rekstraröryggi, á bilinu 5-10 MVA úr nýrri dreifistöð á BSÍ reitnum kalli hleðsluþörf á slíkt. Eins er í langtímaáætlunum gert ráð fyrir nýrri aðveitustöð á Vatnsmýrar/Skerjafjarðar svæðinu sem mundi auka afhendingargetu og rekstraröryggi. Það er því ljóst að eftir framkvæmdir við nýja strengi eftir Barónstíg verður dreifikerfi rafmagns ekki fyrstaða fyrir hleðslumöguleikum við BSÍ, jafnvel þó þörfin verði metin af stærðargráðunni 5-10 MVA.

#### 4.6 Hlemmur

Hlemmur er endastöð margra strætisvagnaleiða auk þess sem enn fleiri leiðir koma þar við. Vægi Hlemms sem tengistaðar virðist eiga að minnka á næstu árum enda er pláss fremur takmarkað og svæðið ekki til þess fallið að geyma vagna í hleðslu. Þess má þó geta að við Hlemm, fyrir framan lögreglustöðina, er nýleg dreifistöð með 800 kVA spennu sem gæti afhent 300-400 kVA ef áhugi væri á að setja upp hleðslustöðvar á svæðinu. Frekara hleðsluafli mundi kalla á nýja dreifistöð en tiltölulega stutt er í þrjá 11 kV strengi sem hægt væri að nýta. Ef Hlemmur yrði framtíðarhleðslustaður á stórum skala þyrfti þó að huga að betri tengingum við nærliggjandi aðveitustöð 1 við Sundhöllina við Barónstíg.

#### 4.7 Ásgarður í Garðabæ

Þrjár leiðir hafa endastöð í Ásgarði í Garðabæ. Dreifistöð D174 er skammt frá biðstöð Strætó. Hún er með einum spennu en gert ráð fyrir pláss fyrir annan. Eftir því hver rofastaða er í dreifikerfinu má flytja til D174 u.þ.b. 100-150 A á 11 kV sem samsvara 2-3 MW, en getan gæti helmingast við

eina bilun í þeim þremur strengjum sem liggja frá aðveitustöð 7 í Hnoðraholti í átt að D174. Það ætti því að vera auðvelt að setja upp allt að 2-3 350 kW stöðvar eða 6-7 150 kW stöðvar.

## 5 Lokaorð

Það er ljóst að rafmagnsstrætisvögnum fylgir margvíslegur ávinningur, rekstrarlegur og umhverfislegur, en meðal stórra hindrana í innleiðingu er uppbygging nauðsynlegra hleðsluinnviða og aðlögun leiðarkerfisins svo hægt sé að hlaða vagna á daginn. Þessi samantekt tekur saman nokkra valda staði í leiðarkerfi Strætó sem eru bæði ákjósanlegir út frá rekstri leiðarkerfisins en jafnframt auðvelt að tengja verulegt hleðsluafli við dreifikerfi Veitna. Getur uppbygging hleðsluinnviða á þessum stöðum byrjað smátt án mikilla fjárfestinga en vaxið í skrefum eftir því sem rafmagns vögnum fjölga og hleðsluþörf eykst. Liggur beinast við að ráðast í uppbyggingu hleðsluinnviða á ofangreindum stöðum, en mælt er með því að hefjast handa í Mjódd þar sem aðstæður eru eins og þær verða bestar, bæði með tilliti til leiðarkerfis og dreifikerfis rafmagns. Þegar rafmagnsvögnum fjölga munu hleðsluinnviðir nýtast betur og fleiri tækifæri skapast til að besta leiðarkerfið m.t.t. rekstur þeirra. Það er því mikilvægt að stíga skrefið í þessa átt af krafti til að ná hratt aukinni hagkvæmni í rekstur þessara vagna.