

Loftslagsáætlun Reykjavíkurborgar

Mat á áhrifum aðgerða til 2040

Janúar 2022

Dr. Brynhildur Davíðsdóttir, Dr. Eyjólfur Ingi Ásgeirsson, Dr. Hlynur Stefánsson

Quiver

1. Inngangur

Reykjavíkurborg hefur sett sér það markmið að verða kolefnishlutlaus fyrir árið 2040 og að styðja við markmið Parísarsamkomulagsins um að halda hnattrænni hlýnun innan við 1,5°C. Almennnt hefur Ísland sett það markmið að verða kolefnishlaust árið 2040 og í tengslum við Parísarsamkomulagið miðað við að taka þátt í samdráttarmarkmiði Evrópusambandsins uppá 55% fyrir árið 2030 m.v. þá losun sem var árið 1990. Það markmið hefur verið nánar sundurliðað í hluta sem eru á beinni ábyrgð stjórnvalda, losun sem fellur undir Viðskiptakerfi ESB um losunarheimildir (EU-ETS) og nettólosun frá landi (LULUCF). Hlutdeild Íslands í nýju 55% markmiði ESB sem fellur undir beina ábyrgð hefur ekki verið ákvörðuð en líklegt er að samdráttarmarkmiðið verði rúmlega 40% miðað við 2005. Ísland hefur sett sér þó sértækt markmið uppá 55% samdrátt miðað við 2005. Meginþættir losunar Reykjavíkurborgar falla að mestu undir losun sem er á beinni ábyrgð Íslands.

Samkvæmt Loftslagsbókhaldi Reykjavíkurborgar fyrir árið 2020, sem unnið var af Eflu hf., var heildarlosun Reykjavíkurborgar 534.591 tCO₂ íg [1]. Sú losun inniheldur losun frá eigin rekstri Reykjavíkurborgar sem og aðra losun samfélags Reykjavíkurborgar, sem nefnd er samfélagsleg losun eða landræðileg losun. Til að ná almennum markmiðum um kolefnishlutleysi má losun kolefnis ekki vera meiri en binding. Samdráttur á losun með endurheimt votlendis og binding á kolefni úr andrúmslofti með skógrækt og landgræðslu, eru jafnan taldar vera lykilaðgerðir fyrir Ísland til að ná fram kolefnishlutleysi [2] auk bindingar kolefnis í stein með Carbfix aðferðinni. Landfræðilegar aðstæður Reykjavíkurborgar bjóða hvorki upp á umtalsverð tækifæri til skógræktar né endurheimtar votlendis og ljóst er að Reykjavíkurborg þarf fyrst og fremst að reiða sig að á aðrar aðgerðir sem stuðla að samdrætti í losun. Í þeim tilgangi hefur Reykjavíkurborg sett fram aðgerðaáætlun í loftslagsmálum (loftslagsáætlun) fyrir árin 2021-2025 [3]. Sú áætlun er framhald af fyrri áætlun sem var í gildi til ársins 2020, en fyrsta stefna Reykjavíkurborgar í loftslagsmálum var mótuð árið 2009.

Aðgerðaáætlunin var unnin af stýrihópi og starfsmönnum, með samráði við almenning og hagsmunaaðila. Áætlunin samanstendur af eftirfarandi sex meginmarkmiðum:

- Gönguvæn borg
- Orkuskipti
- Heilsueflandi ferðamátar
- Hringrásarhugsun
- Vistvæn mannvirki
- Kolefnisbinding

Fyrir hvert meginmarkmið eru skilgreindar helstu aðgerðir, samtals 11 aðgerðir, og til viðbótar 4 stoðaðgerðir sem falla undir:

- Rekstur Reykjavíkurborgar
- Aðlögun að loftslagsbreytingum
- Vitundarvakningu og nýsköpun

Stoðaðgerðirnar eru skilgreindar þvert á ofangreind sex meginmarkmið loftslagsáætlunarinnar. Í áætluninni er almennt lögð áhersla á að aðgerðirnar og aðlögun að loftslagsbreytingum verði með vistvænum og mannvænum hætti.

Í þessari skýrslu er sett fram greining á mögulegum árangri í samdrætti á losun gróðurhúsalofttegunda og aukningu í bindingu kolefnis, sem náðst getur með þeim aðgerðum

sem eru skilgreindar í Loftslagsáætlun Reykjavíkurborgar. Verkefnið er unnið fyrir Umhverfis- og skipulagssvið Reykjavíkurborgar af sérfræðingum frá Quiver ehf með aðstoð vísindamanna frá Háskóla Íslands og Háskólanum í Reykjavík. Við mat á losun Reykjavíkurborgar, þ.e. samfélagslegri losun og losun frá eigin rekstri, er unnið með sambærilegar bókhaldsaðferðir og notaðar eru í kolefnisbókhaldi Reykjavíkurborgar [1] sem byggja á alþjóðlegum stöðlum. Til að meta væntan árangur aðgerða m.t.t. losunar er þróað kvikt kerfislíkan sem inniheldur helstu geira losunnar og reiknar árlega losun fram til ársins 2040. Niðurstöður eru greindar með sérstaka áherslu á árið 2030, sem er viðmiðunarár Parísarsamkomulagsins og einnig árið 2040, þegar stefnt er að kolefnishlutleysi hafi náðst. Nánar er fjallað um aðferðafræði verkefnisins og greiningu í kafla 2. Helstu niðurstöður verkefnisins eru kynntar í kafla 3 og lokaorð eru sett fram í kafla 4.

2. Greining

2.1. Aðferðafræði

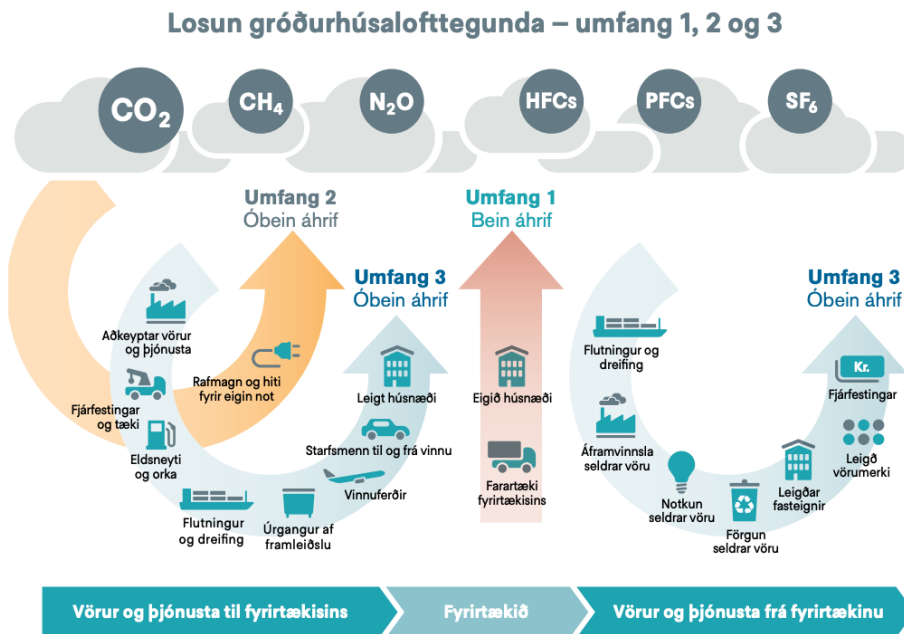
Við mat á umfangi losunnar og bindingar var lögð áhersla á að styðjast við sambærilega aðferðafræði og notuð hefur verið við gerð kolefnisbókhalds Reykjavíkurborgar í þeim tilgangi að niðurstöður varðandi árangur aðgerða verði sambanburðarhæfar við núverandi stöðu. Kolefnisbókhaldið er punktmát á þeirri stöðu sem uppi er á því tímabili sem bókhaldið er unnið, en í þessu verkefni er horft fram í tímann og vænt áhrif skilgreindra aðgerða metin með kvikum kerfislíkönum eins og nánar er útskýrt í eftirfarandi köflum.

2.1.1. Kolefnisbókhald

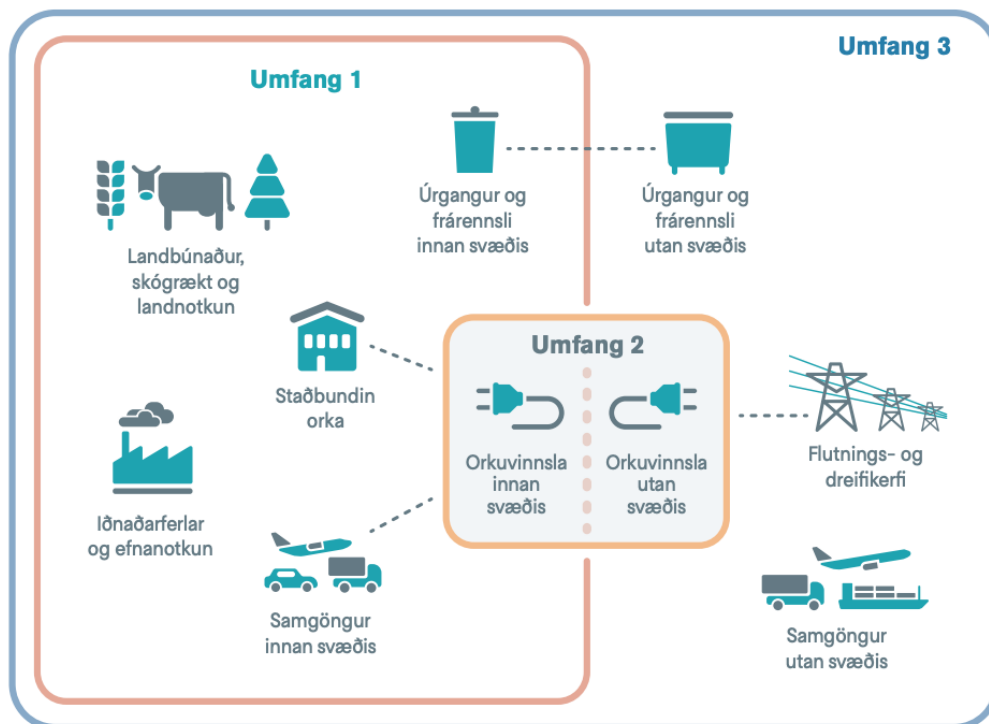
Kolefnisbókhaldið byggir á alþjóðlegum kolefnisbókhaldsstöðlum sem gefnir eru út af GHG Protocol. Til að meta losun gróðurhúsalofttegunda (GHL) af eigin rekstri Reykjavíkurborgar er notaður staðall sem kallast Corporate Standard [4]. Til að meta samfélagslega losun GHL Reykjavíkurborgar (einnig kölluð landfræðileg losun) er notaður staðall sem kallast The Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC) [5]. Báðir staðlar byggja á því að losun sé metin ýmist undir umfang (e. scope) 1, 2 eða 3 eftir uppruna losunar og hvort áhrif Reykjavíkurborgar á losunina séu með beinum eða óbeinum hætti. Staðlarnir tveir, Corporate og GPC, skilgreina þó umfang með nokkuð ólíkum hætti líkt og er útskýrt í töflu 1 og með myndrænni framsetningu í myndum 1 og 2 sem fengnar eru úr Loftslagsáætlun Reykjavíkurborgar.

Tafla 1: Skilgreining á umfangi 1, 2 og 3 skv. The Corporate Standard [4] og The Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC) [5] frá GHG Protocol.

Umfang	Corporate staðall (rekstur)	GPC staðall (samfélag)
1	Bein losun GHL frá uppsprettum í eigu Reykjavíkurborgar, t.d. vegna farartækja og bygginga.	Losun GHL innan borgarmarka.
2	Losun GHL vegna framleiðslu á raforku og hita fyrir almennt dreifikerfi sem notað er af Reykjavíkurborg	Losun GHL vegna framleiðslu á á raforku og hita fyrir almennt dreifikerfi, sem notað er innan borgarmarka.
3	Öll önnur losun GHL sem verður óbeint til vegna athafna Reykjavíkurborgar, en kemur frá uppsprettum sem eru ekki undir stjórn eða í eigu Reykjavíkurborgar.	Öll önnur losun GHL utan borgarmarka vegna athafna innan borgarmarka.



Mynd 1: Myndræn útskýring á uppruna GHG losunar í umfangi 1, 2 og 3 frá rekstri Reykjavíkurborgar skv. The Corporate standard [3,4].



Mynd 2: Myndræn útskýring á uppruna GHG losunar í umfangi 1, 2 og 3 frá samfélagi Reykjavíkurborgar skv. The Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories [3,5].

Almennt séð leggja staðlarnir mesta áherslu á að meta og gefa upp losun í umfangi 1 og 2. Það er talið æskilegt, en skilgreint sem valkvæmt, að leggja mat á losun í umfangi 3. Það er þó talsvert flókið og umfangsmikið verkefni að leggja ítarlegt mat á losun í umfangi 3 með áreiðanlegum hætti. Í kolefnisbókhalði Reykjavíkurborgar hefur verið ákveðið að meta losun í umfangi 3 vegna innlendarar matvælaframleiðslu og byggingariðnaðar. Til að gæta samræmis,

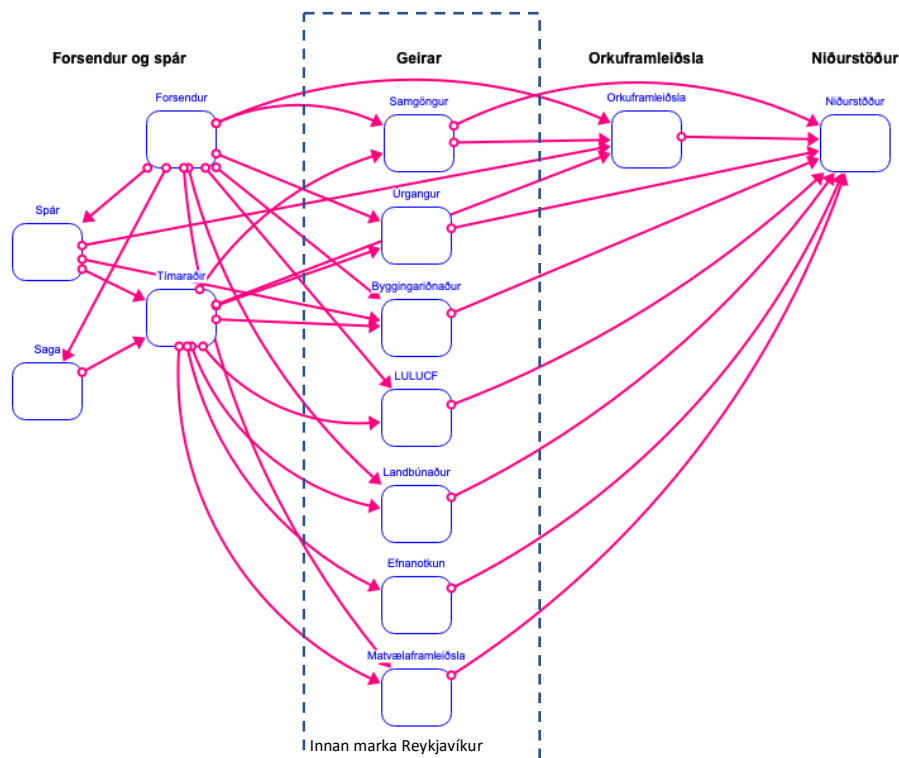
er einnig horft til þeirra þátta í þessu verkefni. Það skal þó tekið fram að þessu verkefni er ætlað að leggja mat á samdrátt í losun GHG og aukningu í bindingu kolefnis vegna skilgreindra aðgerða í loftslagsáætlun, og því greinir verkefnið einungis þá geira losunar sem aðgerðirnar ná til og eru í samræmi við þann ramma sem settur er með kolefnisbókhaldi Reykjavíkurborgar.

2.1.2. Kvik kerfislíkön

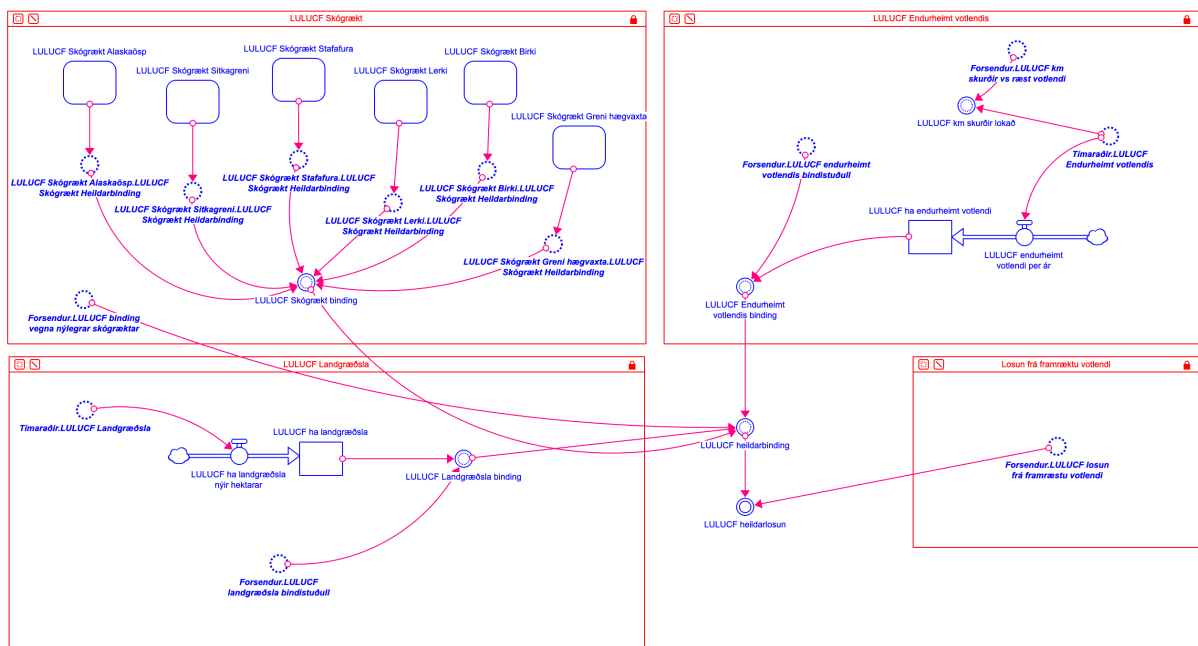
Til að meta áhrif aðgerða voru þróuð kvik kerfislíkön (e. systems dynamics models) af þeim geirum sem valda losun GHG Reykjavíkurborgar og aðgerðirnar ná til, en þeir eru:

- Samgöngur
- Úrgangur
- Byggingariðnaður
- Landnotkun (LULUCF)
- Landbúnaður
- Efnanotkun
- Matvælaframleiðsla

Kvik kerfislíkönin voru tengd saman í eitt heildarlíkan sem nær utan um alla losun Reykjavíkurborgar, bæði frá rekstri og samfélagslegri losun. Einfaldaða yfirlitsmynd af kvika kerfislíkaninu má sjá í mynd 3 og nánari uppbyggingu landnotkunar (LULUCF) geirans sem dæmi um uppbyggingu einstaka geira má sjá á mynd 4. Kvik kerfislíkön eru ákjósanleg að nota við greiningar á kerfum sem m.a. eru flókin, einkennast af tregðu og breytingar yfir tíma eru háðar því sem undan er gengið. Þetta á allt við um það kerfi sem býr að baki losunar Reykjavíkurborgar.



Mynd 3: Einfölduð yfirlitsmynd af einingum og samtengingum kvika kerfislíkansins sem notað er til að meta áhrif aðgerða í loftslagsáætlun Reykjavíkurborgar.



Mynd 4: Dæmi um einfalda mynd af uppbyggingu kvikrar kerfiseiningar, dæmið sýnir geira landnotkunar.

Eins og mynd 4 sýnir er gerð sértæk greining fyrir hvern þátt nettólosunar tengdum landnotkun, eða fyrir skógrækt, landgræðslu og endurheimt votlendis. Árleg binding í landgræðslu eru byggð á fjölda hektara og föstum bindistuðli per hektara [22]. Árleg binding í skógrækt er byggð á fjölda hektara varið til skógræktar, gerð trjáa sem plantað er, tími frá plöntun og bindistuðlum fyrir hverja gerð trjáa [18]. Bindistuðlar fyrir mismunandi trjátegundir eiga það sammerkt að eiginleg binding hefst ekki fyrr en 6 árum eftir gróðursetningu, og að hámarksbinding á ári næst frá 28 árum (lerki), 43 árum (sitkagreni) og allt að 68 árum (hægvaxta greni) eftir gróðursetningu. Samdráttur í losun vegna endurheimtar votlendis er byggð á fjölda hektara sem endurheimtir eru og bindistuðli per hektara (Landgræðsla ríkisins, persónuleg samskipti).

2.2. Greining aðgerða

Alls voru greindar 15 aðgerðir sem tilheyra sex megin markmiðum og þremur stöðaðgerðum sem er nánar lýst í Aðgerðaáætlun Reykjavíkurborgar í loftslagsmálum árin 2021-2025 [3], en yfirlit aðgerða og innsýn í aðferðir við greiningu má finna í töflu 2.

Tafla 2: Yfirlit aðgerða og aðferða sem notaðar eru við greiningu.

Nr.	Heiti	Áhrif aðgerða og nálgun greiningar
Gönguvæn borg		
1	15 mínútna hverfi	Minnkar ferðaþörf sem dregur úr losun frá samgöngum með minni notkun bifreiða. Áhrif skoðuð með greiningu á samdrætti í losun m.v. minni akstur einkabifreiða og samdrætti í eldsneytisnotkun
2	Græn borgarþróun	Minni ferðaþörf og aukin nýting vistvænna samgangna. Áhrif skoðuð með greiningu á samdrætti í losun m.v. minni akstur einkabifreiða.

Orkuskipti		
3	Orkuskipti alls staðar	Hefur áhrif á losun frá samgöngugeira. Horft á samsetningu bifreiðaflota út frá misjöfnum hraða á upptöku rafbíla. Áhrif orkuskipta í almenningssamgöngum metin. Árangur af rafvæðingu hafna einnig metinn skv. áætlunum Faxaflóahafna.
Heilsueflandi samgöngur		
4	Hjólreiðaborg á heimsælívkarða	Aukin notkun hjólreiða og virkra ferðamáta sem veldur minni notkun einkabíla. Áhrif skoðuð með greiningu á samdrætti í losun m.v. minni akstur einkabifreiða og samsvarandi samdrætti í eldsneytisnotkun.
5	Borgarlína og betri almenningssamgöngur	Aukin notkun almenningssamgangna sem felur í sér minni notkun einkabíla. Áhrif skoðuð með greiningu á samdrætti í losun m.v. minni akstur einkabifreiða ásamt mati á losun frá almenningssamgöngum.
Hringrásarhugsun		
6	Urðun verði hætt	Losun frá urðun hnignar yfir tíma, en hverfur þó ekki vegna þess úrgangs sem þegar hefur verið urðaður. Jarðgerð tekur við af urðun á lífrænum og lífbrjótanlegum úrgangi að fullu árið 2024.
7	Græn matarstefna	Matarsóun minnkar sem dregur úr magni lífræns úrgangs sem fer í urðun og síðar jarðgerð.
Vistvæn mannvirki		
8	Grænn byggingariðnaður	Losun minnkar við nýbyggingar. Áhrif þess metin að framkvæmdir við nýbyggingar séu skv. Byggjum grænni framtíð [6].
Kolefnisbinding		
9	Gas í grjót	CarbFix verkefnið innleitt á Hellisheiði og Nesjavöllum. Dregur hlutfallslega úr losun GHG vegna rafmagns sem notað er í Reykjavík og fengið er af almenna flutnings- og dreifikerfinu. Dregur einnig nánast að fullu (95%) úr losun frá hitaveitu sem veitt er til Reykjavíkur af Veitum.
10	Endurheimt votlendis	Dregur úr losun frá framræstu votlendi. Tækifæri fullnýtt á endurheimt votlendis í landi Reykjavíkur.
11	Lofslagsskógar Reykjavíkur	Binding eykst með skógrækt. Tækifæri til skógræktar í landi Reykjavíkur fullnýtt með viðeigandi tegundablöndun m.v. [18]
Stoðaðgerðir		
Rekstur Reykjavíkurborgar		
12	Jarðefnaeldsneyti út árið 2025	Bifreiðafloti Reykjavíkurborgar er rafvæddur að fullu. Núverandi losun, skv. loftslagsbókhaldi Reykjavíkurborgar, hverfur að fullu.
Aðlögun að loftslagsbreytingum		
13	Blágrænar ofanvatnslausnir	Aðgerð er ekki greind þar sem talið er að hún hafi takmörkuð áhrif á losun GHG og nánari útfærslur liggja ekki fyrir.

14	Flóðavarnir verði útivistarsvæði og garðar	Aðgerð er ekki greind þar sem talið er að hún hafi takmörkuð áhrif á losun GHG og óvissa er varðandi útfærslur.
Vitundarvakning og nýsköpun		
15	Samstarf við atvinnulíf	Aðgerð er ekki greind þar sem ekki hefur verið nákvæmlega í hverju hún felst og áhrif á losun GHG eru því óljós.

2.3. Tímarammi og forsendur greiningar

Greining aðgerða byggir á reiknilíkani sem keyrir frá árinu 2020 til ársins 2040 en við greiningu á niðurstöðum er sérstaklega horft á eftirfarandi þrjá tímapunkta:

- **2020:** Upphafspunktur er notaður til að skoða breytingu og árangur aðgerða árin 2030 og 2040. Upphafspunktur kvika kerfislíkansins er raunprófaður í samanburði við niðurstöður kolefnisbókhalds Reykjavíkurborgar fyrir árið 2020.
- **2030:** Losun er metin með og án hvernar aðgerða árið 2030 og hlutfallslegur árangur greindur.
- **2040:** Losun er metin með og án hvernar aðgerða árið 2040 og hlutfallslegur árangur greindur.

Í töflu 3 má sjá yfirlit yfir helstu forsendur fyrir alla geira losunar GHG og hvaðan þær eru fengnar. Í forsendum er annarsvegar gert ráð fyrir grunnspá, sem notuð er til að meta losun án sértækra aðgerða hjá Reykjavíkurborg en í henni er t.d. tekin til greina orkuskipti í samgöngum sem eru að eiga sér stað án sértækra aðgerða Borgarinnar sem og samdráttur í losun vegna banns á urðun lífræns og lífbrjótanlegs úrgangs. Hins vegar í greiningum á aðgerðum Reykjavíkurborgar er gert ráð fyrir að sértækar aðgerðir Borgarinnar hafi verið innleiddar.

Í öllum tilfellum er byggt á mannfjöldaspá Hagstofunnar til 2040 [11] og hún sköluð fyrir Reykjavíkurborg.

Tafla 3: Helstu forsendur fyrir losun helstu geira losunar Reykjavíkurborgar með og án aðgerða til 2040

Heiti geira	Helstu forsendur og heimildir
Samgöngur	Vegasamgöngur Upplýsingar um stærð, samsetning og eiginleika núverandi bifreiðaflota eru fengnar frá [9, 10, 11] og stillt af miðað við loftslagsbókhald Reykjavíkurborgar [1]. Spár um upptöku rafbíla eru fengnar úr Eldsneytisspá Orkustofnunar [7]. Þróun á losun bifreiða sem nota kolefniseldsneyti er byggð á sögulegum gögnum og áætlunum Evrópusambandsins [8]. Mat á áhrifum Borgarlínu og almenningsamgangna á ekna kílómetra folksbifreiða er fengið úr [14] og umferðarspá [15]. Upplýsingar um losun og áætlunir um rafvæðingu almenningsamgangna samkvæmt loftslagsbókhaldi Strætó [13]. Samgöngur á sjó Miklar sveiflur hafa verið í skipakomum síðustu ár, og því eru skipakomur árið 2019 notaðar sem fasti í stað þess að setja fram flóknari spálíkön fyrir skipaumferð. Upplýsingar um losun frá höfnum er fengnar frá Faxaflóahöfnum [12]. Rafvæðing hafna miðast við að fjarlægja að fullu árið 2030 þá losun sem verður þegar öll skip nema skemmtiferðaskip liggja við bryggju [12].

	Flugsamgöngur Upplýsingar um flug fengnar úr loftslagsbókhalði Reykjavíkurborgar [1]. Engar aðgerðir eru tilgreindar sem snúa að flugi og því er flugumferð höfð sem fasti út spátímabilið.
Úrgangur	Magn úrgangs til framtíðar byggir á mannfjöldaspá Hagstofunnar [11] og væntu magni úrgangs á mann [16]. Losun frá urðun byggir á niðurstöðum losunarlikans Umhverfisstofnunar [20]. Losun vegna jarðgerðar lífræns og lífbrjótanlegs úrgangs byggir á magni [16] og losunarstuðlum birtum af Umhverfisstofnun [23].
Byggingariðnaður	Losun í grunnspá byggir á væntu byggingarmagni í Reykjavík til 2040 sem hlutfalli af mannfjölda, og losun bygginga skv. mati á öllum þáttum í fasa A af lífsferli bygginga. Ekki liggur fyrir áreiðanlegt mat á fösum B og C fyrir byggingar á Íslandi. Til að meta fjölda fermetra í nýbyggingu sem fall af mannfjölda er stuðst við skýrslu Byggjum Grænni Framtíð [6] ásamt upplýsingum um mannfjölda frá Hagstofunni [11]. Upplýsingar um losun bygginga og vænt áhrif aðgerða eru fengin úr skýrslu Byggjum Grænni Framtíð [6].
Landnotkun (vegna LULUCF)	Losun og binding án frekari aðgerða er byggð á upplýsingum úr skýrslu frá Environice [17]. Bindingarferlar fyrir trjátegundir eru fengnir frá Skógrækt Ríkisins [18] og áætlun um gróðursetningu trjáa eru fengnar frá Samstarfshópi um loftslagsskóga [19]. Möguleikar til endurheimtar votlendis byggja á upplýsingum úr skýrslu frá Environice [17].
Landbúnaður	Tölur um búfjárstofn innan Reykjavíkur fengnar frá loftslagsbókhalði Reykjavíkurborgar [1]. Þróun í fjölda búfjár er tengdur breytingum á mannfjölda í Reykjavík. Losunarstuðlar koma frá [22]. Breytingar á losun í landbúnaði byggja á væntum árangri í breytingu á fóðrun kúa [20].
Efnanotkun	Losun án aðgerða byggir á loftslagsbókhalði Reykjavíkurborgar [1] og greiningu Umhverfisstofnunar á losun vegna efnanotkunar frá [20]. Ekki er um sértækar aðgerðir að ræða sem miða í samdrætti frá losun frá efnanotkun.
Matvælaframleiðsla	Losun án aðgerða byggir á loftslagsbókhalði Reykjavíkurborgar [1] og skalað m.v. þróun á mannfjölda Reykjavíkur. Í sértækum aðgerðum er gert ráð fyrir að matarsóun hverfi, en 20% af lífrænum úrgangi eru vegna matarsóunar heimila samkvæmt Umhverfisstofnun [16], birtist því sú aðgerð í samdrætti í losun vegna úrgangs. Ekki er um aðrar sértækar aðgerðir að ræða sem miða í samdrætti frá losun frá matvælaframleiðslu.
Orkuframleiðsla	Rafmagnsframleiðsla Losun í grunnspá byggir á væntri eftirspurn eftir rafmagni skv Raforkuspá Orkustofnunar [7]. Losun með aðgerðum byggir á byggir á væntri eftirspurn eftir rafmagni skv Raforkuspá Orkustofnunar auk breytinga á eftirspurn vegna orkuskipta. Í báðum tilvikum er gert ráð fyrir að rafmagn komi frá dreifikerfi Landsnets og því er notið meðallosun rafmagnsframleiðslu á Íslandi fyrir rafmagn. Gert er ráð fyrir að Carbfix hreinsi 95% af útblæstri frá Hellisheiði og Nesjavöllum sem hefur áhrif á losunarstuðul frá raforkuframleiðslu í hlutfalli við stærð Hellisheiðar og Nesjavalla af heildarframleiðslunni. Hitaveita Heitt vatn kemur frá OR. Gert er ráð fyrir að CarbFix hreinsi 95% af útblæstri frá virkjunum OR árið 2030. Spár um eftirspurn eftir heitu vatni eru fengnar úr loftslagsbókhalði Reykjavíkurborgar [1] sem MW/mann, sem er svo skalað með mannfjölda.
Aðrar forsendur	Spá um þróun mannfjölda fyrir Ísland skv. Hagstofunni [11], sem er sköluð m.v. íbúafjölda Reykjavíkur.

3. Niðurstöður

3.1. Upphafspunktur: Losun Reykjavíkurborgar árið 2020

Í töflu 4 má finna reiknaða losun Reykjavíkurborgar á GHL frá öllum geirum árið 2020, skipt niður í umfang 1, 2 og 3, skv. The Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories.

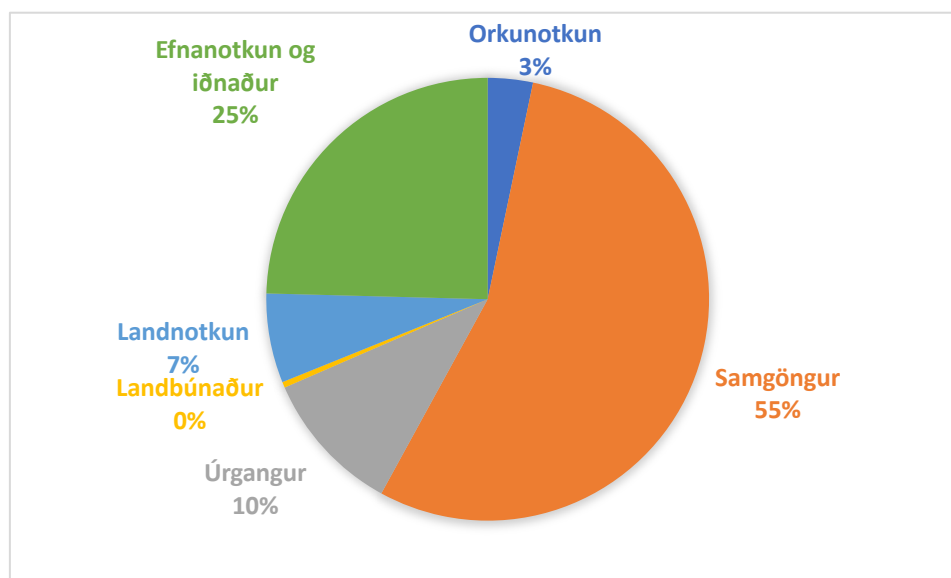
Tafla 4: Upphafstaða árið 2020 fyrir losun GHL Reykjavíkurborgar í umfangi 1, 2 og 3. Tölur gefnar í tonnum CO_{2eq} árið 2020.

	Samtals	Umfang 1	Umfang 2	Umfang 3
Orkunotkun	22.926		22.926	
Raforka	7.871		7.871	
Hitaveita	15.055		15.055	
Samgöngur	380.805	380.805		
Götuumferð	316.399	316.399		
Skipaumferð	50.600	50.600		
Flugumferð	13.866	13.866		
Úrgangur	73.078	70.648		2.430
Urðun	51.734	51.734		
Brennsla	2.430			2.430
Jarðgerð	1.342	1.342		
Seyra	17.572	17.572		
Landbúnaður	2.974	2.974		
Búfjárrækt	2.974	2.974		
Efnanotkun og iðnaður	75.509	67.327		8.183
Byggingariðnaður	95.682			95.682
Landnotkun (LULUCF)	45.422	45.422		
Losun frá framræstu landi	56.009	56.009		
Skógrækt fyrir 2020	-10.587	-10.587		
Skógrækt eftir 2020	-0	-0		
Landgræðsla eftir 2020	-0	-0		
Endurheimt votlendis eftir 2020	-0	-0		
Heildarlosun GHL	696.397	567.176	22.926	106.295

Eins og áður segir er í þessari vinnu tekið mið af áherslum í kolefnisbókhaldi Reykjavíkurborgar varðandi þá þætti sem teknir eru inn í umfang 3. Tölur um losun GHL í töflu 4 stemma þó ekki að fullu við þær niðurstöður sem settar eru fram í kolefnisbókhaldi Reykjavíkurborgar og skýrist það að mestu af ólíkum aðferðum og gögnum sem notuð eru við mat á losun frá raforkuframleiðslu, urðun og byggingariðnaði. Losun frá raforkuframleiðslu byggir á meðaltalslosun framleiðslu rafmagns á Íslandi á kílówattstund þar sem raforkan sem veitt er til Borgarinnar kemur af landsnetinu en ekki einni skilgreinanlegri virkjun. Losun vegna urðunar byggir á greiningum Umhverfisstofnunar á losun frá Urðunarstöðvum til 2040 [20] sem samrýmist því loftslagsbókhaldi sem stjórnvöld skila til Loftslagssamnings S.Þ. Losun vegna byggingariðnaðar byggir á lífsferilsgreiningum, líkt og gert var í Loftslagsbókhaldi Reykjavíkurborgar, en án þess að dreifa losun á líftíma bygginga, enda á losunin sér stað vegna byggingaframkvæmda.

Mynd 5 sýnir hvernig heildarlosun skiptist á geira. Á myndinn sést að samgöngur eru stærsti losunargeiri Reykjavíkurborgar sem losar 55% af heildarlosun ársins 2020. Efnanotkun og

iðnaður, þ.m.t. byggingariðnaður er næst stærsti geirinn eða 25% af heild og losun vegna úrgangs þriðji stærsti þátturinn, 10% af heildarlosun.



Mynd 5: Yfirlit yfir skiptingu losunar GHL niður á geira í Reykjavík árið 2020. Myndin sýnir ekki áhrif bindingar frá skógrækt fyrir árið 2020.

3.2. Áhrif aðgerða

Í eftirfarandi undirköflum eru settar fram niðurstöður um áhrif aðgerðanna 15 sem tilheyra 6 meginmarkmiðum (sjá töflu 2). Hver undirkaflinn inniheldur meginmarkmið og þær aðgerðir metnar sem tilheyra meginmarkmiðinu. Þó ber að geta að meginmarkmiðin gönguvæn borg og heilsueflandi ferðamátar eru metin saman vegna mikillar samlegðar. Hver undirkaflinn tengist ákveðnum losunargeirum, og eru settar fram tvær sviðsmýndir. Annars vegar grunnspá til 2040 sem lýsir mögulegri þróun í losun án sértækra aðgerða Reykjavíkurborgar. Hins vegar er spá þar sem metnar eru að auki sértækar aðgerðir Reykjavíkurborgar.



Mynd 6: Meginmarkmið úr aðgerðaáætlun Reykjavíkurborgar í loftslagsmálum fyrir árin 2021-2025 [3].

Orkuskipti

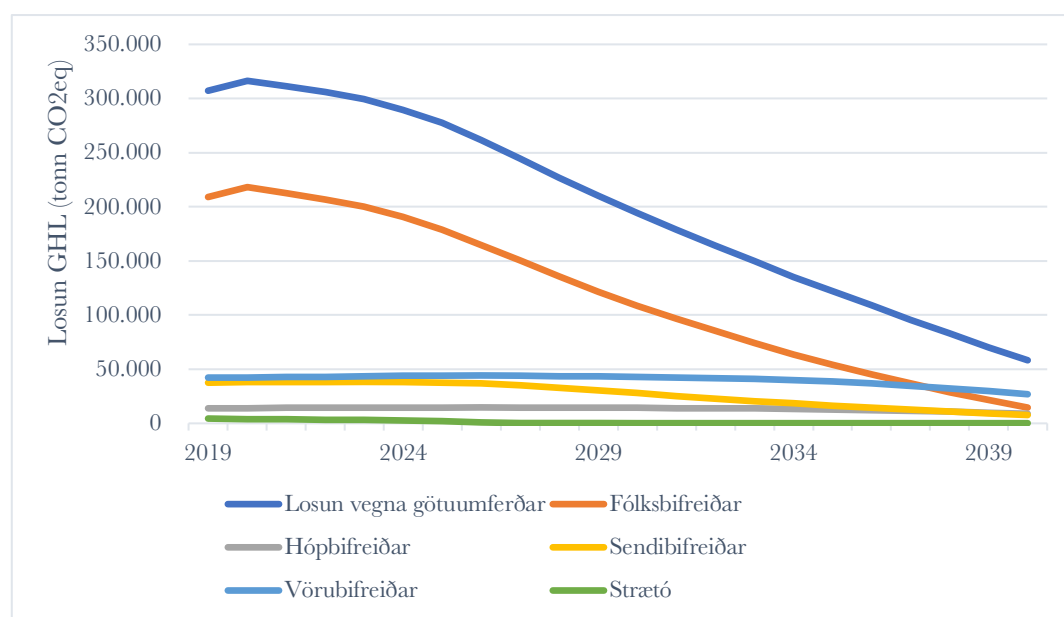
Orkuskipti alls staðar er aðgerð númer 3 í aðgerðaáætlun Reykjavíkurborgar í loftslagsmálum fyrir árin 2021-2025 [3]. Orkuskipti hafa áhrif á losun GHG frá samgöngugeira. Sá hluti samgangna sem orkuskiptin ná til er floti einkabifreiða, atvinnubifreiðar, almenningssamgöngur sem er sett saman undir götuumferð, og einnig hefur aðgerðin áhrif á rafvæðingu hafna. Aðgerðin nær ekki

til flugumferðar. Orkuskiptin eru áhrifarík aðgerð líkt og sjá má í töflu 5 þar sem staðan árið 2020 er borin saman við stöðuna árið 2030 og 2040, með og án aðgerða.

Tafla 5: Breytingar í losun GHJ [tonn CO₂eq] frá samgöngugeira (aðeins aðgerðir sem miða að orkuskiptum).

	2020	2030 Grunnspá	2030 með öllum aðgerðum	2040 Grunnspá	2040 með öllum aðgerðum	% 2030 mv 2020	% 2040 mv 2020
Samgöngur	380.805	287.354	231.247	163.759	95.329	-39,3	-75,0
Götuumferð	316.339	222.887	194.206	99.292	58.288	-38,6	-81,6
Skipaumferð	50.600	50.600	23.175	50.600	23.175	-54,2	-54,2
Flugumferð	13.866	13.866	13.866	13.866	13.866	0,0	0,0

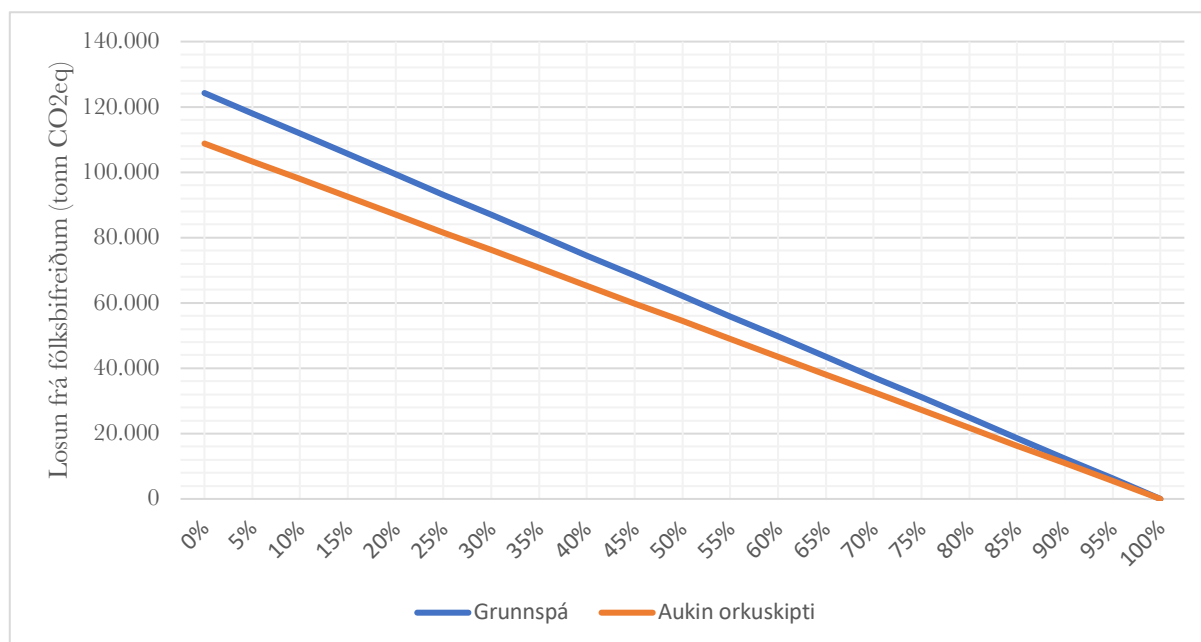
Aðgerðirnar leiða til umtalsverðs samdráttar í losun frá götuumferð og frá skipaumferð vegna rafvæðingar hafna sem gert er ráð fyrir að ljúki árið 2030. Engar aðgerðir hafa verið skilgreindar sem áhrif hafa á losun frá flugi. Rafvæðing hafna er áætluð að draga úr losun frá skipaumferð um rúmlega 54%. Orkuskipti sem tengjast götuumferð gætu leitt til mikils samdráttar í losun eða frá tæplega 39% árið 2030 til tæplega 82% árið 2040. Tvö atriði vekja sérstaka athygli, annars vegar munur á breytingum í losun vegna mismunandi gerða bifreiða og hins vegar hin mikla tregða sem er til staðar í samgöngum. Mynd 7 sýnir glögglega að orkuskipti og aðgerðir sem áhrif hafa á losun frá götuumferð beinast aðallega að fólksbifreiðum, en samdráttur í losun frá fólksbifreiðum í Reykjavík gæti orðið allt að 96% árið 2040 miðað við 2020. Losun frá öðrum gerðum bifreiða breytist þó mun hægar en eins og sjá má á mynd 7 er áætlað að losun vegna vörubifreiða verði stærsti losunarpáttur götuumferðar í Reykjavík árið 2040 (sjá mynd 7). Tregðan til breytinga sem birtist í mynd 7 stafar af samsetningu bílaflorens og þeirri staðreynd að þær bifreiðar sem koma á götuna í dag, verða líklega þar í amk 12 ár, eða meira í tilfalli stærri bifreiða eins og hóp- og vörubifreiða. Þetta þýðir að það er afar mikilvægt að öllum aðgerðum sem tengjast samgöngum sé hraðað eins og hægt er til að samdráttarmarkmið náist.



Mynd 7: Þróun losunar GHJ frá vegasamgöngum í Reykjavík, orkuskipti með öllum aðgerðum.

Gönguvæn borg og Heilsueflandi samgöngur

Niðurstöður fyrir meginmarkmiðin *Gönguvæn borg* og *Heilsueflandi samgöngur* eru hérna settar fram í sama undirkafla þar sem áhrif tilheyrandi aðgerða eru afar samtengd og án frekari útfærslu aðgerða er erfitt að meta bein áhrif sérhverrar aðgerðar með áreiðanlegum hætti. Eins og sjá má í töflu 2 tilheyrir aðgerð nr. 1 15 mínútna hverfi og aðgerð nr. 2 Græn borgarþróun meginmarkmiðinu *Gönguvæn borg*. Aðgerð nr. 4 *Hjólreiðaborg á heimsmeðlíkvarða* og aðgerð nr. 5 *Borgarlína og betri almenningsamgöngur* tilheyra meginmarkmiðinu *Heilsueflandi samgöngur*. Allar þessar aðgerðir hafa það í för með sér að ferðapörf með einkabílum minnkar og eru mikil samlegðaráhrif á milli aðgerða. Til dæmis er Borgarlína hluti af útfærslu aðgerðarinnar 15 mínútna hverfi. Þar sem nákvæmar útfærslur af aðgerðum 1, 2 og 4 liggja ekki fyrir er ekki ljóst hversu mikið ferðapörfin mun minnka en til að meta möguleg áhrif á losun GHL vegna vegasamgangna eru því settir fram útreiknaðir ferlar sem sjá má á mynd 8.



Mynd 8: Samdráttur í losun GHL frá fólksbífreidum sem fall af samdrætti í ferðapörf (% eknir km).

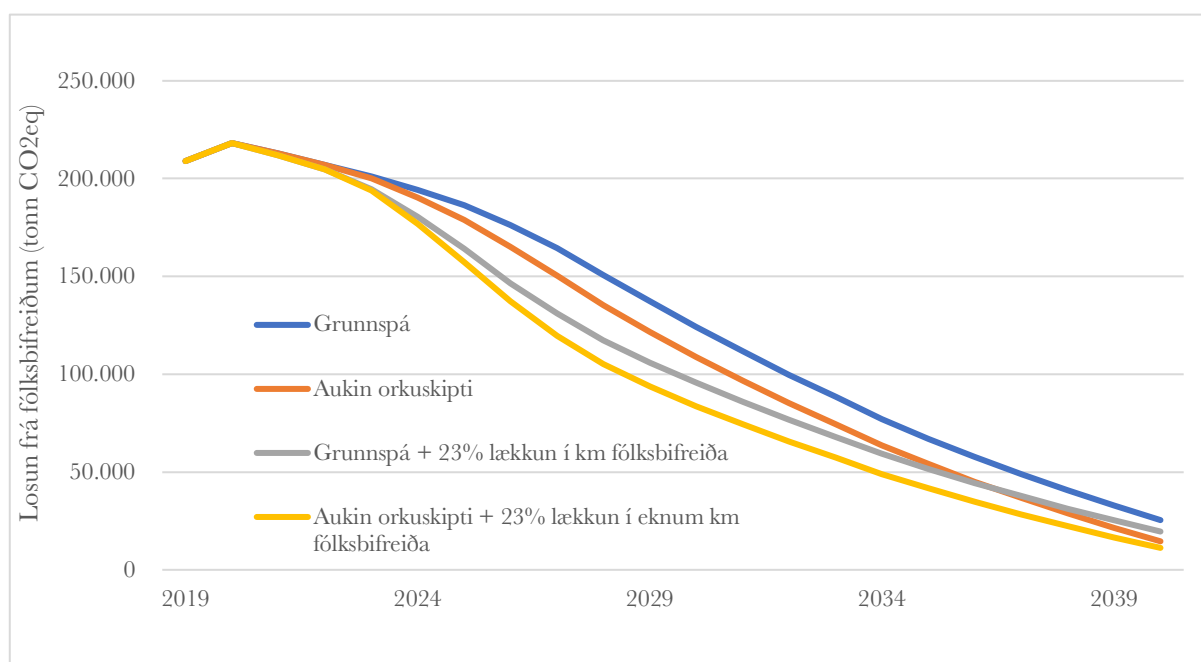
Úr mynd 8 má lesa hversu mikið losun GHL frá fólksbífreidum mun dragast saman árið 2030 sem fall af minni ferðapörf. T.d. ef ferðapörf dregst saman um 45% þá fellur losun í 60 þúsund tonn. Því er ljóst að ef vel tekst til með útfærslu aðgerðanna þá geta áhrif þeirra á losun verið umtalsverð, og þá sérstaklega á meðan orkuskipti ganga yfir.

Gert er ráð fyrir að þær aðgerðir sem miða að því að draga úr ferðapörf í einkabíl geti haft þau áhrif að eknir kílómetrar innan borgarinnar dragist saman um 23% til 2040. Tafla 6 sýnir heildaráhrif aðgerðarinnar á samdrátt frá samgöngum miðað við grunnspá.

Tafla 6: Breytingar í losun GH_L [tonn CO_{2eq}] frá samgöngugeira (áhrif samdráttar í eignum kílómetrum)

	2020	2030 Grunnspá	2030 með öllum aðgerðum	2040 Grunnspá	2040 með öllum aðgerðum	% 2030 mv 2020	% 2040 mv 2020
Samgöngur	380.805	287.354	255.342	163.759	154.479	-32.9	-59.4
Götuumferð	316.339	222.887	190.876	99.292	90.013	-39.7	-71.5
Skipaumferð	50.600	50.600	50.600	50.600	50.600	0	0
Flugumferð	13.866	13.866	13.866	13.866	13.866	0	0

Samlegðaráhrif meginaðgerða 1,2 og 3 hafa áhrif á losun frá götuumferð, og þá aðeins frá notkun einkabilsins. Samlegðaráhrifin eru sýnd á mynd 9.



Mynd 9: Samdráttur í losun GH_L frá fólksbifreiðum með heildaráhrifum aðgerða.

Tafla 7 og mynd 9 sýna samlegðaráhrif orkuskipta (meginaðgerð 2) og aðgerða sem miða að breyttri ferðahegðan (meginaðgerðir 1 og 3). Heildarsamdráttur í losun vegna samgangna er 45,8% árið 2030 og 75,8% árið 2040. Þyngst vega aðgerðir tengdum götuumferð en þar er heildarsamdráttur 46,5% árið 2030 og 82,6% árið 2040 miðað við 2020, eða rúm 147 og 261 þúsund tonn.

Tafla 7: Breytingar í losun GH_L [tonn CO_{2eq}] frá samgöngugeira (heildaráhrif aðgerða)

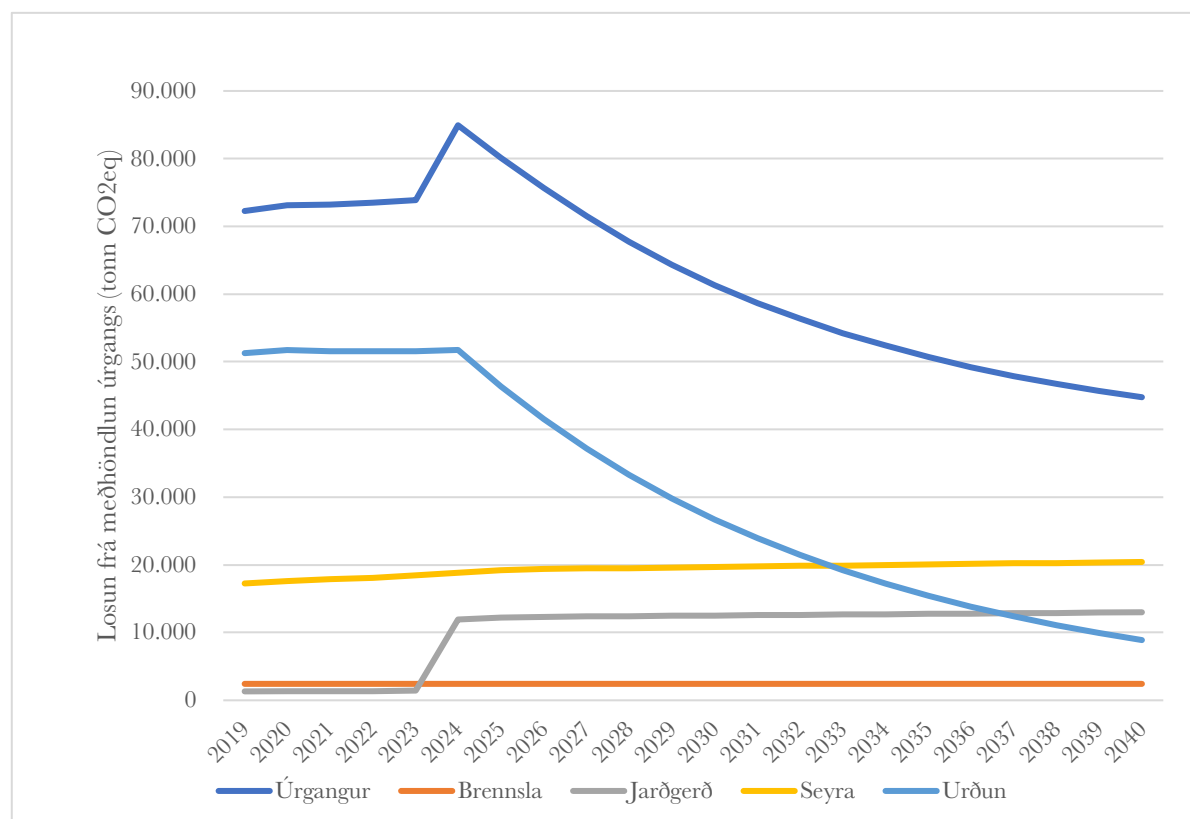
	2020	2030 grunnspá	2030 með öllum aðgerðum	2040 grunnspá	2040 með öllum aðgerðum	% 2030 mv 2020	% 2040 mv 2020
Samgöngur	380.805	287.354	206.226	163.759	91.977	-45.8	-75.8
Götuumferð	316.339	222.887	169.185	99.292	54.936	-46.5	-82.6
Skipaumferð	50.600	50.600	23.175	50.600	23.175	-54.2	-54.2
Flugumferð	13.866	13.866	13.866	13.866	13.866	0	0

Hringrásarhugsun

Tvær aðgerðir tilheyra meginmarkmiðinu hringrásarhugsun, aðgerð nr. 6 *Urðun verði hætt* og aðgerð nr. 7 *Græn matarstefna*. Eins og sjá má í töflu 4 og töflu 8 er losun frá urðun umtalsverð árið 2020. Við það að urðun lífræns úrgangs verði hætt 2022 og lífbrjótanlegs úrgangs árið 2024 mun sú losun hnigna yfir tíma, en þó ekki hverfa vegna þess úrgangs sem þegar hefur verið urðaður og heldur áfram að losa GHL. Jarðgerð tekur við af urðun á lífrænum og lífbrjótanlegum úrgangi og græna matarstefnan dregur úr matarsóun sem aftur dregur úr magni lífræns úrgangs sem fer í jarðgerð. Miðað við fyrirbyggjandi forsendur þá gæti heildarsamdráttur gæti orðið 17,7% árið 2030 og 40,4% árið 2040 eða 12.9 og 29.5 tonn CO₂eq. Niðurstöður má sjá í töflu 8 og mynd 10.

Tafla 8: Breytingar í losun GHL [tonn CO₂eq] frá úrgangi.

	2020	2030 grunnspá	2030 með öllum aðgerðum	2040 grunnspá	2040 með öllum aðgerðum	% 2030 mv 2020	% 2040 mv 2020
Úrgangur	73.078	61.339	60.138	44.767	43.556	-17,7	-40,4
Urðun	51.734	26.731	26.731	8.881	8.881	-48,3	-82,8
Brennsla	2.430	2.430	2.430	2.430	2.430	0	0
Jarðgerð	1.342	12.514	11.364	13.005	11.810	746,8	780,0
Seyra	17.572	19.664	19.664	20.435	20.435	11,9	16,3



Mynd 10: Þróun losunar GHL frá meðhöndlun úrgangs í Reykjavík.

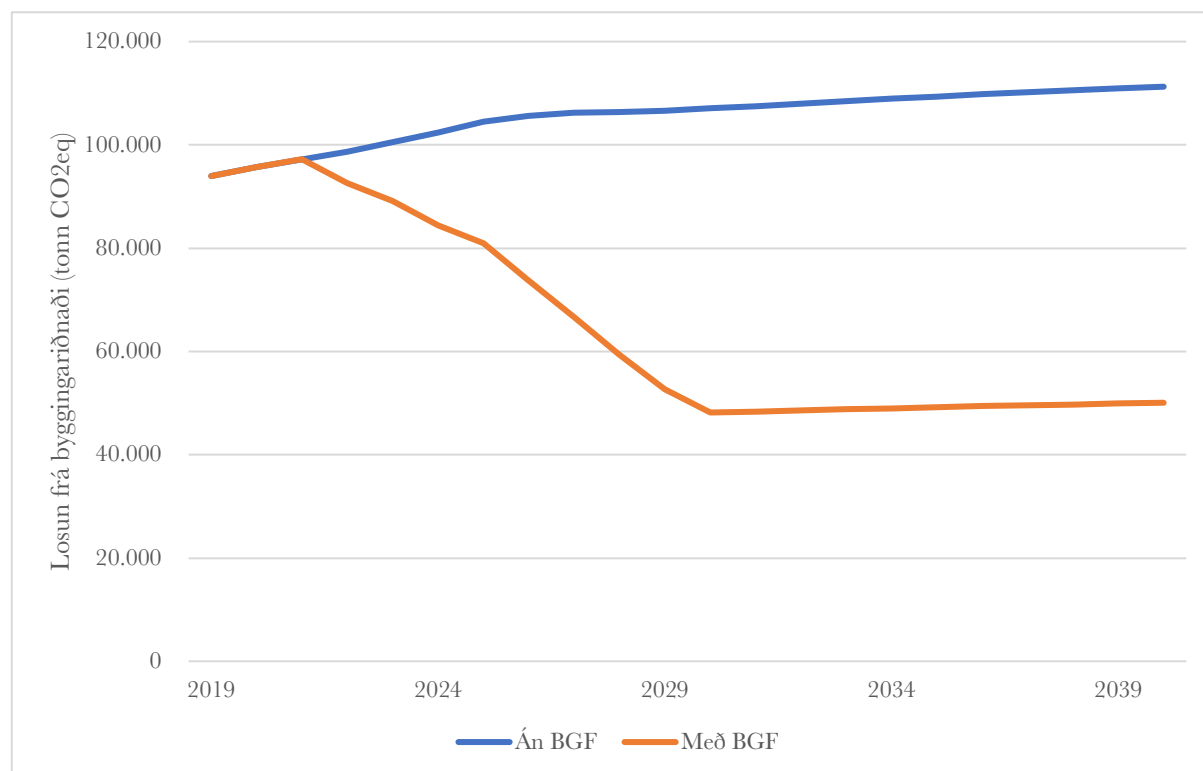
Niðurstöður gefa glögga mynd af hægri minnkun í losun frá urðunarstöðum eftir að urðun lífræns og lífbrjótanlegs úrgangs er hætt og samsvarandi aukningu í losun vegna jarðgerðar. Áhugavert er að sjá að losun vegna seyru yrði stærsta uppspretta losunar vegna meðhöndlunar úrgangs árið 2040, en engar aðgerðir eru fyrirhugaðar á þessum tímapunkti til að draga úr þeirri losun.

Vistvæn mannvirki

Grænn byggingariðnaður er meginmarkmið nr. 5 og aðgerð nr. 8 í aðgerðaáætluninni. Aðgerðin hefur umtalsverð áhrif á losun GHL frá byggingariðnaði, með breyttu efnisvali og breyttum aðferðum við byggingaframkvæmdir eins og nánar er lýst í greiningu Byggjum grænni framtíð [6]. Búast má við með innleiðingu grænni lausna að samdráttur frá byggingariðnaði yrði tæplega 50%, eða rúmlega 47 og 45 þúsund tonn árin 2030 og 2040. Niðurstöður má sjá í töflu 9 og myndræna framsetningu á þróun losunar má sjá á mynd 11.

Tafla 9: Breytingar í losun GHL [tonn CO₂eq] frá byggingariðnaði.

	2020	2030 grunnspá	2030 með öllum aðgerðum	2040 grunnspá	2040 með öllum aðgerðum	% 2030 mv 2020	% 2040 mv 2020
Byggingariðnaður	95.682	107.071	48.182	111.269	50.071	-49,6	-47,7



Mynd 11: Þróun losunar GHL frá byggingariðnaði í Reykjavík.

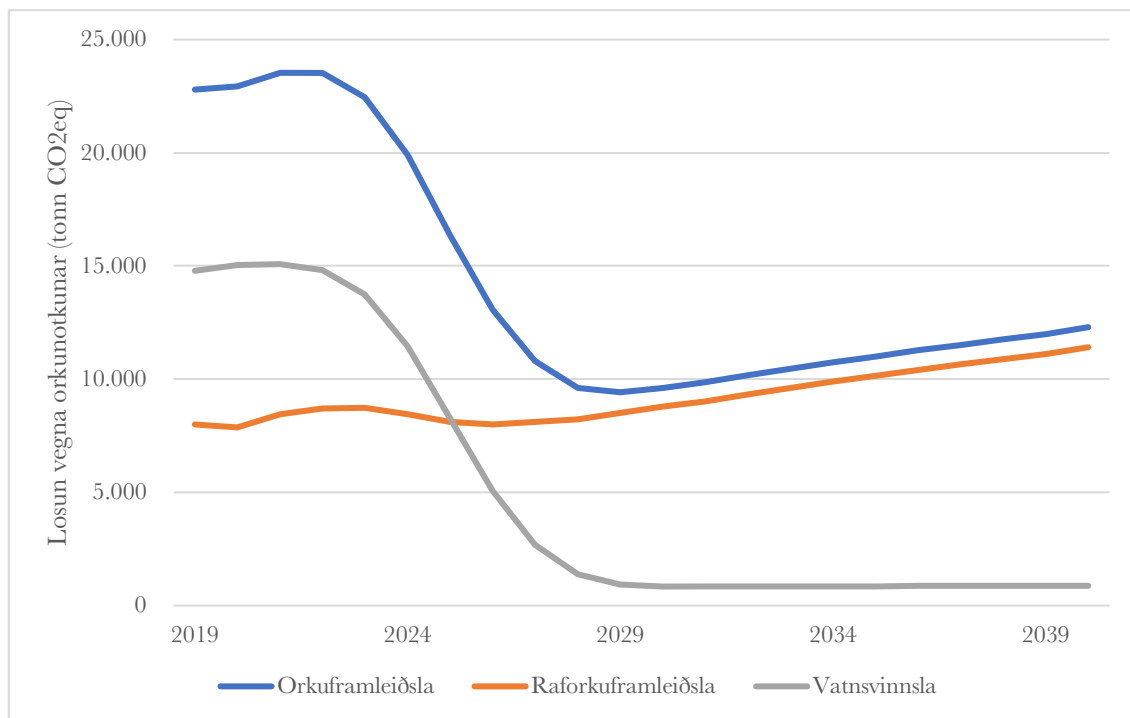
Kolefnisbinding

Meginaðgerð 6 felur í sér kolefnisbindingu bæði í grjóti með CarbFix aðferðinni og í gróður með skógrækt og samdrætti í losun með endurheimt votlendis. Í aðgerð nr. 9 *Gas í grjóti*, felst að Carbfix verkefnið verður að fullu innleitt á Hellsisheiði og Nesjavöllum og áætlað er að verkefnið muni hreinsa 95% af GHG úr útblæstri þeirra virkjanna. Aðgerðin dregur þannig hlutfallslega (hlutfall af heildarframleiðslu raforkukerfisins) úr losun GHG vegna rafmagns sem notað er í Reykjavík og fengið er af almenna flutnings- og dreifikerfinu. Aðgerðin dregur einnig 95% úr losun GHG frá hitaveitu sem kemur frá Hellsisheiði og Nesjavöllum, en allt heitt vatn sem notað er í Reykjavík kemur þaðan eða frá lághitasvæðum sem losa ekki GHG.

Binding kolefnis með skógrækt og samdráttur í losun vegna endurheimtar votlendis falla undir aðgerðir nr. 10 og 11. Aðgerð nr. 10 *Endurheimt votlendis* dregur úr losun frá framræstu votlendi og er gert ráð fyrir að tækifæri til endurheimtingu votlendis séu fullnýtt í landi Reykjavíkur. Aðgerðin nr. 11 *Lofslagsskógar Reykjavíkur* eykur bindingu CO₂ og gert er einnig ráð fyrir að öll tækifæri til skógræktar í landi Reykjavíkur séu nýtt með viðeigandi tegundablöndun skv Samstarfshópi um loftslagsskóga [19]. Niðurstöður fyrir aðgerðirnar má sjá í töflu 10 og þróun á losun GHG á mynd 12 fyrir orkunotkun, mynd 13 fyrir aukna bindingu með skógrækt og endurheimt votlendis.

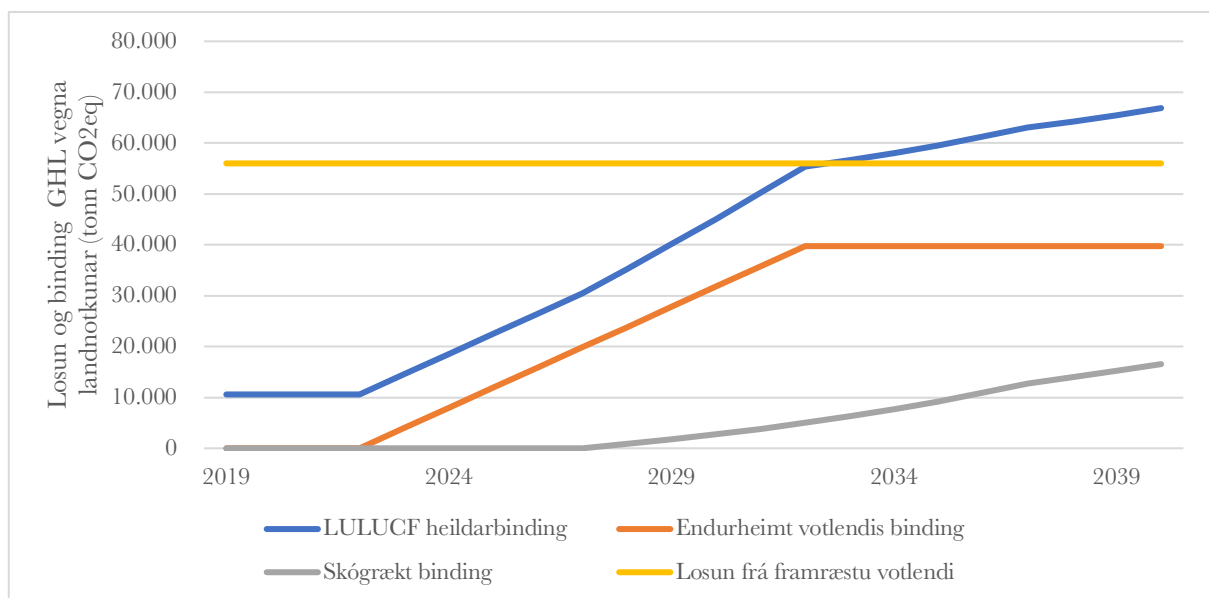
Tafla 10: Breytingar í losun GHG [tonn CO₂eq] frá orkuframleiðslu og landnotkun og skógrækt

	2020	2030 grunnspá	2030 með öllum aðgerðum	2040 grunnspá	2040 með öllum aðgerðum	% 2030 mv 2020	% 2040 mv 2020
Orkunotkun	22.926	28.545	9.621	32.714	12.286	-58,0	-46,4
Raforka	7.871	11.698	8.779	15.206	11.411	11,5	45,0
Hitaveita	15.055	16.847	842	17.508	875	-94,4	-94,2
Landnotkun (LULUCF)	45.400	45.400	10.900	45.400	-10.866		
Losun frá framræstu landi	56.009	56.009	56.009	56.009	56.009		
Endurheimt votlendis	-0	-0	-31.793	-0	-39.741		
Skógrækt fyrir 2020	-10.586	-10.586	-10.587	-10.586	-10.587		
Skógrækt eftir 2020	-0	-0	-2.729	-0	-16.547		



Mynd 12: Þróun losunar GHL frá orkunotkun (hiti og rafmagn) í Reykjavík [tonn CO₂eq].

Tafla 10 og mynd 12 sýnir að losun vegna raforkuframleiðslu miðað við 2020 dregst ekki saman og er það vegna aukinnar eftirspurn eftir rafmagni, þó er samdráttur í samanburði við grunnspá bæði árin 2030 og 2040. Þetta sýnir mikilvægi þess að fleiri raforkuframleiðendur sem nýta jarðvarma fari að beita föngun kolefnis og hagnýtingu eða förgun svo sem með Carbfix aðferðinni. Samdráttur vegna notkunar hitaveitu og heits vatns er rúm 94%, vegna notkunar Carbfix aðferðarinnar.



Mynd 13: Þróun losunar og bindingu GHL vegna landnotkunar og skógræktar í Reykjavík [tonn CO₂eq].

Tafla 10 og mynd 13 sýna umtalsverða aukningu í bindingu með skógrækt í Reykjavík sem og samdrátt í losun vegna endurheimtar votlendis. Árið 2040 verður jafnvægi bindingar og losunar náð og vel það, en nettóbinding það ár eru rúm 10 þúsund tonn.

Stoðaðgerðir

Aðgerð nr. 12 *Jarðefnaeldsneyti út árið 2025* miðar að því að allur tækjafloti Reykjavíkurborgar keyri á vistvænu eldsneyti eftir árið 2025. Losun GHG frá tækjaflotanum var 800 tonn CO₂eq árið 2020 og mun því sú losun að fullu hverfa árin 2030 og 2040 fyrir tilstuðlan aðgerðarinnar.

Eins og fram kemur í töflu 2 eru aðgerðir 13-15 ekki metnar hér vegna þess að aðgerðirnar hafa ekki verið útfærðar nægjanlega nákvæmlega til að hægt sé að meta áhrifin.

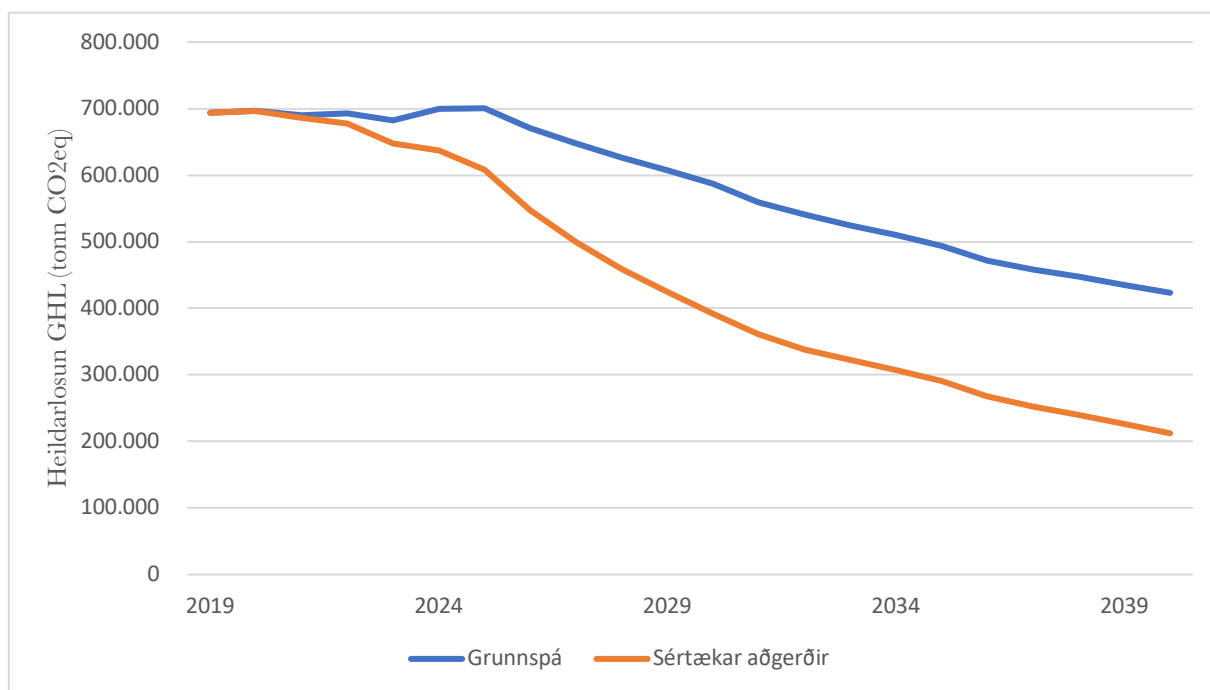
3.3. Heildarniðurstöður

Samanlögð áhrif allra aðgerða sem metnar eru má sjá í töflu 11 og mynd 14.

Tafla 11: Breytingar á losun GHG (umfang 1+2+3) frá öllum geirum [tonn CO₂eq].

	2020	2030 Grunnspá	2030 með öllum aðgerðum	2040 Grunnspá	2040 með öllum aðgerðum	% 2030 mv 2020	% 2040 mv 2020
Orkunotkun	22.926	28.545	9.662	32.714	12.389	-57,9	-46,0
Raforka	7.871	11.698	8.820	15.206	11.514	12,1	46,3
Hitaveita	15.055	16.847	842	17.508	875	-94,4	-94,2
Samgöngur	380.805	287.354	206.226	163.759	91.977	-45,8	-75,8
Götuumferð	316.399	222.887	169.185	99.292	54.936	-46,5	-82,6
Skipaumferð	50.600	50.600	23.175	50.600	23.175	-54,2	-54,2
Flugumferð	13.866	13.866	13.866	13.866	13.886	0	0
Úrgangur	73.078	61.339	59.927	44.767	43.342	-18,0	-40,7
Urðun	51.734	26.731	26.672	8.898	8.878	-48,4	-82,8
Brennsla	2.430	2.430	2.430	2.430	2.430	0	0
Jarðgerð	1.342	12.514	11.161	10.005	11.559	731,7	761,3
Seyra	17.572	19.664	19.664	20.435	20.435	11,9	16,3
Landbúnaður	2.974	3.327	3.283	3.458	3.323	10,4	11,7
Búffjarrækt	2.974	3.327	3.283	3.458	3.323	10,4	11,7
Efnanotkun og iðnaður	75.509	53.683	53.683	21.941	21.941	-28,9%	-70,9%
Byggingariðnaður	95.682	107.071	48.182	111.269	50.071	-49,6%	-47,7%
Landnotkun (LULUCF)	45.422	45.422	10.900	45.422	-10.866	-76,0	-123,9
Losun frá framræstu landi	56.009	56.009	56.009	56.009	56.009		
Skógrækt fyrir 2020	-10.587	-10.587	-10.587	-10.587	-10.587		
Skógrækt eftir 2020	-0	-0	-2.729	-0	-16.547		
Landgræðsla	-0	-0	-0	-0	-0		
Endurheimt votlendis	-0	-0	-31.793	-0	-31.793		
Heildarlosun GHG	696.397	586.741	391.863	423.329	212.177	-43,7%	-69,5%

Samkvæmt niðurstöðum dregst heildarlosun Reykjavíkur saman um 43,7% árið 2030 og 69,5% árið 2040 miðað við árið 2020. Umtalsverður árangur næst í flestum geirum bæði miðað við árið 2020 sem og miðað við grunnspá.



Mynd 14: *Þróun heildarlosunar GHL í Reykjavík fram til ársins 2040.*

3.4. Samantekt

Reykjavíkurborg hefur sett sér það markmið að verða kolefnishlutlaus fyrir árið 2040 og hefur í þeim tilgangi sett fram aðgerðaáætlun í loftslagsmálum fyrir árin 2021-2025 [3]. Áætlunin samanstendur af sex meginmarkmiðum:

- Gönguvæn borg
- Orkuskipti
- Heilsueflandi ferðamátar
- Hringrásarhugsun
- Vistvæn mannvirki
- Kolefnisbinding

Tafla 12 sýnir samdrátt eða bindingu í tonnum sem tengja má við hvert meginmarkmið.

Tafla 12: Samdráttur í losun GHG frá öllum geirum og binding [tonn CO₂eq] per hvert meginmarkmið.

	Heildarsamdráttur 2030 Þúsund tonn CO₂eq	Heildarsamdráttur 2040 Þúsund tonn CO₂eq
Samgöngutengdar aðgerðir	174.5	288.8
Gönguvæn borg		
Orkuskipti		
Heilsueflandi ferðamátar		
Hringrásarhugsun	13.2	29.7
Vistvæn mannvirki	47.5	45.6
Kolefnisbinding		
Gas í grjót	18.9	20.4
Skógrækt og endurheimt votlendis	45.1	58.9

Í heildina þá dreifast meginmarkmiðin og þær aðgerðir sem þeim fylgja á hina ýmsu geira losunar Reykjavíkurborgar og sýnir greiningin sem hér hefur verið kynnt, umtalsverðan samdrátt í losun á tímabilinu eða í heildina 43,7% árið 2030 og 69,5% árið 2040 miðað við árið 2020 (sjá töflu 11). Einnig er umtalsverður samdráttur frá grunnspá, sem sýnir hvernig losun myndi þróast ef sértækar aðgerðir Reykjavíkurborgar kæmu ekki til (sjá mynd 15). Það er því ljóst að aðgerðir Reykjavíkurborgar geta skilað umtalsverðum árangri í samdrætti í losun gróðurhúsalofttegunda og aukinnar bindingar. Þó er ljóst að meira þarf að koma til að ná þeim metnaðarfullu markmiðum sem Reykjavíkurborg hefur sett og leggja áherslu á þá þætti sem aðgerðir ná ekki til í dag. Tækifærin til frekari samdráttar eru mörg.

Losun dregst umtalsvert saman vegna aðgerða tengdum orkunotkun, eða allt að 46% árið 2040 miðað við 2020. Samdrátturinn verður að mestu vegna föngunar kolefnis og notkunar Carbfix aðferðarinnar hjá virkjunum OR. Ef fleiri orkufyrirtæki myndu beita föngun og hagnýtingu eða förgun kolefnis t.d. með því að beita Carbfix aðferðinni myndi samdrátturinn verða mun meiri.

Losun vegna aðgerða tengdum samgöngum leiðir til umtalsverðs samdráttar í losun eða tæplega 46% árið 2030 og 76% árið 2040 miðað við 2020. Munar þar mestu um samdrátt vegna orkuskipta í fólksbílum og samdráttar í eignum kílómetrum og samsvarandi eldsneytisnotkun en samdrátturinn þar er rúmlega 62% árið 2030 og tæplega 95% árið 2040. Afar lítil breyting

verður hjá öðrum gerðum bifreiða fyrr en eftir 2030. Rafvæðing hafna stuðlar einnig að samdrætti í losun. Til að ná enn frekari árangri er mikilvægt að ráðist sé í metnaðarfullar aðgerðir í öðrum geirum samgangna, svo sem orkuskipti sem tengjast þungaflutningum, hópibifreiðum og flugi.

Losun vegna meðhöndlunar úrgangs dregst umtalsvert saman, eða um rúmlega 40% árið 2040. Munar þar mestu um bann á urðun lífræns og lífbrjótanlegs úrgangs. Enn frekar væri hægt að draga úr losun frá úrgangi með föngun og hagnýtingu eða bindingu þeirra gróðurhúsalofttegunda sem koma frá urðunarstöð og gasgerðarstöð Sorpu auk aukinna aðgerða í að draga úr úrgangi. Engar aðgerðir tengjast losun vegna seyru en slík losun mun verða meirihluti losunar vegna meðhöndlunar úrgangs árið 2040.

Samdráttur í nettólosun vegna bindingar kolefnis með skógrækt og endurheimt votlendis skilar umtalsverðum árangri á tímabilinu og árið 2040 verður hrein nettóbinding í þessum geira í Reykjavíkurborg upp á rúm 10 þúsund tonn eða um 5% af heildarlosun. Heildarbinding og samdráttur í losun vegna þessarar aðgerða verður tæplega 60 þúsund tonn árið 2040.

Hafa ber í huga að mat á væntum árangri aðgerða er háð umtalsverðri óvissu, svo sem hvað varðar ýmsar forsendur (svo sem mannfjöldaspá, magn úrgangs, stærð bílaflotans) og metnar stærðir (svo sem hraða orkuskipta í bílaflota og áhrifa aðgerða á breyttar ferðavenjur). Ennfremur er alls óvíst að aðgerðir raunverulega skili þeim árangri sem þeim er ætlað. Til að það gerist þarf skilvirka innleiðingu og styrka eftirfylgni.

4. Lokaorð

Reykjavíkurborg hefur sett sér metnaðarfull markmið til samdráttar í losun gróðurhúsalofttegunda. Til að framfylgja markmiðunum hefur Reykjavíkurborg samþykkt Loftslagsáætlun til ársins 2025 [3]. Loftslagsáætlun Reykjavíkurborgar setur fram sex meginmarkmið sem hvert er stutt með fjölmörgum aðgerðum sem öll eiga að leiða beint eða óbeint til samdráttar í losun gróðurhúsalofttegunda eða til aukinnar bindingar [3].

Greining á aðgerðum Reykjavíkurborgar sýnir að það er líklegt að ef þær verða innleiddar þá verður umtalsverður samdráttur í losun gróðurhúsalofttegunda sem og aukning í bindingu, bæði þegar miðað er við 2020 sem og við grunnspá. Nánar tiltekið sýna niðurstöður að nettólosun Borgarinnar muni dragast saman um 43,7% árið 2030 og 69,5% árið 2040 miðað við árið 2020. Heildarlosun mun því verða rúmlega 390 þúsund tonn árið 2030 og 212 þúsund tonn árið 2040. Núverandi aðgerðir eru því líklegar til að hefja vegferðina í átt að lágkolefnahagkerfi framtíðarinnar en aðeins að því gefnu að aðgerðunum verði framfylgt og þær innleiddar. Þó er ljóst að til að ná markmiði um kolefnishlutleysi þarf að auka samdrátt í losun sem og bindingu.

Við áframhaldandi þróun loftslagsaðgerða í Reykjavíkurborg er mikilvægt að hafa eftirfarandi í huga:

- Flýta ætti núverandi aðgerðum eins og unnt er, svo sem auka skógrækt hraðar, banna fyrr urðun lífbrjótanlegs úrgangs og flýta orkuskiptum í öllum gerðum samgangna.
- Fjölmörg tækifæri eru til að auka samdrátt í losun, svo sem í samgöngum tengdum vöru- og þungaflutningum, frá úrgangi, frá skipum, frá flugvélum og rafmagnsframleiðslu. Skilgreina ætti aðgerðir hið fyrsta í þeim geirum losunar sem vænlegir eru til árangurs bæði til skemmri og lengri tíma.
- Afar mikilvægt er að ráðast í aðgerðir strax, þar sem það tekur tíma fyrir aðgerðir að hafa áhrif eins og sést glögg á greiningu á áhrifum t.d. orkuskipta og skógræktar.

5. Heimildir

1. Efla, 2020, Loftslagsbókhald Reykjavíkurborgar, 2020. Minnisblað.
https://reykjavik.is/sites/default/files/2200-973_loftslagsbokhald_reykjavikurborgar_2020.pdf
2. Umhverfis- og auðlindaráðuneytið, 2021, Stöðuskýrsla Aðgerðaráætlunar í loftslagsmálum, Umhverfis- og auðlindaráðuneytið.
<https://www.stjornarradid.is/library/02-Rit--skyrslur-og-skrar/St%20oc3%b6%oc3%b0usk%20oc3%bdrsla%20a%20oc3%b0ger%20oc3%b0a%20oc3%a1%20oc3%a6tlunar%20oc3%ad%20loftslagsm%20oc3%a1lum%202021.pdf>
3. Reykjavíkurborg, 2021, Loftslagsáætlun 2021-2025, Reykjavíkurborg.
https://reykjavik.is/sites/default/files/rvik_loftslagsaaetlun2021-2025_final.pdf
4. World resources institute og World business council for Sustainable Development, The Greenhouse gas protocol, revised edition.
<https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>
5. World resources institute, C40 cities og ICLEI, Global protocol for community scale greenhouse gas inventories
https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GPC_Full_MASTER_RW_v7.pdf
6. Sigríður Ósk Bjarnadóttir & Björn Marteinsson, 2022. Vegvísir að vistvænni mannvirkjagerð 2030. I. hluti: Mat á kolefnislosun frá íslenskum byggingariðnaði, Húsnaðis- og Mannvirkjastofnun.
7. Orkuspárnefnd, 2021, Eldsneytisspá; og Raforkuspá
8. <https://www.eea.europa.eu/ims/co2-performance-of-new-passenger>
9. Stærð bílaflotans ofl. fengin frá tolur.reykjavik.is
10. Samgöngustofa, ýmis gögn
11. Hagstofan, ýmis gögn.
12. Faxaflóahafnir sf., 2021, Útstreymisbókhald, Reykjavík.
<https://www.faxaflaohafnir.is/utstreymisbokhald/>,
13. Loftslagsbókhald Strætó.
14. COWI, Transport Model for the Capital Region of Iceland - SLH, Vegagerðin, 2020.
15. VSÓ Ráðgjöf, 2017, Umferðarspá fyrir 2030 vegna svæðisskipulagsbreytingar, Samtök Sveitarfélaga á Höfuðborgarsvæðinu.
16. UST.is og hagstofan.is; úrgangstölur
17. Stefán Gíslason, Birna Sigrún Hallsdóttir, 2020. Kolefnisbúskapur landnotkunar í Reykjavík utan þéttbýlis, EnvironIce
18. Skógrækt Ríkisins, bindistuðlar.
19. Samstarfshópur um loftslagsskóga
20. Umhverfis- og auðlindaráðuneyti, 2020, Aðgerðaráætlun í Loftslagsmálum, Umhverfis- og auðlindaráðuneytið. <https://www.stjornarradid.is/library/02-Rit--skyrslur-og-skrar/Adgerdaaetlun%20i%20loftslagsmalum%20onnur%20utgafa.pdf>
21. Umhverfis- og auðlindaráðuneyti, 2020, Aðgerðaráætlun í Loftslagsmálum, Umhverfis- og auðlindaráðuneytið. <https://www.stjornarradid.is/library/02-Rit--skyrslur-og-skrar/Adgerdaaetlun%20i%20loftslagsmalum%20onnur%20utgafa.pdf>
22. Umhverfisstofnun, National Inventory Report 2021, Umhverfisstofnun, Reykjavík, 2021. https://ust.is/library/Skrar/NIR%202021_15%20april_UNFCCC_submission_FINAL.pdf
23. Umhverfisstofnun, Losunarstuðlar, 2021.



MINNISBLAÐ

Viðtakandi: Umhverfis- og heilbrigðisráð
Sendandi: Hrönn Hrafnadóttir

Greining á loftslagsaðgerðum Reykjavíkur – samantekt og næstu skref

Í samræmi við aðgerðaáætlun Reykjavíkurborgar í loftslagsmálum 2021-2025 var óskað eftir að aðgerðir sem þar koma fram væru metnar með tilliti til áhrifa þeirra á losun gróðurhúsalofttegunda (GHL). Það mat kemur fram í meðfylgjandi skýrslu „Greining á loftslagsaðgerðum Reykjavíkur“ dagsett janúar 2022 og unnin af Quiver.

Markmið Reykjavíkurborgar er að verða kolefnishlutlaus 2040. Sem varða í átt að þeirri vegferð var markmiðið sett á að draga úr losun um 300.000 tonn fyrir árið 2030. Þar sem Reykjavíkurborg er einnig að sækjast eftir að verða hluti af Evrópusamstarfi um 100 kolefnishlutlausar og snjallar Evrópuborgir 2030 var þörf á mati á því til hvaða aðgerða þarf að grípa til að borgin verði kolefnishlutlaus fyrr.

Eins og sést í meðfylgjandi skýrslu munu aðgerðir í aðgerðaáætlun Reykjavíkurborgar hafa veruleg áhrif til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda miðað við að ekkert verði að gert. Á sama tíma er ljóst að herða þarf verulega á ákveðnum aðgerðum til að unnt verði að ná kolefnishlutleysi fyrir árið 2040 og enn frekar þarf að herða á aðgerðum og fylgja þeim eftir til að ná kolefnishlutleysi árið 2030.

Samantekt á helstu þáttum:

Samgöngur

Með breyttum ferðavenjum og orkuskiptum mun draga verulega úr losun GHL í vegasamgöngum. Til að ná kolefnishlutleysi 2040, hvað þá 2030 þarf verulega að gefa í til að bæði auðvelda fólki að nota aðra ferðamáta en einkabílinn (sjá mynd 8 vegna áhrifa virkra samgangna), draga úr ferðapörf og hraða orkuskiptum svo að einstaklingar sem nauðsynlega þurfa á bíl að halda hafa tök á að nota aðra orkugjafa en jarðefnaeldsneyti (sjá mynd 7 vegna áhrifa orkuskipta). Á grafinu í mynd 7 má einnig sjá að lítil breyting verður á losun atvinnutengdra samgangna, s.s. vörubíla og sendibifreiða. Áherslur í Aðalskipulagi Reykjavíkurborgar 2040 um breyttar ferðavenjur eru mikilvægar aðgerðir til að hraða hlutfall virkra ferðamála. Tilögur um hraðari orkuskipti eru einnig mikilvægar viðbótar aðgerðir til að hraða orkuskiptum en leggja þarf aukna áherslu á atvinnutengdar samgöngur.

Úrgangur

Eins og sjá má á mynd 10 mun bann við urðun úrgangs hafa veruleg áhrif til að draga úr losun GHL. Með því að flýta banni við urðun úrgangs er hægt að hraða því ferli að draga úr losun GHL. Einnig sést að þörf er á aðgerðum til að fanga eða hagnýta GHL sem koma frá urðunarstað og GAJA og aðgerðum til að draga úr seyru og losun GHL vegna hennar. Tillögur um nýtingu metans og fráveituúrgangs í aðgerðaáætlun um Hringrásarhagkerfi eru því mikilvægar viðbótar aðgerðir til að draga úr losun GHL.



Hringrásarhugsun

Eins og sjá má í Töflu 9 og mynd 11 er hægt að draga verulega úr losun GHL með breyttu efnisvali bygginga. Tekið skal fram að losun vegna byggingarefna er talið fram í umfangi 3. Umfang 3 er utan við umfang Evrópusamstarfs um kolefnishlutlausar borgir að sinni en líklegt er að það verði hluti af losunarbókhaldi síðar eftir því sem gögn batna í því umfangi.

Orkunotkun

Ein af forsendum í aðgerðaáætlun var markmið OR um að vera með kolefnishlutlausa orkuframleiðslu árið 2030. Í þessari greiningu er bent á að raforka borgarinnar kemur frá landsnetinu og því næst ekki kolefnishlutleysi í þeim flokki án aðgerða allra raforkuframleiðenda. Verkefnið krefst því samstarfs við fleiri orkuframleiðendur í landinu og tæknilegra lausna s.s. CarbFix til að raforkuframleiðsla og þá notkun á Íslandi og þ.m.t. í Reykjavík verði kolefnishlutlaus.

Kolefnisbinding

Eins og fram kemur í skýrslunni eru tækifærin til að endurheimta votlendi takmörkuð innan borgarmarkanna. Vætanlegt samstarf við Votlendissjóð getur dregið verulega úr losun og mun það teljast borginni til tekna 2030. Samningur við Skógræktarfélag Reykjavíkur um Loftslagsskóga mun auka bindingu kolefnis en mikilvægt er að hefja það starf sem fyrst þar sem hvert ár telur í vaxtartíma trjáa og möguleikann á kolefnisbindingu.

Að lokum. Matið gefur góða greiningu á aðgerðaáætluninni eins og staðan er í dag. Eins og tekið er fram í skýrslunni er mat á væntum árangri háð umtalsverðri óvissu m.a. vegna ýmissa forsendna og metnar stærðir sem geta breyst og þróast. Síðast en ekki síst er skerpt á mikilvægi skilvirkrar innleiðingu aðgerða og sterka eftirfylgni til að Reykjavíkurborg nái því markmiði að verða kolefnishlutlaus.

Virðingarfyllt,
Hrönn Hrafnisdóttir
*Umhverfis- og skipulagssvið
Stefnumótun og greining*