

# Kolefnisspor garðyrkjunnar

Skýrsla um kolefnisspor grænmetis, blóma og garðplantna á Íslandi



**Verkfræðistofa  
Jóhanns Indriðasonar ehf.**

Síðumúli 1 · 108 Reykjavík · Sími 560 5400 · Fax 560 5410 ·

## 1 Formáli

Samband garðyrkjubænda (SA) hefur í gegnum árin unnið að ýmsum hagsmunamálum er varða orkumál og orkukostnað umbjóðenda sinna. Orkumál hafa lengi verið eitt af stóru hagsmunamálum sambandsins, sérstaklega með aukinni notkun lýsingar við ræktun. Ljóst er að kolefnisspor þeirrar raforku sem garðyrkjan á Íslandi notar er afar lítið miðað við opinber gögn þar um. Því var ákveðið að reikna kolefnisspor garðyrkjunnar í heild til samanburðar við sambærilegar afurðir sem fluttar eru inn til landsins. Til verksins var fengin Verkfræðistofa Jóhanns Indriðasonar ehf, sem hefur verið SA til ráðgjafar á sviði orkumála undanfarin ár.

Í þessari skýrslu eru kolefnisspor innlendrar garðyrkju borin saman við kolefnisspor innfluttra garðyrkjuafurða svo sem tómatu, gúrku, salats, kartafllu, blóma og garðplantna. Vegna þess að hér er um samanburðarrannsókn að ræða þá er kolefnisspor íslenskrar garðyrkju ekki fullreiknað. Síðustu þrepum þeirra greiningar er sleppt þar sem þau eru jafngild hvort sem afurðin er ræktuð á Íslandi eða innflutt.

Markvisst er miðað að því að fegra ekki hlut íslenskrar garðyrkju með því að gera ávallt ráð fyrir bestu þekktu starfsvenjum í erlendri ræktun. Viðmið bestu starfsvenja er verkefni 7. Rannsóknaráætlunar Evrópusambandsins, EUPHOROS sem stendur fyrir „skilvirk notkun aðfanga í verndaðri garðrækt“ (e. „Efficient Use of Inputs in Protected Horticulture“) (Montero, Antón, Torrellas, Ruijs, & Vermeulen, 2011). Enn fremur er þess að gæta þess að vanmeta ekki kolefnisspor íslenskrar framleiðslu.

Héðan í frá er ekki vitnað í heimildina en þess í stað er vitnað í EUPHOROS.

Niðurstöður skýrslunnar eru að kolefnisspor íslenskrar garðyrkju er lægra og í sumum tilfellum mun lægra en sambærilegrar innfluttrar vöru.

Gerð skýrslunnar

Skýrsla þessi var gerð fyrir Samband garðyrkjubænda og var tekin saman af eftirfarandi aðilum.

Eymundur Sigurðsson, VJI – Verkfræðistofa Jóhanns Indriðasonar ehf.

Fríða Rakel Linnét, VJI

Grétar Már Pálsson, VJI

Jón Skafti Gestsson, VJI

Karl Valur Guðmundsson, VJI

# Kolefnisspor garðyrkjunnar

Skýrsla um kolefnisspor grænmetis, blóma og garðplantna á Íslandi

## Efnisyfirlit

1	FORMÁLI.....	1
2	INNGANGUR OG NIÐURSTÖÐUR .....	4
2.1	INNGANGUR.....	4
2.2	NIÐURSTÖÐUR .....	5
3	ALMENNT UM KOLEFNISSPOR OG EUPHOROS-VERKEFNIÐ .....	6
3.1	UM KOLEFNISSPOR, HLÝNUN JARÐAR OG MÓTVÆGISAÐGERÐIR.....	6
3.2	KYNNING Á EUPHOROS .....	9
3.3	AÐFERÐIR EUPHOROS.....	9
4	AÐFERÐIR GREININGARINNAR .....	11
4.1	FLUTNINGUR AÐFANGA.....	11
4.2	RÆKTUNARSTÖÐVAR .....	12
4.3	ORKUNOTKUN .....	12
4.3.1	RAFORKUNOTKUN .....	12
4.3.2	HITUN.....	13
4.3.3	OLÚNOTKUN .....	13
4.4	UMBÚÐIR.....	13
4.5	ANNÆÐ.....	13
4.6	FLUTNINGUR VÖRU.....	14
4.7	KÆLING VIÐ FLUTNING.....	14
5	YLRÆKTAÐ GRÆNMETI .....	15
5.1	KOLEFNISSPOR GARÐYRKJUNNAR Á ÍSLANDI.....	15
5.1.1	FLUTNINGUR AÐFANGA.....	15
5.1.2	RÆKTUNARSTÖÐVAR .....	17
5.1.3	ORKUNOTKUN .....	18
5.1.4	UMBÚÐIR.....	18
5.1.5	ANNÆÐ.....	19
5.1.6	FLUTNINGAR VÖRU.....	20
5.1.7	KÆLING VIÐ FLUTNING .....	20
5.2	KOLEFNISSPOR INNFLUTTS GRÆNMETIS .....	20
5.2.1	TÓMATAR .....	21
5.2.2	GÚRKUR.....	21
5.2.3	SALAT .....	22
5.3	NIÐURSTÖÐUR .....	22
6	ÚTIRÆKTAÐ GRÆNMETI .....	28
6.1	KOLEFNISSPOR ÍSLENSKRAR GARÐYRKJU .....	28
6.1.1	FLUTNINGUR AÐFANGA.....	28
6.1.2	RÆKTUNARSTÖÐVAR .....	29

6.1.3	ORKUNOTKUN .....	29
6.1.4	UMBÚÐIR .....	30
6.1.5	ANNÆÐ .....	30
6.1.6	FLUTNINGUR VÖRU .....	30
6.1.7	KÆLING VIÐ FLUTNING .....	30
6.2	KOLEFNISSPOR INNFLUTTS ÚTIRÆKTAÐS GRÆNMETIS .....	31
6.3	NÍÐURSTÖÐUR .....	31
<b>7</b>	<b>AFSKORIN BLÓM.....</b>	<b>35</b>
7.1	KOLEFNISSPOR GARÐYRKJUNNAR .....	35
7.1.1	FLUTNINGUR AÐFANGA.....	35
7.1.2	RÆKTUNARSTÖÐVAR .....	36
7.1.3	ORKUNOTKUN .....	37
7.1.4	UMBÚÐIR .....	37
7.1.5	ANNÆÐ.....	37
7.1.6	FLUTNINGUR VÖRU .....	38
7.1.7	KÆLING VIÐ FLUTNING .....	38
7.2	KOLEFNISSPOR INNFLUTTRA BLÓMA .....	38
7.3	NÍÐURSTÖÐUR .....	39
<b>8</b>	<b>GARÐPLÖNTUR .....</b>	<b>42</b>
8.1	KOLEFNISSPOR GARÐYRKJUNNAR .....	42
8.1.1	FLUTNINGUR AÐFANGA.....	42
8.1.2	RÆKTUNARSTÖÐVAR .....	42
8.1.3	ORKUNOTKUN .....	43
8.1.4	UMBÚÐIR .....	43
8.1.5	ÁBURÐUR .....	44
8.1.6	FLUTNINGUR VÖRU .....	44
8.2	KOLEFNISSPOR INNFLUTTRA GARÐPLANTNA .....	44
8.3	NÍÐURSTÖÐUR .....	44
<b>9</b>	<b>SAMANTEKT OG NÆSTU SKREF .....</b>	<b>48</b>
<b>10</b>	<b>HEIMILDIR .....</b>	<b>52</b>

## 2 Inngangur og niðurstöður

### 2.1 Inngangur

Í þessari skýrslu er kolefnisspor íslenskrar garðyrkju metið til samanburðar við kolefnisspor innfluttra afurða. Beitt er svokallaðri vistferilsgreiningu, (e. Life-Cycle Assessment, LCA), sem felur í sér mat á kolefnislosun vöru og aðfanga frá vöggu til grafar með þeirri breytingu að hér er numið staðar þegar vörur koma í dreifistöð í Reykjavík. Þaðan er kolefnissporið óháð uppruna afurðarinnar.

Meginverkefni þessarar greiningar er að finna kolefnisspor framleiðsluferlis og aðfanga- og afurðaflutnings íslenskrar garðyrkju. Það spor er borið saman við kolefnisspor innfluttra garðyrkjuvöru.

Ylræktað grænmeti á Íslandi eru m.a. tómatar, gúrkur, paprika og salat. Ræktun á tómötum, gúrkum og salati er tekin til greiningar í þessari skýrslu en upplýsingar um paprikuræktun voru af skornum skammti og því voru þær ekki teknar með í þessari greiningu. Af útiræktuðu grænmeti er helst að telja blómkál, gulrætur, hvítkál, kínakál, spergilkál, gulrófur og kartöflur. Í þessari skýrslu voru skoðuð blómkál, gulrætur og kartöflur. Auk þess eru ræktaðir sveppir á Íslandi en þeir eru ekki skoðaðir að þessu sinni. Afskornu blómin sem skoðuð voru, eru rósir, liljur, krusar og gerberur en það eru helstu blómin sem ræktað eru á Íslandi. Garðplöntum var skipt í tvær tegundir, sumarblóm annars vegar og svo tré og runna hins vegar.

Nánast öllu grænmeti sem neytt er utan höfuðborgarsvæðisins er dreift þaðan óháð því hvar það er framleitt. Undantekning frá þessu er staðbundin íslensk grænmetisframleiðsla sem fer á nærmarkað. Sama gildir um aðrar afurðir grænmetisbænda.

Í þessari greiningu er miðað við að grænmeti og afskorin blóm séu framleidd í uppsveitum Árnessýslu og að öll neyslan sé í Reykjavík en u.þ.b. 80% af íslenskri garðyrkju er staðsett í uppsveitum Árnessýslu.

Það er því varlega áætlað að bera aðeins saman kolefnisspor á markaði í Reykjavík því kolefnisspor innfluttra afurða hækkar hlutfallslega eftir því sem farið er lengra frá Reykjavík vegna þess hluta íslenskrar framleiðslu sem fer á nærmarkað.

Upplýsingar erlendis frá eru notaðar í þeim þáttum sem eru sambærilegir í ræktun á Íslandi og erlendis. Flutningur aðfanga er sérstaklega tekinn fram í þessari skýrslu þar sem aðföng á Íslandi eru stórum hluta flutt inn frá meginlandi Evrópu. Auk þess er lýsing og orkunotkun tekin sérstaklega fyrir þar sem lýsing er meira notuð hér en annars staðar, en orkugjafir á Íslandi eru mun hreinni og með minna kolefnisspor en til að mynda í Hollandi og Svíþjóð þar sem lýsing og hitun er einnig notuð.

Í skýrslu sem þessari er þarf að gefa sér forsendur um ýmsa þætti sem hafa áhrif á kolefnisspor afurða. Allt mat höfunda miðast við að vera varfærnislegt og innfluttri vöru í hag, hvað kolefnissporið varðar. Gert er ráð fyrir því að innflutt vara sé framleidd með bestu starfsvenjum eins og þær birtast í EUPHOROS-verkefni Evrópusambandsins. Því má gera ráð fyrir að niðurstöðurnar séu varfærnislegar frá sjónarhóli íslenskrar garðyrkju.

## 2.2 Niðurstöður

Fastlega má búast við því að mikilvægi kolefnissparnaðar muni aukast á komandi árum, bæði út frá fjárhagslegum kostnaði og út frá umhverfissjónarmiðum.

Í stórum dráttum eru niðurstöður samanburðar sem gerður er í skýrslunni mjög skýrar, íslenski garðyrkju í hag.

Forskot íslenskrar garðyrkju er mest þegar afurð er flutt inn með flugi líkt og afskorin blóm og salat. Það er einnig innlendri framleiðslu mjög í hag ef orkuþörf er mikil, hvort sem er til kælingar, hitunar eða lýsingar. Það gefur innlendri framleiðslu forskot að hér á landi er framleidd hrein, umhverfisvæn orka í samanburði við það sem almennt er erlendis. Þetta birtist í því að inniræktað grænmeti kemur vel út í samanburðinum en útiræktun heldur lakar.

Kolefnisspor innlendra afskorinna blóma er einungis 6% af því sem samskonar blóm framleitt í Hollandi skilur eftir sig. Aftur á móti koma sumarblómin lakast út í þessum samanburði eða 5% yfir kolefnisspori innfluttra afurða miðað við aðferðir í skýrslunni.

Yfirlit yfir samanburðinn má sjá í eftirfarandi töflu:

TAFLA 1: YFIRLIT YFIR SAMANBURÐINN

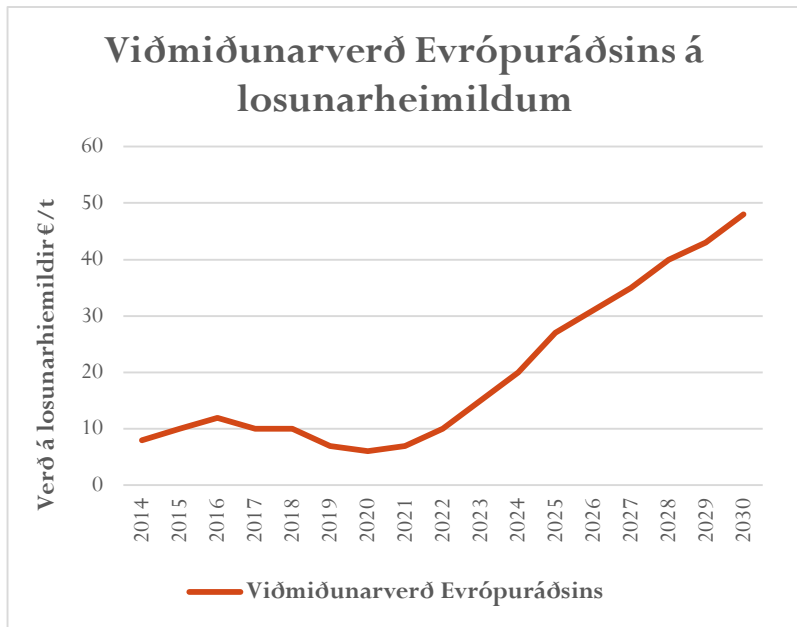
Afurð	munur á kg CO <sub>2</sub> /eining af afurð	Innlent/Innflutt
Venjulegir tómatar	350	55%
Blandaðir tómatar	163	79%
Gúrkur	412	44%
Salat	1978	26%
Kartöflur	14	92%
Annað útiræktað grænmeti	33	88%
Afskorin blóm m.v. Holland	1619	6%
Afskorin blóm m.v. Kenýa	476	18%
Sumarblóm	-14	105%
Tré og runnar	394	47%

### 3 Almennt um kolefnisspor og EUPHOROS-verkefnið

#### 3.1 Um kolefnisspor, hlýnun jarðar og mótvægisáðgerðir

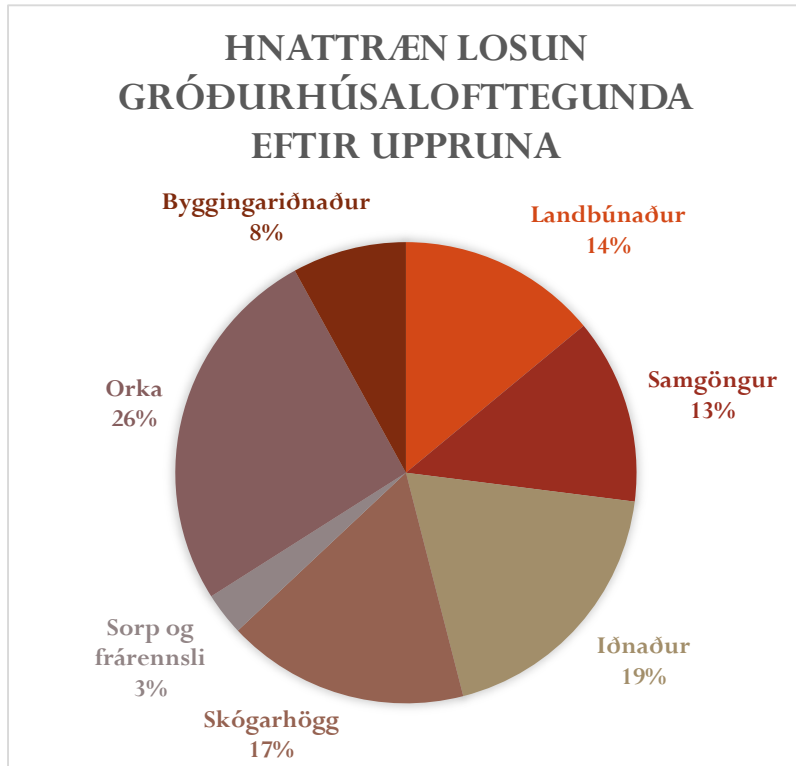
Hlýnun jarðar er talið vera eitt stærsta vandamál sem mannkynið stendur frammi fyrir um þessar mundir og þar spilar losun gróðurhúsalofttegunda af mannavöldum stórt hlutverk. Við undirritun Kyoto viðaukans við rammasamning Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar árið 1997 skuldbundu iðnvæddar þjóðir heims sig til þess að draga saman losun sína á gróðurhúsalofttegundum á tímabilinu 2008-2012 um 5,2% miðað við losun þeirra árið 1990. Gildistími Kyoto viðaukans er nú liðinn en Ísland hefur haldið áfram þátttöku í fjölþjóðlegum samningum um samdrátt í losun gróðurhúsalofttegunda og gengið í viðskiptakerfi

Evrópusambandsins með losunarheimildir (e. Emissions Trading System, ETS) sem tekur til tæplega helmings losunar innan Evrópusambandsins. Á meðal þess sem ETS tekur nú til er losun gróðurhúsalofttegunda frá flugi. Þetta er sérstaklega áhugavert fyrir garðyrkjuna hér á landi, því talsvert er um að garðyrkjuafurðir séu fluttar inn til landsins með flugi og tilheyrandi losun gróðurhúsalofttegunda. Það krefst útgjalda í formi losunarheimilda sem eru líklegar til að hækka verulega í verði á komandi árum. (Point Carbon, 2014)



Ljóst er að aðgerða er þörf ef draga á úr losun gróðurhúsalofttegunda en til þess að hægt sé að grípa til aðgerða þarf að skilgreina vandamálið og koma mælikvarða á þá þætti sem hafa áhrif á hlýnun jarðar. Koltvísýringur (CO<sub>2</sub>) er þekktasta og mikilvægasta gróðurhúsalofttegundin. Koltvísýringur er talinn nema rúmlega þremur fjórðu hlutum allra losunar gróðurhúsalofttegunda (Environmental Protection Agency, 2014) og losunin er því jafnan mæld í koltvísýringsgildum. Kolefnisspor mæla koltvísýringsgildi og eru því einfaldur og skýr mælikvarði á hversu mikil gróðurhúsaáhrif felast í ákveðinni afurð, framleiðsluferli eða framleiðslustað.

Samkvæmt tölum bandarísku umhverfisstofnunarinnar um hnattræna losun gróðurhúsalofttegunda má rekja um 27% allrar losunar til landbúnaðar og samgangna. Það má því ætla að framfara sé þörf í þessum geirum ef árangur á að nást í baráttunni gegn hlýnun jarðar. Enn fremur er gróðurhúsaræktun á grænmeti orkufrek starfsemi og nauðsynlegt að hafa í huga að orkuframleiðslugeirinn er stærsti losandi gróðurhúsalofttegunda á heimsvísu með 26% allrar losunar.

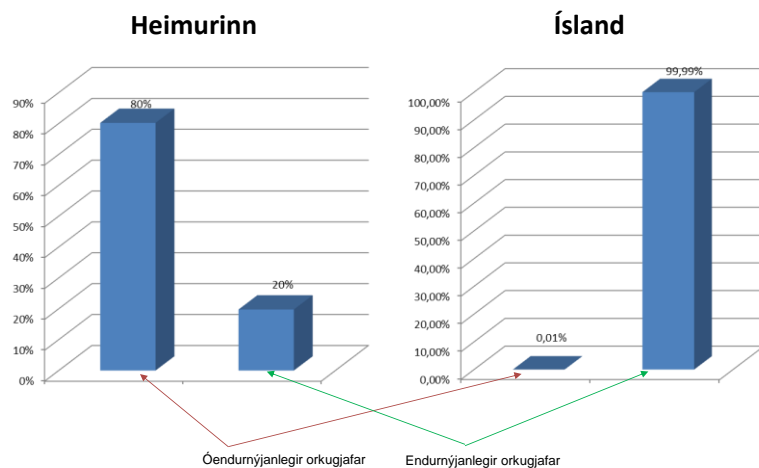


MYND 2: HNATTRÆN LOSUN EFTIR UPPRUNA

Evrópusambandið hefur sett fram metnaðarfullar áætlanir til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda. Meðal þeirra rannsóknarverkefna sem hafa skilað hafa árangri í þá átt er EUPHOROS sem árið 2012 tilkynnti að fundist hefði leið til að helminga orkunotkun gróðurhúsa og stórmínka umhverfisspor starfseminnar um leið með hagfelldum áhrifum á rekstur.

Áhrif orkuþáttarins á starfsemina skapar íslenskum garðyrkjubændum forskot þar sem orkuframleiðsla hér á landi er með hreinasta móti og ódýr miðað við orkuverð víðast hvar í Evrópu. Það má því færa rök fyrir því að auka mætti framleiðslu á innlendu grænmeti og samtímis leggja baráttunni gegn hlýnun jarðar lið. Möguleiki er á að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda með því að færa slíka framleiðslu til Íslands.

Kolefnisspor er eins og áður sagði mælikvarði á losun

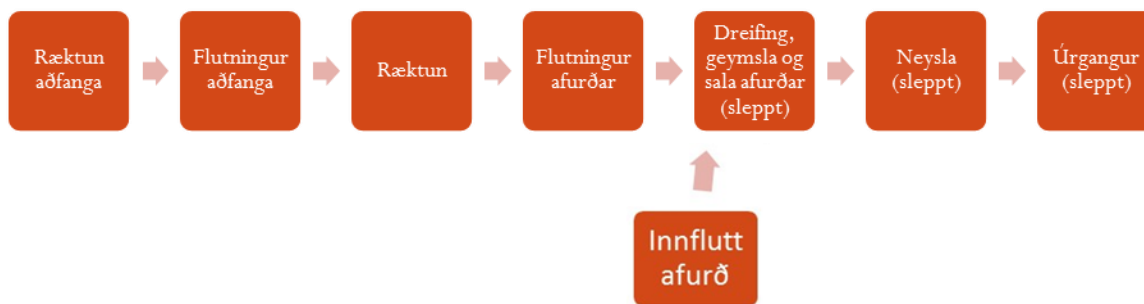


MYND 3: ENDURNÝJANLEGIR ORKUGJAFAR



gróðurhúsalofttegunda sem tengist tiltekinni starfsemi. Það er því gott tæki til að hafa stjórn á losun gróðurhúsalofttegunda sem tengjast tiltekinni starfsemi. Það felur í sér að reikna út losun á einingu afurðar frá upphafi framleiðsluferils til loka urðunar eða endurvinnslu með vistferilsgreiningu.

Þar er hvert skref framleiðsluferilsins brotið til mergjar og fundið út hversu mikil koltvísyringsgildi voru losuð við það skref. Í þessari skýrslu er unnið með samanburð á kolefnissporum íslenskra afurða og innfluttra afurða. Til einföldunar eru lokaþættir hringrásarinnar, sala, neysla og urðun, felldir út þar sem þeir eru jafngildir hvort sem afurðin er íslensk eða innflutt. Eftir stendur kolefnisspor afurðar við dreifistöð í Reykjavík.



MYND 4: SKREFIN Í VISTFERILSGREINGU GRÆNMETIS. SÍÐUSTU ÞREMUR SKREFUNUM ER SLEPPT ÞAR SEM ÞAU ERU EINS HVORT SEM GRÆNMETIÐ ER ÍSLENSKT EÐA INNFLUTT.

Með því að meta umfang losunar framleiðsluferils auðvelda rekstraraðilar sér að finna mikilvægustu uppsprettur losunar gróðurhúsalofttegunda. Það auðveldar bæði greiningu á hvernig hægt er að lágmarka bæði losun og kostnað á sem einfaldastan hátt auk þess að gera samanburð á kolefnislosun mismunandi afurða. Skýr samanburður á kolefnisspori afurða gerir neytendum einnig kleift að haga neyslu sinni þannig að hún dragi úr losun gróðurhúsalofttegunda. Með því geta rekstraraðilar sem opinbera kolefnisspor sitt notið þess í formi aukinnar viðskiptavildar og bættrar ímyndar fyrir samfélagslega ábyrgan rekstur.

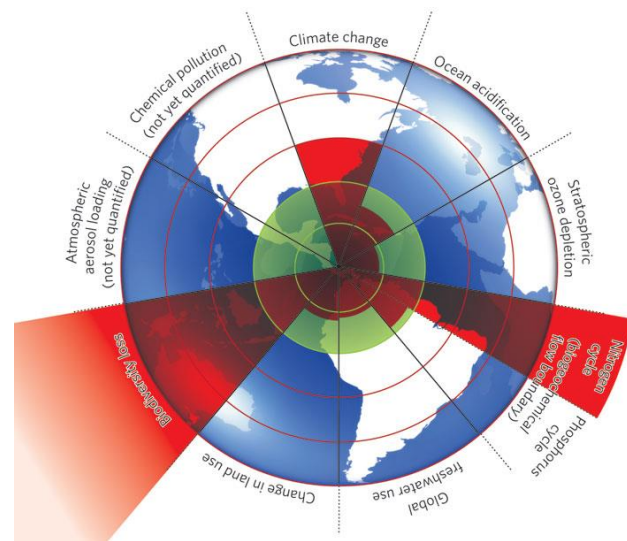
Framleiðendur grænmetis á Íslandi er skýrt dæmi um framleiðendur sem hafa hag af því að sýna fram á kolefnisspor sitt. Ísland er landfræðilega einangrað og hingað verða ekki fluttar inn ferskar afurðir án þess að til komi flutningur um vegalengdir sem skilja óhjákvæmilega eftir sig umtalsvert kolefnisspor. Enn fremur njóta íslenskir grænmetisframleiðendur forskots á suma keppinauta sem felst í bæði hitun og lýsingu sem framleidd er með lágmarkslosun gróðurhúsalofttegunda. Þetta er sérstaklega umhugsunarvert í ljósi þess að innflutningur á grænmeti á Íslandi hefur verið yfir sex þúsund tonn á ári.

Í ársskýrslu Umhverfisstofnunar fyrir árið 2013 segir: „Ef ná á árangri í losun gróðurhúsalofttegunda þarf því sérstaklega að horfa til samgöngutækja og að draga úr losun frá iðnaði.“ (Umhverfisstofnun, 2014) Innlend framleiðsla grænmetis getur gegnt veigamiklu hlutverki við að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda með því að draga úr notkun samgangna, hvort sem er

með flugi eða fraktsiglingum. Þeir þrír geirar sem mest koma við sögu í grænmetisráktun á Íslandi: orkuframleiðsla, landbúnaður og samgöngur standa fyrir meira en helming hnattrænnar losunar gróðurhúsalofttegunda (Mynd 2) og því mikilvægt út frá umhverfisverndarsjónarmiði að nýta þetta tækifæri til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda.

### 3.2 Kynning á EUPHOROS

Sjöunda rannsóknaráætlun Evrópusambandsins tók til rannsóknar breyttar framleiðsluaðferðir sem gætu dregið úr umhverfisáhrifum garðyrkju án neikvæðra rekstraráhrifa og að teknu tilliti til þeirrar fjölbreyttu ráktunar sem á sér stað í Evrópu. Verkefnið var unnið í nokkrum löndum sem hafa mismunandi aðstæður til gróðurhúsaráktunar til þess að greina þá þætti framleiðsluferilsins sem mátti helst bæta. Hér verður ekki lagt í að kynna alla þætti verkefnisins og þær aðferðir sem beitt var við útreikninga á hverjum þætti heldur fjallað um aðferðina sem beitt var við mat á áburðarnotkun. Útreikningur á áburðarnotkun er enda sá þáttur sem á hvað mest við íslenska garðyrkjubændur. Auk þess sem niturmengun, og að minna leyti fosfórmengun, er af mörgum talið vera eitt alvarlegasta umhverfisvandamálið sem fylgir landbúnaði samtímans. Nægir þar að benda á hugmyndina um „A safe operating space for humanity“ (Rockström, 2009) sem var fyrst kynnt í Nature. Hugmyndin byggist á ætlaðri getu jarðarinnar til að endurnýja og viðhalda vistkerfum sínum og –ferlum. Sjá má að niturmengun er þar komin út fyrir mörk græna svæðisins sem táknar það magn sem talið er að jörðin ráði við.



MYND 5 (E.) A SAFE OPERATING SPACE FOR HUMANITY. GRÆNA SVÆÐID TÁKNAR ÞAD ÁSTAND SEM TALID ER AD JÖRDIN ÞOLI TIL LENGRI TÍMA OG GETI VIDHALDID. RAUDI LITURINN TÁKNAR ÁSTANDID EINS OG ÞAD ER TALID VERA Í DAG. NITURMENGUN ER KOMIN LANGT ÚT FYRIR ÞOLMÖRK OG FOSFÓRMENGUN NÁLGAST ÞOLMÖRK JARÐARINNAR.

### 3.3 Aðferðir EUPHOROS

Grunnur EUPHOROS-verkefnisins var vistferilsgreining á ríkjandi framleiðsluháttum til að greina mikilvægustu þætti framleiðsluferilsins eftir bæði loftslags og markaðsaðstæðum. Mikilvægustu framleiðsluþættirnir voru síðan settir í kostnaðargreiningu til að greina möguleika á sparnaði og ný tækni var þróuð til að taka á þeim flöskuhálsum sem stóðu í vegi fyrir aukinni skilvirkni. Sú tækni var síðan prófuð og metin í verki. Niðurstöður sýndu að mestu umhverfisáhrifin frá gróðurhúsum komu frá bruna jarðefnaeldsneytis við orkuframleiðslu. Slíkum áhrifum er ekki til að dreifa hér á landi vegna hreinnar raforku en aðrir þættir höfðu einnig veruleg áhrif. Skýrsluhöfundar nefna

sérstaklega bætta stjórnunarhætti, tölvustýrða áburðarvökvun (e. smart irrigation), loftræstingu og fleira.

Tekið er fram í skýrslu EUPHOROS að til séu nokkrar leiðir til þess að meta þá losun sem verður vegna áburðarnotkunar. Gert var ráð fyrir því að lokað kerfi muni ekki útskolast. Því var gert ráð fyrir að í tilviki skolunar sé það flokkað sem úrgangur án þess að vera losað í jarðveg eða veiti. Þetta á við um ræktun í Hollandi þar sem vökvunarkerfið var lokað en ekki í Ungverjalandi og Spáni þar sem kerfið var opið. Losun í vatn er því tekin með í reikninginn fyrir síðarnefndu löndin.

Í opnum kerfum var vægi áburðar (niturs og fosfórs), upptöku plantna, geymd í undirlagi og losun niturs í andrúmsloft reiknuð.

Mikill munur er á upptöku næringarefna milli ræktunartegunda og enn fremur hafa loftslagsaðstæður og jónasamsetning næringarlausnar áhrif. Útskolun umframefna veltur einnig á einkennum jarðvegsins. Samkvæmt valinni aðferðafræði var gert ráð fyrir því að 30% umframniturs lendi í veiti. Fosfór rennur til veitis sem útskolun eða sem yfirfall. Yfirfall var ekki tekið með í reikninginn fyrir gróðurhúsaræktun.

Niðurstöður verkefnisins sýndu að hægt var að minnka áburðarnotkun um allt að 40% og vatnsnotkun um allt að 25% með því að taka upp lokaða hringrás fyrir áburðarvökvun sem getur einnig verið hagkvæmt í sjálfu sér án þess að umhverfisáhrif séu tekin með í reikninginn. Þá er vert að hafa í huga að í starfsreglum um góða búhætti sem umhverfisstofnun gaf út árið 2002 er niturmengun rædd ítrekað. Áhugasamir geta séð reiknivél fyrir áburðarnotkun á heimasíðu verkefnisins.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> <http://www.EUPHOROS.wur.nl/>

## 4 Aðferðir greiningarinnar

Hér verður fjallað um aðferðir greiningarinnar og ýmsar almennar nálganir. Í þessari greiningu er tekið tillit til Pareto-reglunnar sem segir að fyrir marga atburði gildi að 80% niðurstaðanna koma fram vegna 20% af þáttum þess (Business Dictionary, án dags.).

### 4.1 Flutningur aðfanga

Allir flutningar sem stundaðir eru í dag eru mjög háðir farartækjum sem mynda óæskilega losun út í umhverfið. Helstu flutningsaðferðir eru flug- og skipaflutningar milli landa eða heimsálfa og flutningar með flutningabílum og lestum á láði. Kolefnislosun er mest þegar flutt er með flugvélum en minnst þegar notast er við skipaflutninga.

Í skýrslunni er miðað við sambærilegan flutning aðfanga og miðað er við í EUPHOROS að viðbættum flutningi með skipi frá Rotterdam til Reykjavíkur.

Við útreikning á flutningi aðfanga er upprunaland notað þegar það er þekkt. Að öðrum kosti er miðað við skipaflutning frá Rotterdam. Ljósaperur eru sendar með skipi frá Noregi en lífrænar varnir og býflugur eru sendar með flugi frá Belgíu.

Upplýsingar fengust frá Grænum markaði um flutning afskorinna blóma en sami bíll flytur aðföngin til bænda og flytur blómin frá bændum til Reykjavíkur. Að jafnaði fer bíllinn ekki fulllestaður aðföngum frá Reykjavík og því er gert ráð fyrir að hann flytji afskorin blóm báðar leiðir, samanlagt 250 km. Þess í stað er ekki gert ráð fyrir flutningi aðfanga frá Reykjavík til uppsveita Árnessýslu. Þetta er gert í anda varfærni.

Vikurinn er keyptur innanlands og kemur frá Hekluótum. Stundum er vikurinn sendur beint á býli en stundum til Þorlákshafnar í vinnslu, þaðan til Reykjavíkur og svo dreift á býli. Í þessari greiningu er gert ráð fyrir flutningnum frá Heklu, til Þorlákshafnar, til Reykjavíkur og þaðan á býli til þess að tryggja varlega áætlaða niðurstöðu frá sjónarhóli íslenskrar garðyrkju.

Þegar vörur eru sendar með skipi er miðað við að þau séu send með Goðafossi sem er eitt stærsta skipið í skipaflota Eimskips (Skipafloti: Eimskip, 2014). Losun Goðafoss er 15,3 g CO<sub>2</sub>/tonn-km (Carbon War Room, 2014). Með stærri skipum minnkar losunin og eru því niðurstöður byggðar á þessu vali varfærnislegar. Vegalengdir á milli hafna var metin með reiknivél af Ports.com (Ports.com, 2014).

Fyrir flutning með flutningabílum er gert ráð fyrir því að þeir uppfylli kröfur Euro-5 staðalsins. Þá losunin 0,17 kg CO<sub>2</sub> fyrir hvern tonn-km af fluttum vörum ef miðað er við flutningabíl sem tekur 28 tonn (Zundert, 2012). Euro-5 er staðall sem gildi frá september 2009 til 2014 (European Commission, 2014) og því eru allir flutningabílar framleiddir frá 2009 eftir þeim staðli. Að meðaltali er flutningabíll með grænmeti með 23 tonn á bílnum á Íslandi og því er miðað við þá flutningsgetu. Af því leiðir að losunin vegna flutningabíla er 0,21 kg CO<sub>2</sub> fyrir hvern tonn km með

eitt tonn af fluttum vörum. Þær upplýsingar eru notaðar fyrir allan flutning. Þar sem þyngd blómanna var ekki þekkt var miðað við upplýsingar um fjölda ferða sem fengust frá Grænum markaði, magn blóma sem seld eru og losun vegna flutningabíla eins og áður kom fram. Vegalengdir á landi voru metnar með Google Maps (Google Maps, 2014).

Reiknivél á vegum LOG-NET var notuð til að meta kolefnisspor vegna flutnings með flugvélum en kolefnisspor vegna flugs frá Belgíu er 1,602 tonn CO<sub>2</sub> ígildi fyrir hvert tonn en 1,527 tonn CO<sub>2</sub> fyrir hvert tonn sem er flutt frá Rotterdam (LOG-NET, án dags.).

## 4.2 Ræktunarstöðvar

Í þessum kafla er tekið tillit til kolefnisspors við byggingu ræktunarstöðva, þar með talið byggingarefni eins og stál, gler, steinsteypa o.þ.h.

Þegar upplýsingar um ræktunarstöðvar eru fengnar erlendis frá og framleiðslan vituð eru upplýsingar um ræktunarstöðvar erlendis frá leiðréttaðar miðað við framleiðslu. Í samráði við burðarþolshönnuð var miðað við að tvöfalda þurfti magn þess stáls sem notað er í gróðurhús á Íslandi í samanburði við Holland (Kristinn Eiríksson, 2014), þar af leiðandi var kolefnisspor vegna málmnotkunar tvöfaldað. Auk þess er flutningur á aðföngum í gróðurhús innifalinn en miðað er við sama flutning á meginlandinu eins og þörf er á fyrir gróðurhús í Hollandi í EUPHOROS að viðbættu flutning með skipi frá Rotterdam til Reykjavíkur og 250 km flutning frá Reykjavík í uppsveitir Árnessýslu.

## 4.3 Orkunotkun

Orkunotkun í ræktunarferli íslenskrar garðyrkju má skipta upp í þrjá notkunarflokkka:

- Raforkunotkun
- Hitun (með heitu vatni eða gufu)
- Olíunotkun

Hlutfall þessara notkunarflokka í kolefnisspori grænmetis fer síðan eftir því hvernig ræktun er um að ræða. Raforka gegnir t.a.m. stærra hlutverki í gróðurhúsaræktun. Þar er lýsingu beitt til ræktunar allt árið um kring á meðan útiræktun fer fram undir berum himni að sumri til. Því er svo öfugt farið með olíunotkun. Notkun olíu á dráttarvélar gegnir stærra hlutverki í kolefnisspori útiræktunar en í gróðurhúsaræktun. Hér að neðan er farið yfir hvernig þessir þrír notkunarflokkar eru metnir inn í kolefnissporsútreikninga í þessari skýrslu.

### 4.3.1 Raforkunotkun

Raforkunotkun í garðyrkju telst vera öll sú raforka sem notuð er einhversstaðar í ræktunarferlinu, þ.e. til lýsingar, kælingar, hitunar og notkun annars tækjabúnaðar.

Gerð hefur verið vistferilsgreining á vinnslu raforku í jarðgufuvirkjun og vatnsaflsvirkjun á Íslandi. Í skýrslu um kolefnisspor Landsvirkjunar frá árinu 2008 kemur fram að meðaltalslosun

gróðurhúsalofttegunda frá raforkuvinnslu Landsvirkjunar er 4,51 t CO<sub>2</sub> ígildi á hverja GWst (Harpa Birgisdóttir & Ragnheiður Ólafsdóttir, 2009).

Byggir sú niðurstaða á því hlutfalli sem þá ríkti á milli framleiðslu með vatnsorku og jarðvarma og hefur lítið breyst síðan, nema þá örlítið til lækkunar með tilkomu Búðarhálsvirkjunar.

Landsvirkjun framleiðir meirihluta raforku sem framleidd er á Íslandi og því gefur það ágæta heildarmynd af kolefnisspori raforku á Íslandi. Losun Landsvirkjunar er einungis lítið brot af því sem orkuver losa víðast hvar annars staðar. Til dæmis losa kolaorkuver 205 sinnum meira, gasorkuver 95 sinnum meira og sólarorkuver 25 sinnum meira en Landsvirkjun gerir að jafnaði (Harpa Birgisdóttir & Ragnheiður Ólafsdóttir, 2009).

#### 4.3.2 Hitun

Íslensk gróðurhús eru hituð með jarðvarma. Lítið sem ekkert kolefnisspor fylgir hitun á lágheatasvæðum á Íslandi öðrum en í Hveragerði. Því er hitunin ekki tekin með inn í greininguna. (Jónas Ketilsson)

#### 4.3.3 Olíunotkun

Eins og áður hefur verið nefnt er olíunotkun í ræktunarferli íslenskrar garðyrkju einkum bundin við rekstur dráttarvéla í útiræktun og dísilnotkun við kælingu í flutningi.

Eins og kunnugt er nota flutningabílar og dráttarvélar dísilolíu. Stærstur hluti kolefnisspors þeirra myndast við brennslu eldsneytisins við akstur og vinnu. Það er því mikilvægt að gera grein fyrir losun koltvísýrings við brennslu þessa eldsneytis. Losun koltvísýrings ígilda vegna dísilolíu er 3,1672 kg CO<sub>2</sub>/l (AEA for DECC and Defra, 2012). Kolefnislosunin ræðst svo af eyðslu einstakra flutningabíla eða dráttarvéla.

#### 4.4 Umbúðir

Grænmetismarkaðurinn hér á landi æskir þess að grænmetinu sé pakkað í umbúðir og þannig kemur skýrt fram að varan sé framleidd á Íslandi. Minni pakkningar fylgja yfirleitt innfluttu grænmeti þótt það sé ekki algilt.

Kolefnislosun fylgir umbúðum og u.þ.b. þrefalt kolefnisspor fylgir plasti í samanburði við sömu þyngd af pappa. Kolefnisspor plasts er u.þ.b. 3 kg CO<sub>2</sub>/kg af plasti en 1,2 kg CO<sub>2</sub>/ kg af pappa (Edwards & Parker, 2010). Minnka mætti kolefnisspor grænmetis með því að auka notkun á pappa á kostnað plasts.

#### 4.5 Annað

Aðrir þættir sem hafa áhrif á kolefnisspor vegna ræktunar geta verið framleiðsla aðfanga, förgun, kerfi til hitunar og lýsingar, hjálparbúnaður og fleira. Í sumum tilfellum er margt af því sem fellur undir þennan lið undanskilið í samræmi við Pareto-regluna.

Framleiðsla aðfanga felur ávallt í sér einhverja losun gróðurhúsalofttegunda og framleiðsla aðfanga til ræktunar á grænmeti er engin undantekning. Ólík efni myndast við tiltekna framleiðslu sem hafa mismikil áhrif á loftslagið og þar af leiðandi kolefnisspor hvernar vöru. Í þessari skýrslu eru ekki notaðar tölur frá sérstökum framleiðsluaðilum heldur tölur sem gefa mynd af meðaltali koltvísýringslosunar frá mismunandi tegundum aðfanga, til dæmis vörnum, t.a.m. skordýravörnum, áburði, plasti o.s.frv.

Ekki er gert sérstaklega ráð fyrir rýrnun í greiningunni en framleiðslutölur eru miðaðar við seldar vörur á meðan tölur um aðföng er miðaðar við keypt aðföng á Íslandi. Rýrnun er því sjálfkrafa innifalin í greiningunni en kolefnisspor vegna förgunar er þar að auki innifalið.

#### 4.6 Flutningur vöru

Í þessari skýrslu eru tekið tillit til flutnings íslenskra afurða frá framleiðanda í uppsveitum Árnassýslu að dreifingarstöð í Reykjavík. Við flutning innfluttra afurða er miðað við sambærilegar aðferðir og kynntar eru í kafla 4.1.

Kolefnisspor við flutning afurða er ávallt meiri en við flutning aðfanga fyrir sömu vöru.

Eins og áður sagði þá eru upplýsingar um flutning á afskornum blómum framleiddum á Íslandi fengnar frá Grænum markaði. Í öllum tilvikum er miðað við að vegalengdin frá uppsveitum Árnassýslu til Reykjavíkur og til baka sé 250 km til að tryggja varfærnislegt mat eins og áður.

#### 4.7 Kæling við flutning

Breytt meðaltal yfir orkunotkun við kælingu í gámum er 3,6 kWst / TEU (GDV Berlin, 2014). Eitt TEU jafngildir tuttugu feta gámi sem tekur 10 tonn (Stoessel, Juraske, Pfister, & Hellweg, 2012). Orkan sem fæst úr einum lítra af dísil er 9,7 kWh/l (Elert, 2014). Kolefnislosun vegna dísil er 3,1672 kg CO<sub>2</sub>/l (AEA for DECC and Defra, 2012). Þær upplýsingar eru notaðar til þess að meta kolefnisspor vegna kælingar við flutning á framleiddri vöru.

Gert er ráð fyrir að það sama gildi um kælingu í flutningabíl, flugvél og í gám í skipi og því er sama nálgun notuð við kælingu á innlendu grænmeti sem innfluttu.

## 5 Ylræktað grænmeti

Í þessum kafla er fyrst farið í gegnum þá þætti sem helst hafa áhrif á kolefnisspor grænmetis á Íslandi fram og að flutningi til dreifingarstöðva meðtöldum. Þá er með samsvarandi hætti metið kolefnisspor innflutts grænmetis. Í þeim hluta er stuðst við viðurkenndar, útgefnar skýrslur sem komið hafa út erlendis um þessi mál. Greining á ylræktuðu grænmeti nær til ræktunar tómatu, gúrkna og salats. Bæði eru skoðaðir venjulegir tómatar og blandaðir, en blandaðir tómatar eru bæði smátómatar og venjulegir.

### 5.1 Kolefnisspor garðyrkjunnar á Íslandi

Eftirfarandi kaflar greina frá öllu því helsta sem hefur áhrif á kolefnisspor vörunnar.

#### 5.1.1 Flutningur aðfanga

Eftirfarandi kaflar lista þau aðföng sem helst eru notuð við framleiðslu á ylræktuðu grænmeti hér á landi með upplýsingum um magn og flutning.

##### 5.1.1.1 Fræ

Fræ eru mjög smá og vega mjög lítið. Gera má ráð fyrir að innflutningur sé 1 kg á ársgrundvelli á stóru garðyrkjubýli sem framleiðir hundruði tonna af grænmeti. Það hefur hverfandi áhrif á kolefnissporið og því er flutningur á fræjum ekki innifalinn í greiningunni.

##### 5.1.1.2 Áburður

Magn áburðar er misjafnt eftir býlum. Það þarf u.þ.b. 70 kg af áburði fyrir hvert tonn af tómatum, 80 kg fyrir tonn af gúrkum og 105 kg fyrir tonn af salati.

##### 5.1.1.3 Steinull

Um 45 kg af steinullarkubbum eru notuð fyrir hvert tonn af tómatum en 26 kg fyrir tonn af gúrkum.

##### 5.1.1.4 Vikur

Mjög misjafnt er hversu mikið magn af vikri er notað en það er frá 5 til 57 kg af vikri á hvert tonn af grænmeti. Að meðaltali er 37 kg af vikri fyrir hvert tonn af grænmeti, hvort sem um ræðir gúrkur eða tómatar. Sama talan er notuð fyrir bæði gúrkur og tómatar því ekki fengust nógu nákvæmar upplýsingar til þess að greina þar á milli. Gert er ráð fyrir að vikurinn sé keyptur innanlands og komi frá Hekklurótum, fari í vinnslu í Þorlákshöfn og sé sendur til Reykjavíkur áður en honum er dreift til garðyrkjubænda. Sú vegalengd er u.þ.b. 220 km en í greiningunni er miðað við 300 km vegna auka vegalengdar sem getur komið upp þegar aðföng eru flutt á fleiri en einn stað. Í sumum tilfellum er vikurinn sendur beint á garðyrkjubýli en til að tryggja að greiningin sé varlega áætluð er miðað við að allur vikurinn sé fluttur þessa vegalengd.



**5.1.1.5 Mold**

Um 15% af tómataræktun er í mold en þegar ræktað er í mold er notað um 35 kg fyrir hvert framleitt tonn af tómötum. Við ræktun á salati er 150 kg af mold notuð fyrir hvert framleitt tonn en mjög lítil mold er notuð við ræktun gúrkna.

**5.1.1.6 Koltvísýringur**

Koltvísýringurinn sem notaður er kemur helst frá Hæðarenda í Grímsnesi. Koltvísýringurinn er fluttur þaðan í uppsveitir Árnassýslu eftir þörfum. Í þessari greiningu er miðað við að heildarferðin sem flutningabíllinn þarf að fara sé 100 km. Flutningabíllinn tekur 16,5 tonn á meðan miðað er við að flutningabíll geti tekið 23 tonn. Tekið er tillit til þess við útreikninga á koltvísýringslosuninni. Miðað er við að magn þess koltvísýrings sem er notað í tómataræktun sé 1250 kg af CO<sub>2</sub> fyrir hvert tonn en 500 kg CO<sub>2</sub> fyrir hvert tonn af gúrkum. Við ræktun á salati er engin utanaðkomandi koltvísýringsgjöf.

**5.1.1.7 Býflugnabú**

Búin eru eingöngu notuð í tómataræktun. Miðað er við hálf bú á hvert tonn af tómötum. Gert er ráð fyrir að hvert bú sé 1 kg.

**5.1.1.8 Lífrænar varnir**

Lífrænar varnir eru léttar og fyrir það magn sem er notað í grænmetisræktun hefur flutningurinn hverfandi áhrif á kolefnissporið. Því er flutningur á lífrænum vörnum ekki tekinn með í greininguna.

**5.1.1.9 Járnkrókar fyrir tómátplöntur**

Fyrir hvert tonn af ræktuðum tómötum þarf u.þ.b. 1250 járnkróka. Krókar eru einnig notaðir við ræktun á gúrkum til að hengja upp plönturnar en upplýsingar liggja ekki fyrir um magn þeirra. Flutningur á járnkrókum er ekki innifalinn í greiningunni vegna hverfandi áhrifa á kolefnissporið.

**5.1.1.10 Ljósaperur**

Við ræktun á tómötum þarf að skipta um 6 perur fyrir hvert tonn af blönduðum tómötum en við ræktun á gúrkum og salati þarf einungis að skipta um 1,2 perur fyrir hvert tonn af ræktuðu grænmeti. Gert er ráð fyrir að hver ljósapera sé 200 grömm.

**5.1.1.11 Plast, plastöskjur og plastpottar til þakkinga**

Í kafla 5.1.4 er fjallað nánar um umbúðirnar en gert er ráð fyrir að við framleiðslu á einu tonni af blönduðum tómötum séu 40 kg af plasti notuð, 7 kg fyrir gúrkurnar, 80 kg fyrir hvert tonn af salati og 3,9 kg fyrir venjulega tómata, en þar eru auk þess pappöskjur notaðar.

**5.1.1.12 Öskjur úr endurunnum pappu til þakkingar**

Venjulegir tómatar eru flestir pakkaðir í pappöskjur með plastfilmu utan um og því er það innifalið í samburðinum á venjulegum tómötum. Fyrir tonn af venjulegum tómötum er notað 38,5 kg af

pappa. Öskjur eru notaðar sem pakkning fyrir tómata en ekki er gert ráð fyrir þeim í þessari greiningu miðað við blandaða tómata. Plast hefur mun meira kolefnisspor og gert er ráð fyrir að blandaðir tómatar séu pakkaðir í plast og því ætti það að vera varlega áætlað.

### 5.1.1.13 Þyngd aðfanga

Til glöggvunar er þyngd aðfanga tekin saman eftir afurð í töfluTafla 2.

TAFLA 2: YLRÆKTAD GRÆNMETI - ÞYNGD ADFANGA

Aðföng [kg/tonn]	Venjulegir Tómatar	Blandaðir tómatar	Gúrkur	Salat
Fræ	0	0	0	0
Áburður	70	70	80	105
Steinull	45	45	26	X
Vikur	37	37	37	X
Mold	35	35	X	150
Koltvísýringur	1250	1250	500	X
Býflugnabú	0,5	0,5	X	X
Lífrænar varnir	0	0	0	0
Krókar	0	0	0	X
Ljósaperur	1,2	1,2	0,24	0,24
Plast til pakkninga	3,9	40	10	80
Pappi til pakkninga	38,5	0	X	X

Eins og Tafla 2 sýnir, þá vegur koltvísýringur mest aðfanga en þar á eftir áburður. Einnig vegur steinull þungt sem og pakkningar fyrir tómata og salat.

### 5.1.2 Ræktunarstöðvar

Tekið er tillit til þess kolefnisspors sem verður til við byggingu ræktunarstöðva, þ.m.t. framleiðslu byggingarefnis eins og stáls, glers, steinsteypu o.þ.h.

Kolefnisspor vegna byggingu ræktunarstöðva var tekið úr skýrslu EUPHOROS fyrir gróðurhús í Hollandi fyrir ræktun á tómötum.

Almennt er framleiðsla á fermeter meiri á Íslandi en í Hollandi en íslenskir garðyrkjubændur rækta í auknum mæli smátómata eins og kirsuberjatómata sem skilar sér í minni framleiðni, kg/m<sup>2</sup>. Því er annars vegar miðað við meðalframleiðni á blönduðum tómötum á Íslandi sem er 45 kg/m<sup>2</sup> og hins vegar framleiðni á venjulegum tómötum sem er um 90 kg/m<sup>2</sup>. Hvorir tveggja eru bornir saman við framleiðni venjulegra tómata í Hollandi sem er 56,5 kg/m<sup>2</sup> þar sem erfitt þykir að finna sambærilegar upplýsingar erlendis frá.

Hlutfallið milli erlendra og íslenskrar framleiðni er notað til þess að leiðrétta kolefnisspor vegna ræktunarstöðvar miðað við innlenda ræktun.

Upplýsingar fengust úr EUPHOROS um kolefnisspor Venlo gróðurhúsa í Hollandi. Upplýsingarnar frá Hollandi voru notaðar og leiðréttar miðað við framleiðsluna á Íslandi. Eins og kom fram í kafla 4.2 þá er magn málmis sem notað er í gróðurhúsinu á Íslandi tvöfaldað miðað við Holland. Tekið er tillit til 55-200 km flutnings með flutningabíl á meginlandi Evrópu sem er misjafnt eftir aðföngum. Miðað er við sömu fjarlægð á meginlandinu eins og gert er í Hollandi samkvæmt EUPHOROS. Gert var ráð fyrir flutningi allra aðfanga fyrir byggingar frá Rotterdam til Reykjavíkur og þaðan með flutningabíl í uppsveitir Árnassýslu.

Í EUPHOROS-skýrslunni var gert ráð fyrir að afskriftartími gróðurhúss sé 15 ár en á Íslandi er miðað við afskriftartíma upp á 25 ár. 15 ára afskriftartími ætti því að vera mjög varlega áætlað fyrir íslenskan markað.

### 5.1.3 Orkunotkun

Eins og fram kemur í kafla 4.3 má skipta orkunotkun í ræktunarferli íslenskrar garðyrkju í þrjá flokka: Raforkunotkun, hitun og olíunotkun.

#### 5.1.3.1 Raforkunotkun

Upplýsingar um raforkunotkun garðyrkjubýla vegna lýsingar eru fengnar frá Netorku fyrir árið 2012.

Tómatar þurfa mun meiri lýsingu en gúrkur fyrir hvert framleitt tonn. Miðað er við að gúrkur þurfi 9 MWst, tómatar 31 MWst og salat 18,5 MWst fyrir hvert tonn af grænmeti.

Eingöngu var um að ræða upplýsingar um raforkunotkun vegna lýsingar sem er þó stærsti hluti raforkunotkunar ylræktaðs grænmetis. Gert ráð fyrir að önnur raforkunotkun sé 78 kWst á ári fyrir hvert tonn og því bætt við fyrir allt ylræktað grænmeti. Er sú tala metin út frá raforkunotkun í sambærilegum greinum eins og t.d. kartöfluræktun. Samkvæmt EUPHOROS er raforkunotkun á Spáni 51,5 kWst fyrir búnað annan en hita og lýsingu. Því má áætla að það sé varlega áætlað.

#### 5.1.3.2 Hitun

Gert er ráð fyrir að engin losun gróðurhúsalofttegunda fylgi upphitun gróðurhúsa hérlandis.

#### 5.1.3.3 Olíunotkun

Í ylræktun á grænmeti er olíunotkun hverfandi og því ekki tekin með í greininguna.

### 5.1.4 Umbúðir

Þunnt plast er notað utan um gúrkur sem vegur um 2 g á meðan hver gúrka er yfir 300 g. Því er notað um 7 kg af plasti fyrir hvert tonn af gúrkum.

Talsvert meira plast er notað í umbúðir á tómötum. Sumir tómatar hafa einungis þunna filmu þar sem tómatararnir eru í öskju úr endurunnum pappa á meðan aðrir eru í plastöskjum. Mun meira kolefnisspor fylgir plasti en endurunnum pappa. Þar sem umbúðir utan um tómatu eru mjög

breytilegar, þá er hér til einföldunar gert ráð fyrir að notað sé 40 kg af plasti fyrir hvert tonn af tómtum.

Venjulegir tómatar eru helst í pappaöskjum og við vigtun á meðal tómatapakka kom í ljós að 38,5 kg af pappa og 3,9 kg af plasti er notað fyrir hvert tonn af venjulegum tómtum.

Salat sem selt er í plastpottum var vigtað þar sem plast var 10% af þyngd salatsins. Ætla má að plast sem notað er fyrir salat sem selt er í pokum sé 1% af þyngd salatsins.

Miðað er við framleiðslu á einu sérstöku búi þar sem salat í pottum er um 80% af allri salatframleiðslunni. Að meðaltali er hér gert ráð fyrir að fyrir allt salat er plastið um 8% af þyngd salatsins, 80 kg af plasti fyrir hvert tonn af salati.

### 5.1.5 Annað

Upplýsingar um kolefnisspor vegna ræktunar á tómtum er að finna í skýrslu EUPHOROS. Eins og fyrir ræktunarstöðvar er kolefnissporið í þessum hluta leiðrétt miðað við framleiðslutölur fyrir hverja tegund af grænmeti fyrir sig.

Lýsing er notuð við ræktun á rósum í Hollandi en í sömu skýrslu var gerð greining á þeirri ræktun og kolefnisspor vegna lýsingar tekið þaðan.

Hér er tekið tillit til framleiðslu og notkunar aðfanga sem notuð eru við ræktunina. Auk þess var tekið tillit til förgunar úrgangs. Gert er ráð fyrir að sama kolefnisspor fylgi förguninni á Íslandi eins og í Hollandi.

Upplýsingar um kolefnisspor vegna framleiðslu og notkun áburðar og ólífrænna varnarefna var fengið úr skýrslu EUPHOROS. Kolefnissporið sem fylgdi varnarefnum var mjög lítið og því var gert ráð fyrir að sama kolefnisspor myndi fylgja lífrænum vörnum.

Utanaðkomandi koltvísýringur er oft notaður við ylræktun á grænmeti. Koltvísýringframleiðsla fyrir íslenska garðyrkju fer fram í Grímsnesi. Koltvísýringurinn er skilinn frá heitu vatni án notkunar efna eða annarra þátta sem stækka kolefnisspor framleiðslunnar. Sú framleiðsla telst ekki kolefnislosandi þar sem um er að ræða koltvísýring sem losnar náttúrulega úr vatninu. Koltvísýringurinn endar því í andrúmsloftinu hvort sem hann er fangaður og notaður við garðyrkju eður ei. Eina umtalsverða kolefnislosunin við koltvísýringsnotkun íslenskra garðyrkjubænda er því í gegnum dreifingu. Koltvísýringurinn er fluttur frá Grímsnesi til garðyrkjubænda með flutningabílum sem er innifalið í greiningunni.

Upplýsingar um kolefnisspor vegna ræktunar gúrkna og salats var að finna í finnskri skýrslu (Heli Yrjänäinen, o.fl., 2013) þar sem búið er að draga frá hita, rafmagn og umbúðir. Þar er um að ræða förgun, flutningur, undirlag svo sem mold eða steinull, áburður, plöntur og koltvíoxíð. Í raun er hér um að ræða meira en það sem ætti að vera tekið fram í þessum kafla, en lítil hluti

kolefnissporsins í þeirri skýrslu kemur til vegna flutnings og koltvíoxíð. Auk þess sem því er ekki sleppt til þess að halda greiningunni varlega áætlaðri.

Eins og kom fram í kafla 3.3, náðist fram 40% samdráttur í notkun áburðar og 25% minni vatnsnotkun með því að setja upp lokaða hringrás vatns í gróðurhúsum. Slíkur sparnaður leiðir til minna kolefnisspors í gegnum áburðarnotkun en kolefnisspor vatns er það lítið að því er sleppt. Á Íslandi er lokað hringrás algeng en er þó ekki allstaðar, en við ræktun á tótmötum er miðað við opna hringrás á Íslandi svo greiningin sé varlega áætluð. Upplýsingar frá Samtökum Garðyrkjubænda benda til þess að um 23% tómatu séu ræktaðir við lokaða hringrás á meðan hlutfallið er um 40% í gúrurækt og um 66% í salatækt.

Í finnsku skýrslunni (Heli Yrjänäinen, o.fl., 2013) er ekki tekið fram hvort um er að ræða opna eða lokaða hringrás við gúrku- og salatæktun. Af þeim sökum var gert ráð fyrir að sambærilegar aðferðir væru notaðar þar og á Íslandi.

#### 5.1.6 Flutningar vöru

Sölufélag garðyrkjumanna hefur 2 bíla til umráða sem oft hafa vagna tengda aftan í. Hvor bíll keyrir að meðaltali 250-280 km á dag alla virka daga.

Sama nálgun er notuð hér og í kafla 4.1 við mat á flutningi með flutningabíl en gert er ráð fyrir að flytja þurfi vöruna um 250 km.

Þegar kolefnisspor vegna flutnings vörunnar er fundið er miðað við eitt tonn af afurð með pakkningum. Ef tekið er salat sem dæmi þá er miðað við að salat í pottum sé um 80% af sölu alls salats en salatið sjálf er einungis um 62,5% af heildarþyngd vörunnar vegna umbúða og moldar. Þar sem mikil auka þyngd fylgir salati í pottum þá er kolefnisspor vegna flutnings salats mun meira en t.d. flutningi gúrka.

#### 5.1.7 Kæling við flutning

Með upplýsingum sem gefnar eru upp í kafla 4.7 er útblástur vegna kælingar fundinn. Gert er ráð fyrir dísil kælingu í 11 tíma áður en vörunni er komið í búðir.

### 5.2 Kolefnisspor innflutts grænmetis

Niðurstöður greiningar úr erlendum skýrslum á kolefnisspori á erlendu grænmeti voru skoðaðar til samanburðar við niðurstöður á íslensku grænmeti. Gert er ráð fyrir að flutningurinn

Með upplýsingum sem gefnar eru upp í kafla 4.7 er útblástur vegna kælingar fundinn. Gert er ráð fyrir 36 tíma dísil kælingu fyrir tómatu og gúrku því þar er flutningurinn fyrst frá Spáni til Rotterdam með flutningabíl og þaðan með skipi til Íslands. Þar sem innflutt kál kemur með flugi til Íslands er gert ráð fyrir 11 tíma kælingu.

### 5.2.1 Tómatar

Samkvæmt skýrslu sem kom út í Hollandi þá er kolefnisspor venjulegra tómatu sem eru ræktaðir í Hollandi 839 kg CO<sub>2</sub> ígildi fyrir hvert tonn af tómtum eða 858 kg CO<sub>2</sub> ígildi í búðum í Hollandi. Auk þess kom þar fram að kolefnisspor spænskra tómatu á hollenskum markaði var einungis 612 kg CO<sub>2</sub> ígildi fyrir hvert tonn af tómtum (Zundert, 2012).

Samkvæmt EUPHOROS-skýrslunni eru gróðurhúsaáhrifin 780 kg CO<sub>2</sub> ígildi fyrir hollenska tómatu við dyrnar hjá bóndanum en 252 kg CO<sub>2</sub> ígildi fyrir spænsku tómatana við dyrnar hjá bóndanum.

Samkvæmt sænskri skýrslu eru tómatar þar í landi með kolefnisspor frá 940 til 2700 kg CO<sub>2</sub> ígildi fyrir hvert tonn af tómtum (Nielsen, 2008). Þrátt fyrir að Svíþjóð hafi yfir að búa vatnsafla þá hafa þeir ekki jarðhitann og þurfa því að brenna gas til hitunar á gróðurhúsum.

Þar af leiðandi er hér gert ráð fyrir að spænskir tómatar hafi lægsta kolefnissporið af öllum erlendum tómtum komnum til Íslands og því eru þeir af sömu varkárni og fyrr, valdir til samanburðar við íslenska ræktun.

Upplýsingar um kolefnisspor spænskra tómatu er að fá úr EUPHOROS-skýrslunni. Ræktunarstöð, aukabúnaður og áburður vegur þar mest í kolefnissporinu. Kolefnissporið vegna ræktunarstöðvar á Spáni er 88 kg CO<sub>2</sub> fyrir hvert tonn af tómtum á meðan það er 53 kg CO<sub>2</sub> í Hollandi. Munurinn felst í því að framleiðni, kg/m<sup>2</sup>, er mun minni og því er kolefnisspor hússins meira á hvert tonn af tómtum.

### 5.2.2 Gúrkur

Samkvæmt finnskri skýrslu um grænmeti ræktað þar í landi er kolefnisspor gúrkna að meðaltali um 2000 kg CO<sub>2</sub> ígildi fyrir tonn af gúrkum. Ef hiti, rafmagn og umbúðir er tekið úr jöfnunni er kolefnissporið að meðaltali um 157 kg CO<sub>2</sub> ígildi fyrir hvert tonn af gúrkum (Heli Yrjänäinen, o.fl., 2013).

Ef beitt er sömu aðferð og kynnt var í kafla 5.2.1 má gera ráð fyrir að minnsta kolefnissporið fylgi gúrkum ræktuðum á Spáni. Þannig er gert ráð fyrir að sama kolefnisspor fylgi gúrkum ræktuðum á Spáni og gúrkum sem ræktaðar eru í kaldari löndum eins og Finnlandi, að frádregnu kolefnisspori hita og rafmagns. Þá er kolefnissporið á Spáni vegna ræktunar 157 kg CO<sub>2</sub> ígildi fyrir hvert tonn af gúrkum.

Eins og kemur í ljós þegar upplýsingar úr EUPHOROS-skýrslunni um tómatu voru skoðaðar, þá er þessi nálgun varlega áætluð þar sem kolefnissporið var í raun hærra á Spáni í samanburði við ræktun í Hollandi að frádregnum hita og rafmagn. Hér er gert ráð fyrir að sama eigi við um gúrkuræktun.

Innifalið í þeim 157 kg CO<sub>2</sub> ígildum eru afföll, flutningur, undirlag svo sem mold eða steinull, áburður, plöntur og koltvísýringur. Gróðurhúsu eru ekki innifalin í þeirri greiningu og því var þeim bætt við miðað við upplýsingar úr EUPHOROS en leiðrétt hlutfallslega miðað við framleiðslu á

Íslandi sem er 185 kg/m<sup>2</sup>. Gert er ráð fyrir að sama framleiðsla náist erlendis en það er varlega áætlað. Ef tómatararnir eru skoðaðir þá sést að framleiðslan fyrir sambærilega tómata er mun hærri á Íslandi og líklegt má teljast að það sama megi segja um gúrkurnar.

### 5.2.3 Salat

Upplýsingar lágu fyrir um ræktun á salati í pottum og jöklasalatshausum í Finnlandi. Losunin fyrir salat í pottum án rafmagns og hita var að meðaltali 38 kg CO<sub>2</sub> fyrir stykkið og 80 kg CO<sub>2</sub> fyrir stykkið af jöklasalatshaus (Heli Yrjänäinen, o.fl., 2013). Stikkprufumælingar voru gerðar og því er gert ráð fyrir að salatið í pottum sé 100 g og að jöklasalatshaus sé 500 g. Losunin er 380 kg CO<sub>2</sub> fyrir hvert tonn af pottasalati en 160 kg CO<sub>2</sub> fyrir hvert tonn af jöklasalati. Vegið meðaltal var fundið miðað við íslenska ræktun á pottasalati á einu ákveðnu býli í samanburði við annað salat og því var erlenda ræktunin metin vera 337 kg CO<sub>2</sub> ígildi fyrir hvert tonn af salati.

Salat er flutt með flugi svo stærsti hluti kolefnisspors innflutts salat er flutningur. Miðað er við að salatið sé framleitt með sömu aðferðum og í Finnlandi, þó án notkunar rafmagns og hita. Þetta er gert þar sem hvorki rafmagn né hiti er notaður við salatræktun í heitari löndum, svo sem Spáni. Það er gert til þess að tryggja varfærnislegt mat.

Innifalið í flutningnum eru umbúðir og mold sem fylgir salati í pottum.

Upplýsingar um kolefnisspor gróðurhúss í Hollandi var að finna í skýrslu EUPHOROS og var tekið þaðan en leiðrétt hlutfallslega miðað við framleiðslu sem er 30 kg/m<sup>2</sup>. Sú framleiðsla er á Íslandi og gert er ráð fyrir að sama framleiðsla sé erlendis en það ætti að vera varfærið mat.

### 5.3 Niðurstöður

Munurinn á kolefnisspori íslenskra blandaðra og venjulegra tómata er helst tengdur framleiðslu á fermeter sem var notuð til að leiðrétta upplýsingar um kolefnisspor vegna ræktunarstöðva og annars, t.d. áburðar, förgunar og fleira. Auk þess er minna kolefnisspor sem fylgir umbúðum venjulegra tómata þar sem flestir venjulegir tómatar eru í pappabökkum en misjafnt er hvernig umbúðirnar eru utan um blandaða tómata svo gert var ráð fyrir plasti. Þetta er eins og áður gert til að tryggja varfærið mat.

Upplýsingar um aðfanganotkun sem fengust hér á landi voru einungis til staðar fyrir blandaða tómata og því voru þær upplýsingar notaðar fyrir bæði tilvikin. Mun minni framleiðsla næst á fermeter af blönduðum tómotum og því ætti raforkunotkunin og flutningur aðfanga að vera mjög varlega áætlað fyrir venjulega tómata. Með meiri framleiðslu á fermeter má gera ráð fyrir hlutfallslega minni notkun á aðföngum, til að mynda áburði og koltvísýringi. Auk þess ætti hlutfallsleg raforkunotkun að minnka því þá þarf að lýsa hlutfallslega minna svæði.

Tafla 4 sýnir niðurstöðurnar fyrir tómata en þar eru blandaðir tómatar á Íslandi bornir saman við venjulega tómata innflutta frá Spáni. Tafla 3 sýnir samanburð sem ætti að vera sanngjarnari þar sem venjulegir tómatar eru bornir saman, hvort sem þeir eru framleiddir á Íslandi eða Spáni.

Eðlilegt er að ætla að erlendir blandaðir tómatar séu með mun stærra kolefnisspor en þeir íslensku. Þeir þurfa meiri lýsingu á framleitt tonn og kolefnisspor raforku erlendis er margfalt á við á Íslandi. Framleiðsla á fermeter minnkar til muna við að hafa blandaða tómataræktun sem gerir það að verkum að kolefnisspor vegna ræktunarstöðvar og fleiri þátta eykst töluvert. Auk þess eru umbúðirnar svipaðar og á Íslandi því flestir smátómatar svo sem kirsuberjatómatar eru pakkaðir í öskjur líkt og á Íslandi.

Eins og sést með samanburði á Tafla 4 og Tafla 3 koma blandaðir tómatar verr út úr samanburði við innflutta tómata. Það er í samræmi við framangreindar upplýsingar en engu að síður losar sú ræktun um þrjá fjórðu hluta innfluttra tómata. Til samanburðar má lesa úr Tafla 3 að ræktun venjulegra tómata losar rétt rúman helming þess sem innfluttir tómatar gera.

TAFLA 3: NIÐURSTÖÐUR - VENJULEGIR TÓMATAR

kg CO <sub>2</sub> /tonn af grænmeti	
<b>Innlendir venjulegir tómatar:</b>	
Flutningur aðfanga	41,52
Ræktunarstöð	56,96
Raforkunotkun	140,16
Hitun	0,00
Olíunotkun	0,00
Umbúðir	57,90
Annað	69,83
Flutningur vöru	56,09
Kæling við flutning	1,29
<b>Samtals</b>	<b>423,76</b>
<b>Innfluttir venjulegir tómatar:</b>	
Ræktun grænmetis	252,00
Flutningur grænmetis	517,28
Kæling við flutning	4,23
<b>Samtals</b>	<b>773,51</b>
Kolefnisspor íslenskra afurða sem hlutfall af spori innfluttra afurða	54,78%

Tafla 3 sýnir að kolefnisspor venjulegra tómata sem ræktaðir eru á Íslandi er 423 kg CO<sub>2</sub>/tonn af tómotum. Það er ígildi 55% af kolefnisspori innfluttra tómata sem er 774 kg CO<sub>2</sub>/tonn af



tómötum. Það er einnig athyglisvert að meira kolefni er losað við flutning innfluttra tómatana en við allt ferlið á Íslandi.

TAFLA 4: NIÐURSTÖÐUR – BLANDAÐIR TÓMATAR

	kg CO <sub>2</sub> /tonn af grænmeti
<b>Innlendir blandaðir tómatar:</b>	
Flutningur aðfanga	41,42
Ræktunarstöð	113,92
Raforkunotkun	140,16
Hitun	0,00
Olíunotkun	0,00
Umbúðir	120,00
Annað	139,67
Flutningur vöru	53,81
Kæling við flutning	1,29
<b>Samtals</b>	<b>610,27</b>
<b>Innfluttir venjulegir tómatar:</b>	
Ræktun grænmetis	252,00
Flutningur grænmetis	517,28
Kæling við flutning	4,23
<b>Samtals</b>	<b>773,51</b>
Kolefnisspor íslenskra afurða sem hlutfall af spori innfluttra afurða	78,90%

Tafla 4 sýnir að samanburð á blönduðum tómötum á Íslandi og innfluttum venjulegum tómötum. Kolefnisspor tómatana sem framleiddir eru innanlands er 610 kg CO<sub>2</sub>/tonn eða 79 % af því sem innfluttir tómatar mynda.

Í töfluTafla 5 má sjá niðurstöðurnar fyrir gúrurækt á Íslandi samanborið við kolefnisspor sem byggist á tölum fyrir gúruræktun í Finnlandi að frádregnu rafmagni, hita og umbúða. Niðurstöður matsins eru að innlend gúrurækt losar einungis um 44% af því kolefni sem reiknað var út fyrir erlendar gúrur sem þó byggðist á varfærnu mati. Munurinn liggur helst í flutningunum en þeir losa 517 kg CO<sub>2</sub>/tonn af gúrkum, meira en þau 320 kg CO<sub>2</sub>/tonn af gúrkum sem losna í öllum stigum innlendra ræktunar samantlagt.

TAFLA 5: NIÐURSTÖÐUR – GÚRKUR

kg CO <sub>2</sub> /tonn af grænmeti	
<b>Innlendar gúrkur:</b>	
Flutningur aðfanga	19,54
Annað	157,14
Ræktunarstöð	27,71
Raforkunotkun	40,94
Hitun	0,00
Olíunotkun	0,00
Umbúðir	21,00
Flutningur vöru	52,10
Kæling við flutning	1,29
<b>Samtals</b>	<b>319,73</b>
<b>Innfluttar gúrkur:</b>	
Ræktun grænmetis	157,14
Ræktunarstöð	53,00
Flutningur grænmetis	517,28
Kæling við flutning	4,23
<b>Samtals</b>	<b>731,65</b>

Kolefnisspor íslenskra afurða sem hlutfall af spori innfluttra afurða 43,70%

Tafla 6 sýnir niðurstöðurnar samanburð á kolefnissporum innflutts og íslensks salats og eins og sjá má þá er mikill munur þar á. Kolefnisspor íslensks salats er 701 kg CO<sub>2</sub>/tonn af salati á meðan kolefnisspor innflutts salats er nánast fjórfalt stærra, 2679 kg CO<sub>2</sub>/tonn af salati. Hlutfall íslenska kolefnissporsins er því um 26% af því innflutta.

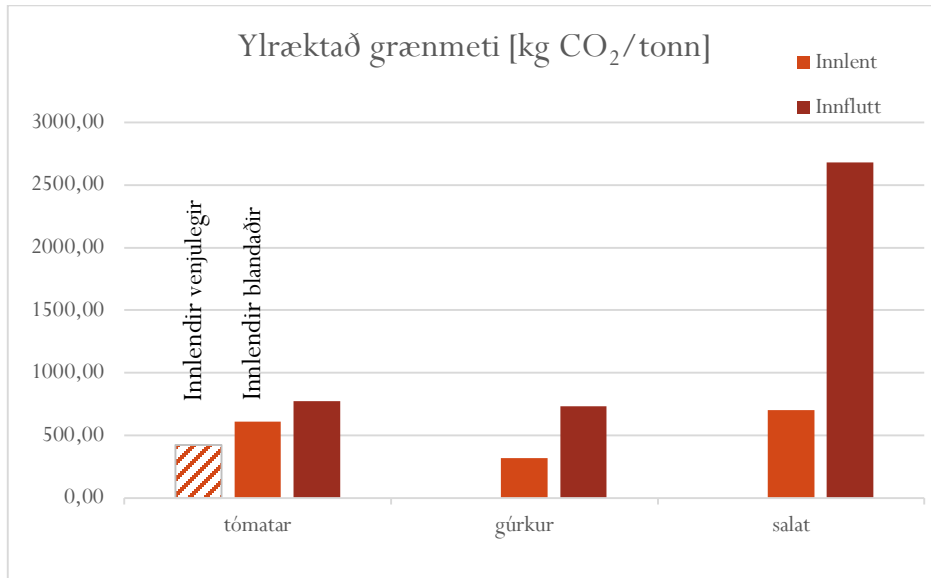
Helsti munurinn er til kominn vegna þess að innflutt salat er flutt með flugi sem hefur stórt kolefnisspor. Eins og sést í Tafla 6 losar flutningur salats um eitt of hálf tonn af koltvísýringi fyrir hvert tonn af fluttu salati. Í heildina er kolefnisspor innflutts salats fast að þrisvar sinnum stærra en kolefnisspor íslensks salats. Eins og áður hefur komið fram var aðeins miðað við flutning frá Hollandi en engin orkunotkun var innifalin í greiningunni, því má taka það fram að raunverulegar niðurstöður ættu í raun og veru að vera íslenskri framleiðslu enn meira í hag en hér er gefið upp.

TAFLA 6: NIÐURSTÖÐUR – SALAT

kg CO <sub>2</sub> /tonn af grænmeti	
<b>Innlent salat:</b>	
Flutningur aðfanga	13,78
Ræktunarstöð	170,87
Raforkunotkun	83,68
Hitun	0,00
Olíunotkun	0,00
Umbúðir	240,00
Annað	114,56
Flutningur vöru	76,86
Kæling við flutning	1,29
<b>Samtals</b>	<b>701,05</b>
<b>Innflutt salat:</b>	
Ræktun grænmetis	114,56
Ræktunarstöð	99,82
Umbúðir	194,82
Flutningur grænmetis	2268,39
Kæling við flutning	1,29
<b>Samtals</b>	<b>2678,88</b>
Kolefnisspor íslenskra afurða sem hlutfall af spori innfluttra afurða	26,17%

Samanburður á kolefnisspori þessara þriggja grænmetistegunda sýnir vel hversu þungt flutningar vega í kolefnislosun innfluttra afurða. Í öllum tilfellum er kolefnisspor ræktunarþáttarins hærra hér á landi en erlendis en að flutningi meðtöldum snýst dæmið við og kolefnisspor íslensku afurðanna er í öllum tilfellum lægra.

Samanburðinn á niðurstöðum á ylæktaðu grænmeti má einnig sjá á Mynd 6.



MYND 6: YLRÆKTAD GRÆNMETI - NIDURSTÖÐUR

## 6 Útiræktað grænmeti

Mikið var lagt upp úr upplýsingaöflun fyrir allt útiræktað grænmeti en upplýsingar erlendis frá fyrir annað útiræktað grænmeti en kartöflur voru af skornum skammti. Fengnar upplýsingar fyrir hvítkál, kínakál, spergilkál, gulrætur, blómkál og rauðkál hér á landi voru bornar saman við ræktun á blómkáli og gulrótum í Bretlandi.

### 6.1 Kolefnisspor íslenskrar garðyrkju

Eftirfarandi kaflar greina frá öllu því helsta sem hefur áhrif á kolefnisspor útiræktaðs grænmetis.

#### 6.1.1 Flutningur aðfanga

Eftirfarandi eru helstu aðföng sem notuð eru við ræktun á útiræktaðu grænmeti.

##### 6.1.1.1 Útsæði

Við kartöfluræktun er bæði notað innlent og erlent útsæði og auk þess kemur helmingurinn af notuðu útsæði frá búinu sjálfu. Innflutt útsæði er um 1,3 kg af útsæði fyrir hvert tonn af kartöflum á meðan innlenda útsæðið er um 0,7 kg fyrir hvert tonn af kartöflum.

##### 6.1.1.2 Áburður

Áburður er fluttur inn frá Evrópu og 48 kg af áburði er notað fyrir hvert tonn af kartöflum en 71,7 kg af áburði fyrir hvert tonn af öðru útiræktaðu grænmeti.

##### 6.1.1.3 Torf

10,8 kg af torfi er flutt inn fyrir hvert tonn af útiræktaðu grænmeti öðru en kartöflum.

##### 6.1.1.4 Lyf

0,2 lítrar af lyfjum er notað fyrir hvert tonn af kartöflum. Í flutningi er gert ráð fyrir að lyfin hafi sama eðlismassa og vatn.

##### 6.1.1.5 Plast yfir garðinn

2,1 kg af plasti er notað fyrir hvert tonn af kartöflum. En þar er einungis notað plast á 12,5% af garðinum. Blómkál og gulrætur eru ræktaðar undir plasti á því býli sem upplýsingar fengust frá og því er gert ráð fyrir innflutningi á plasti fyrir allan garðinn. Þar af leiðandi er flutningur á plasti 25,1 kg CO<sub>2</sub> fyrir hvert tonn af útiræktaðu grænmeti öðru en kartöflum.

##### 6.1.1.6 Plast til pakkninga

Nánar má sjá um umbúðir í kafla 6.1.4 en miðað er við að 3 kg af plasti sé notað fyrir hvert tonn af kartöflum. Gert er ráð fyrir sama magni af plasti til pakkninga fyrir annað útiræktað grænmeti.

##### 6.1.1.7 Þyngd aðfanga

Til glöggvunar er þyngd aðfanga tekin saman í Tafla 7.

TAFLA 7: ÚTIRÆKTAÐ GRÆNMETI - ÞYNGD ADFANGA

Aðföng [kg/tonn]	Kartöflur	Annað útiræktað grænmeti
Útsæði - innflutt	1,3	X
Útsæði - innlent	0,7	X
Áburður	48	71,7
Lyf	0,2	X
Plast yfir garðinn	2,1	25,1
Umbúðir	3	3

### 6.1.2 Ræktunarstöðvar

Í þessum kafla er tekið tillit til kolefnisspors til byggingu ræktunarstöðva, þ.m.t. byggingarefni eins og stál, gler, steinsteypa o.þ.h.

Vegna upplýsinga erlendis frá þá eru upplýsingar um ræktunarstöðvar innifalið í öðru í kafla 6.1.5.

### 6.1.3 Orkunotkun

Eins og fram kemur í kafla 4.3 þá má skipta orkunotkun í ræktunarferli íslenskrar garðyrkju í þrjá flokka: Raforkunotkun, hitun og olíunotkun.

#### 6.1.3.1 Raforkunotkun

Upplýsingar fengust um rafmagnsnotkun hjá einum kartöflubónda. Þar er heimilisnotkun viðkomandi meðtalin. Það býli er hitað með rafmagni og því var gert ráð fyrir að heimilið taki til sín 6500 kWst. Rafmagnsnotkun við ræktun á kartöflum er skv. þessu 78 kWst/tonn af kartöflum og er því losunin 0,35 kg CO<sub>2</sub> ígildi fyrir hvert tonn af kartöflum.

Stærsti hluti raforkunotkunarinnar er til kominn vegna kælingar á afurðum. Mismunandi hitastig er notað við geymslu eftir bæði afurðum og árstíðum. Þannig eru kartöflur geymdar við 3-4°C fyrst eftir upptöku en 2-3°C þegar það tekur að vora. Þá geymist kál við 4°C en gulrætur, rófur og fleira nálægt 0°C allan geymslutímann. Það er því miðað við að kæla þurfi annað grænmeti um 2°C meira en kartöflurnar. Við hverja gráðu sem kælt er, má miða við að raforkunotkunin aukist um 7% (Orkusetur). Þær nálganir eru notaðar til að finna raforkunotkun á öðru útiræktaðu grænmeti.

#### 6.1.3.2 Hitun

Lítill sem engin hitun er notuð við ræktun á útiræktaðu grænmeti og gert ráð fyrir að engin losun gróðurhúsalofttegunda fylgi því.

#### 6.1.3.3 Olíunotkun

Fyrir ræktun á kartöflum eru notaðir 8 lítrar af dísilolíu fyrir hvert tonn af afurð. Koltvísýringslosun vegna olíunotkunar er því 25,3 kg CO<sub>2</sub> ígildi fyrir hvert tonn af kartöflum. Við ræktun á öðru

útiræktuðu grænmeti eru 25,8 lítrar af dísilolíu notuð fyrir hvert tonn af afurð sem samsvarar sér í 81,9 kg CO<sub>2</sub> fyrir hvert tonn

#### 6.1.4 Umbúðir

Umbúðir utan um kartöflur eru misjafnar en stór hluti kartaflna sem selt er á almennum markaði, er seldur í 2 kg pakkningum. Plastpoki utan af 2 kg poka var vigtaður og kom í ljós að hann er 6 g. Því er notað um 3 kg af plasti fyrir hvert tonn af kartöflum.

Misjafnar umbúðir eru notaðar fyrir annað útiræktað grænmeti en kartöflur. Til að mynda eru gulrætur oft seldar í pokum á meðan rófur og hvítkál er selt í lausasölu. Til einföldunar er gert ráð fyrir að sama magn af plasti sé notað fyrir umbúðir fyrir kartöflur eins og fyrir annað útiræktað grænmeti.

#### 6.1.5 Annað

Upplýsingar um ræktun á kartöflum fengust úr sænskri skýrslu og miðað er við að kolefnissporið sé 130 kg CO<sub>2</sub> ígildi fyrir hvert tonn af kartöflum (Röös, Sundberg, & Hansson, 2010). Olíunotkunin sem fylgdi kartöfluræktun í Svíþjóð, um það bil 10 kg CO<sub>2</sub> ígildi fyrir hvert tonn af kartöflum, var síðan frádregin þar sem olíunotkunin hér á landi er vituð.

Innifalið í öðru er áburður, útsæði, rafmagn, vélar, bygging og 20 km flutningur á traktor. Dísilolían er þó ekki innifalin hér því kafli 6.1.3.3 tekur á því.

Upplýsingar um kolefnisspor hússins var ekki sundurliðað svo notaður var hlutfallslegur munur á kolefnisspori ræktunarstöðvar á Íslandi og erlendis eins og gert var við ylræktað grænmeti. Það var gert til þess að leiðrétta miðað við tvöfalt magn málmis og flutningi hússins frá Rotterdam til Íslands.

Í þessum lið er miðað við upplýsingar sem fengust um kolefnisspor við ræktun á gulrótum og blómkáli í Bretlandi. Það er miðað við að framleiðslan á gulrótum og blómkáli sé að meðaltali 44 tonn/ha á meðan það er 42,5 tonn/ha á Íslandi. Svipuð notkun á aðföngum er á öllu útiræktuðu grænmeti eftir framleiðni á flatarmál og því er það hlutfall notað til þess að leiðrétta kolefnissporið á Íslandi miðað við upplýsingar erlendis frá.

#### 6.1.6 Flutningur vöru

Sölufélag garðyrkjumanna hefur 2 bíla til umráða sem oft hafa vagna tengda aftan í. Hvor bíll keyrir að meðaltali 250-280 km á dag alla virka daga. Sama nálgun er notuð hér eins og í kafla 4.1 við mat á flutningi með flutningabíl þar sem gert er ráð fyrir að flytja þurfi vöruna um 250 km.

#### 6.1.7 Kæling við flutning

Með upplýsingum sem gefnar eru upp í kafla 4.7 er koltvísýringslosun vegna kælingar fundinn. Gert er ráð fyrir dísil kælingu í 11 tíma áður en vörunni er komið í búðir.

## 6.2 Kolefnisspor innflutts útiræktaðs grænmetis

Með upplýsingum sem gefnar eru upp í kafla 4.7 er koltvísýringslosun vegna kælingar fundinn. Gert er ráð fyrir 24 tíma dísil kælingu fyrir kartöflur og annað útiræktað grænmeti því miðað er við skipaflutninga til Íslands.

Sænsk skýrsla fyrir kartöflur framleiddar í Svíþjóð gaf í ljós að kolefnisspor kartaflna í 2 kg bréfpoka er 100-160 kg CO<sub>2</sub> ígildi fyrir hvert tonn af kartöflum, miðað við 45 tonn/ha/ár framleiðslu (Röös, Sundberg, & Hansson, 2010). Hér er því gert ráð fyrir að kolefnissporið sé 130 kg CO<sub>2</sub> ígildi fyrir hvert tonn af kartöflum.

Það tekur tillit til áburðar, lyfja, dísilolíu, útsæðis, bréfpoka, rafmagns, véla, byggingu og flutningur bæði á traktor og í flutningabíl.

Upplýsingar um losun vegna ræktunar á gulrótum og blómkáli var fengið úr breskri skýrslu þar sem losunin er 3431 kg CO<sub>2</sub>/ha og 3853 kg CO<sub>2</sub>/ha þrátt fyrir að framleiðslan sé 75 tonn/ha og 13 tonn/ha (Lillywhite, o.fl., 2007). Því er losunin u.þ.b. sá sami á hvern hektara. Því eru þær upplýsingar notaðar til samanburðar á framleiðslu (tonn/ha) af gulrótum og blómkáli á Íslandi. Miðað er við meðaltalslosun sem er 171 kg CO<sub>2</sub> fyrir hvert tonn af afurð.

Útiræktað grænmeti sem framleitt er í Hollandi er einnig geymt og kælt. Mögulega þarf að kæla grænmetið í styttri tíma en kæling erlendis er mun orkufrekari en á Íslandi vegna hærra útihitastigs. Því er miðað við að sama raforkunotkun vegna kælingar sé erlendis sem á Íslandi. Hér er um mjög varfærnislegt mat að ræða enda þekkt frá rekstri gagnavera hér á landi í samanburði við rekstur þeirra á meginlandi Evrópu og Bandaríkjunum, að þessi munur á orkunotkun til kælingar er verulegur.

Miðað er við kolefnisspor rafmagns í Bretlandi en það er 0,457 kg CO<sub>2</sub>/kWh (AEA for DECC and Defra, 2012). Gert er ráð fyrir að svipað kolefnisspor fylgi raforkuframleiðslu í Bretlandi eins og í Hollandi. En bæði löndin framleiða um 10% raforkunnar með endurnýtanlegum orkugjöfum. Bretland framleiðir meiri kjarnorku en Holland (European Environment Agency, 2012) og því ætti kolefnissporið í Bretlandi að vera heldur minna en í Hollandi. Þar af leiðandi ætti sú nálgun að vera varlega áætluð að nota kolefnisspor vegna raforkuframleiðslu í Bretlandi. Búast má við að það þurfi að flytja útiræktaða grænmetið einhverja vegalengd á landi áður en þær fara með skipi til Íslands. Gert er ráð fyrir að það þurfi að flytja þær um 100 km í flutningabíl á meginlandi Evrópu en ætla má að það sé varlega áætlað þar sem garðyrkjubýlin eru allt eins líklega lengra frá höfn en það.

## 6.3 Niðurstöður

Á Íslandi er mun minni framleiðsla á hektara miðað við hvað gengur og gerist erlendis. Framleiðslan á Íslandi er um 21 tonn/ha/ár en erlendis er framleiðslan um 45-50 tonn/ha/ár. Þar af leiðandi er dísilnotkun mun meiri hér á landi í samanburði við innfluttu kartöflurnar. Á móti kemur að flutningur er ögn meiri fyrir innfluttu kartöflurnar og séu þær fluttar um lengri vegalengd en 100



km á meginlandi Evrópu þá eykst þessi munur sem því munar. Auk þess er rafmagnið á Íslandi með mun minna kolefnisspor heldur en gengur og gerist erlendis svo mikill munur er þar á, sbr. kafla 4.3.1.

TAFLA 8: NIÐURSTÖÐUR – KARTÖFLUR

	kg CO <sub>2</sub> / tonn af grænmeti
<b>Innland ræktun kartafna:</b>	
Flutningur aðfanga	3,02
Raforkunotkun	0,35
Hitun	0,00
Olíunotkun	25,34
Umbúðir	9,00
Annað	82,06
Flutningur vöru	51,89
Kæling við flutning	1,29
<b>Samtals</b>	<b>172,96</b>
<b>Innfluttar kartöflur:</b>	
Ræktun grænmetis	76,54
Raforkunotkun	35,68
Olíunotkun	9,99
Flutningur grænmetis	62,16
Kæling við flutning	2,82
<b>Samtals</b>	<b>187,21</b>
Kolefnisspor íslenskra afurða sem hlutfall af spori innfluttra afurða	92,39%

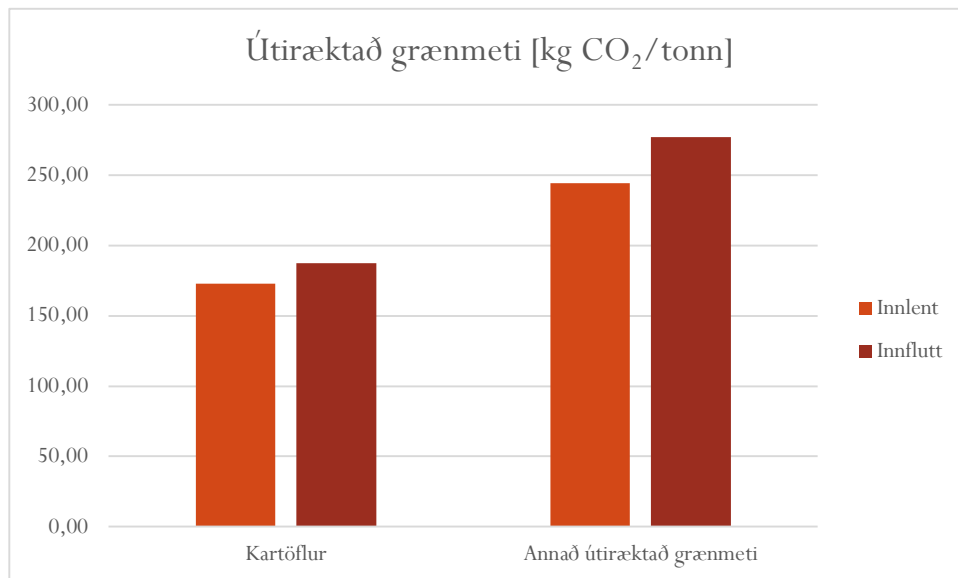
Tafla 8 sýnir að kolefnisspor íslenskra kartafna er rúmlega 92% af kolefnisspori innfluttra kartafna. Íslenskar kartöflur losa tæplega 173 kg CO<sub>2</sub>/tonn af kartöflum á meðan innfluttar losa ríflega 187. Við ræktun á íslenskum kartöflum er meiri olíunotkun notuð við kartöfluræktunina á Íslandi en meira kolefnisspor fylgir raforkunotkun erlendra kartafna. Gert er ráð fyrir sömu raforkunotkun héraðs sem erlendis en kolefnisspor rafmagns er þeim mun stærra í Hollandi en á Íslandi. Þrátt fyrir að útiræktun sé ekki einungis í uppsveitum Árnessýslu er enn miðað við að keyrsla flutningabílsins sé 250 km, hvort sem um er að ræða flutning á grænmetinu eða flutning á ræktunarstöð.

TAFLA 9: NIDURSTÖÐUR – ÚTIRÆKTAD GRÆNMETI

kg CO <sub>2</sub> / tonn af grænmeti	
<b>Innlent útiræktað grænmeti (ekki kartöflur):</b>	
Flutningur aðfanga	4,56
Raforkunotkun	0,40
Hitun	0,00
Olíunotkun	81,87
Umbúðir	9,00
Annað	95,24
Flutningur vöru	51,89
Kæling við flutning	1,29
<b>Samtals</b>	<b>244,26</b>
<b>Innflutt útiræktað grænmeti:</b>	
Ræktun grænmetis	171,07
Raforkunotkun	40,85
Flutningur grænmetis	62,16
Kæling við flutning	2,82
<b>Samtals</b>	<b>276,91</b>

Kolefnisspor íslenskra afurða sem hlutfall af spori innfluttra afurða 88,21%

Tafla 9 sýnir að kolefnisspor annars útiræktaðs grænmetis en kartaflna er 88,21% af því sem sambærilegar innfluttar afurðir losa. Helsti munurinn felst í raforkunotkun vegna kælingar þar sem kolefnisspor rafmagns erlendis er yfirleitt margfalt á við kolefnisspor rafmagns á Íslandi.



MYND 7: ÚTIRÆKTAD GRÆNMETI – NIDURSTÖÐUR

5/1/2015

Samanburð á niðurstöðum á útiræktun má sjá á Mynd 7.

## 7 Afskorin blóm

### 7.1 Kolefnisspor garðyrkjunnar

Afskornum blómum fylgir meiri óvissa þar sem þau eru mæld í stykkjum, sem geta verið misstór, frekar en þyngd.

#### 7.1.1 Flutningur aðfanga

Upplýsingar fengust frá Grænum markaði en bíll frá þeim dreifir afskornu blómunum. Sami bíll flytur aðföngin til bænda og flytur afskornu blómin frá bændum til Reykjavíkur. Að jafnaði fer bíllinn ekki fulllestaður aðföngum frá Reykjavík og því er gert ráð fyrir að hann flytji afurðina báðar leiðir, samanlagt 250 km. Þess í stað er ekki gert ráð fyrir flutningi aðfanga frá Reykjavík til uppsveita Árnessýslu. Þetta er gert í anda varfærni.

Þau aðföng sem helst eru notuð í ræktun á afskornum blómum eru:

##### 7.1.1.1 Græðlingar

Innflutningur á græðlingum fer eftir því hvaða blóm eru ræktuð. Að meðaltali eru 9,9 kg af græðlingum flutt inn fyrir hver þúsund afskorin blóm. Sú þyngd er miðuð við vegið meðaltal af gerberum, liljum, rósum og krusum.

##### 7.1.1.2 Áburður

Fyrir hver þúsund afskorin blóm eru flutt inn 13,3 kg af áburði

##### 7.1.1.3 Steinull

Fyrir hver þúsund blóm eru notuð 2 kg af steinull.

##### 7.1.1.4 Vikur

Vikur er keyptur innanlands og 9,3 kg af vikri eru notuð fyrir hver þúsund blóm. Eins og fram kemur í kafla 4.1, þá kemur vikurinn frá Hekklurótum, fer í vinnslu í Þorlákshöfn og er sendur til Reykjavíkur áður en honum dreift til garðyrkjubænda. Sú vegalengd er u.þ.b. 220 km en í greiningunni er miðað við 300 km vegna auka vegalengdar sem getur komið upp þegar aðföng eru flutt á fleiri en einn stað. Í sumum tilfellum er vikurinn sendur beint á garðyrkjubýli en til að tryggja varlega áætlaða greiningu er miðað við að allur vikurinn sé fluttur þessa vegalengd.

##### 7.1.1.5 Mold

Fyrir nokkrum árum keypti ein ákveðin ræktunarstöð mold sem á að duga varanlega. Ástæðan er sú að sú mold er látin fara í gegnum ákveðið ferli og er síðan endurnýtt. Í íslenskum gróðurhúsum er yfirleitt miðað við 25 ára afskriftartíma og því er hér gert ráð fyrir að moldin dugi út afskriftartímann. Þá er flutningurinn 1,1 kg af mold fyrir hver þúsund blóm.

**7.1.1.6 Koltvísýringur**

Fyrir ræktun á þúsund blómum eru u.þ.b. 12 kg af koltvísýringi notuð en koltvísýringurinn er sendur frá Grímsnesi og gert er ráð fyrir 100 km ferð með flutningabíl sem tekur einungis 16,5 tonn í stað 23.

**7.1.1.7 Lífrænar varnir**

Mun meira er notað af lífrænum vörnum við ræktun á afskorin blómum í samanburði við ræktun á grænmeti. Flutt eru inn um 0,17 kg af lífrænum vörnum fyrir hver þúsund blóm.

**7.1.1.8 Ljósaperur**

Að meðaltali þarf að skipta um 0,33 perur á ári fyrir hver þúsund afskorin blóm. Gert er ráð fyrir að hver pera sé 200 g.

**7.1.1.9 Plast til pakkninga**

Fyrir hver þúsund afskorin blóm eru notuð um 1,3 kg af umbúðum.

**7.1.1.10 Þyngd aðfanga**

Vitað er um upprunalönd einhverra aðfanga, til að mynda að ljósaperurnar komi frá Noregi og lífrænu varnirnar komi með flugi frá Belgíu. Þegar ekki er vitað um upprunalönd er miðað að aðföngin séu send frá Rotterdam með skipi til Reykjavíkur.

Til glöggvunar er þyngd aðfanga tekin saman í Tafla 10.

*TAFLA 10: AFSKORIN BLÓM - ÞYNGD ADFANGA*

Aðföng [kg/1.000 stk]	Afskorin blóm
Græðlingar	9,9
Áburður	13,3
Steinull	2
Vikur	9,3
Mold	1,1
Koltvísýringur	12
Lífrænar varnir	0,17
Ljósaperur	0,067
Plast til pakkninga	1,3

**7.1.2 Ræktunarstöðvar**

Upplýsingar um ræktunarstöðvar voru fengnar úr skýrslu EUPHOROS og við þær var bætt flutningi til Íslands með skipi frá Rotterdam auk 250 km flutningi frá Reykjavík. Auk þess er miðað við 55 km flutning á efnunum í ræktunarstöðina á meginlandi Evrópu sem jafngildir flutningnum í Hollandi í EUPHOROS. Eins og áður kom fram í kafla 4.2 þá þarf auka styrkingar fyrir hús á Íslandi og því er miðað við tvöfalt kolefnisspor vegna allra málma í ræktunarstöðinni.

### 7.1.3 Orkunotkun

Eins og fram kemur í kafla 4.3 þá má skipta orkunotkun í ræktunarferli íslenskrar garðyrkju í þrjá flokka: Raforkunotkun, hitun og olíunotkun.

#### 7.1.3.1 Raforkunotkun

Upplýsingar um raforkunotkun garðyrkjubýla vegna lýsingar eru fengnar frá Netorku fyrir árið 2012. Raforkunotkun vegna lýsingar við ræktun á afskornum blómum er um 1,35 MWst fyrir hver þúsund blóm. Gert er ráð fyrir að önnur raforkunotkun sé 78 kWst á ári fyrir hver þúsund blóm. Sú tala er metin út frá raforkunotkun í svipuðum greinum eins og t.d. kartöfluræktun.

#### 7.1.3.2 Hitun

Gert er ráð fyrir að engin losun gróðurhúsalofttegunda fylgi hituninni.

#### 7.1.3.3 Olíunotkun

Í ylræktun á afskornum blómum er olíunotkun hverfandi og því ekki tekin með í greininguna.

### 7.1.4 Umbúðir

1,3 kg af plasti er notað fyrir hver 1.000 afskorin blóm og eins og kom fram í kafla 4.4 þá er kolefnisspor plasts 3 kg CO<sub>2</sub> fyrir hvert kg af plasti.

### 7.1.5 Annað

Upplýsingar um kolefnisspor vegna ræktunar á rósum í Hollandi var að finna í skýrslu EUPHOROS.

Hér er tekið tillit til framleiðslu og notkunar aðfanga við ræktunina. Auk þess var tekið tillit til förgunar úrgangs. Gert var ráð fyrir að sama kolefnisspor fylgi förguninni hér á landi sem erlendis.

Upplýsingar um kolefnisspor vegna framleiðslu og notkunar áburðar og ólífrænna varnarefna voru fengnar úr skýrslu EUPHOROS. Kolefnissporið sem fylgdi varnarefnum var mjög lítið og því var gert ráð fyrir að sama kolefnisspor myndi fylgja lífrænum vörnum.

Utanaðkomandi koltvísýringur er notaður við ræktun á afskornum blómum.

Koltvísýringframleiðsla fyrir íslenska garðyrkju fer fram í Grímsnesi. Eins og kemur fram í kafla 5.1.5 er koltvísýringurinn skilinn frá heitu vatni án notkunar efna eða annarra þátta sem stækka kolefnisspor framleiðslunnar. Sú framleiðsla telst því ekki kolefnislosandi þar sem um er að ræða koltvísýring sem losnar náttúrulega úr vatninu. Koltvísýringurinn endar m.ö.o. í andrúmsloftinu hvort sem hann er fangaður og notaður við garðyrkju eður ei. Eina umtalsverða kolefnislosunin við koltvísýringnotkun íslenskra garðyrkjubænda er því í gegnum dreifingu. Koltvísýringurinn er fluttur frá Grímsnesi til garðyrkjubænda með flutningabílum og gert er ráð fyrir að sú vegalengd sé 100 km.

Eins og kom fram í kafla 3.3, þá náðist fram 40% samdráttur í notkun áburðar og 25% minni vatnsnotkun með því að setja upp lokaða hringrás vatns í gróðurhúsum. Slíkur sparnaður leiðir til minna kolefnisspors í gegnum áburðarnotkun en kolefnisspor vatns er það lágt að því er sleppt. Á Íslandi er lokað hringrás nokkuð algeng í garðyrkju en er þó ekki allstaðar, miðað er við opna hringrás á Íslandi til þess að halda varlega áætlaðri greiningu.

#### 7.1.6 Flutningur vöru

Upplýsingar fengust frá Grænum markaði sem sér um dreifingu afskorinna blóma og flutningabíll fer fjórum sinnum í viku með afskorin blóm til Reykjavíkur þar sem vegalengdin er 250 km.

#### 7.1.7 Kæling við flutning

Með upplýsingum sem gefnar eru upp í kafla 4.7 er koltvísýringslosun vegna kælingar fundinn. Gert er ráð fyrir dísil kælingu í 11 tíma áður en vörunni er komið í búðir.

### 7.2 Kolefnisspor innfluttra blóma

Með upplýsingum sem gefnar eru upp í kafla 4.7 er koltvísýringslosun vegna kælingar fundinn. Innfluttu blómin eru flutt með flugi og gert er ráð fyrir 11 tíma dísil kælingu fyrir afskorin blóm frá Hollandi og 16 tíma kælingu fyrir afskorin blóm frá Kenýa.

Upplýsingar um ræktun rósa í Hollandi voru fengnar úr skýrslu EUPHOROS en þar kom fram að kolefnisspor vegna ræktunar á rósum er 1600 kg CO<sub>2</sub> fyrir hver 1.000 blóm. Holland er miðpunktur ræktunar á afskornum blómum í Evrópu (Montero, Antón, Torrellas, Ruijs, & Vermeulen, 2011). Kenýa er með um 38% markaðshlutdeild í afskornum blómum í Evrópusambandslöndunum og 65% af þeirri sölu fer í gegnum uppboð í Hollandi (Kenya Flower Council, án dags.). Þar af leiðandi eru bæði tilvikin borin saman við blóm ræktuð á Íslandi.

Nokkur afskorin blóm voru vigtuð til þess að meta þyngd blómanna og kom í ljós að þyngdin var að meðaltali 34 g. Gera má ráð fyrir að einhver þyngsli fylgja pakkningu og umbúðum í flutningi. Því er hér gert ráð fyrir að hvert blóm vegi 40 g með pakkningum.

Til samanburðar er bæði skoðað þegar rósir eru framleiddar í Hollandi og þegar þær eru framleiddar í Kenýa. Öll blómin eru send með flugi og blóm frá Kenýa eru yfirleitt send með flugi til Hollands og send þaðan til Íslands. Þar sem afskorin blóm rúmast illa í flutningi var miðað við tvöfalt kolefnisspor vegna flutnings.

Ekki fundust upplýsingar um rósir ræktaðar í Kenýa en gert er ráð fyrir að rósir sem eru ræktaðar í Kenýa séu ræktaðar eins og í Hollandi nema án alls hita og lýsingar. Einhver rafmagnsnotkun er þó alltaf notuð við ræktunina en í mun minna magni en í kaldari löndum svo gert er ráð fyrir að losunin sé hverfandi.

Við mat á kolefnisspori gróðurhúss í Kenýa var farinn ákveðin krókaleið. Þegar kolefnisspor gróðurhúss á Spáni er borið saman við gróðurhús í Hollandi kemur í ljós að kolefnisspor

gróðurhússins á Spáni er hærra, sem er tilkomið vegna lægri framleiðni á Spáni en Hollandi. Skýringin á því er aukalýsingin sem notuð er í Hollandi. Í viðleitni til að tryggja varfærið mat var þar af leiðandi ákveðið að gera ráð fyrir sama kolefnisspori vegna gróðurhússins í Kenýa og í Hollandi fremur en í Kenýa og á Spáni.

### 7.3 Niðurstöður

Tafla 11 sýnir niðurstöðurnar fyrir innlend afskorin blóm í samanburði við innflutt blóm frá bæði Hollandi og Kenýa.

Fyrir afskorinu blómin ræktuð í Kenýa var gert ráð fyrir að engin lýsing væri notuð. Þó er vitað að einhver lýsing sé notuð í Kenýa svo kolefnisspor blóma frá Kenýa ætti í raun og veru að vera enn stærra.

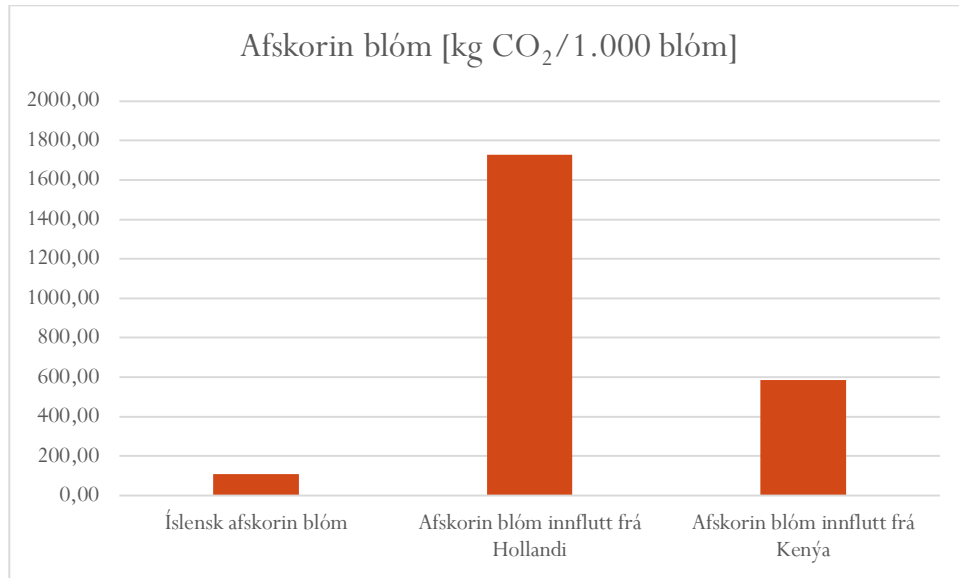
Flutningur innlendra afskorinna blóma var fengin miðað við tölur um fjölda ferða sem Grænn markaður fer og miðað við að ferðin sé 250 km. Væri nálgunin miðað við þyngd eins og gert var við flutning innfluttra blóma væri kolefnisspor vegna flutnings 4,19 kg CO<sub>2</sub> í stað 47,88 kg CO<sub>2</sub>. Þær niðurstöður koma þrátt fyrir að miðað sé við að tvöfalda kolefnissporið því blómin rúmast illa í flutningi. Því má gera ráð fyrir að sú nálgun í flutningi innfluttra blóma sé mjög varlega áætluð.



TAFLA 11: NIÐURSTÖÐUR - AFSKORIN BLÓM

	kg CO <sub>2</sub> /1000 blóm
<b>Innlend afskorin blóm:</b>	
Flutningur aðfanga	2,33
Ræktunarstöð	21,97
raforkunotkun	6,51
Hitun	0,00
Olíunotkun	0,00
Umbúðir	3,90
Annað	23,83
Flutningur vöru	47,88
Kæling við flutning	1,29
<b>Samtals</b>	<b>107,71</b>
<b>Innflutt frá Hollandi:</b>	
Ræktun afskorinna blóma	1600,00
Flutningur innfluttra blóma	125,31
Kæling við flutning	1,29
<b>Samtals</b>	<b>1726,61</b>
<b>Innflutt frá Afríku:</b>	
Ræktun afskorinna blóma	28,24
Flutningur innfluttra blóma	554,00
Kæling við flutning	1,88
<b>Samtals</b>	<b>584,12</b>
Kolefnisspor íslenskra afurða sem hlutfall af spori innfluttra afurða	18,44%

Tafla 8 sýnir að kolefnisspor íslenskra afskorinna blóma er 106 kg CO<sub>2</sub>/1000 blóm á meðan 1.000 hollensk blóm losa 1725 kg CO<sub>2</sub> og 1000 blóm frá Kenýa losa 582 kg kg CO<sub>2</sub>. Íslensk blóm losa því um 18% af því sem blóm frá Kenýa losa og kolefnisspor hollenskra blóma er rúmlega 16 sinnum stærra en íslenskra. Sú mikla kolefnislosun sem fylgir ræktun afskorinna blóma í Hollandi er allrar athygli verð fyrir íslenska garðyrkjubændur. Stærstan hluta hennar má rekja til raforkunotkunar en hollensk blómarækt notast mikið við lýsingu sem knúin er áfram af kolaorkuverkum og gasorkuver sem losa u.þ.b. 100-200 sinnum meira kolefni en íslensk raforkuframleiðsla, eins og kemur fram í kafla 4.3.1. Til samanburðar er íslensk raforkuframleiðsla með þeirri hreinustu í heimi.



*MYND 8: AFSKORIN BLÓM – NIDURSTÖÐUR*

Mynd 8 sýnir á myndrænan hátt muninn á kolefnisspori þúsund blóma eftir uppruna þeirra. Þar sést glögglega hversu mikill munur er á kolefnisspori íslenskum blómum í hag.

## 8 Garðplöntur

Garðplöntur eru misjafnar að stærð en þeim var skipt í tvær tegundir, sumarblóm annars vegar og tré og runna hins vegar. Í þessari greiningu er tekið mið af meðaltali hvorrar tegundar fyrir sig.

### 8.1 Kolefnisspor garðyrkjunnar

#### 8.1.1 Flutningur aðfanga

Mismikið magn af aðföngum eru notuð fyrir sumarblóm og við ræktun á trjám og runnum:

##### 8.1.1.1 Mold

Við ræktun á 10.000 sumarblómum er notuð 150 kg af mold sem er innflutt frá Finnlandi og Litháen. Í anda varfærni er gert ráð fyrir að moldin sé öll flutt með skipi frá Helsinki því það er lengri vegalengd. Við ræktun á 1000 trjám/runnum eru notuð um 200 kg af innfluttri mold og 300 kg af innlendri mold. Misjafnt er hve langa vegalengd moldin er flutt á traktor en það getur verið á milli 0,5 km upp í nokkra km. Hér er gert ráð fyrir 5 km flutningi með traktor sem eyðir 42 l/100 km (Umweltbundesamt, 2014). Gert er ráð fyrir að traktor geti flutt 10 tonn á meðan flutningabíllinn getur flutt 23 tonn auk þess sem eyðslan á flutningabíl sé 40 l/100 km. Þau hlutföll eru notuð til þess að meta kolefnislosun traktors.

##### 8.1.1.2 Áburður

Áburður er fluttur inn frá Evrópu. Fyrir 10.000 sumarblóm eru 5 kg af áburði notuð en 30 kg eru notuð fyrir 1.000 tré og runna.

##### 8.1.1.3 Pottar og bakkar

Plastpottar og -bakkar eru notaðir fyrir sumarblóm. Notuð eru 20 kg af pottum og bökkum fyrir hver 10.000 sumarblóm.

##### 8.1.1.4 Þyngd aðfanga

Til glöggvunar er þyngd aðfanga tekin saman eftir afurðum í Tafla 12.

TAFLA 12: GARDPLÖNTUR - ÞYNGD ADFANGA

Aðföng	Sumarblóm [kg/10.000 stk]	Tré/runnar [kg/1.000 stk]
Innflutt mold	150	200
Innlend mold	X	300
Áburður	5	30
Pottar og bakkar	20	X

#### 8.1.2 Ræktunarstöðvar

Yfirbygging er notuð við ræktun sumarblóma á Íslandi. Samkvæmt upplýsingur frá garðyrkjubónda með garðplöntur þarf ca. 40 m<sup>2</sup> gróðurhús til að rækta 10.000 sumarblóm sem hægt er að nota í annað frá júní til október. Gróðurhúsin eru svipuð að uppbyggingu og gróðurhúsin sem notuð eru

fyrir ylræktað grænmeti og afskorin blóm en eru með einfaldari búnað og hafa ekki ræktunarlýsingu. Notaðar voru upplýsingar sem fengust miðað við ræktun á rósum í Hollandi í EUPHOROS-skýrslunni og upplýsingar notaðar miðað við fermetra og nýtingu þar sem 5 mánuði ársins er hægt að nýta húsið í annað. Kolefnisspor ræktunarstöðva var ekki minnkað vegna einfaldari búnaðar og ræktunarlýsingar til þess að halda mati varfærnislegu. Sama nálgun og var gerð í kafla 4.2 er notuð en gert er ráð fyrir tvöföldun á öllum málmi á Íslandi miðað við upplýsingar frá Hollandi. Einnig er tekið tillit til flutnings ræktunarstöðvarinnar.

Samkvæmt sama garðyrkjubónda eru tré og runnar yfirleitt forræktuð í gróðurhúsi og fullræktuð utandyra. Plássþörf trjáa í forræktun innandyra er um 2-4 m<sup>2</sup> fyrir hver 1.000 tré og hvern runna, því er miðað við að notað sé 3 m<sup>2</sup> fyrir hver 1.000 tré/runna. Ekki eru öll tré forræktuð í gróðurhúsi svo ætla má að það sé varlega áætlað. Gróðurhúsin fyrir tré og runna eru mun einfaldari og ódýrari en fyrir sumarblóm og aðra ræktun innandyra, oft skýli með plastdúk. Í greiningunni er gert ráð fyrir sama kolefnisspori vegna þeirra húsa eins og fyrir sumarblómin til þess að halda varfærnislegu mati.

Eins og fyrir sumarblómin er kolefnisspor ræktunarstöðva miðað við fermetrafjölda en þar sem þessi gróðurhús eru einfaldari og ódýrari er ekki gert ráð fyrir að hægt sé að nýta húsið í hluta ársins eins og fyrir sumarblómin.

### **8.1.3 Orkunotkun**

Eins og fram kemur í kafla 4.3 þá má skipta orkunotkun í ræktunarferli íslenskrar garðyrkju í þrjá flokka: Raforkunotkun, hitun og olíunotkun.

#### **8.1.3.1 Raforkunotkun**

Lítill raforkunotkun fylgir ræktun garðplantna en hér er gert ráð fyrir að hver garðyrkjustöð noti 78 kWst fyrir hver 10.000 sumarblóm, 1.000 tré og hvern runna.

#### **8.1.3.2 Hitun**

Lítill hitun fylgir ræktun garðplantna og gert er ráð fyrir að ekkert kolefnisspor fylgi því.

#### **8.1.3.3 Olíunotkun**

Lítill sem engin olíunotkun er notuð við þessa ræktun fyrir utan flutning sem er innifalinn í flutningi aðfanga og flutningi plantnanna. Þó er gert ráð fyrir fimm lítrum af dísilolíu fyrir hver 10.000 sumarblóm og 1.000 tré/runna.

### **8.1.4 Umbúðir**

Við mat á kolefnisspori vegna plasts og bakka er stuðst við meðalkolefnisspor plasts sem er 3 kg CO<sub>2</sub> fyrir hver kg af plasti (Edwards & Parker, 2010) en fyrir 10.000 sumarblóm eru 20 kg af plasti notuð.

### 8.1.5 Áburður

Upplýsingar fengnar frá tótmötum um kolefnisspor vegna framleiðslu áburðar og notkunar eru teknar úr EUPHROS-skýrslunni en þær upplýsingar eru hér notaðar miðað við magn þess áburðar sem notaður er.

### 8.1.6 Flutningur vöru

Algengast er að garðplöntur séu seldar beint úr garðyrkjustöð en fluttar til stærri kaupenda eins og blómabúða og sveitarfélaga. Því er hér gert ráð fyrir að allar plöntur séu fluttar um 100 km. Auk þess er gert ráð fyrir tvöföldu kolefnisspori vegna alls flutnings, bæði á innlendum og innfluttum blómum, þar sem plöntur rúmast mjög illa í flutningi miðað við þyngd.

Í þessari greiningu er miðað við að hvert sumarblóm sé 100 g. Þyngd trjáa og runna er mjög misjafnt en stærri tré með hnaus eru um 10-15 kg á meðan pottaplöntur, tré og runnar eru um 0,5-5 kg. Hér er miðað við að hvert tré/runnar séu 7 kg.

## 8.2 Kolefnisspor innfluttra garðplantna

Erlendis eru sumarblóm einnig ræktuð í gróðurhúsum og sömu nálganir eru notaðar fyrir ræktunarstöðvar erlendis sem innlendis. Helsti munur þar á er flutningurinn á ræktunarstöðinni til Íslands og nálgun eins og gerð var í kafla 4.2 að allur málmur sé tvöfaldaður á Íslandi í samanburði við Holland.

Á meginlandinu eru tré og runnar nánast eingöngu ræktuð utandyra svo ekki var gert ráð fyrir ræktunarstöð fyrir tré og runna.

Gert er ráð fyrir að sama notkun dísilolíu sé hér á landi sem erlendis.

Miðað er við flutning vörunnar með skipi frá Rotterdam og 50 km flutning með flutningabíl á meginlandi Evrópu. Sem fyrr er miðað við tvöfalt kolefnisspor vegna flutnings miðað við þyngd því plönturnar rúmast illa.

Ekki fundust upplýsingar um raforkunotkun erlendis, hvorki fyrir sumarblóm né tré og því var ekki gert ráð fyrir neinni raforkunotkun erlendis.

Umbúðir fyrir sumarblóm eru sambærileg hvort sem blómin eru framleidd á Íslandi eða erlendis. Því er gert ráð fyrir sama kolefnisspori vegna umbúða.

## 8.3 Niðurstöður

Meiri mun má sjá á innfluttum og innlendum trjám heldur en á sumarblómum en flutningur á vörunni er helsta ástæðan. Bæði tré og sumarblóm eru flutt með skipi en trén eru mun þyngri en sumarblómin sem þar að auki rúmast illa í flutningi og því hefur flutningurinn svo mikil áhrif á kolefnissporið eins og raun ber vitni.

TAFLA 13: NIÐURSTÖÐUR – SUMARBLÓM

	kg CO <sub>2</sub> /10.000 stk.
<b>Sumarblóm:</b>	
Flutningur aðfanga	17,74
Ræktunarstöð	141,46
Raforkunotkun	0,35
Hitun	0,00
Olíunotkun	15,84
Umbúðir	60,00
Áburður	0,03
Flutningur vöru	42,22
<b>Samtals</b>	<b>277,64</b>
<b>Innflutt blóm:</b>	
Áburður	0,03
Ræktunarstöð	82,29
Olíunotkun	15,84
Umbúðir	60,00
Flutningur	105,32
<b>Samtals</b>	<b>263,48</b>
Kolefnisspor íslenskra afurða sem hlutfall af spori innfluttra afurða	105,37%

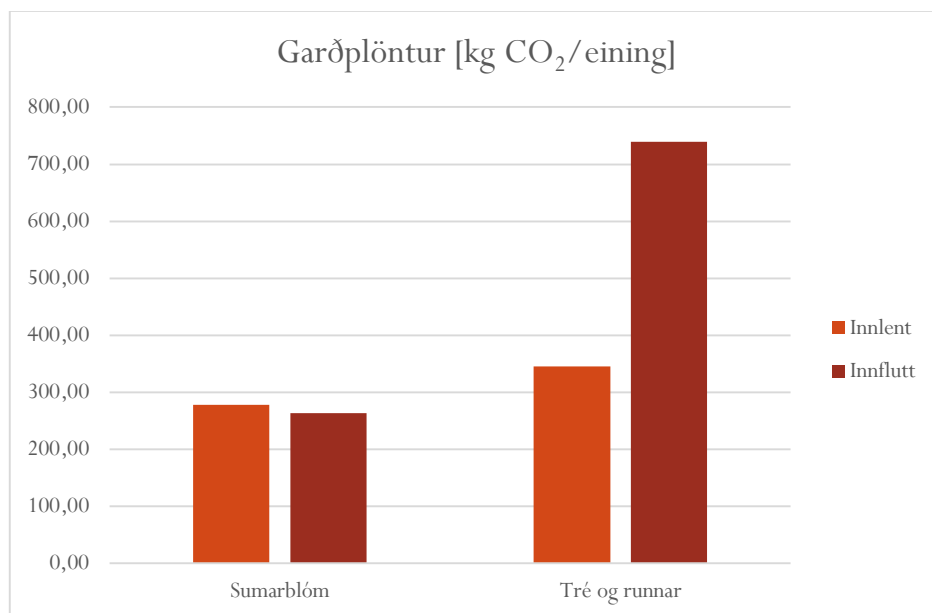
Tafla 13 sýnir að kolefnisspor íslenskra sumarblómar er 278 kg CO<sub>2</sub>/10.000 sumarblóm. Þetta er 5,3% stærra kolefnisspor en innfluttra sumarblóma sem losa 263 kg CO<sub>2</sub>/10.000 stykki. Stærra kolefnisspor innlendra sumarblóma skýrist að mestu af stóru kolefnisspori íslenskra ræktunarstöðva.

TAFLA 14: NIÐURSTÖÐUR - TRÉ OG RUNNAR

	kg CO <sub>2</sub> /1.000 stk.
<b>Tré og runnar:</b>	
Flutningur aðfanga	20,34
Ræktunarstöð	18,19
Raforkunotkun	0,35
Hitun	0,00
Olíunotkun	15,84
Áburður	0,19
Flutningur vöru	289,74
<b>Samtals</b>	<b>344,65</b>
<b>Innflutt tré og runnar:</b>	
Áburður	0,19
Olíunotkun	15,84
Flutningur	722,82
<b>Samtals</b>	<b>738,85</b>

Kolefnisspor íslenskra afurða sem hlutfall af spori innfluttra afurða 46,65%

Tafla 14 sýnir að kolefnislosun innfluttra trjáa og runna er mun meiri en þeirra sem ræktuð eru á Íslandi. Innflutt tré og runnar losa 739 kg CO<sub>2</sub>/1000 stykki á meðan þau innlendu losa einungis 47% af því, 345 kg af koltvísýringi fyrir hver þúsund stykki.



MYND 9: NIÐURSTÖÐUR – GARDPLÖNTUR

Myndrænan samanburð á niðurstöðunum má sjá á Mynd 9. Þar sést að forskot íslenskrar garðyrkju er fyrst of fremst á sviði trjá- og runnaræktunar.



## 9 Samantekt og næstu skref

Í þessari skýrslu er vistferilsgreining notuð til að bera saman kolefnisspor ýmissa afurða íslenskrar garðyrkju og innfluttrar samkeppnisvöru eins og þau eru við búðina í Reykjavík. Síðustu skrefum vistferilsmats er því sleppt þar sem þau eru eins hvort sem varan er innflutt eða innlend. Hér er þó ekki um tæmandi úttekt að ræða heldur eru aðeins teknar fyrir helstu tegundir grænmetis og plantna. Eins og ítrekað kemur fram í textanum er markvisst miðað að því að fegra ekki hlut íslenskrar garðyrkju heldur frekar notaðar forsendur sem eru innfluttum vörum í hag. Kolefnisspor innfluttrar vöru var ávallt miðað við bestu mögulegu framleiðslutækni og flutning sem losar jafn lítinn koltvísýring og raunhæft er að ætla.

Vinna við útreikninga af þessu tagi fer nú fram víða og eftir því sem aðgerðir gegn hlýnun jarðar fá aukið vægi má leiða að því líkur að útreikningar sem þessir verði algengari. Ísland er þátttakandi í markaði Evrópusambandsins með losunarheimildir og þar er búist við umtalverðri verðhækkun á komandi árum. Það má því leiða að því líkur að samkeppnisforskot í kolefnislosun verði verðmætara í náinni framtíð en það hefur verið hingað til. Það er ekki síst með það í huga sem Evrópusambandið ýtti úr vör EUPHOROS-verkefninu sem hafði það að markmiði að bæta bæði fjárhagslega afkomu og minnka kolefnisspor garðyrkjubænda. Verkefnið skilaði miklum árangri, sérstaklega í áburðar- og vatnsnotkun en engu að síður er kolefnisspor íslenskrar garðyrkju minna en það sem fæst með aðferðum EUPHOROS og flutt til Íslands.

Hvað varðar einstakar afurðir leiðir samanburður í ljós að íslensk garðyrkja hefur almennt minna kolefnisspor fyrir afurðir sínar með einni undantekningu og í því tilviki er ekki um hlutfallslega mikinn mun. Þegar haft er í huga að allt mat sem gert hefur verið er innfluttu afurðunum í hag þá má leiða að því líkum að frekari rannsóknir ættu að koma íslensku framleiðslunni í hag.

TAFLA 15: SAMANBURÐUR Á NIÐURSTÖÐUM

Afurð	Uppruni	kg CO <sub>2</sub> /eining af afurð	Innlent/Innflutt
Venjulegir tómatar	Innlendir	423,76	
	Innfluttir	773,51	55%
Blandaðir tómatar	Innlendir	610,27	
	Innfluttir	773,51	79%
Gúrkur	Innlendar	319,73	
	Innfluttar	731,65	44%
Salat	Innlent	701,05	
	Innflutt	2678,88	26%
Kartöflur	Innlendar	172,96	
	Innfluttar	187,21	92%
Annað útiræktað grænmeti	Innlent	244,26	
	Innflutt	276,91	88%
Afskorin blóm	Innlendir	107,71	
	Innflutt frá Hollandi	1726,61	6%
	Innflutt frá Kenýa	584,12	18%
Sumarblóm	Innlendir	277,64	
	Innfluttir	263,48	105%
Tré og runnar	Innlendir	344,65	
	Innfluttir	738,85	47%

Forskot íslenskrar garðyrkju er mest þegar afurð er flutt inn með flugi líkt og afskorin blóm og salat. Sérstaklega er vert að taka eftir miklum mun á innlendum afskornum blómum og þeim sem flutt eru inn frá Hollandi. Hollensku blómin skilja eftir sig rúmlega sextán sinnum stærra kolefnisspor en þau íslensku en sá munur liggur að mestu leyti í framleiðsluferlinu í Hollandi. Þá skilur flutningur einn á blómum frá Hollandi eftir sig stærra kolefnisspor en allt ferlið fyrir íslensk afskorin blóm. Svipaða sögu er að segja af salatinu, flutningur þess til landsins losar rúmlega þrefalt meira kolefni en allt ferlið á Íslandi.

Inniræktað grænmeti á borð við tómata og gúrkur nýtur einnig kolefnisforskots á innfluttar afurðir. Það er mest í gúrkunum en minna í tómtum og þá sérstaklega blönduðum tómtum en vitað er að sá samanburður er verulega ósannjarn fyrir blandaða íslenska tómata því verið er að skoða sitthvora vöruna. Innlend gúrkuræktun losar einungis 44% af því kolefni sem losnar við innflutning á gúrkum á meðan venjulegir innlendir tómatar losa rétt rúman helming þess sem innfluttir venjulegir tómatar gera. Þá losa innlendir blandaðir tómatar 79% af því sem venjulegir innfluttir tómatar gera. Leiða má að því líkur að munur á innfluttum og innlendum blönduðum tómtum sé enn meiri en þetta þar sem uppskera blandaðra tómata er minni á fermeter en sökum gagnaskorts er farin sú varfærna leið að hafa samanburðinn svona.

Líkt og í salati og afskornum blómum, er það kolefnisspor flutninga sem skilur að í kolefnisspori innlendra og erlendra gúrkna og tómata. Kolefnislosun sem fylgir innflutningi á einu tonni af tómotum og gúrkum er rúmlega 500 kg. Í heild er kolefnisspor gúrkna á Íslandi 320 kg/tonn og kolefnisspor venjulegra tómata er 424 kg/tonn. Kolefnisspor flutningsins eins, er því stærra en af innlendri ræktun á bæði gúrkum og venjulegum tómotum.

Innflutt tré og runnar skila svipuðum niðurstöðum. Flutningur losar þar 723 kg CO<sub>2</sub>/tonn af afurð á meðan heildarlosun íslensku framleiðslunnar er 345 kg CO<sub>2</sub>/tonn af afurð. Í heildina er hlutfallsleg kolefnisspor íslensku framleiðslunnar því tæp 50% af þeirri innfluttu.

Hvað varðar kartöflur og annað útiræktað grænmeti skilar íslensk garðyrkja eftir sig minna kolefnisspor en innflutt vara. Meira kolefnisspor fylgir raforkunotkun vegna kælingar erlendis en á innlendum kartöflum. Aukin olíunotkun vegna minni framleiðslu á hektara minnkar þó muninn. Innlend ræktun á kartöflum glímur við minni framleiðslu á hektara sem þýðir aukin olíunotkun. Annað útiræktað grænmeti er oft geymt við lægra hitastig svo það er meiri raforkunotkun vegna kælingar heldur en fyrir kartöflur. Því er mismunurinn örlítið meiri á öðru útiræktaðu grænmeti í samanburði við kartöflur.

Hvað varðar ræktun á sumarblómum skilar íslenska garðyrkjan eftir sig stærra kolefnisspor en sambærileg innflutt vara. Hlutfallslega stórt kolefnisspor íslenskra ræktunarstöðva er nóg til þess að íslensk framleiðsla sumarblóma skilur eftir sig stærra kolefnisspor en sambærileg innflutt vara þrátt fyrir að flutningur innfluttu vörunnar vegi þungt. Það er þó rétt að fara varlega í túlkun á þessari niðurstöðu. Munurinn er hlutfallslega lítill og við mat á kolefnisspori var ávallt fylgt þeirri reglu að miða við varfærnislegar forsendur frá sjónarhóli íslenskrar garðyrkju.

Í stórum dráttum eru niðurstöður þessa samanburðar mjög skýrar, íslenskri garðyrkju í hag. Fastlega má búast við því að mikilvægi kolefnissparnaðar muni aukast á komandi árum, bæði út frá fjárhagslegum kostnaði og út frá umhverfissjónarmiðum, líkt og bent var á í kafla 3.1. Enn skýrari mynd mætti fá af hlutfallslegu kolefnisspori íslenskrar garðyrkju með ítarlegri rannsóknum á þeim þáttum sem ófullnægjandi gögn fundust fyrir, t.d. paprikuræktun og ýmis konar útiræktaðu grænmeti á borð við gulrætur. Enn fremur væri gagnlegt ef garðyrkjubændur réðust í sundurliðaðra bókhald svo greina mætti kostnað við hverja afurð fyrir sig. Eins og kom fram í kafla 5 eru gögn um tómataræktun ekki sundurliðuð nægjanlega vel eftir tegundum. Það takmarkaði samanburðinn milli innlendra og innfluttra smátómata sem var ekki eins skýr og vera mætti þar sem um var að ræða blandaða tómata í óvissum hlutföllum í stað þess að geta borið saman sömu tegundir af ólíkum uppruna. Upplýsingaskorturinn er þó enn meiri fyrir útiræktað grænmeti og vegna þess að í hvívetna var þess gætt að fegra ekki hlut íslenskrar garðyrkju má leiða að því líkur að sá hluti komi í skýrslunni verr út fyrir íslenska garðyrkjubændur en efni standa til. Við gerð þessarar skýrslu fundust t.d. aðeins upplýsingar fyrir gulrætur, blómkál og kartöflur. Það er ekki víst að þessi

ræktun sé lýsandi fyrir fyrir almenna útiræktun. Það er því verðugt viðfangsefni að bæta upplýsingasöfnun um útiræktun, þannig að reikna megi kolefnissporið af meiri nákvæmni.

Niðurstöður þessarar skýrslu gefa til kynna að það væri áhugavert viðfangsefni að rannsaka hversu miklum kolefnissparnaði væri hægt að ná fram ef íslensk garðyrkja, og jafnvel landbúnaður, myndi fullnægja þörf landsmanna fyrir þær fæðutegundir sem hér er best að rækta og framleiða. Áður en í slíkt verkefni er ráðist verður þó að bæta upplýsingasöfnun og þá sérstaklega sundurliðað bókhald.

## 10 Heimildir

- AEA for DECC and Defra. (28. maí 2012). *2012 Guidelines to Defra / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting*. Sótt frá GOV.UK:  
[https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/69554/pb13773-ghg-conversion-factors-2012.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69554/pb13773-ghg-conversion-factors-2012.pdf)
- Business Dictionary. (án dags.). *Pareto principle - Business Dictionary*. Sótt frá Business Dictionary:  
<http://www.businessdictionary.com/definition/Pareto-principle.html>
- Carbon War Room. (2. nóvember 2014). Sótt frá Shipping Efficiency: <http://www.shippingefficiency.org/>
- Edwards, C., & Parker, G. (September 2010). An environmental comparison of paper and plastic labels. Intertek Expert Services.
- Elert, G. (3. nóvember 2014). *Energy Density of Diesel Fuel*. Sótt frá  
<http://hypertextbook.com/facts/2006/TatyanaNektalova.shtml>
- Environmental Protection Agency. (11. 19 2014). *Global Greenhouse Gas Emissions Data*. Sótt frá EPA: United States Environmental Protection Agency: <http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/global.html>
- European Commission. (2014). *Euro 5 and Euro 6 - emission from light duty vehicles: European Commission*. Sótt frá European Commission - Enterprise and Industry:  
[http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/automotive/environment/euro5/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/automotive/environment/euro5/index_en.htm)
- European Environment Agency. (apríl 2012). *Electricity production by fuel*. Sótt frá European Environment Agency:  
<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/electricity-production-by-fuel-1/electricity-production-by-fuel-assessment-3>
- GDV Berlin. (3. nóvember 2014). *Container Handbook*. Sótt frá Container Handbook:  
[http://www.containerhandbuch.de/chb\\_e/index.html](http://www.containerhandbuch.de/chb_e/index.html)
- Google Maps. (2014). *Google Maps*. Sótt frá Google Maps: [www.google.is/maps](http://www.google.is/maps)
- Harpa Birgisdóttir, & Ragnheiður Ólafsdóttir. (2009). *Kolefnisspor Landsvirkjunar - Loftslagsbókhald 2008*. Reykjavík: Landsvirkjun.
- Harpa Birgisdóttir, E. v. (2009). *Kolefnisspor Landsvirkjunar, Loftslagsbókhald 2008, LV2009/065*. Reykjavík: Landsvirkjun.
- Heli Yrjänäinen, Frans Silvenius, Timo Kaukoranta, Juha Näkkilä, Liisa Särkkä, & Eeva-Maria Tuhkanen. (2013). *Beräkning av klimatpåverkan av växthusprodukter*. Jockis: MTT.
- Jónas Ketilsson. (án dags.). Orkustofnun.
- Kenya Flower Council. (án dags.). *The Flower Industry in Kenya - Kenya Flower Council*. Sótt frá Kenya Flower Council:  
<http://www.kenyaflowercouncil.org/index.php/89-the-flower-industry-in-kenya>
- Kristinn Eiríksson. (2014). byggingaverkfræðingur.

Lillywhite, R., Chandler, D., Grant, W., Lewis, K., Firth, C., Schmutz, U., & Halphin, D. (2007). *Environment Footprint and Sustainability of Horticulture (including Potatoes) - A comparison with other Agricultural Sectors*. Warwick: The University of Warwick.

LOG-NET. (án dags.). *LOG-NET Carbon Calculator*. Sótt frá LOG-NET - The Power to Move Product: <http://www.log-net.com/sustainability/>

Montero, J. I., Antón, A., Torrellas, M., Ruijs, M., & Vermeulen, P. (2011). *Environmental and economic profile of present greenhouse production systems in Europe*. Wageningen UR.

Nielsen, J. M. (2008). *Energin och koldioxiden i svensk växthusodling 2008*. Cascada AB.

Point Carbon. (10. apríl 2014). The MSR: Impact on balance and prices. Brussel, Belgíu: Thomson Reuters.

Ports.com. (29. október 2014). *Sea route & distance: Ports.com*. Sótt frá Ports.com: [www.ports.com/sea-route](http://www.ports.com/sea-route)

Rockström, J. (September 2009). A safe operating space for humanity. *Nature*.

Röös, E., Sundberg, C., & Hansson, P.-A. (2010). *Uncertainties in the carbon footprint of food products: a case study on table potatoes*. Springer.

*Skipafloiti: Eimskip*. (28. október 2014). Sótt frá Eimskip: [http://eimskip.is/IS/Innflutningur/hagnytar\\_upplýsingar/skipafloiti/default.html](http://eimskip.is/IS/Innflutningur/hagnytar_upplýsingar/skipafloiti/default.html)

Stoessel, F., Juraske, R., Pfister, S., & Hellweg, S. (2012). *Life Cycle Inventory and Carbon and Water FoodPrint of Fruits and Vegetables Application to a Swiss Retailer*. ACS Publication. Sótt frá <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3394405/>

Umhverfisstofnun. (2014). *Ársskýrsla 2013*. Reykjavík: Umhverfisstofnun.

Umweltbundesamt. (09. 12 2014). *Details: Traktor-DE-2000-mittel (Schlepper)*. Sótt frá probas: <http://www.probas.umweltbundesamt.de/>

Zundert, T. v. (2012). *Life Cycle Assessment (LCA) of the Dutch greenhouse tomato production system*. Wageningen University.